OCTOBRE 2024

Actions en faveur des poissons grands migrateurs du bassin Loire

LOGRAMI Loire Grands Migrateurs

LOGIPOMI : PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2023

du 01/01/23 au 31/12/23

PLAN LOIRE Grandeur Nature

Recueil de données biologiques 2023 sur les poissons migrateurs du bassin Loire

l'Europe s'engage dans le bassin de la Loire – Fonds Européen de Développement Régional

Cette action est cofinancée par l'Union Européenne.
L'Europe s'engage dans le bassin de la Loire avec le Fonds européen de développement régional.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE – Liberté Égalité Fraternité

agence de l'eau Loire-Bretagne – agence.eau-loire-bretagne.fr

RÉGION Nouvelle-Aquitaine

FÉDÉRATION NATIONALE PÊCHE

BAISEZ Aurore, PAROUTY Timothé, LEON Cédric, MARCON Quentin, SENECAL Angéline, PORTAFAIX Pierre, LESNE Thomas. Association LOGRAMI

Et la participation de :

CHAUMENY Carl, ESTEVES Yohan, MICHAUD Anne, PIQUET Thomas, POUILLAT Florian, BLARD Benjamin, GOBBETTO Eva, LADOUX Pauline

Remerciements pour leur contribution :

Marion LEGRAND & Amaya GAUVIN
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

Citation

BAISEZ Aurore, PAROUTY Timothé, LEON Cédric, MARCON Quentin, SENECAL Angéline, PORTAFAIX Pierre, LESNE Thomas. Association LOGRAMI, 2023. LOGIPOMI : PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2023. Recueil de données biologiques 2023 sur les poissons migrateurs du bassin Loire., Association LOGRAMI, 551 p.

Table des matières

1. Le programme d'action LOGIPOMI 8
1.1. Les espèces concernées 8
1.2. Statut de conservation 9
1.3. La structuration du programme 10
1.4. Les opérations du programme 11
1.5. Territoire du programme d'action 12
2. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats en 2023 13
2.1. Les conditions environnementales 2023 13
2.1.1. Les débits 13
2.1.2. Les températures de l'eau 24
2.1.3. Conclusion 32
2.2. Conditions de migration 33
2.2.1. Situation de la continuité écologique sur le bassin de la Loire 33
2.2.2. Améliorations de la continuité écologique par sous-bassins 34
2.2.3. Synthèse des améliorations récentes de la continuité écologique 43
2.2.4. Etat des aménagements sur les ouvrages à enjeux essentiels (OEE) 45
2.3. Cartographie des habitats de la Loire aval de la confluence du Cher à la confluence du Thouet 49
2.3.1. Matériel et méthodes 50
2.3.2. Résultats 52
2.4. Conclusion 54
3. Le réseau de stations de comptage 55
3.1. Localisation des stations de comptage 55
3.2. Système de comptage 57
3.3. Fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage en 2023 57
3.3.1. Fonctionnement des dispositifs du bassin de la Vienne 57
3.3.2. Fonctionnement des dispositifs du bassin de l'Allier 58
3.3.3. Fonctionnement des dispositifs du bassin de la Loire amont 63

4. L'Anguille européenne 65

4.1. L'anguille jaune 65

4.1.1. Conditions de migration 65
4.1.2. Effectifs aux stations de comptage 67
4.1.3. Influence des transferts d'anguilles sur les effectifs de la Vienne 72
4.1.4. Périodes de migration 74
4.1.5. Structure démographique 78
4.1.6. Front de colonisation 80

4.2. L'anguille argentée 81

4.2.1. Influence de l'hydrologie 81
4.2.2. Effectifs aux stations de comptage 82
4.2.3. Période de migration 83
4.2.4. Rythme horaire de migration 85
4.2.5. Caractéristiques biométriques 86

4.3. Estimation du potentiel d'accueil du marais de la Basse Vallée de la Vie 87

4.3.1. Contexte de l'étude 89
4.3.2. Plan d'échantillonnage 93
4.3.3. Résultats 96

4.4. Conclusion 108

5. Le Mulet porc 111

5.1. Les effectifs de Mulets porcs 111

5.1.1. Descartes (Creuse) 111
5.1.2. Châtellerault (Vienne) 111

5.2. Migration des Mulets porcs 113

5.2.1. Amplitude et dynamique migratoire 113
5.2.2. Passages journaliers 113
5.2.3. Rythme horaire de migration 114

5.3. Caractéristiques biométriques 115

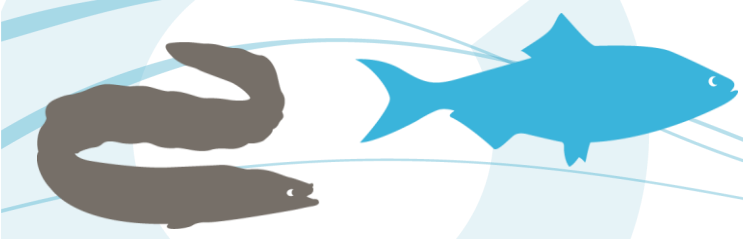
5.4. Le front de colonisation du Mulet porc 116

5.5. Conclusion 118

6. La Lamproie marine 119

6.1. Migration de montaison des géniteurs 119

6.1.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 119
6.1.2. Effectifs aux stations de comptage 122
6.1.3. Périodes de migrations 126
6.1.4. Structure démographique 130



6.2. Conditions de reproduction des géniteurs 131

6.2.1. Température 131

6.2.2. Hydrologie 133

6.3. Développement des juvéniles 134

6.3.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 134

6.3.2. Structure en âge des juvéniles de Lamproie marine sur le bassin de la Vienne 136

6.3.3. Matériel et Méthodes 136

6.3.4. Résultats 139

6.4. Le front de colonisation des Lamproies marines 152

6.4.1. Prospection de nids 152

6.4.2. Complément de recherche de présence par l'ADNe 152

6.5. Conclusion 155

7. La Lamproie fluviatile 157

7.1. Effectifs aux stations de comptage 157

7.2. Ammocètes de lamproies du genre *Lampetra* 158

7.2.1. Identification 158

7.2.2. Répartition spatiale 159

7.3. Conclusion 162

8. Les Aloses 163

8.1. Montaison des géniteurs 163

8.1.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie 163

8.1.2. Effectifs aux stations de comptage 167

8.1.3. Structure en âge 173

8.1.4. Période de migration 176

8.2. Reproduction des géniteurs 180

8.2.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie 180

8.2.2. Protocole et secteurs suivis 182

8.2.3. Amplitude de la période de reproduction de l'alose 185

8.2.4. Suivi de la reproduction des aloses 187

8.2.5. Bilan inter-secteurs 210

8.2.6. Reproduction de l'alose et perturbations liées aux silures 215

8.3. Le front de colonisation 216

8.3.1. Méthodes de recherche par ADN environnemental 216

8.3.2. Front de colonisation sur le bassin Loire 225

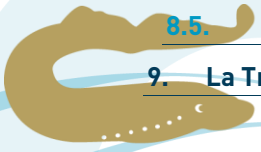
8.4. Développement et dévalaison des alosons 228

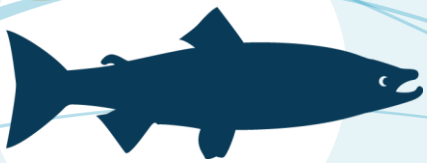
8.4.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie 228

8.4.2. Caractérisation de la dévalaison sur le bassin de la Vienne 229

8.5. Conclusion 234

9. La Truite de mer 236





9.1. Effectifs aux stations de comptage 236
9.2. Autres observations 236
10. Le Saumon atlantique 237
10.1. Migration de montaison des géniteurs 237
10.1.1. Effectifs aux stations de comptage 237
10.1.2. Périodes de migration 245
10.1.3. Structure en âge de la population 271
10.1.4. Effectif de retour de saumons par classe d'âge suivant leurs années de dévalaison 276
10.1.5. Comportement migratoire par âge de mer 280
10.2. Taux de transfert des saumons 285
10.2.1. Taux de transfert par axe 285
10.2.2. Taux de transfert différentiel par âge de mer sur l'Allier 289
10.3. Reproduction des géniteurs 291
10.3.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 291
10.3.2. Suivi des frayères 293
10.3.3. Sex-ratio des saumons à Langeac 309
10.3.4. Bilan de la colonisation du bassin de la Loire par le saumon en 2023 311
10.4. Développement des oeufs 313
10.4.1. Température 313
10.4.2. Hydrologie 314
10.5. Abondance de juvéniles de saumons natifs et déversés en 2023 314
10.5.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 315
10.5.2. Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe 318
10.5.3. Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier 322
10.6. Dévalaison des smolts 370
10.6.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 370
10.6.2. Les effectifs de smolts aux stations de comptage 377
10.6.3. Période de migration 381
10.6.4. Suivi de la dévalaison au seuil de Vieille-Brioude en 2023 387
10.7. Dévalaison des « ravalés » 398
10.7.1. Influence de l'hydrologie 399
10.7.2. Effectifs aux stations de comptage 401
10.7.3. Période de migration 402
10.8. Actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur la Sioule en aval du barrage de Queuille 404
10.8.1. Matériel et méthodes 405
10.8.2. Résultats 412

10.8.3. Comparaison avec la quantification de 1999 420
10.8.4. Discussion 420
10.9. Conclusion 422
11. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs 425
11.1. Contexte de l'étude 425
11.2. Impact du piégeage sur le franchissement des saumons 427
11.3. Captures de géniteurs à Vichy pour la pisciculture 429
11.3.1. Historique des campagnes de piégeage 430
11.3.2. Effort de piégeage 2023 432
11.3.3. Captures hebdomadaires 2023 433
11.3.4. Représentativité des captures en 2023 434
11.3.5. Impact du piégeage sur le comportement des saumons 436
11.3.6. Impact du piégeage sur le retard de franchissement 438
11.4. Production de juvéniles à partir d'incubateur 439
11.4.1. Contexte 439
11.4.2. Résultats 2023 440
11.5. Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin dans le bassin de l'Allier 442
11.5.1. Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier 442
11.5.2. Production estimée et taux d'implantation moyen 445
11.6. Taux de retour des saumons déversés 449
11.6.1. Individus déversés au stade pré-smolt 449
11.6.2. Taux de retour des individus déversés au stade alevins 451
11.7. Origine des saumons de retour 453
11.7.1. Origine des saumons de retour sur le bassin Creuse-Gartempe 454
11.7.2. Origine des saumons de retour sur l'Allier 456
11.8. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolts 458
11.9. Conclusion 458
12. Evolution de la colonisation par le silure 462
12.1. Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin 463
12.2. Amplitude de migration aux stations de comptage 466
12.3. Comportement de migration aux stations de comptage 467
12.4. Comparaison interannuelle 467
12.5. Conclusion 471
13. La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs 472
13.1. Stratégie de communication des informations du programme d'actions 472
13.2. La valorisation vers les acteurs de l'eau 473
13.2.1. Valorisation des informations dans les programmes nationaux et supranationaux 473

13.2.2. La valorisation en cours de programme 475
13.2.3. La participation aux réunions et groupes de travail 476
13.2.4. La plaquette "Actions Phares" 481
13.2.5. La mise à disposition des données 482
13.3. La valorisation des connaissances pour le grand public 489
13.3.1. Le site internet 489
13.3.2. La page Facebook 494
13.3.3. Suivi projet bande-dessinée sur l'anguille 495
13.3.4. Conférences et interviews 496
13.3.5. Rencontres migrateurs 502
13.3.6. Exposition itinérante 506
13.4. Conclusion 510
Synthèse LOGIPOMI 2023 511
Bibliographie 524
Table des figures 531
Table des tableaux 549

1. Le programme d'action LOGIPOMI

1.1. Les espèces concernées

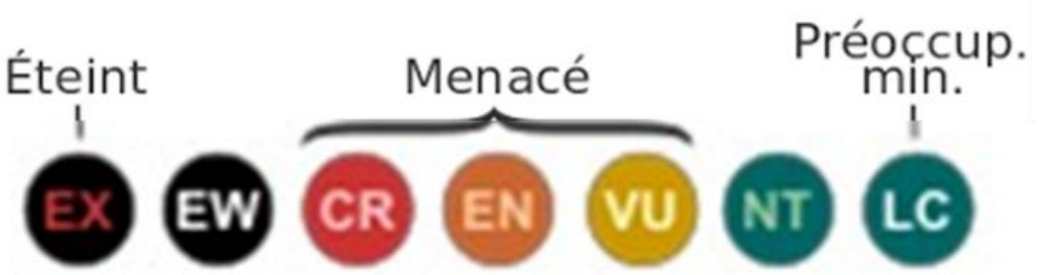
Les poissons grands migrateurs concernés par l'étude sont l'Anguille européenne, le Mulet porc, la Lamproie marine, la Lamproie fluviatile, les aloses feintes et grandes, la Truite de mer et le Saumon atlantique. Le silure est également étudié en raison des attentes des acteurs sur le suivi des effectifs.

1.2. Statut de conservation

L'Indicateur Liste Rouge de l'IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), est une mesure du statut moyen de conservation des espèces qui prend en compte le degré de vulnérabilité de chaque espèce. Ces critères reposent sur différents facteurs biologiques associés au risque d'extinction :

- la taille de la population de l'espèce,
- son taux de déclin,
- l'aire de sa répartition géographique
- son degré de fragmentation.

Cet indicateur met en place des critères permettant de déterminer le statut d'une espèce :



- Une espèce en statut d'extinction (EX) est une espèce ayant totalement disparue au niveau mondial
- Une espèce en voie d'extinction (EW) est une espèce « éteinte à l'état sauvage » car il n'existe plus de spécimens dans la nature.
- Une espèce en danger critique (CR) est une espèce dont les effectifs sont tombés tellement bas qu'il est à craindre que son extinction soit inéluctable. C'est le cas de l'anguille européenne.
- Une espèce en danger (EN) est une espèce dont les effectifs sont tombés très bas mais qui peut encore être sauvée de l'extinction si des mesures de protection et de gestion sont mises en œuvre.
- Les espèces vulnérables (VU) ne sont pas menacées d'extinction dans un futur immédiat. Elles sont encore relativement communes, mais leurs populations sont en déclin rapide.
- Les espèces quasi menacée (NT) subissent des diminutions d'effectifs et d'aires de répartition qui alertent sur les risques de disparition.

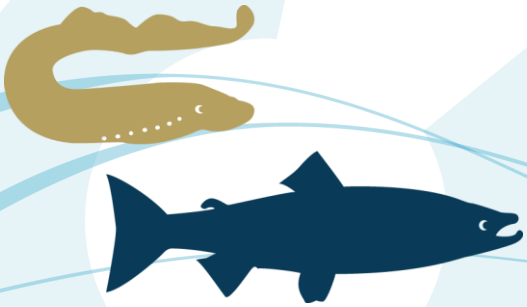
En 2019 pour la France, la **Grande alose** a changé de statut et est maintenant classée en **danger critique comme l'anguille**. **La lamproie marine** a également été reclassée plus sévèrement **en danger**. En 2024, **le Saumon atlantique** a globalement une situation alarmante avec un classement en quasi menacée mais avec un échelon supplémentaire pour le saumon de l'Allier qui a été classé **en danger**.

Aussi, l'ensemble des espèces concernées par ce programme nécessite une attention particulière puisqu'elles sont avec un statut de conservation alarmant.

1.3. La structuration du programme

Ce programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI apporte des éléments de connaissances de la dynamique des espèces de poissons grands migrateurs en s'attachant aux phases de développement déterminantes pour chacune d'entre elles, ainsi qu'à leurs habitats.

Les conditions environnementales en 2023	• Les débits • Les températures de l'eau
Continuité écologique	• Situation de la continuité écologique sur le bassin de la Loire • Améliorations de la continuité écologique par sous-bassins
Généralités sur les stations de comptage	• Fonctionnement des passes à poissons • Fonctionnement des stations de comptage
L'anguille	• Recrutement de juvéniles • Les effectifs d'anguille européenne en montaison • Migration des anguilles argentées
Le mulet porc	• Front de colonisation • Le mulet porc en migration • Taille des individus
Les Aloses	• Migrations de montaison et le front de colonisation des aloses • Reproduction des géniteurs • Développement et dévalaison des alosons
La lamproie marine	• Migration de montaison de la lamproie marine • Reproduction des géniteurs • Développement des ammocètes
La lamproie fluviatile	• Présence axes Vienne Creuse
Le saumon atlantique	• Montaison des potentiels géniteurs • Survie estivale des géniteurs et Reproductions de géniteurs • Développement des tacons • Dévalaison des smolts
La truite de mer	• Effectifs aux stations de comptage
Evolution de la colonisation du silure	• Effectifs des silures en migration aux stations de comptage • Amplitude de migration aux stations de comptage • Comportement nycthéméral de migration aux stations de comptage • Analyse biométrique des individus aux stations de comptage • Influence des conditions environnementales sur les migrations aux stations de comptage
L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)	• Contexte de l'étude • Impact du piégeage sur le franchissement des saumons • Production de juvéniles à partir d'incubateur • Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin
La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs	• Valorisation vers les acteurs de l'eau • Valorisation des connaissances pour le grand public



1.4. Les opérations du programme

Ces données sont essentielles pour une aide à la gestion en cohérence avec l'état des populations. Le programme de mesures effectue des opérations d'acquisition de données qui sont complémentaires entre elles et qui permettent de répondre transversalement à différents questionnements de gestion. Il concerne donc une série d'actions qui donc thématiques et comprennent parfois plusieurs opérations de terrains.

- Saint Pourçain sur Sioule
- Jenzat
- Vichy
- Decize
- Gueugnon
- Roanne
- Langeac
- Poutès
- Châtellerault
- Réseau de température

Stations de comptage (N=9)

- Sur l'Allier, la Sioule, la Dore et l'Alagnon, le comptage des nids de fraie de saumon atlantique est réalisé par survol en hélicoptère
- Prospections à pied pour les petits affluents comme le Béal d'Alagnon, Chapeauroux, la Desges et les parties aval des Couzes, la Gartempe.

Frayère de saumons

- Approfondir la stratégie notamment en stratifiant sur la température afin d'optimiser les nuits suivise et la robustesse des suivis.
- Axes Allier, Loire moyenne, cher, Creuse et Vienne.

Reproduction d'aloses

- Prospections à pied et/ou en canoë-kayak des frayères potentielles identifiées sur le linéaire concerné avec repérage visuel de nids et/ou d'individus en activité de reproduction
- Validation ou pas de l'activité de reproduction pour chaque site de référence.

Reproduction de lamproies marines

- Impact de l'opération de piégeage
- Représentativité des captures pour la pisciculture
- Dimorphisme sexuel

Piégeage et biométrie

- Mise en œuvre d'un protocole de prélèvement
- Vérification de présence à la confluence d'affluents

ADN Environnementale

- Quantification des habitats potentiels de saumon sur l'Alagnon. Cartographie partie aval de la Loire pour l'Alose

Habitat

- Etude de faisabilité d'échantillonnage des alosons à Châtellerault

Alosons

- Site sur l'Allier, la Sioule, l'Alagnon, la Dore, la Gartempe
- Les affluents tels que Chapeauroux, l'Espezonnette, la Sianne. Le Renaison, l'Anglin, l'Ardour, la Couze, la Semme et le Vincou.

Indice d'abondance tacons (n= 100 à 120 sites)

- 50 à 60 placettes échantillonnées par pêche électrique
- Secteur Vienne et Creuse

Indice d'abondance ammocètes

- En sortie de la zone refuge en complément d'actions de suivis Poutès et Vichy
- Suivi acoustique (smolts marqués par ailleurs)

Evaluation de la dévalaison des smolts

- Suivis aménagements/avis technique/réunions
- Plaquette "Actions Phares"
- Rapports et autres documents techniques
- Site web et accessiblité de la donnée
- Exposition itinérante
- Sentier pédagogique et autres éléments de transfert vers le grand public
- Rencontres Migrateurs

Restitution, groupe de travail et comité de gestion

1.5. Territoire du programme d'action

Ce programme d'étude a vocation à couvrir l'ensemble du territoire de gestion des Poissons Grands Migrateurs du bassin Loire. Les cours d'eau concernés sont définis au travers du SDAGE par la liste des cours d'eau dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs est nécessaire.

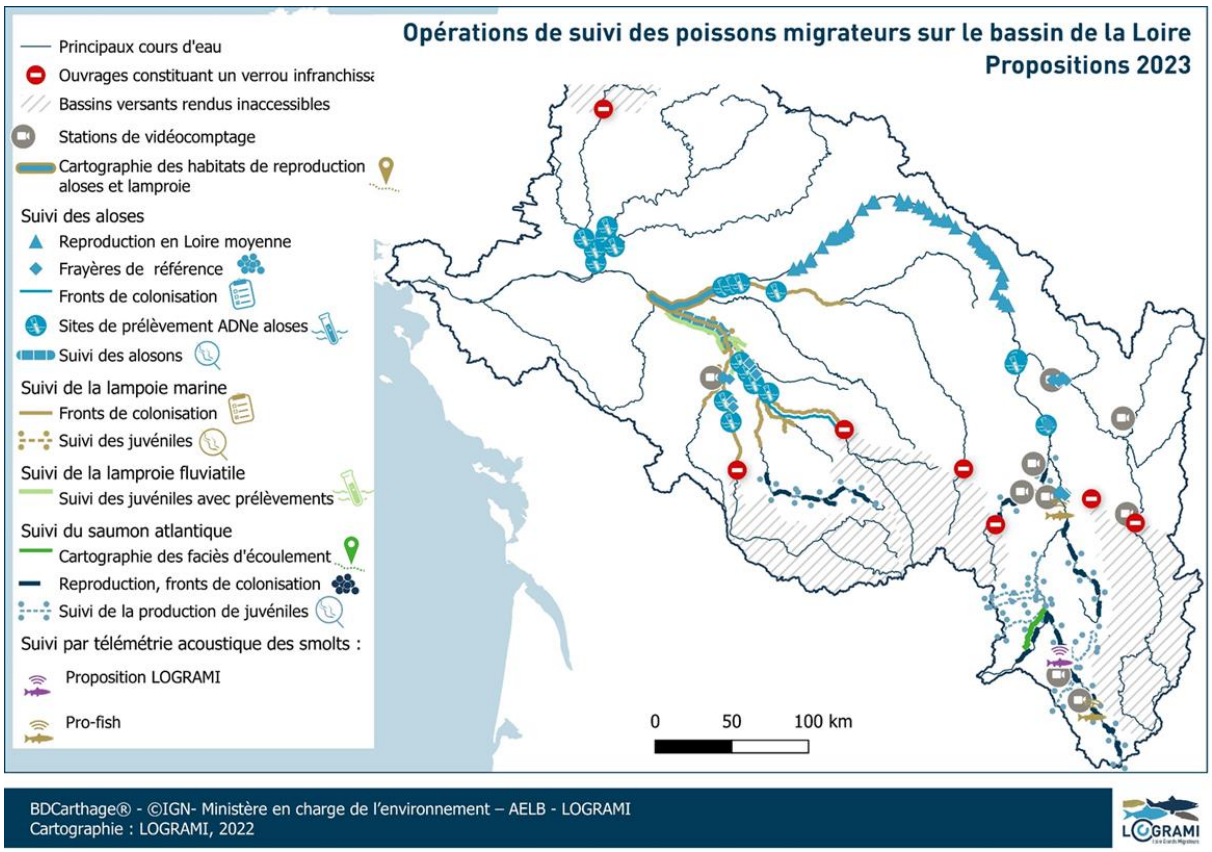


Figure 1 : Cartographie des espèces et stades étudiés dans ce programme de recherches appliquées identifiés par axe fluvial (Sources LOGRAMI)

2. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats en 2023

2.1. Les conditions environnementales 2023

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 identifiés comme les principaux facteurs influençant 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 exercer 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.

2.1.1. Les débits

2.1.1.1 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, Cher, Maine…).

Au moment de la rédaction du présent rapport, les débits 2023, mesurés aux différentes stations hydrologiques (Figure 2 et Tableau 1), n'ont pas tous été validés par les différents producteurs de données. **Les valeurs décrites ci-après sont donc susceptibles d'évoluer.**

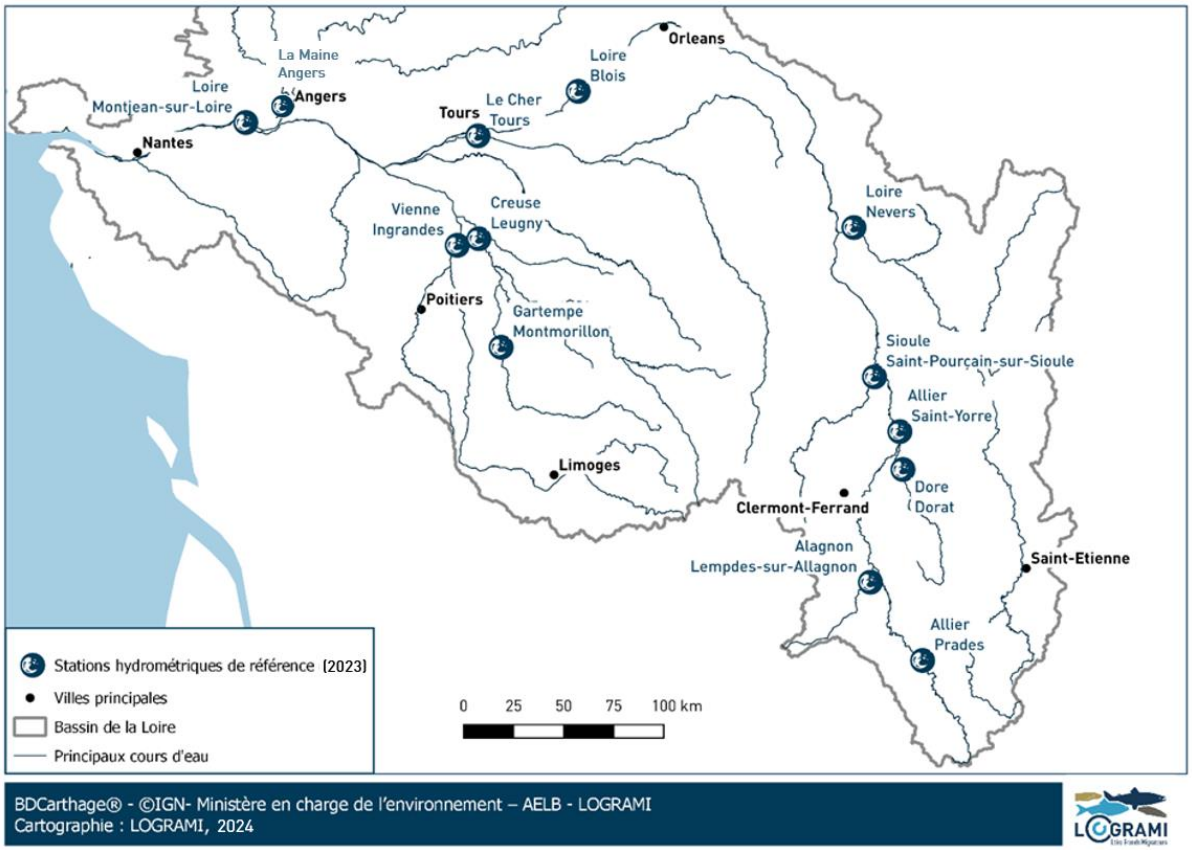


Figure 2 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Données : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)

Tableau 1 : Stations hydrométriques de référence, dates de début et de fin de suivi et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2023 (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)

Secteur	Station hydrologique de référence	Module (m³/s)	Distance à la mer (LTM) (km)
Loire aval	Montjean sur Loire (1863–2023)	834	100
Loire moyenne	Blois (1863-2023)	354	275
Loire amont	Nevers (1955-2023)	173	546
Maine	Angers – Haute Chaîne (2014-2023)	120	130
Vienne	Ingrandes sur Vienne (1918-2023)	117	260
Creuse	Leugny (1964-2023)	72	270
Gartempe	Montmorillon (1955-2023)	21	340
Cher	Tours - Pont Saint-Sauveur (2000-2023)	78	220
Allier aval	St Yorre (1967-2023)	92	675
Allier amont	Prades (1968-2023)	17	859
Sioule	Saint-Pourçain-sur-Sioule (1967-2023)	24	633
Dore	Dorat (1991-2023)	19	694
Alagnon	Lempdes-sur-Alagnon (1967-2023)	11	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, trois 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 égal à 1. Il correspond à des conditions de débits « moyennes » par rapport aux années de référence ;
- Indice hydrologique compris entre 1 et 2. Il correspond à des conditions de débits « excédentaires » par rapport aux années de référence.
- Les indices ont été calculés pour les quatre saisons.

2.1.1.2 Conditions hydrologiques durant la période hivernale 2023

Le début d'année est caractérisé par **un hiver sec sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire.** En 2023, les indices hydrologiques calculés durant la période hivernale sont tous déficitaires (moyenne 0,5 +/- 0,1). Les indices oscillent entre 0,4 sur le Cher et 0,7 sur l'Alagnon et la Vienne. **Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence** (Figure 3).

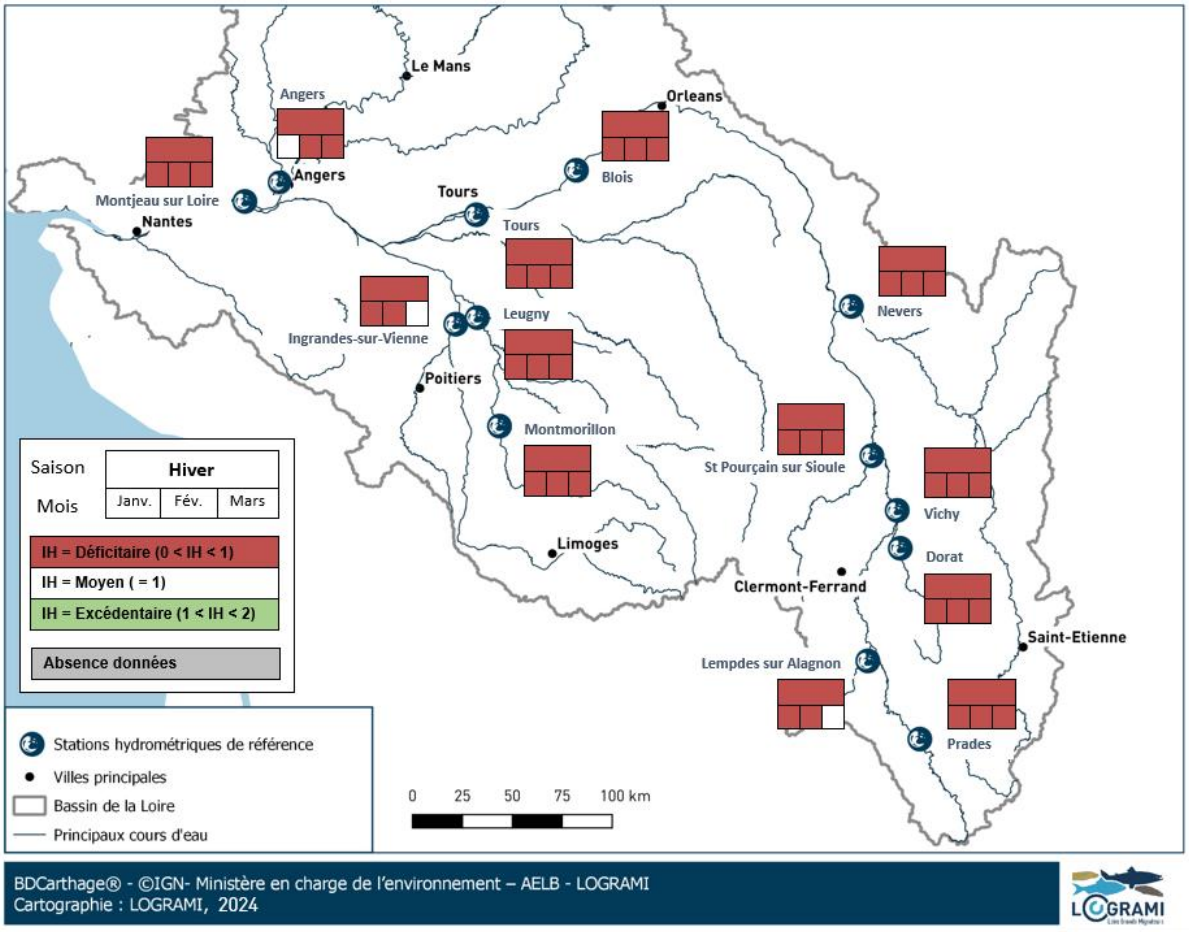


Figure 3 : Indices hydrologiques 2023 durant la période hivernale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Par ailleurs, le mois de février est le mois qui enregistre l'indice hydrologique le plus déficitaire de l'année avec une valeur moyenne sur l'ensemble des stations références de 0,3 +/- 0,1. Le minimum est atteint à Leugny sur la Creuse avec une valeur de 0,2.

Seul le mois de janvier sur la Maine et le mois de mars sur la Vienne et l'Alagnon enregistrent des débits moyens. Des crues hivernales ont été enregistrées sur ces axes pendant ces périodes.

Sur la Maine à Angers, le débit moyen mensuel du mois de janvier (242 m^3/s) est égal aux écoulements de référence (238 m^3/s) avec une valeur supérieure au module (120 m^3/s à Angers). Un pic de crue de moyenne intensité a lieu le 20 janvier avec une valeur de 430 m^3/s (crue biennale = 490 m^3/s).

Sur la Vienne et l'Alagnon, les débits sont également moyens au mois de mars avec des moyennes mensuelles proches des valeurs de références. Des crues avec des valeurs au-dessus des moyennes mensuelles de référence sont constatées à Ingrandes-sur-Vienne le 12 mars avec 539 m^3/s et à Lempdes-sur-Alagnon le 11 mars avec 65 m^3/s. Ces crues sont de faibles intensités avec des valeurs inférieures aux crues biennales (717 m^3/s à Ingrandes-sur-Vienne et 112 m^3/s à Lempdes-sur-Alagnon).

2.1.1.3 Conditions hydrologiques durant la période printanière 2023

L'année 2023 est caractérisée par **un printemps sec sur l'ensemble des stations** du bassin de la Loire. Les indices hydrologiques printaniers sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,6 (+/- 0,1) (Figure 4). **Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence**.

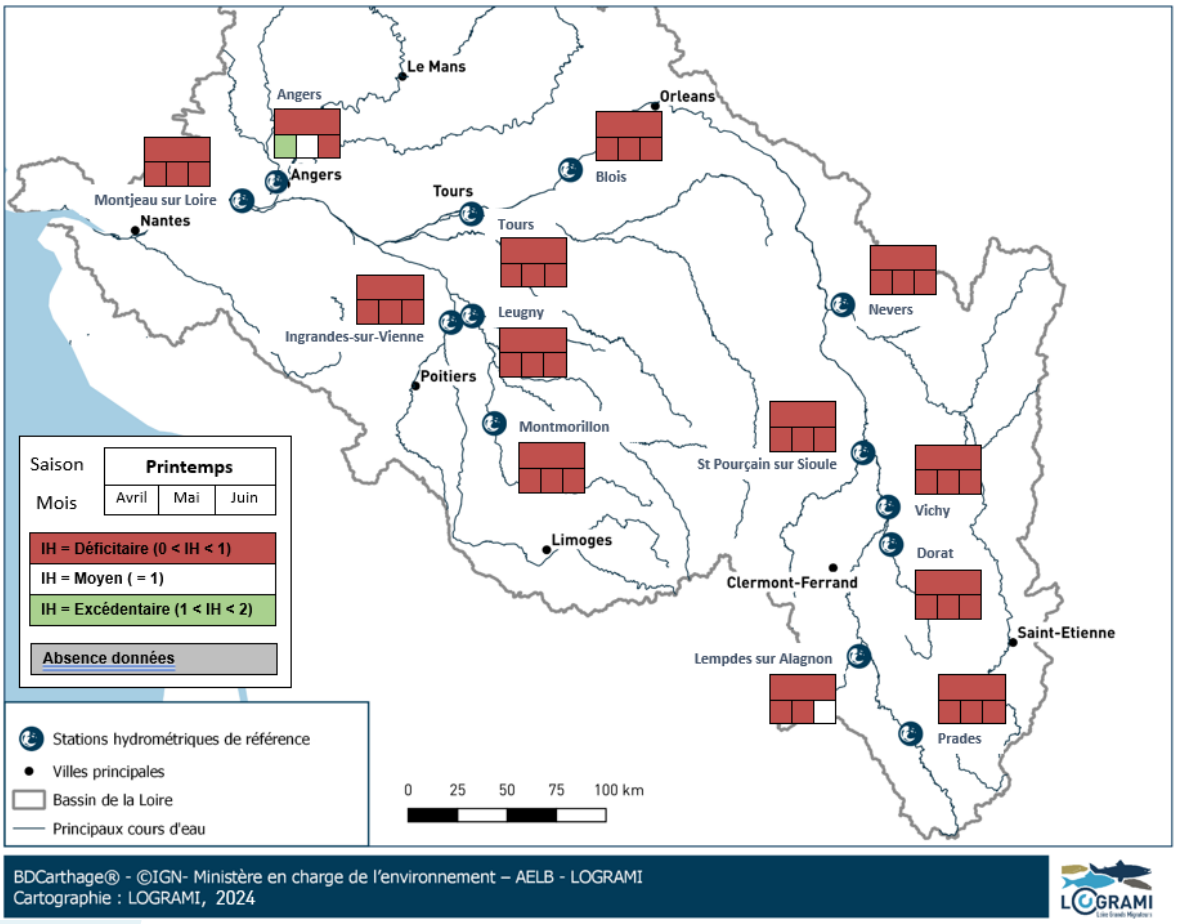


Figure 4 : Indices hydrologiques 2023 durant la période printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les plus faibles indices sont enregistrés sur la Creuse à Leugny et sur le Cher à Tours avec des valeurs respectives de 0,52 et 0,48. En effet, les débits moyens mensuels sur la Creuse et le Cher au mois de juin sont près de 3 fois inférieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 60 ans à Leugny et 23 ans à Tours.

Le Tableau 2 liste les différents coups d'eau intervenus durant la période printanière sur l'Allier, la Dore, la Sioule et la Maine. Dans le bassin de l'Allier ces coups d'eau sont intervenus entre le 14 et le 15 mai tandis qu'ils ont été un mois plus précoce dans le bassin de la Maine (15 avril). Tous ces coups d'eau ont été de faible intensité avec un pic de débit dépassant tout juste le module des cours d'eau et bien inférieur au débit d'une crue biennale.

Tableau 2 : Détail des coups d'eau intervenus au printemps aux différentes stations hydrométriques du bassin (Source : Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

Cours d'eau	Station	Date coup d'eau	Débits du pic (m3/s)	Module (m3/s)	Crue biennale (m3/s)	Intensité du pic
Allier	Saint-Yorre	15 mai 2023	127	92	531	Faible
Allier	Prades	14 mai 2023	33	21	187	Faible
Dore	Dorat	14 mai 2023	35	19	151	Faible
Sioule	Saint-Pourçain-sur-Sioule	15 mai 2023	41	22	153	Faible
Maine	Angers	15 avril 2023	250	120	490	Faible

2.1.1.4 Conditions hydrologiques durant la période estivale 2023

L'année 2023 est caractérisée par **un étiage sévère sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire.** En 2023, Les indices hydrologiques sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1). Les indices oscillent entre 0,3 sur la Dore et 0,8 sur la Maine. **Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence** (Figure 5). Le plus fort écart est enregistré sur la station de Dorat sur la Dore. L'indice hydrologique calculé sur 33 années au niveau de cette station est égal à 1 contre 0,3 en 2023.

Contrairement aux années antérieures (indice = 1,1) mais comme en 2022 (0,8), la station de Prades (Allier amont) enregistre un indice déficitaire en 2023 (indice = 0,7). 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 2023.

En effet, face à la situation inédite de faible remplissage du barrage de Naussac, au manque d'eau important pendant la première partie de l'année et pour garantir des volumes de réserve suffisants sur toute la période de soutien d'étiage, le comité de gestion du réservoir de Naussac a réduit son objectif par rapport à la normale. Ainsi, il a été décidé de fixer un objectif de soutien d'étiage de l'Allier mesuré à Vic le Comte de 10 m^3/s contre 12 m^3/s habituellement.

La situation s'étant dégradée à la fin de l'été, par arrêté préfectoral du 5 octobre 2023, le préfet de Lozère (48) a autorisé l'établissement public Loire (EPL) en charge de la gestion du barrage de Naussac à réduire l'objectif de soutien d'étiage sur l'Allier au niveau de Vieille-Brioude (43) en passant de 6 m^3/s à 5 m^3/s.

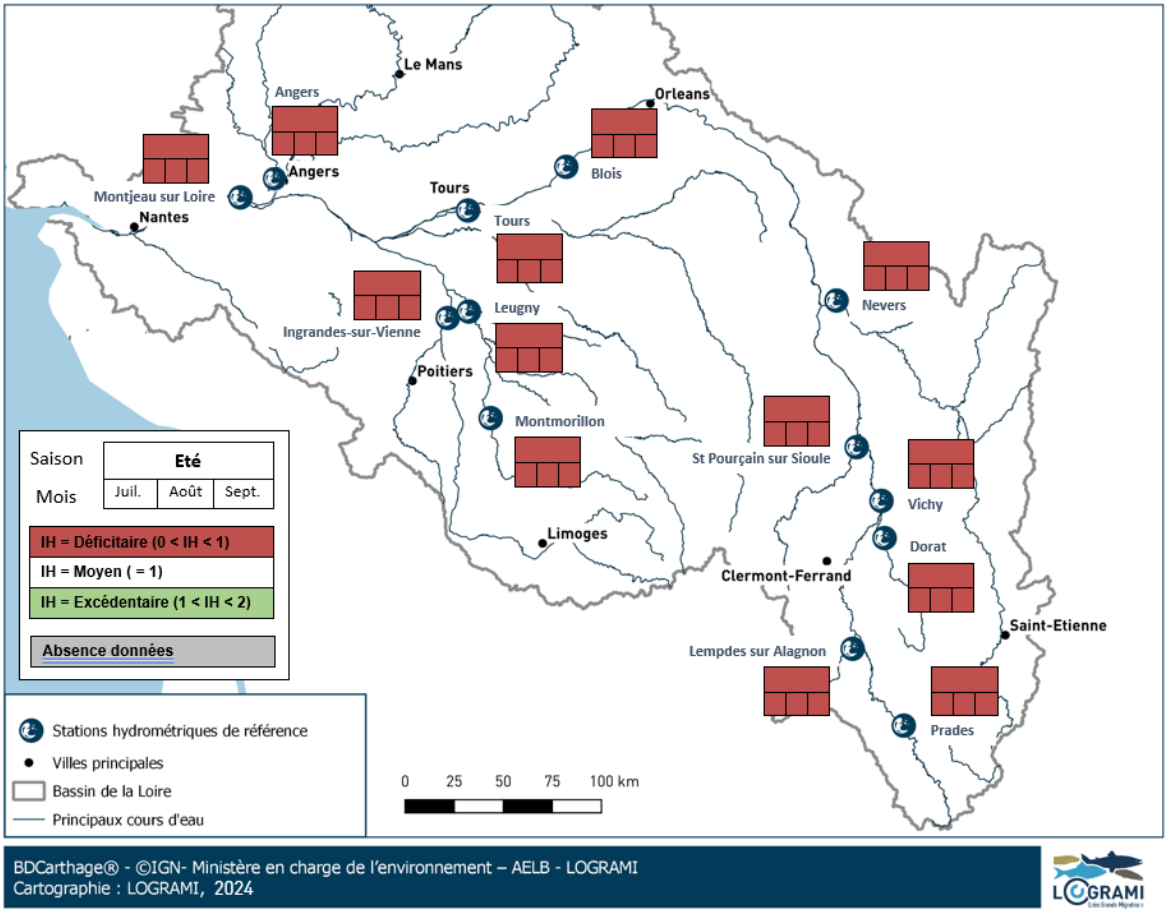


Figure 5 : Indices hydrologiques 2023 durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

2.1.1.5 Conditions hydrologiques durant la période automnale 2023

La fin d'année est caractérisée par **un automne pluvieux sur l'ensemble du bassin de la Loire hormis sur le bassin de l'Allier, de la Dore et de la Loire moyenne**. En 2023, les indices hydrologiques calculés durant cette période oscillent entre 0,5 sur l'Allier amont à Prades et 2,7 sur la Gartempe à Montmorillon. Comparativement aux données antérieures sur ces différents sites de références, **les indices hydrologiques de 2023 sont en moyenne 1,5 fois supérieurs** (Figure 6). Le plus fort écart est enregistré sur la station de Montmorillon sur la Gartempe. L'indice hydrologique calculé sur 69 années au niveau de cette station est égal à 0,9 contre 2,7 en 2023.

Le mois de novembre est le mois qui enregistre l'indice hydrologique le plus excédentaire de l'année avec une valeur moyenne sur l'ensemble des stations de références de 1,8 +/- 0,1. Le maximum est atteint à Montmorillon sur la Gartempe avec une valeur de 4,6.

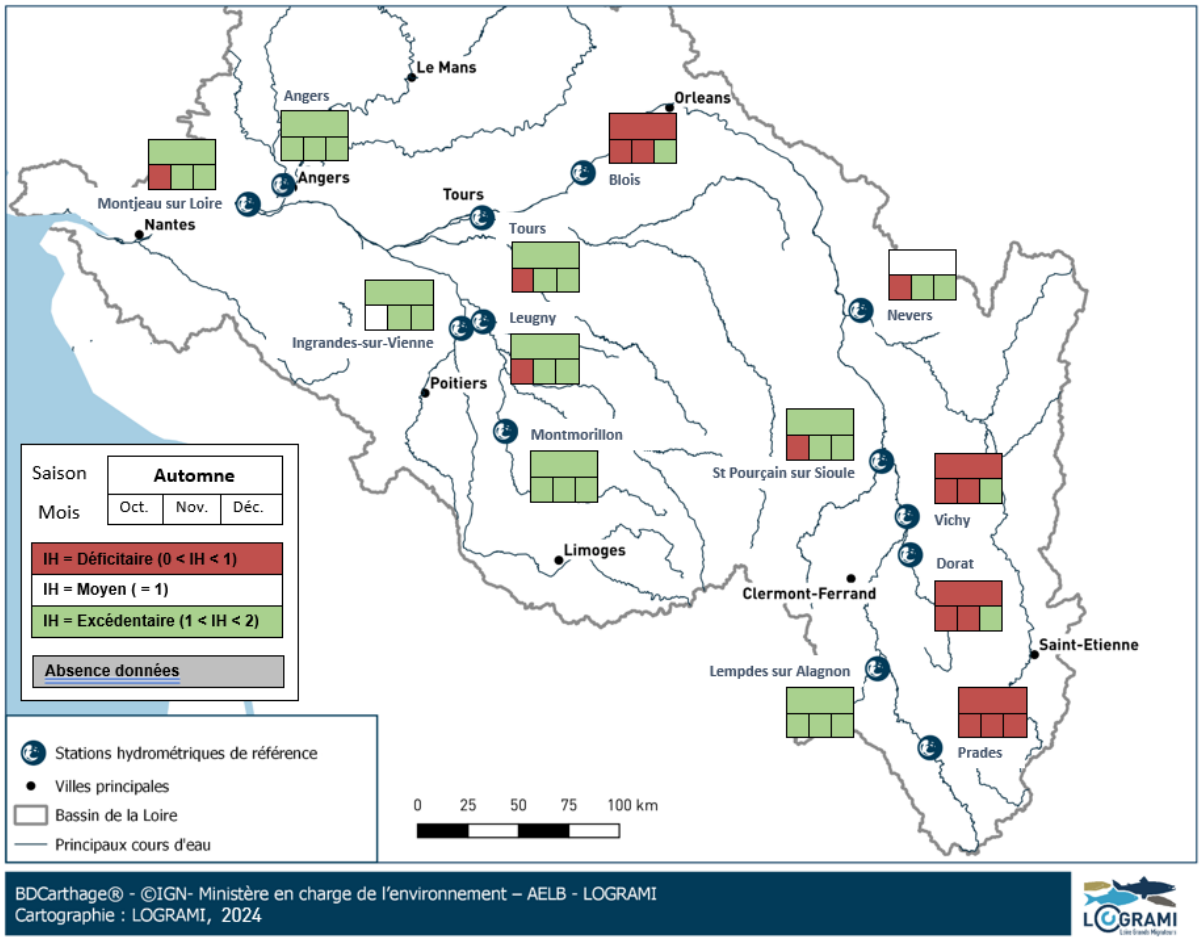


Figure 6 : Indices hydrologiques 2023 durant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les crues automnales mesurées sur l'ensemble du bassin Loire sont apparues sur deux périodes dont les dates diffèrent de quelques jours (selon les localisations des sites de référence) (Figure 7 et Tableau 3) :

- entre le 15 et le 21 novembre
- entre le 11 et le 17 décembre

Quel que soit le cours d'eau considéré, les pics de crue durant la période automnale interviennent tous entre le 5 novembre et le 17 décembre 2023 (Tableau 3). De façon générale durant les mois de novembre et de décembre, le débit moyen mensuel des cours d'eau est assez largement supérieur au module et aux débits mensuels de référence (Figure 8).

Tableau 3 : Détail des coups d'eau intervenus à l'automne aux différentes stations hydrométriques du bassin (Source : Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

Cours d'eau	Station	Date coup d'eau	Débits du pic (m3/s)	Module (m3/s)	Crue biennale (m3/s)	Intensité du pic
Loire	Montjean-sur-Loire	18 novembre 2023	1850	834	3220	Modérée
Loire	Montjean-sur-Loire	17 décembre 2023	2720	834	3220	Modérée
Loire	Blois	19 novembre 2023	660	355	1430	Modérée
Loire	Blois	17 décembre 2023	1150	355	1430	Modérée
Creuse	Leugny	15 novembre 2023	498	72	589	Modérée
Creuse	Leugny	13 décembre 2023	517	72	589	Modérée
Gartempe	Montmorillon	12 décembre 2023	185	21	185	Moyenne
Vienne	Ingrandes-sur-Vienne	12 décembre 2023	825	120	711	Elevée
Maine	Angers	5 novembre 2023	362	120	490	Modérée
Maine	Angers	21 novembre 2023	393	120	490	Modérée
Cher	Tours	17 décembre 2023	287	327	419	Faible
Allier	Saint-Yorre	15 décembre 2023	243	92	531	Faible
Alagnon	Lempdes-sur-Alagnon	12 décembre 2023	64	12	112	Faible
Sioule	Saint-Pourçain-sur-Sioule	15 décembre 2023	69	22	153	Faible

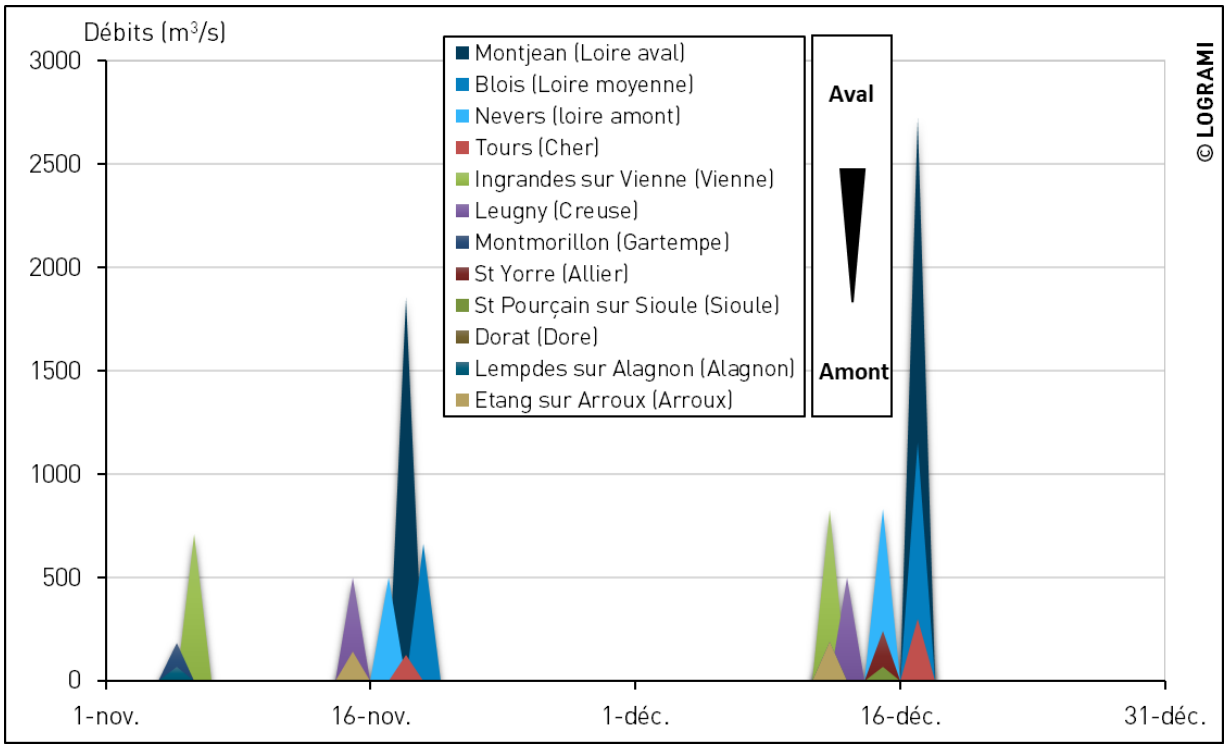
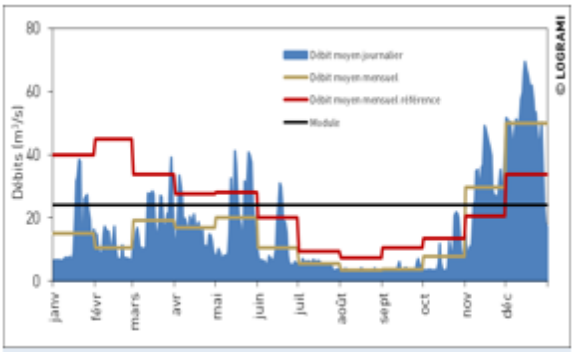


Figure 7 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques références du bassin de la Loire durant l'automne 2023 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

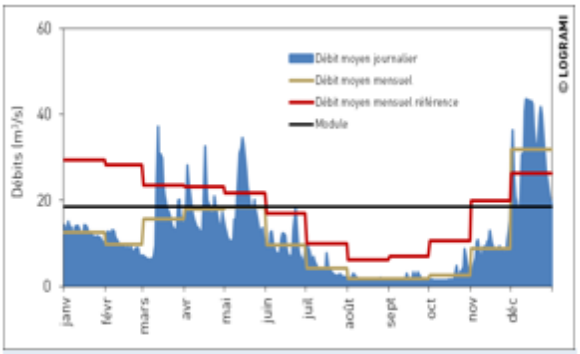
Quelques pics de crue ont également eu lieu en dehors de ces 2 périodes :

- Un pic est observé sur la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne le 6 novembre avec 709 m³/s. Ce dernier est en lien direct avec une crue survenue quelques jours plus tôt sur le bassin de la Gartempe (185 m³/s le 5 novembre)

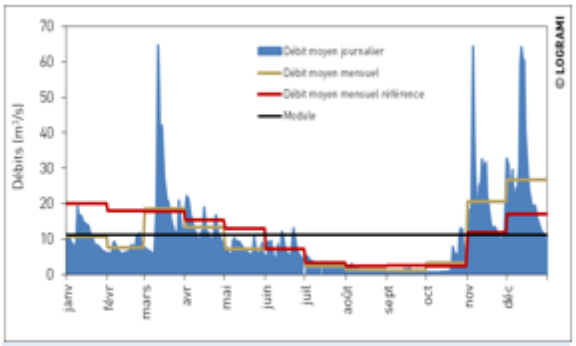
- Pendant cette même période, un pic de crue est également constaté le 5 novembre sur l'Alagnon avec 64 m³/s (module = 11 m³/s).



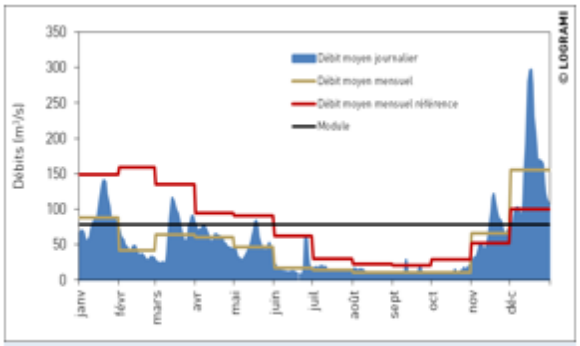
Sioule : St Pourçain sur Sioule



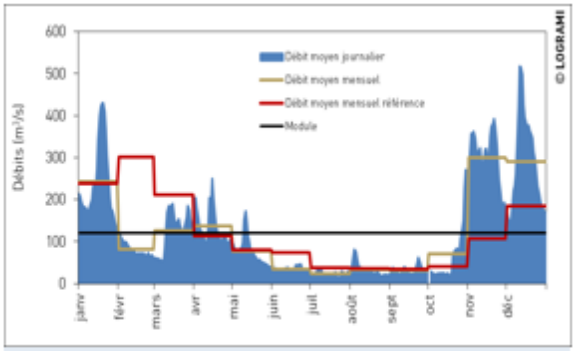
Dore : Dorat



Alagnon : Lempdes sur l'Alagnon



Cher : Tours



Maine : Angers

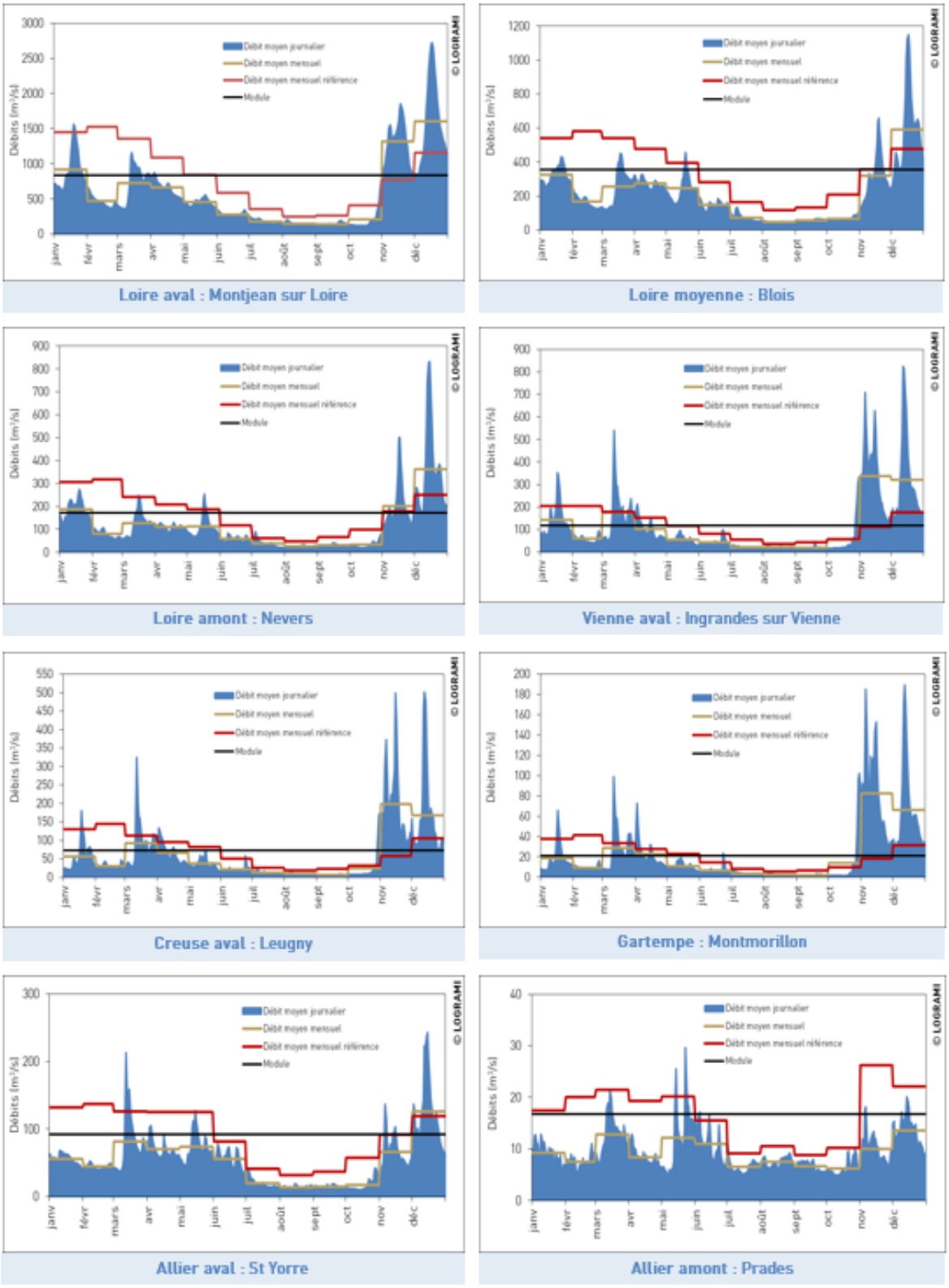


Figure 8 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrométriques de référence en 2023 (Données hydro : DREAL Pays de Loire / Hydro – MEDD/DE)

2.1.2. 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).

2.1.2.1 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 plus particulièrement et sont considérés comme des enregistreurs de référence (Figure 9). L'emplacement des enregistreurs est choisi pour sa propriété indicatrice (zone toujours en eau) et pratique pour la récolte des données (profondeur inférieure à 1,5 mètre, accessibilité…).

Les données de températures sont récupérées *in situ* à l'aide d'un dispositif de téléchargement et sont ensuite bancarisées dans une base de données PostgreSQL développée et gérée par LOGRAMI. Les données sont analysées sur Excel via le module Power Query qui permet de requêter sur la base de données et d'importer les données dans 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.

2.1.2.2 Fonctionnement du réseau de sondes en 2023

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.

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 4).

Sur l'ensemble des sondes installées et téléchargées début 2024, 9 sondes ont fait l'objet d'un dysfonctionnement (Decize, Moulins, Limons, Issoire, Breuil-sur-Couze, Monsitrol d'Allier, St Quintin-sur-Sioule, Châteauneuf-les-Bains, Lempdes-sur-Alagnon).

Les pertes de données sont dues à des piles défectueuses ou à un problème lié à la sonde elle-même.

Seules les sondes de Saint-Laurent-Nouan (Loire) et Nouâtre (Vienne) n'ont pas fait l'objet d'un téléchargement en ce début d'année 2024, compte-tenu des niveaux d'eau trop élevés lors de la relève.

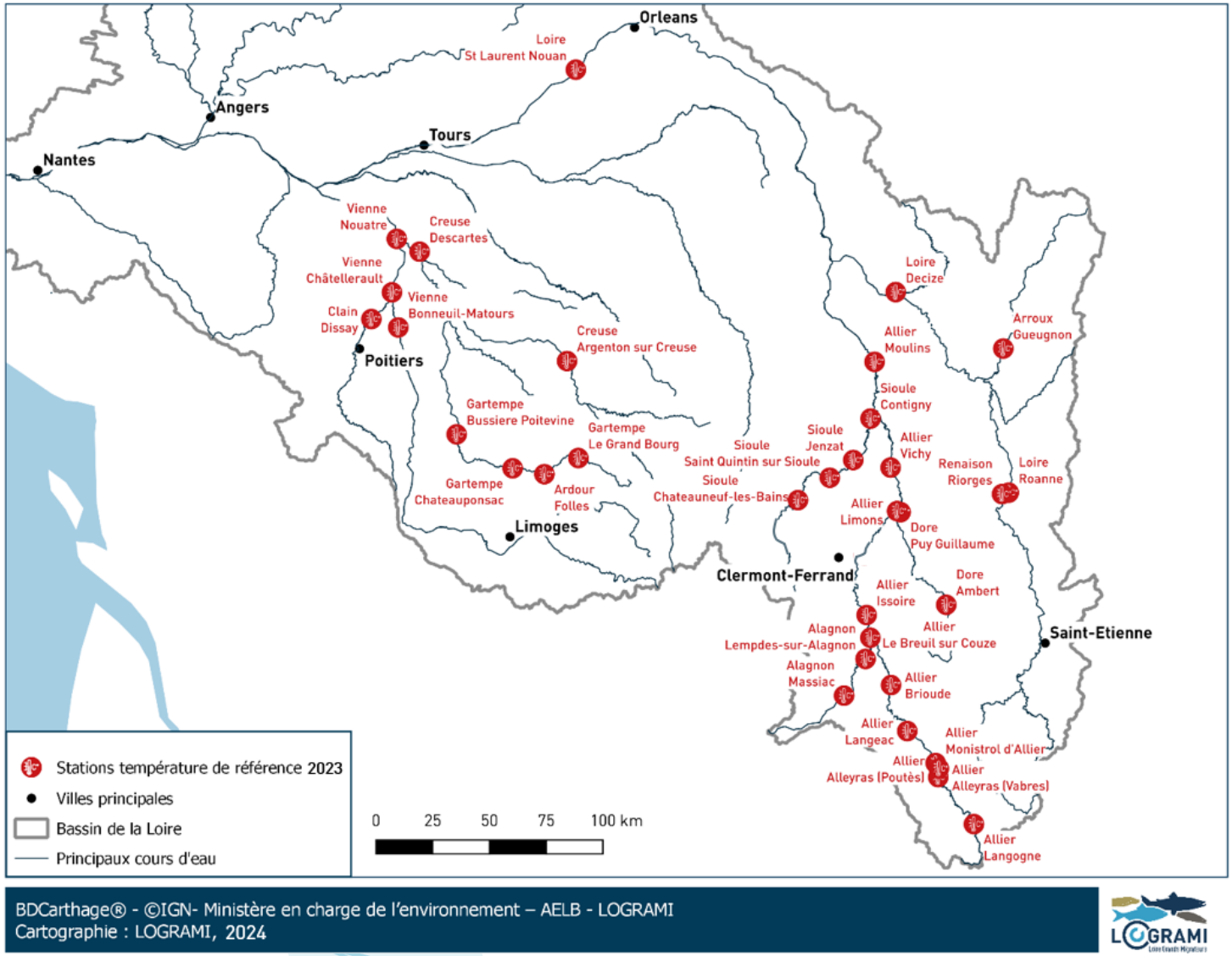


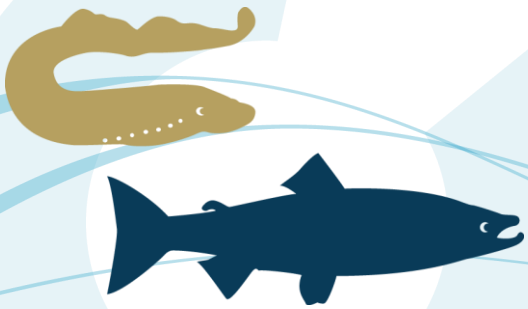
Figure 9 : Localisation des sondes de températures de l'eau suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

Tableau 4 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2023 (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Localisation	Année début suivi	Distance à l'estuaire (km)	Période de défaillance en 2023	Fonctionnement 2023 (%)
Loire moyenne	St-Laurent-Nouan	2021	328	Non récupérée	
Loire amont	Decize	1998	576	07/01/2023 au 23/03/2023 et 22/08/2023 au 31/12/2023 (plus de pile)	**43 %**
	Roanne	2012	721	RAS	**100 %**
Arroux	Gueugnon	2006	650	RAS	**100 %**
Renaison	Riorges	2016	725	RAS	**100 %**
Allier	Moulins	2011	599	03/01/2023 au 31/12/2023 (problème de sonde et plus de pile)	**1 %**
	Vichy	1997	663	RAS	**100 %**
	Limons	2019	689	18/11/2023 au 31/12/2023 (plus de pile)	**88 %**
	Issoire	2016	765	26/04/2023 au 26/09/2023 (plus de pile)	**58 %**
	Le Breuil-sur-Couze	2019	779	01/01/2023 au 31/12/2023 (plus de pile)	**0 %**
	La Bageasse	2016	809	RAS	**100 %**
	Langeac	2016	844	RAS	**100 %**
	Monitsrol d'Allier	2019	870	01/01/2023 au 31/12/2023 (problème de sonde)	**0 %**
	Alleyras (Poutès)	2022	879	RAS	**100 %**
	Vabres	2020	883	RAS	**100 %**
	Langogne	2011	926	RAS	**100 %**
Sioule	Contigny	2011	633	RAS	**100 %**
	Jenzat	2021	663	RAS	**100 %**
	St Quintin-sur-Sioule	2013	679	01/01/2024 au 7/01/2024 (plus de pile)	**98 %**
	Châteauneuf-les-Bains	2011	709	01/01/12 au 31/12/2023 (plus de pile)	**91 %**
Dore	Puy Guillaume	2011	691	RAS	**100 %**
	Ambert	2011	762	RAS	**100 %**
Alagnon	Lempdes-sur-Alagnon	2011	792	01/01/2023 au 06/01/2023 (problème de sonde)	**98 %**
	Massiac	2011	815	RAS	**100 %**
Creuse	Descartes	2007	260	RAS	**100 %**
	Argenton-Sur-Creuse	2012	380	RAS	**100 %**
Vienne	Nouâtre	2011	240	Non récupérée	
	Châtellerault	2004	270	RAS	**100 %**
Clain	Dissay	2016	270	RAS	**100 %**
Gartempe	Bussière Poitevine	2011	360	RAS	**100 %**
	Châteauponsac	2009	400	RAS	**100 %**
	Le Grand Bourg	2001	450	RAS	**100 %**
Ardour	Folles	2002	440	RAS	**100 %**

2.1.2.3 Amplitude thermique en 2023

Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2023 permet de qualifier l'amplitude des températures de chaque station. Seules les sondes températures présentant une défaillance de moins de 20 % du temps de l'année sont prises en compte dans l'analyse. Ces résultats sont présentés Figure 10.



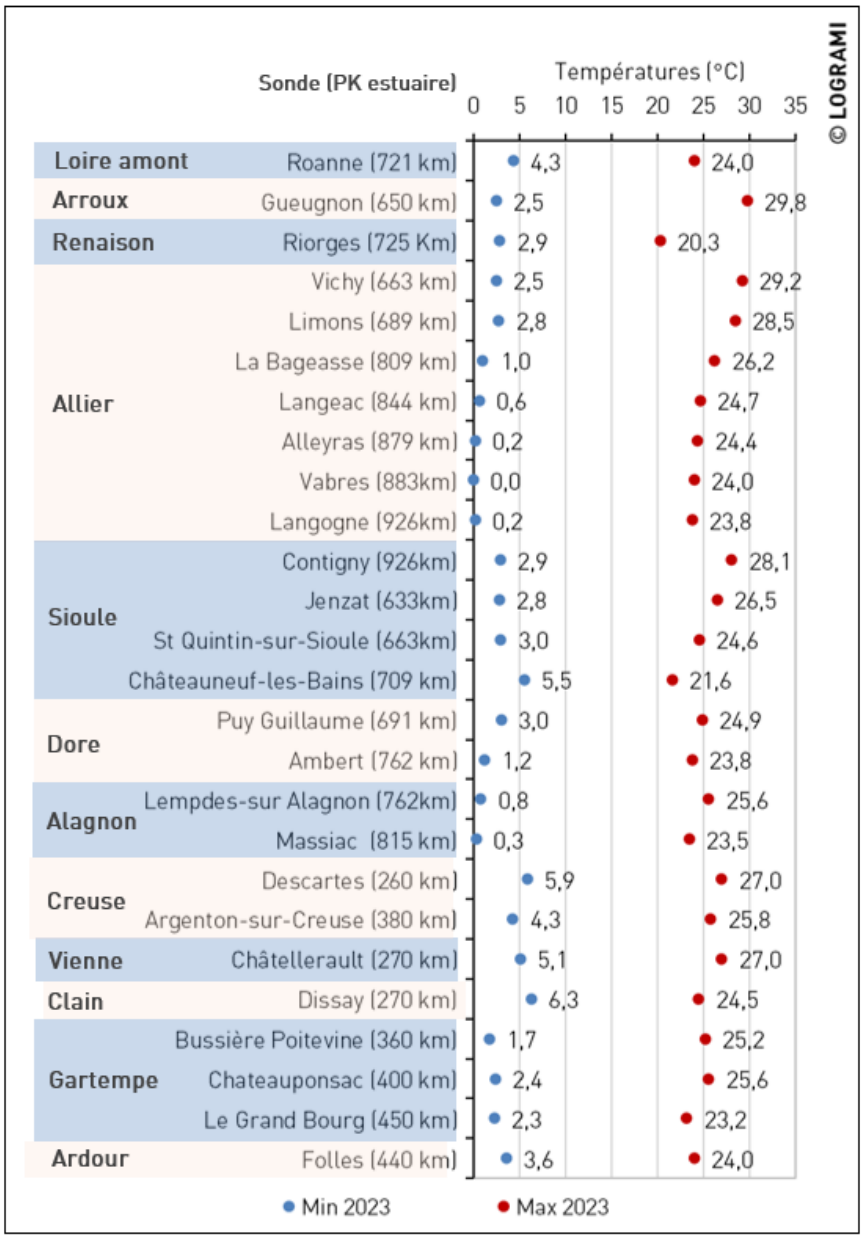


Figure 10 : Amplitudes des températures journalières sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur les cours d'eau du bassin de la Loire en 2023 (Sources : LOGRAMI)

Les températures journalières mesurées sur les différentes stations du bassin ont des amplitudes variables. La station de Gueugnon sur l'Arroux enregistre l'amplitude thermique maximale de 2023 avec un écart de 27,3 °C entre le maximum enregistré (29,8 °C) et le minimum (2,5 °C). A l'inverse, la station du Châteauneuf-les-Bains sur l'amont de la Sioule enregistre l'amplitude thermique minimale de 2023 avec un écart de 16,1 °C entre le maximum enregistré (21,6 °C) et le minimum (5,5 °C).

Une diminution de température est observée d'aval en amont de l'Allier avec un différentiel de 2,3 °C en valeur basse mais surtout de 5,4 °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 sur la Sioule (valeur haute 6,5 °C), la Dore (valeur haute 1,1 °C), l'Alagnon (valeur haute 2,1 °C) et la Gartempe (valeur haute 2 °C).

Les stations de Roanne sur la Loire, de Riorges sur le Renaison et de Châteauneuf-les-Bains sur la Sioule situées en aval de grands barrages, toutes les 3 soumises à des eaux de grands barrages, ont enregistré des

faibles amplitudes thermiques (respectivement de 19,7 °C, 17,5 °C et 16,5 °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 5). 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 fraiche. Il est très probable que les températures enregistrées sur ces 3 sites incluent cet « effet retenue ». Les températures enregistrées à Argenton-sur-Creuse en 2023 (4 km du barrage d'Eguzon) mettent aussi en avant ce phénomène mais dans une moindre mesure (amplitude thermique de 21,5 °C).

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

2.1.2.4 Conditions thermiques des saisons 2023

Afin de qualifier l'année 2023 au regard des années antérieures, une comparaison des moyennes mensuelles 2023 avec celles des années antérieures est réalisée pour chaque saison sur les stations bénéficiant d'un fort historique (minimum de 10 années) et d'un jeu de données le plus complet possible (12 sondes sur les 33 du réseau). Il s'agit de préciser l'information en mettant en évidence les tendances thermiques au cours de la saison, les différences inter-stations et les dissemblances interannuelles.

Les stations concernées par ces analyses sont des suivantes :

- La Vienne : Châtellerault
- La Creuse : Descartes
- La Gartempe : Châteauponsac
- La Loire amont : Decize et Roanne
- L'Arroux Gueugnon
- L'Allier : Vichy et Langogne
- La Sioule : Contigny et Châteauneuf-les-Bains
- La Dore : Ambert
- L'Alagnon : Massiac

Les autres stations non sélectionnées pour l'analyse interannuelle globale peuvent être néanmoins exploitée par ailleurs dans les analyses plus précises concernant les différentes espèces étudiées dans ce rapport LOGIPOMI 2023.

Conditions thermiques durant la période hivernale 2023

L'analyse des températures met en évidence **un hiver dans les normales de saison par rapport à la moyenne des trois mois sur le bassin de l'Allier, de la Sioule, de la Dore, de l'Alagnon, de la Loire amont, de l'Arroux et de la Gartempe.** (Moyenne = + 0,6 °C +/- 0,2) (Figure 11).

Contrairement aux autres stations du bassin, la Vienne et la Creuse enregistrent un hiver plus chaud comparativement aux valeurs références avec respectivement + 1,1 °C à Châtellerault et + 1,6 °C à Descartes. Ce constat est également relevé sur la Sioule amont avec + 1,6 °C. Le barrage de Queuille (Sioule), situé quelques kilomètres en amont de la sonde de Châteauneuf-les-Bains, semble avoir restitué des eaux chaudes par la vanne de fond durant toute cette période.

Pendant la saison hivernale, le mois de janvier est particulièrement chaud avec des températures supérieures de + 1,9 °C (+/- 0,5) par rapport aux valeurs de référence en moyenne sur la Vienne, la Creuse, l'Arroux, la Sioule, l'Allier aval et la Loire amont. Le plus fort écart enregistré durant ce mois est de + 2,2 °C à la station de Gueugnon sur l'Arroux.

Contrairement aux autres sites, le mois de mars a été plus chaud sur l'amont de l'Allier à Langogne (+ 1,2 °C).

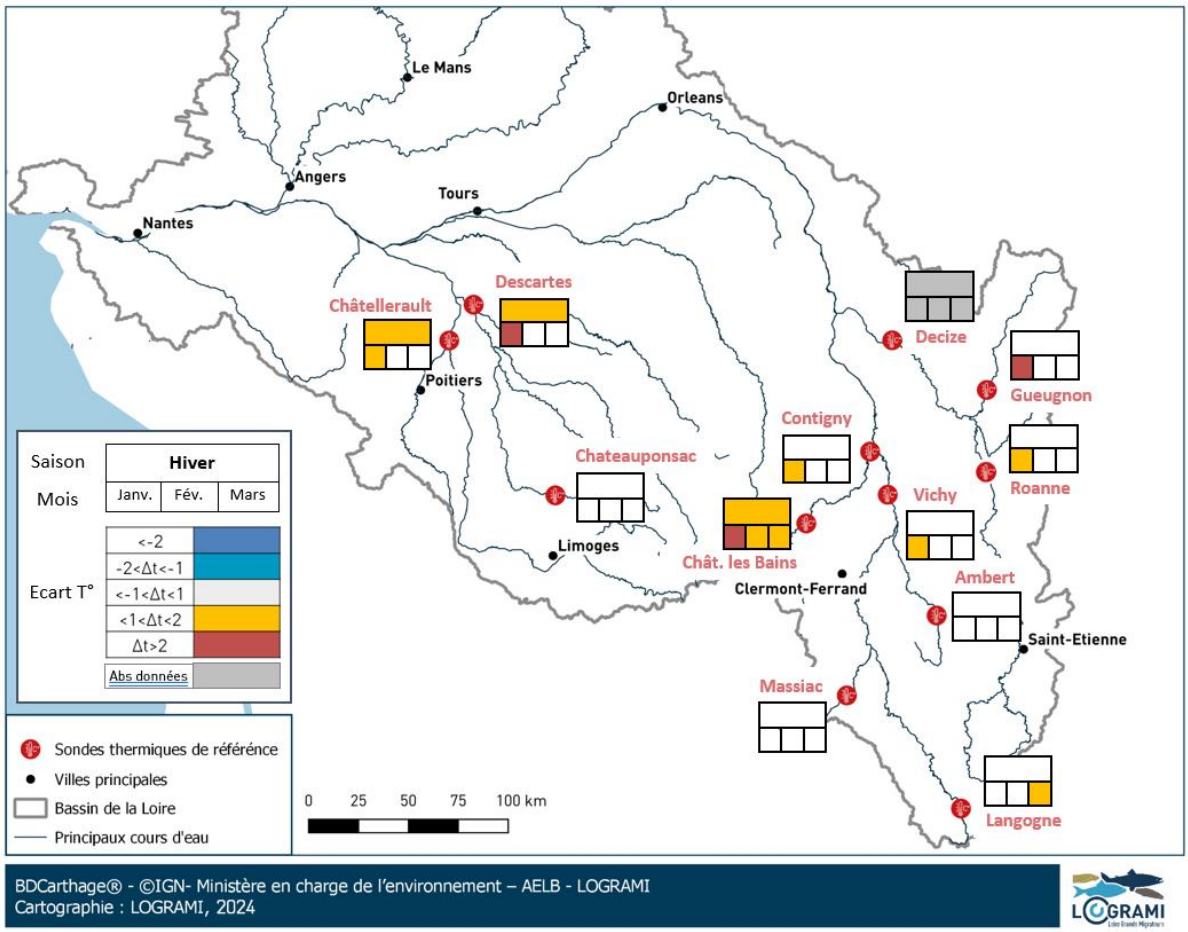


Figure 11 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 et les valeurs de référence pendant la période hivernale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

Conditions thermiques durant la période printanière 2023

En 2023, le réseau de sondes températures met en évidence **un réchauffement de la température au printemps** par rapport aux références sur la Vienne, la Creuse, la Sioule amont, l'Allier aval et l'Arroux (Moyenne = + 1,4 °C +/- 0,2) (Figure 12). Le printemps est quant à lui dans les normales de saison sur la Gartempe, la Sioule aval, la Loire amont, la Dore et l'Alagnon (Moyenne = + 0,6 °C +/- 0,2)

Hormis sur l'Alagnon et l'Allier amont, le mois de juin est particulièrement chaud avec des températures supérieures de + 2,5 °C (+/- 0,8) en moyenne par rapport aux valeurs de référence. Le plus fort écart positif enregistré est de + 3,9 °C aux stations de Descartes sur Creuse et de Gueugnon sur l'Arroux.

Contrairement aux autres sites, le mois de juin a été plus frais sur l'amont de l'Allier à Langogne (- 1,6 °C).

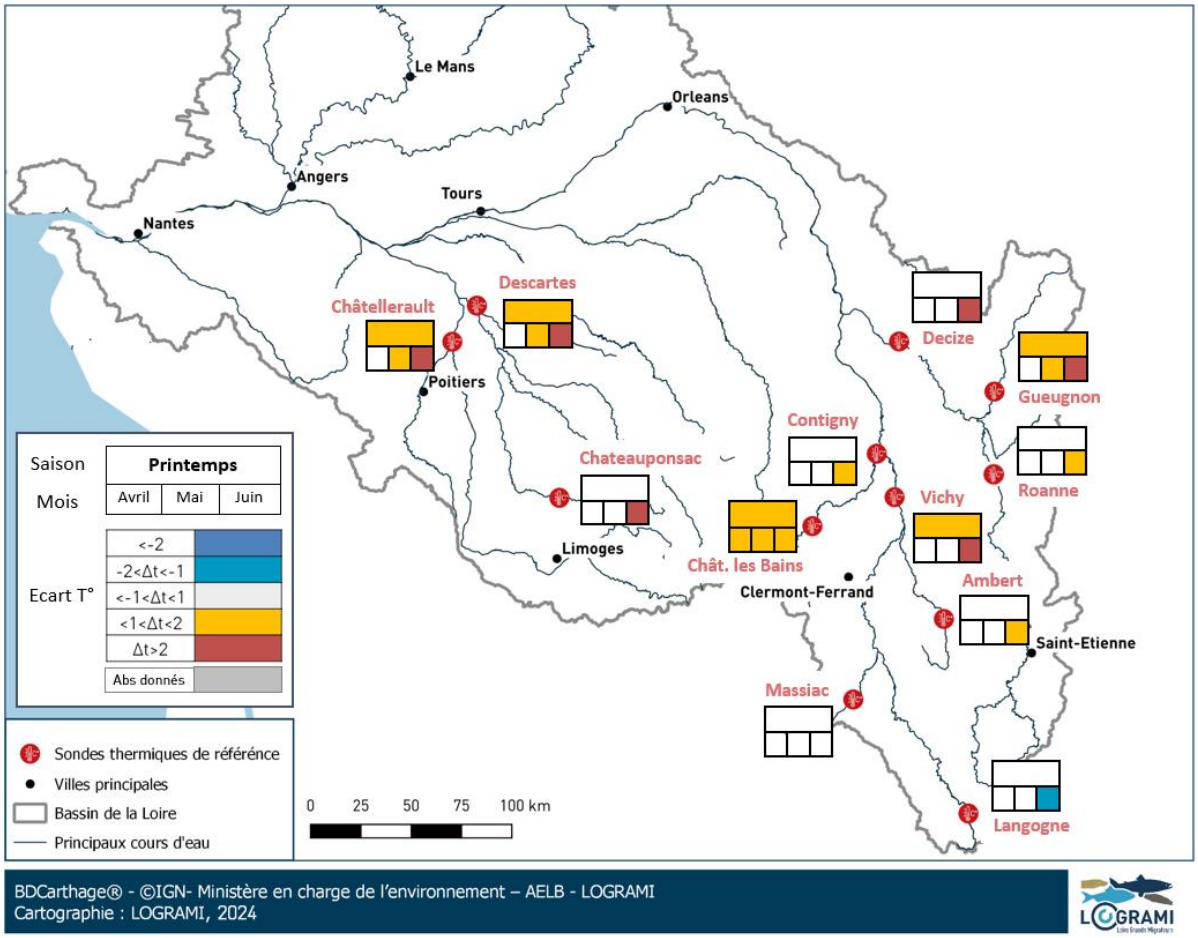


Figure 12 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 et les valeurs de référence durant la période printanière sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

Conditions thermiques durant la période estivale 2023

En 2023, les températures estivales mettent en évidence **un été chaud sur l'ensemble du bassin de la Loire** (Figure 13). L'été est la saison qui enregistre le plus fort écart positif avec les valeurs de références (+ 1,8 °C +/- 0,4). Ce réchauffement printanier des températures est plus marqué sur la Sioule aval (+ 2,1 °C), l'Allier aval (+ 2,6 °C) et l'Arroux (+ 2,5 °C).

Durant l'été, le mois de septembre est très chaud. C'est le mois qui enregistre le plus fort écart de température (Moyenne = + 2,6 °C (+/- 0,6) par rapport aux valeurs de référence. Le plus fort écart positif enregistré est de + 3,6 °C à la station de Gueugnon sur l'Arroux. Ces températures élevées sont en lien avec des débits extrêmement bas rencontrés sur l'ensemble du bassin de la Loire pendant la période estivale.

La sonde de Vichy sur l'Allier est la seule à enregistrer des températures très chaudes toute au long de l'été (Moyenne = + 2,6 °C +/- 0,5).

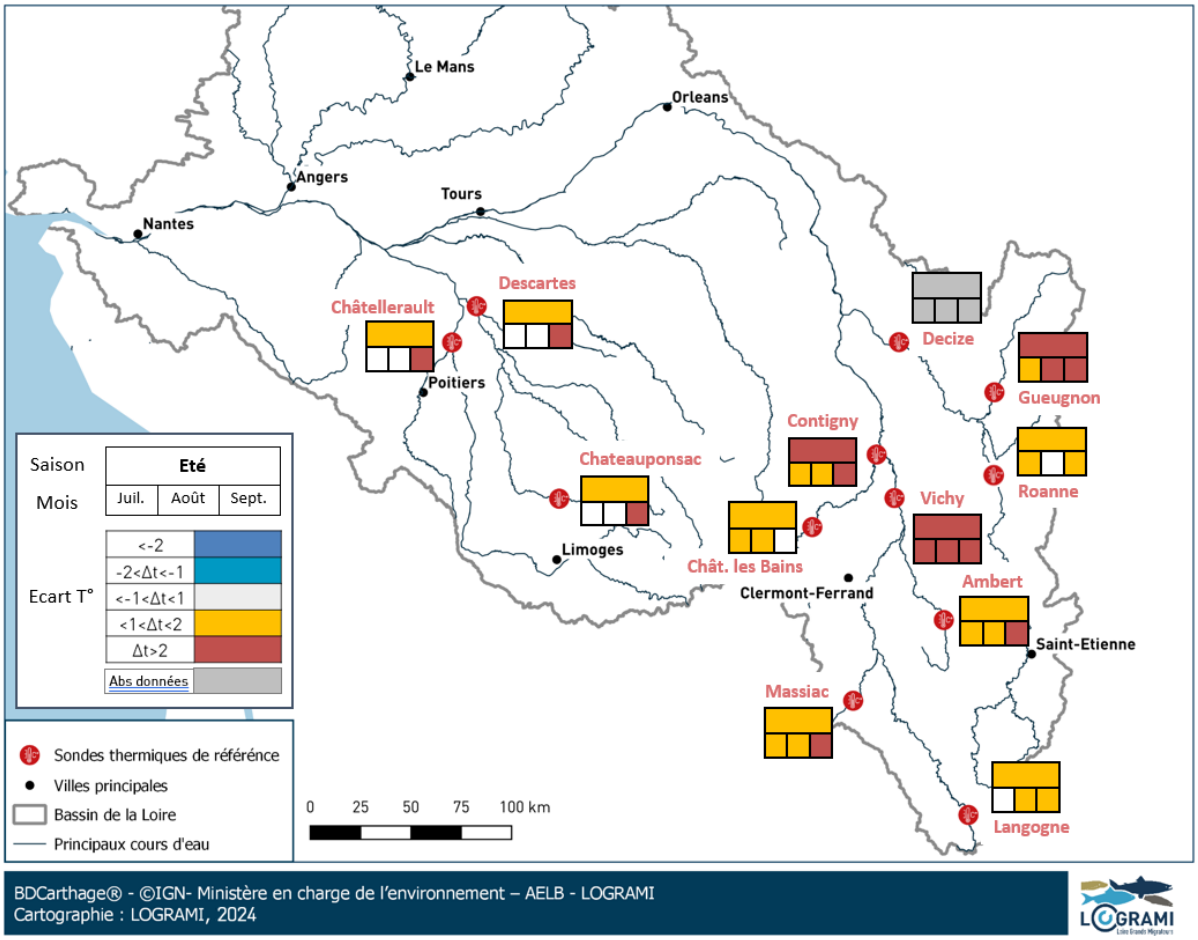


Figure 13 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 et les valeurs de référence durant la période estivale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

Conditions thermiques durant la période automnale 2023

En 2023, **des températures chaudes sont observées durant la période automnale sur l'ensemble du bassin de la Loire** (moyenne de + 1,5 °C +/- 0,3) hormis la Gartempe, la Dore et l'Allier amont (Figure 14). Une variation maximale est enregistrée à la station de Vichy sur l'Allier aval avec + 1,7 °C pour la période automnale.

Durant l'automne, le mois d'octobre est particulièrement chaud avec des températures supérieures de + 1,7 °C (+/- 0,4) en moyenne par rapport aux valeurs de référence, hormis sur la Gartempe. Le plus fort écart positif enregistré est de + 2,7 °C à la station de Vichy sur l'Allier aval.

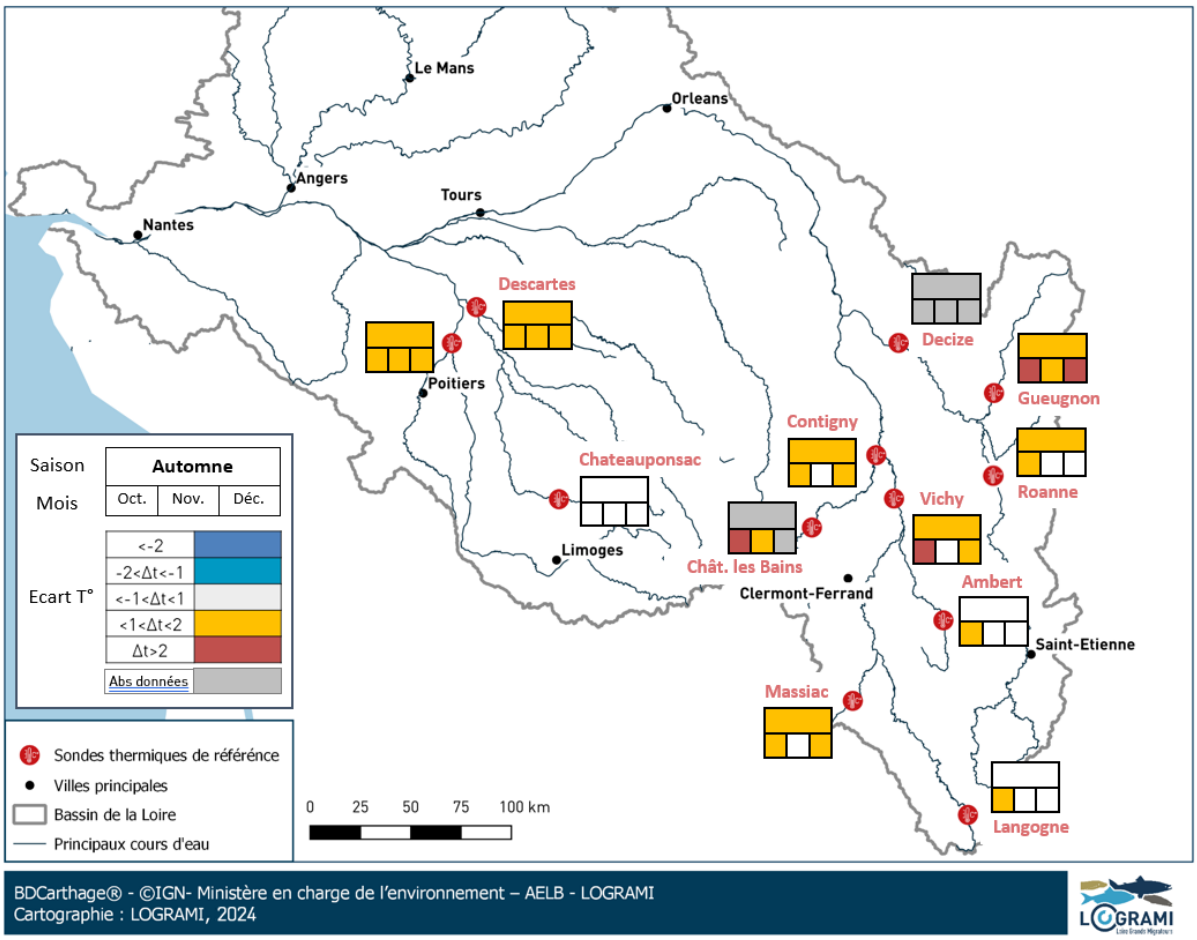


Figure 14 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 et les valeurs de référence durant la période automnale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

2.1.3. Conclusion

En 2023 sur le bassin de la Loire, un déficit hydrologique est constaté de janvier à octobre. Les indices hydrologiques calculés sur chaque station durant l'hiver, le printemps et l'été sont tous déficitaires avec des valeurs en moyenne 2 fois inférieures aux données antérieures sur ces différents sites de référence. Le mois de février enregistre le plus faible indice hydrologique annuel. Ce manque d'eau important lié à un déficit pluviométrique pendant les 10 premiers mois de l'année n'a pas permis de reconstituer à leur niveau optimal les nappes du bassin de la Loire. Ces débits critiques sont très défavorables au processus migratoire de montaison et de dévalaison de l'ensemble des poissons migrateurs du bassin Loire.

Seules quelques crues notables sont enregistrées lors des mois de janviers et mars sur la Maine, la Vienne et l'Alagnon. Contrairement aux autres stations du bassin, les débits sont plus soutenus au mois d'avril sur le bassin de la Maine.

Comme en 2022, le soutien des débits par les barrages réservoirs de Naussac (sur l'Allier) et Villerest (sur la Loire) a été réalisé en 2023 avec des objectifs réduits par rapport à la normale, pour garantir des volumes de réserve suffisants sur toute la période de soutien d'étiage. La situation s'étant fortement dégradée à la fin de l'été sur le bassin de l'Allier, l'établissement public Loire (EPL) en charge de la gestion du barrage de Naussac a réduit, suite à un arrêté préfectoral, l'objectif de soutien d'étiage sur l'Allier au niveau de Vieille-Brioude (43) en passant de 6 m^3/s à 5 m^3/s.

La fin d'année est caractérisée par un automne pluvieux sur la majorité des axes du bassin de la Loire. Le mois de novembre est le mois qui enregistre l'indice hydrologique le plus excédentaire de l'année. Le bassin de l'Allier, de la Dore et de la Loire-moyenne font exception avec un déficit d'eau sur l'ensemble de la saison.

En termes de températures de l'eau, l'année 2023 est définie par un hiver dans les normales de saison sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire hormis le bassin de la Vienne et de la Creuse. Un temps estival chaud et très ensoleillé s'est installé sur le bassin de de la Loire dès la fin de saison printanière et ce jusqu'au début de l'automne. Les températures de l'eau sont restées supérieures aux valeurs de saison avec une vague de chaleur intense et extrêmement précoce à compter du mois de juin. Sur l'ensemble des principaux axes, les températures ont été particulièrement élevées entre juin et octobre. Le plus fort écart positif enregistré est de + 4 °C à la station de Gueugnon sur le bassin de l'Arroux au mois de juin. Le mois de septembre est particulièrement chaud sur l'ensemble du bassin avec des températures supérieures de + 2,6 °C (+/- 0,6) en moyenne par rapport aux valeurs de référence.

Globalement, la fin d'année 2023 est caractérisée par un automne chaud avec des températures supérieures de + 1,5 °C +/- 0,3 aux valeurs de références. Seuls, la Gartempe, la Dore et l'Allier amont enregistrent des températures dans les normales de saison.

En 2023, le déficit de pluviométrie de janvier à octobre cumulé aux épisodes de forte chaleur, a conduit à une forte baisse des débits naturels et un réchauffement précoce des cours d'eau. Ainsi, la précocité des températures élevées couplée aux faibles débits a constitué des conditions très défavorables pour la migration de montaison des poissons migrateurs et la survie estivale des saumons. Toutefois, les mois de novembre et décembre pluvieux sur une partie du bassin de la Loire ont pu favoriser la dévalaison des ravalés et des anguilles argentées notamment sur l'axe Vienne où des arrêts de turbinage ont été mis en œuvre en faveur de l'anguille.

Ce scénario cumulant faibles débits et températures élevées se reproduit plus fréquemment ces dernières années. Il est urgent d'agir sur la continuité écologique et sur les niveaux de débits biologiques.

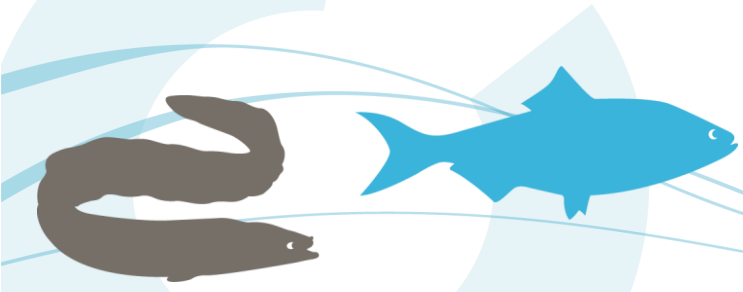
2.2. Conditions de migration

2.2.1. 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 (i) les analyses des caractéristiques de franchissement des ouvrages et (ii) les opérations de suivis biologiques par identification des fronts de colonisation ou 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 2024 du Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) de l'OFB, **un peu plus de 24 000 obstacles à l'écoulement sont recensés sur le bassin de la Loire et 21 130 non détruits partiellement ou entièrement** (Source : ROE 2024, OFB). 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.

Parmi eux, 1 189 ouvrages sont indiqués dans les bases de données comme étant équipés de 1 ou plusieurs dispositif(s) de franchissement pisciaires à la montaison, soit 5,6 % des ouvrages (non détruits) équipés de dispositifs de franchissement. **Une partie d'entre eux se situe sur les cours d'eau à migrateurs.**



A la dévalaison, les obstacles à l'écoulement constituent également des freins à la migration en entrainant du retard (perte dans les retenues, difficulté à trouver les systèmes de dévalaison, etc.), des blessures (système de dévalaison inexistant ou difficile à trouver contraignant les poissons à dévaler par des voix non adaptées) voire des mortalités directes (dévalaison dans les turbines des ouvrages hydroélectriques) et indirectes (augmentation de la prédation, blessure, retard, etc.).

773 ouvrages du bassin Loire sont recensés comme ayant un usage lié à la production hydroélectrique (source : ROE 2024). **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.

2.2.2. Améliorations de la continuité écologique par sous-bassins

Ce paragraphe concerne les modifications réalisées en 2023 et sur la période récente sur les seuils **des principaux axes à migrateurs du bassin de la Loire** (au titre du SDAGE) en faveur de la continuité écologique. Ces différents projets sont mis en place soit par des collectivités en charge de la gestion des milieux aquatiques (EPCI à compétence GEMA ou GEMAPI), soit par des propriétaires particuliers avec ou sans l'appui de collectivités. A noter que **les nombreux 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.

L'objectif de cette partie est de retracer les modifications en termes de continuité écologique ayant eu lieu en 2023 et lors des années précédentes (2016-2023) afin de faire le lien avec les suivis des populations de poissons migrateurs présentés ensuite.

2.2.2.1 Bassin Loire amont-Allier

En 2023

Sur l'Allier :

A Langeac (43), les aménagements en faveur de la continuité écologique au niveau de l'usine hydroélectrique du seuil de l'Ile d'Amour (ROE 9949) (rive gauche) à la fois pour assurer la montaison et la dévalaison débutés en 2022 ont été terminés en 2023. Ceux-ci concernent à la fois la montaison et la dévalaison (Figure 15).

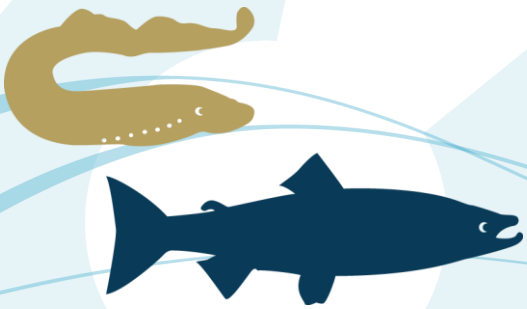
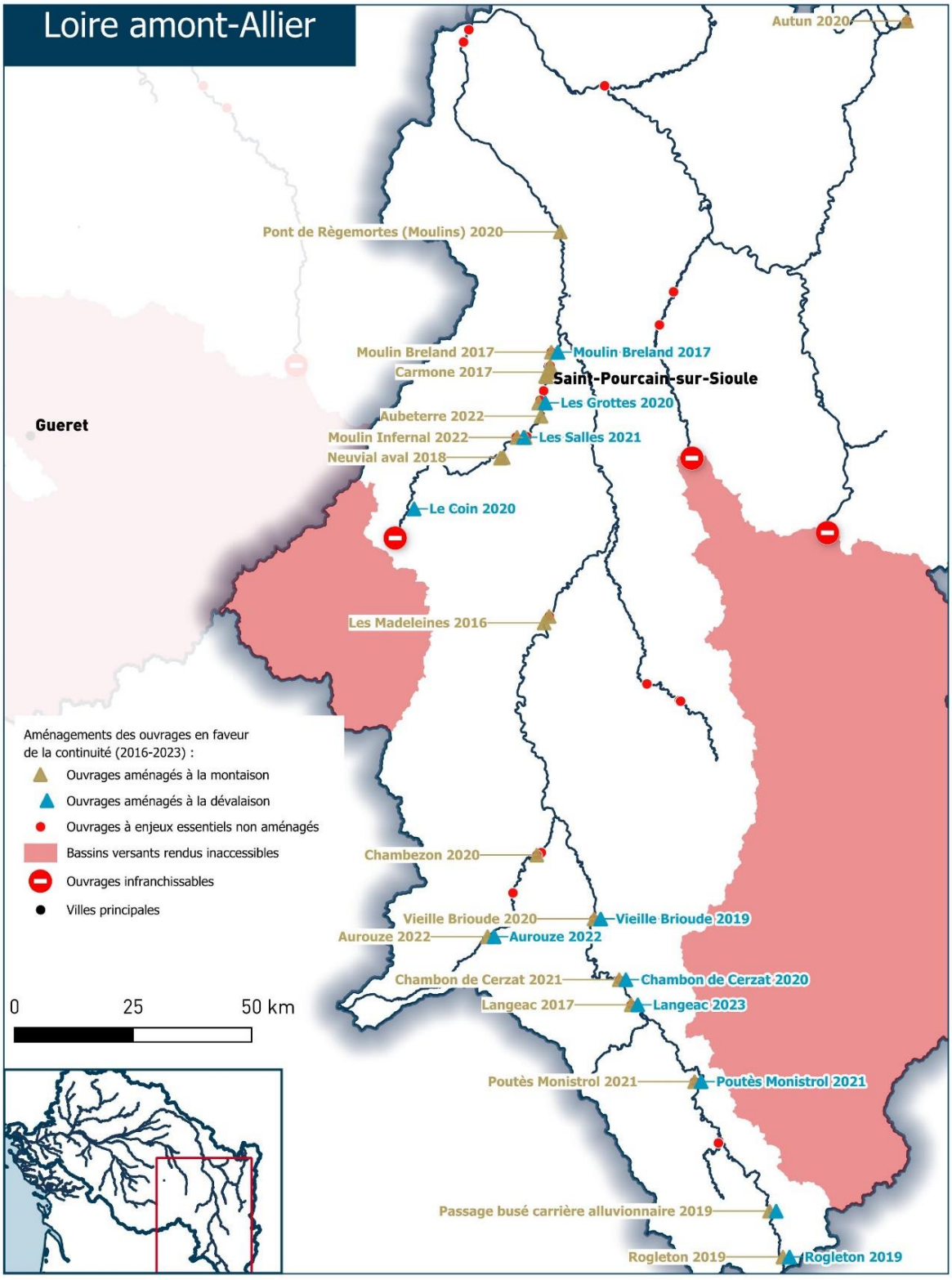


Figure 15 : Vues de l'amont de la passe à bassins (à gauche) et d'un exutoire de dévalaison (à droite) au niveau de l'usine hydroélectrique de Langeac (rive gauche) sur l'Allier (Source : LOGRAMI)

Synthèse sur la période 2016-2023

Au cours de la période 2016-2023, sur les principaux cours d'eau à migrateurs (hors petits affluents où l'anguille est présente) :

- 22 ouvrages ont fait l'objet de travaux en faveur de la montaison sur le secteur Loire amont-Allier dont :
  - 10 sur la Sioule (usines hydroélectriques de Moulin Breland, Moulin Ville, Carmone, Entremiolles, Champagne, Les Grottes, Aubeterre, Moulin Infernal, anc. Minoterie Thivat et Neuvial),
  - 8 sur l'Allier (Pont de Règemortes, Pont A89, Les Madeleines, Vieille Brioude, Chambon de Cerzat, Langeac (usine), Poutès et Rogleton (effacement naturel)),
  - 2 sur l'Alagnon (Chambezon, Aurouze),
  - 1 sur la Dore (Iloa),
  - et 1 sur l'Aroux (Autun),
- 10 ouvrages ont été aménagés à la dévalaison : 5 sur la Sioule dont une nouvelle installation d'usine hydroélectrique (Moulin Breland, les Grottes, Moulin Infernal, anc. Minoterie Thivat et Le Coin), 4 sur l'Allier (Vieille Brioude, Chambon de Cerzat, Langeac (usine) et Poutès) et 1 sur l'Alagnon (Aurouze).



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - OFB - Maître d'ouvrages - Cartographie : LOGRAMI, 2024

Figure 16 Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du Loire amont-Allier

2.2.2.2 Bassin Vienne-Creuse

En 2023

Aucun aménagement n'a été réalisé sur les ouvrages des principaux cours d'eau à migrateurs du bassin Vienne-Creuse. Néanmoins, des ouvrages ont été aménagés sur des affluents.

Par ailleurs, sur ce sous-bassin, des projets sont bien avancés et devraient aboutir en 2024 sur la Gartempe et l'Anglin notamment.

En revanche, sur la Creuse, l'ouvrage d'Yzeures-sur-Creuse a subi une avarie dans la nuit du 6 au 7 décembre 2023. Déjà très fragilisé, une brèche s'est formée au milieu du seuil suite aux crues. Un projet de restauration de la continuité écologique était prévu sur ce site (Figure 17).

Figure 17 : Brèche formée au centre du seuil d'Yzeures-sur-Creuse début décembre 2023 (Source : FDPPMA 36)

Sur la Vienne

Sur le cours de la Vienne, quatre usines hydroélectriques sont situées entre la confluence Vienne-Creuse et l'ouvrage infranchissable de Chardes (Isle-Jourdain). Parmi celles-ci, trois ne sont pas en conformité vis-à-vis de la réglementation pour assurer la continuité écologique, en particulier concernant la dévalaison **(Usine de Châtellerault (ROE 19881), Usine de Bonneuil (ROE 21331) et Usine de Saint-Mars (ROE 60573))**. Suite à ce constat et aux effectifs importants de jeunes anguilles en montaison depuis 2016, LOGRAMI a réalisé une démarche auprès de la Direction Départementale des Territoires de la Vienne. Celle-ci a abouti, en décembre 2022, à **des arrêtés fixant des prescriptions complémentaires aux autorisations d'exploiter** avec des mesures temporaires relatives à la protection des poissons migrateurs en dévalaison. Ceux-ci prescrivent **des arrêts de turbinages selon des règles de débit durant la saison**

de dévalaison des anguilles argentées vers la mer, soit du 1er octobre au 31 mars. Les arrêtés sont valables trois années dans l'attente de travaux nécessaires à la dévalaison des poissons migrateurs.

En 2022-2023 (débutée à la date des arrêtés, soit le 16 décembre 2022), selon les règles fixées par les arrêtés et au vu des débits sur la Vienne, les cinq arrêts de turbinage maximum prescrits ont été déclenchés (Figure 18).

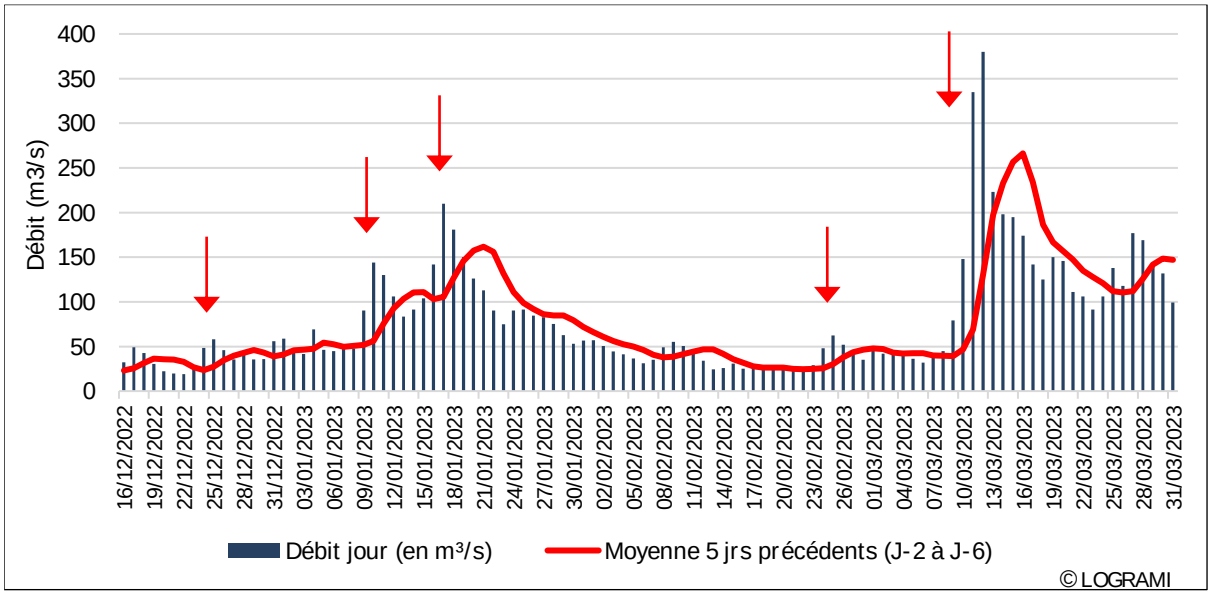


Figure 18 : Débits journaliers sur la Vienne à Chauvigny du 16/12/2022 au 31/03/2023, moyenne des débits des cinq jours précédents et positionnement des arrêts de turbinages temporaires déclenchés par la règle prescrite dans les arrêtés pris sur la Vienne pour trois usines hydroélectriques (Sources : et LOGRAMI)

Pour la saison 2023-2024, les débits très importants de la Vienne dès la fin de l'automne ont entraîné des arrêts de turbinages précoces. En effet, 5 arrêts maximum étant prévus dans la saison, début novembre tous les arrêts avaient eu lieu (source : DDT86). La règle ne prend pas en compte les débits très élevés pour lesquels, en temps normal, les usines hydroélectriques ne fonctionnement plus et/ou des clapets sont ouverts (usine hydroélectrique de Châtellerault). Un point sur ces règles devrait être fait avec la Direction Départementale des Territoires de la Vienne afin de les adapter.

Synthèse sur la période 2016-2023

Huit aménagements en faveur de la continuité écologique effectués sur les grands cours d'eau à migrateurs du bassin de la Vienne entre 2016 et 2023 :

- 5 aménagements à la montaison au niveau de l'usine hydroélectrique de Roche et de l'usine de La Chaise sur la Gartempe, au Moulin de Souhé sur le Clain, à Yzeures-sur-Creuse et à l'usine de Fontgombault sur la Creuse ;
- 3 aménagements à la dévalaison au niveau des usines hydroélectriques de La Chaise, Roche et Roche-Etrangleloup sur la Gartempe (Figure 19).

D'autres aménagements ont été réalisés sur les petits affluents de la Vienne (Trois Moulins, Gatineau, Remneuil, Dive de Morthemer, Ris Ponteil et Ruisseau du Vigeant), du Clain (Auxances, Miosson, Boivre…), 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).

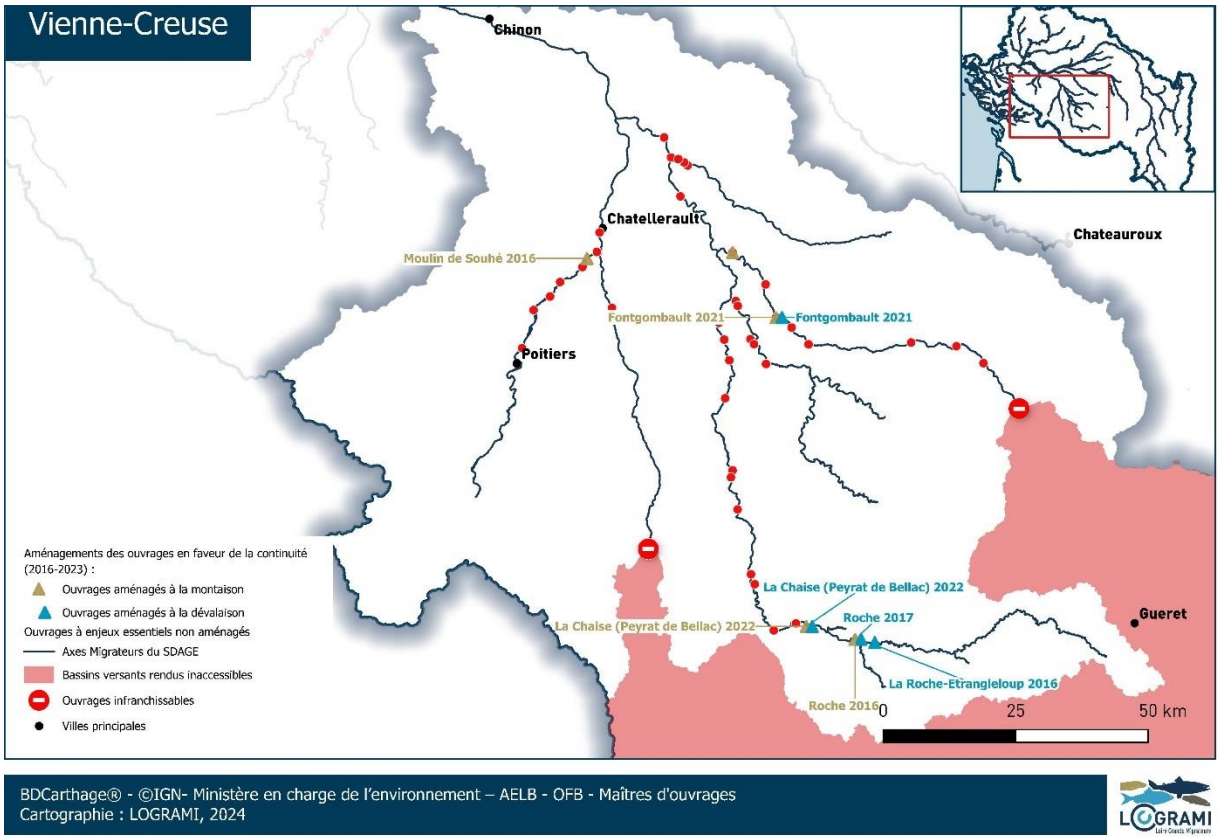


Figure 19 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Vienne-Creuse

2.2.2.3 Bassin Cher

En 2023

Aucun aménagement n'a été réalisé sur le Cher en 2023. Néanmoins, des projets sont en cours dans le cadre de la restauration de la continuité écologique sur cet axe déjà bien amorcée ces dernières années.

Synthèse sur la période 2016-2023

Sur le Cher, trois ouvrages ont été aménagés sur la période 2016-2023 : Savonnières, Civray et Saint-Aignan. Par ailleurs, 9 ouvrages à aiguilles sont en gestion sous la responsabilité du Syndicat du Nouvel Espace du Cher. Ils sont abaissés à la période printanière afin d'assurer une continuité piscicole lors de la montaison des espèces migratrices et relevés à partir du début de l'été (mi à fin juin) pour permettre les activités touristiques. L'ouvrage de Civray est également géré, en complément de l'aménagement réalisé. En effet, pour des raisons d'usage touristique, il est remonté dès la fin mai. Cette gestion des barrages à aiguilles est inscrite dans les le règlement du SAGE Cher aval.

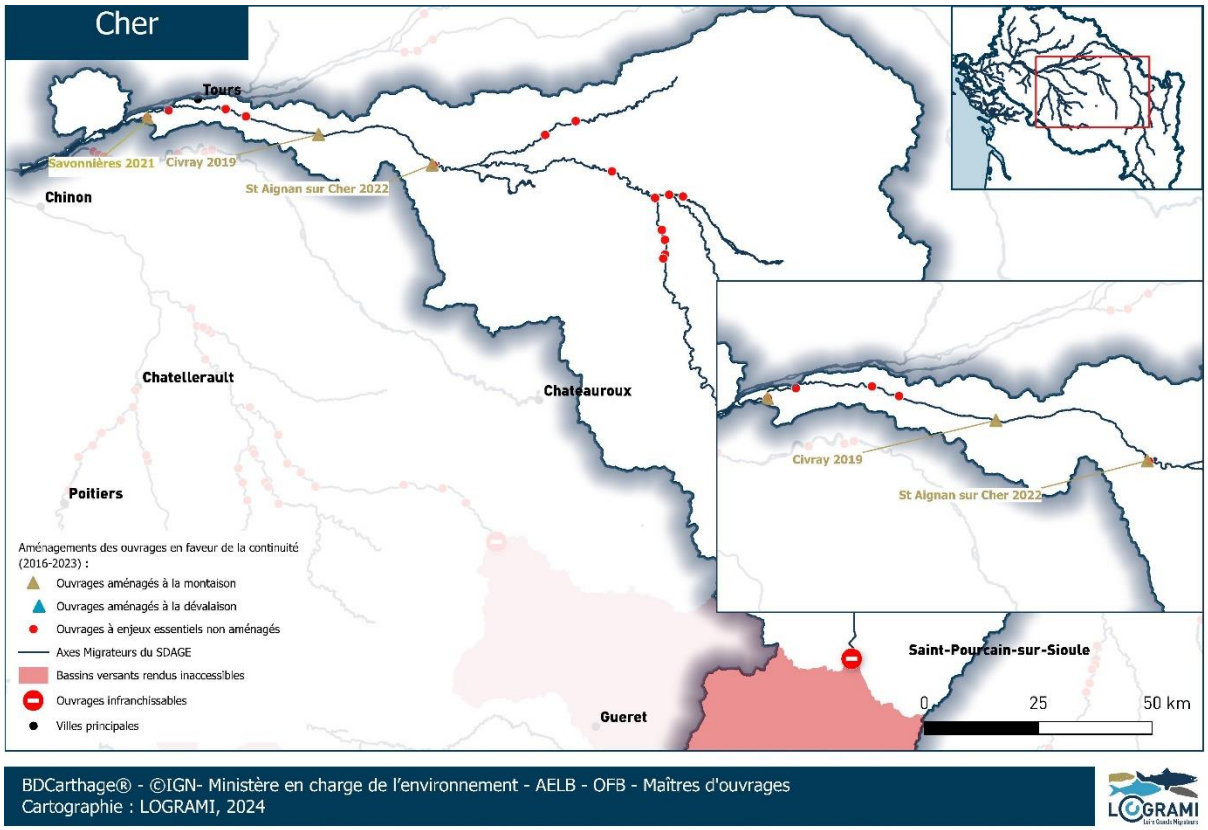


Figure 20 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Cher

2.2.2.4 Bassin Maine

En 2023

Aucun aménagement n'a été réalisé dans le bassin de la Maine en 2023. Cependant, un important programme de restauration a été mis en place dans les années précédentes que ce soit à la montaison ou à la dévalaison.

Synthèse sur la période 2016-2023

Douze 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, Chenillé-Changé et Jaille-Yvon sur la Mayenne (Figure 21),
- les usines hydroélectriques de Belle Poule, La Richardière et Mayenne sur la Mayenne (Figure 22).

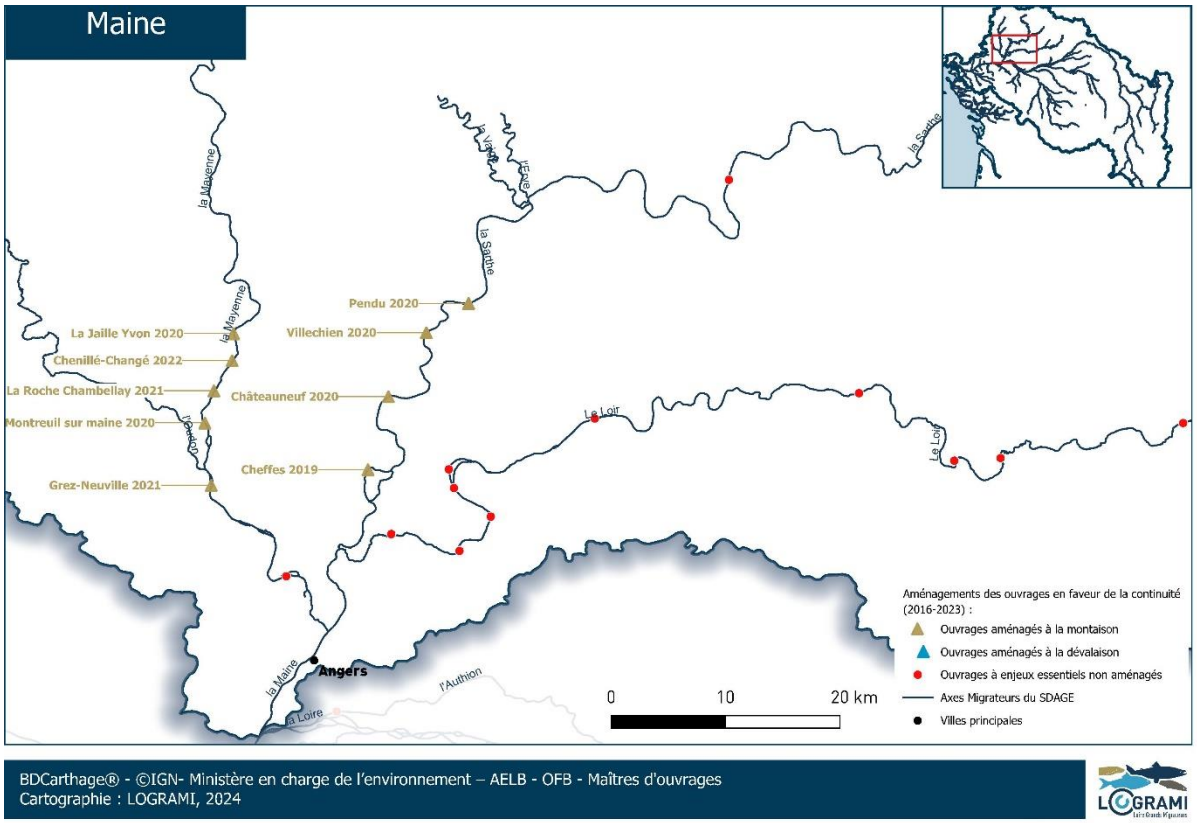


Figure 21 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Maine

Figure 22 : Aménagements des ouvrages hydroélectriques pour la dévalaison réalisés sur l'axe Mayenne

2.2.3. Synthèse des améliorations récentes de la continuité écologique

La Figure 24 présente les aménagements réalisés sur les axes à migrateurs du SDAGE sur bassin de la Loire de 2016 à 2023 et les ouvrages à enjeux essentiels identifiés dans le Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI).

Au cours des huit dernières années (2016-2023), 46 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 **44 % des 105 ouvrages à enjeux essentiels (OEE)** listés dans le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs sur ces sous-bassins **et 8 % 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 23).

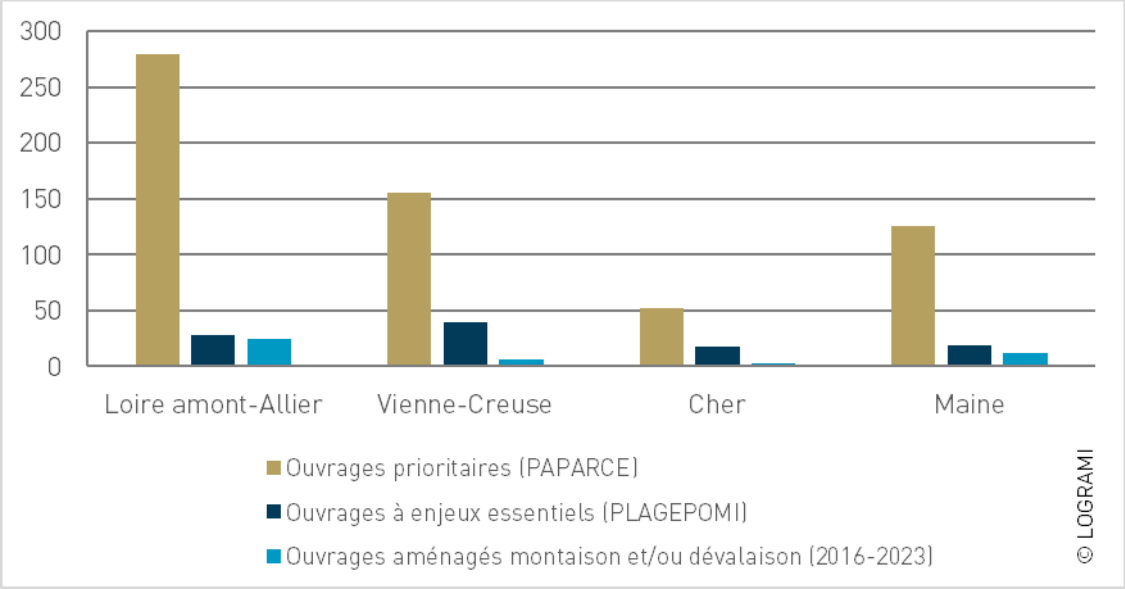


Figure 23 : Ouvrages à enjeux essentiels (PLAGEPOMI), ouvrages prioritaires (PAPARCE) et ouvrages aménagés sur la période 2016-2023 sur les principaux cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire

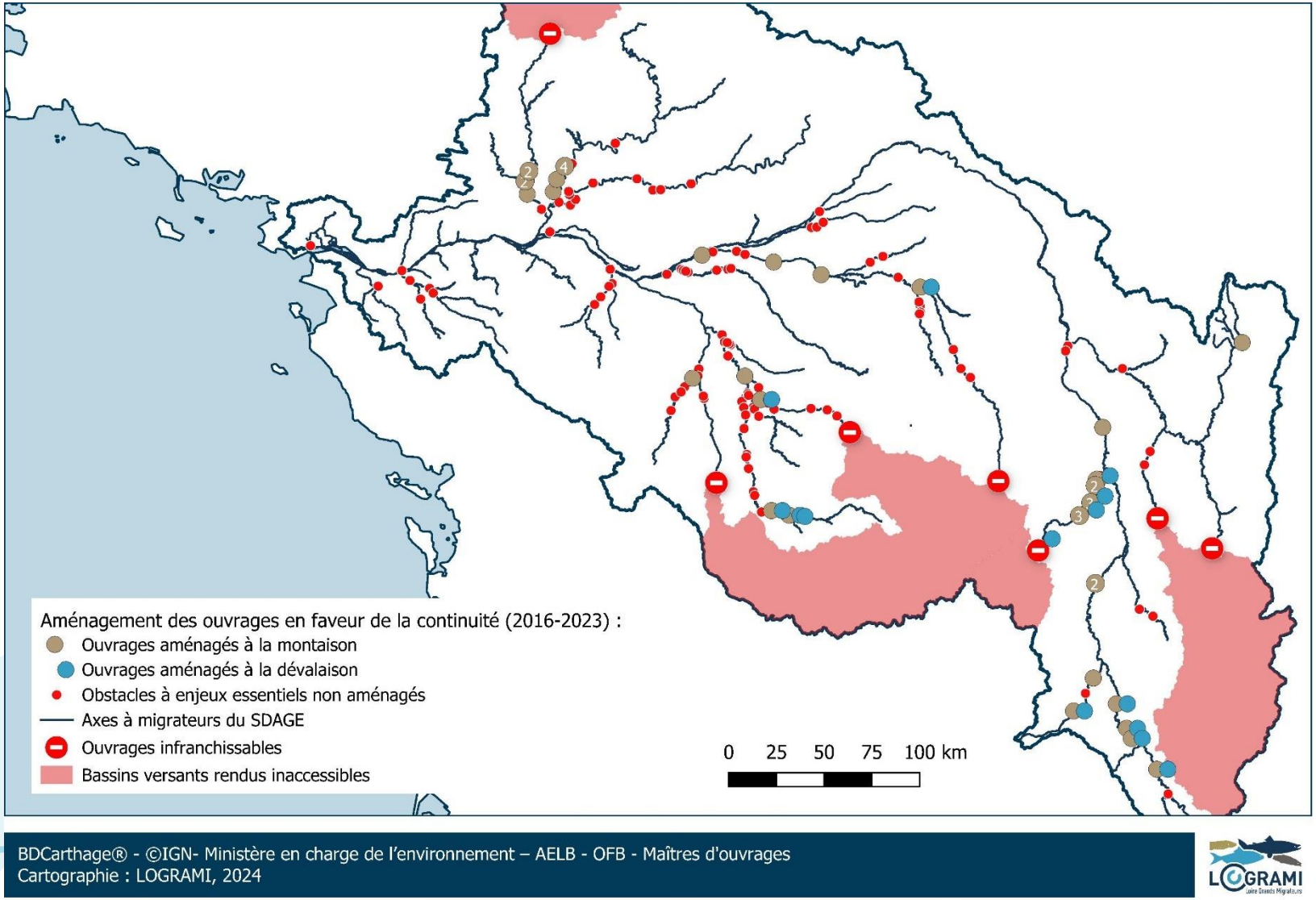


Figure 24 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin versant de la Loire

2.2.4. 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 l'ensemble du bassin Loire exclus la Sèvre niortaise et côtiers vendéens), ils représentent seulement 16,5 % des ouvrages prioritaires et moins de 1 % des ouvrages non détruits recensés dans le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (OFB). Ils sont tous situés sur des axes à enjeux migrateurs identifiés dans le SDAGE Loire-Bretagne.

2.2.4.1 A la montaison

Une synthèse des aménagements réalisés sur les 131 ouvrages à enjeux essentiels montre que 49 % (contre 48 % fin 2022) d'entre eux sont aménagés pour la montaison. Parmi ces ouvrages aménagés pour la montaison :

- 39 % des dispositifs ne sont pas fonctionnels (vétustes, non adaptés aux espèces et/ou mal réalisés),
- 8 % ont un fonctionnement partiel,
- 26 % doivent être validés,
- 27 % sont considérés comme fonctionnels, soit environ 13 % des 131 ouvrages à enjeux essentiels (Figure 25 et Figure 26).

Figure 25 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la montaison

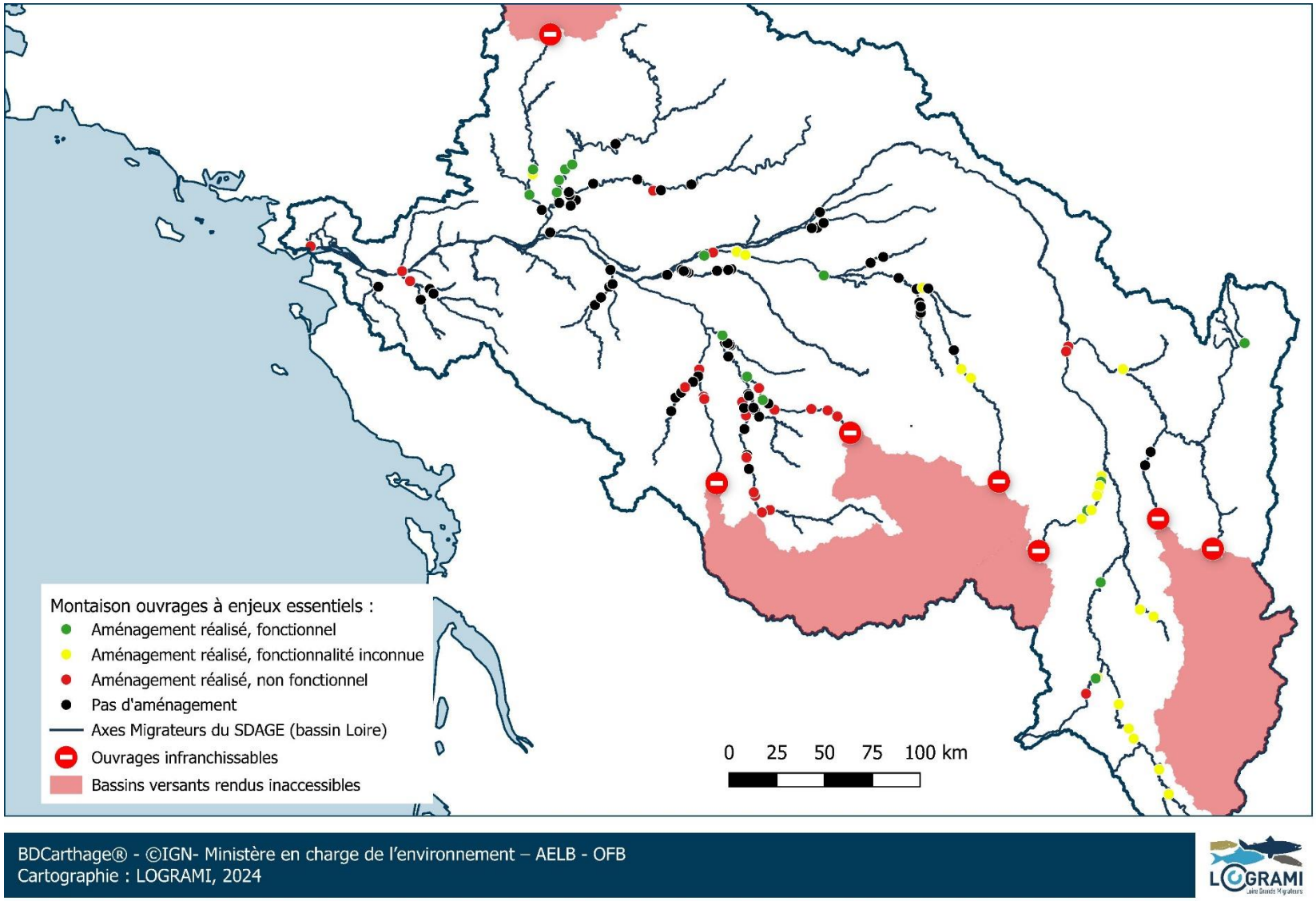


Figure 26 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements et fonctionnalité connue des aménagements pour la montaison

2.2.4.2 A la dévalaison

Parmi les 131 ouvrages à enjeux essentiels du bassin Loire (exclus la Sèvre niortaise et côtiers vendéens), 49 sont utilisés pour produire de l'hydroélectricité, usage impactant particulièrement les poissons lors de leur dévalaison. Parmi ceux-ci, 19 ouvrages (39 %) sont aménagés pour assurer la dévalaison (contre 15, soit 35 % fin 2022) dont :

- 11 % ne sont pas fonctionnels (vétustes, non adaptés aux espèces et/ou mal réalisés),
- pour 84 %, la fonctionnalité des aménagements n'est pas connue ou à valider (Figure 27 et Figure 28),
- 5% des ouvrages sont équipés de systèmes considérés comme fonctionnels.

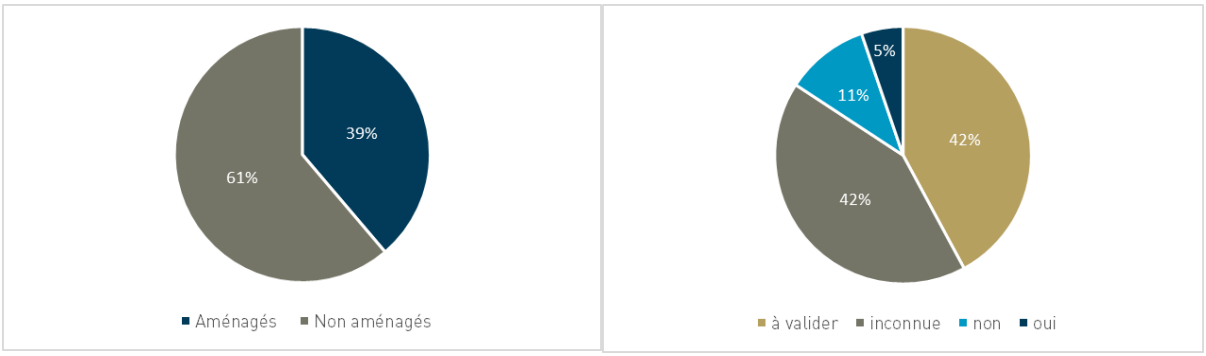


Figure 27 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la dévalaison

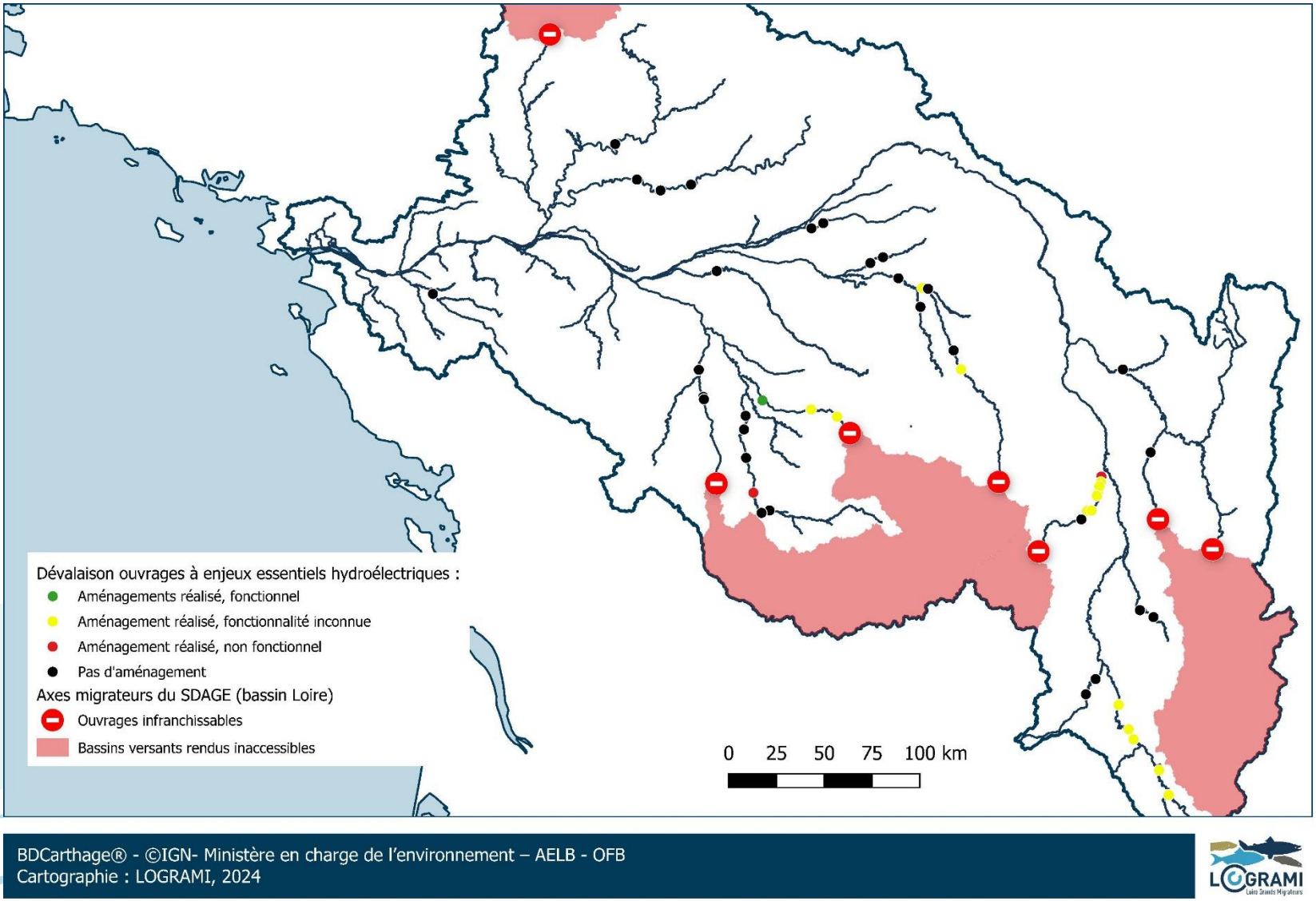


Figure 28 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement et fonctionnalité connue des aménagements pour la dévalaison

2.3. Cartographie des habitats de la Loire aval de la confluence du Cher à la confluence du Thouet

Cette campagne de cartographie des faciès et des habitats s'inscrit dans la dynamique de connaissance, des milieux et des habitats, initiée par Logrami depuis 1999 à l'échelle du bassin versant de la Loire. Elle a pour vocation de faire ressortir les frayères potentielles pour l'alose et la Lamproie marine, deux grands migrateurs familiers de la Loire. La précédente cartographie sur cet axe avait été réalisée en 2013 jusqu'à la commune de Berthenay (département 37). L'ensemble du secteur a été cartographié en bateau durant deux jours, le 26 et 27 mai 2023 depuis la commune de Langeais jusqu'à Saumur (département 49), pour un linéaire total de 51,4 km (Figure 29).

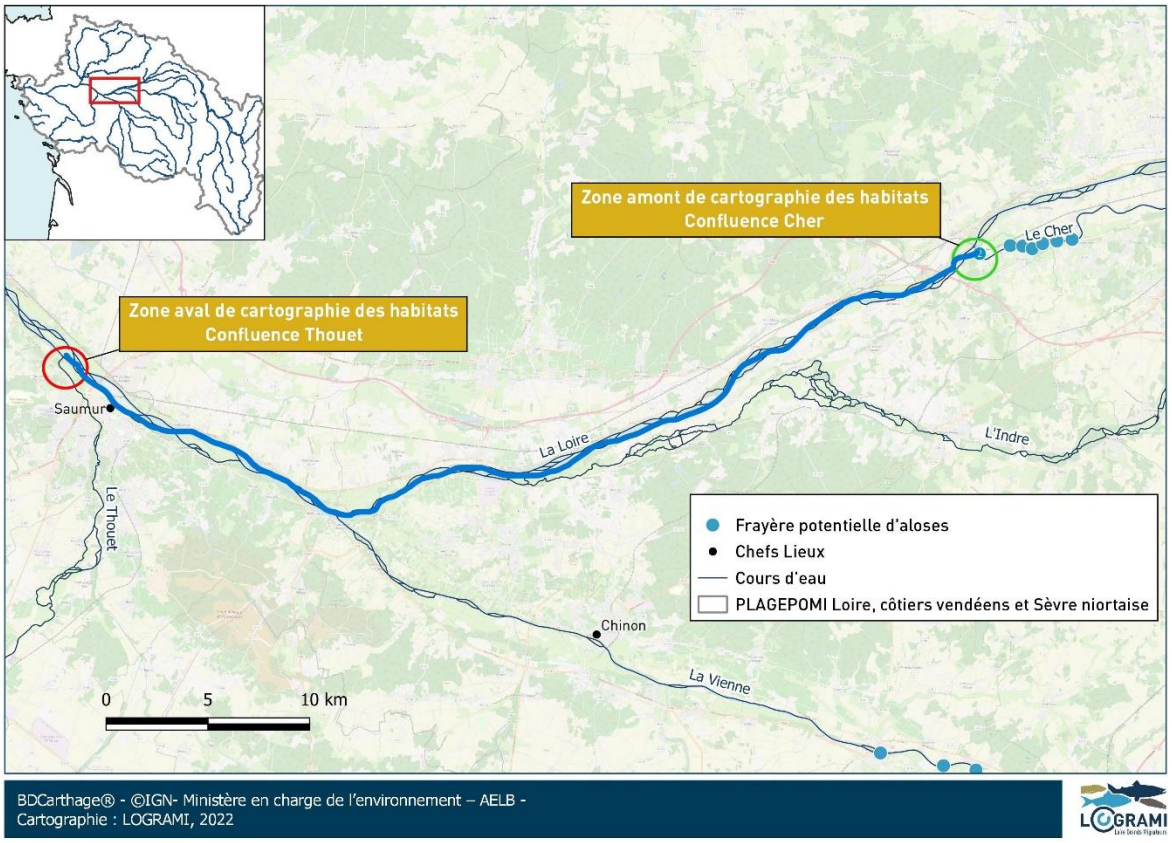


Figure 29 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2023 sur la Loire depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet (Sources : LOGRAMI)

Les conditions de navigation et de relevé terrain ont été très favorables. La luminosité a permis une bonne visualisation de la nature granulométrique du fond de la rivière et les niveaux d'eau bien que faibles (204 et 190 m^3/s) correspondaient aux débits en période de reproduction pour l'alose et la Lamproie marine. La représentativité des habitats tels que les migrateurs les trouvent lors de leur reproduction sur cet axe a été pris en considération dans le choix de la date de réalisation de la cartographie.

Les débits rencontrés lors de la cartographie de la Loire aval, ont été inférieurs au débit moyen mensuel (335 $m^3/s \pm 2$ sur la chronique 1985-2022) et supérieurs au débit minimal attendu en année sèche à cette station (78,5 $m^3/s \pm 1$) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE) (Figure 30).

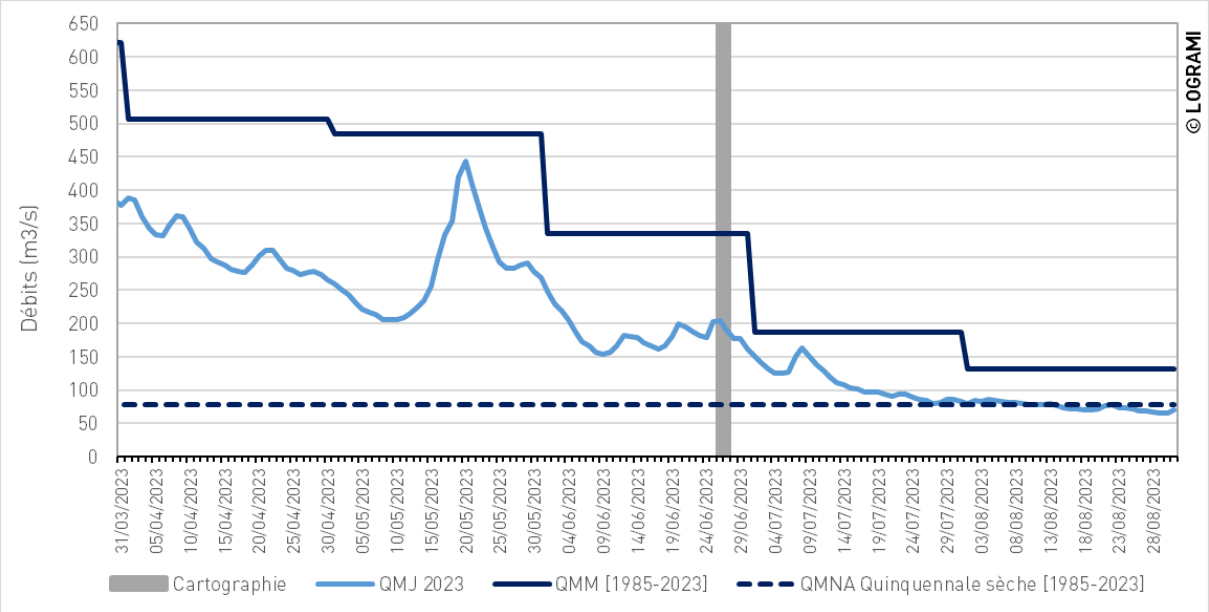


Figure 30: Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Loire à la station de Langeais lors de la cartographie des faciès d'habitat sur le cours aval de la Loire, confluence Cher- confluence Thouet (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

2.3.1. Matériel et méthodes

2.3.1.1 Protocole de prospection terrain

Le protocole de cartographie est similaire à celui utilisé en 2016 pour la description des faciès d'écoulement du Clain affluent rive gauche de la Vienne (Bach et al., 2016). Les faciès ont été déterminés selon la classification de Malavoi & Souchon (2002) et directement digitalisés sur QField®, solution Qgis® mobile sous Android®, via la géolocalisation pour numériser les polygones (Figure 31).

Figure 31 : Identification visuelle des « faciès » d'écoulement depuis le bateau avant numérisation sur tablette

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

- Le type de faciès identifié ;
- La granulométrie dominante et accessoire de ce faciès expertisée « à vue » à l'aide d'aquascope selon la classification de Wentworth (1922) et simplifiée par Cosyns et al. (2013) ;
- 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 ;
- La profondeur moyenne du faciès ;
- Le type de bras où est localisé le faciès (principal ou secondaire) ;
- Des remarques diverses.

En ce qui concerne la détermination des frayères potentielles, pour l'alose, la recherche s'est portée sur des secteurs avec une hydro-morphologie adaptée à la reproduction et correspondant aux données de la bibliographie. Il s'agit de zone avec un faciès « profond » en amont d'un radier ou d'une zone d'accélération de l'eau moins profonde (plat courant). Le substrat y est majoritairement constitué de cailloux et de galets dont le diamètre est supérieur à 7cm et qui ne sont pas colmatés Boisneau et al. (1990).

Pour la Lamproie marine, les zones comprenant un faciès de type plat courant ou radier possédant une granulométrie principale ou secondaire de type cailloux ou pierre ont été identifiées comme favorables.

2.3.2. Résultats

16 faciès ont été inventoriés sur la Loire en aval de Langeais jusqu'à Candes-st-Martin. Leurs digitalisations, a permis d'évaluer une surface totale de **250 688 m²** (environ 25 ha) soit 2,2% de la surface totale en eau cartographiée (Tableau 6). Ces 16 faciès présentent des écoulements lotiques. La majorité (79,4 %) sont des chenaux lotiques (CLO), 15,6% sont des plats courant (PC), enfin, les radiers (RAD) recouvraient une surface équivalente à 5,1% des faciès lotiques observés. Les faciès de type CLO considérés comme montrant des écoulements favorables pour la reproduction de l'alose représentent seulement 1,7 % à l'échelle de la totalité de la surface cartographiée. L'entièreté du linéaire non digitalisé mais prospecté en bateau a été classée, sans distinction de profondeur, comme « faciès lentiques ». Ces écoulements lents sont très majoritaires sur ce secteur de Loire dans ces conditions d'étiage. Présentant un intérêt mineur pour la reproduction des grands migrateurs d'alose et de Lamproie marine, leurs superficies totales a été estimées par une moyenne de 60 transects du lit mouillé mesuré sur l'ensemble des 51 km prospectés. Au total, ils représentent **112 ha** soit 98 % de la surface cartographiée (Figure 32).

Tableau 6 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des faciès d'écoulement de la Loire depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet en 2023

Faciès		Surface (m²)		%		Nb faciès		%	
Lentiques	CLE		11 248 312		98%		NA		NA
	PLL								
Lotiques	CLO	198932	250 688	1.7%	2%	5	16	79.4%	100%
	PC	39042		0.3%		6		15.6%	
	RAD	12714		0.1%		5		5.1%	
Total		11 499 000				16			

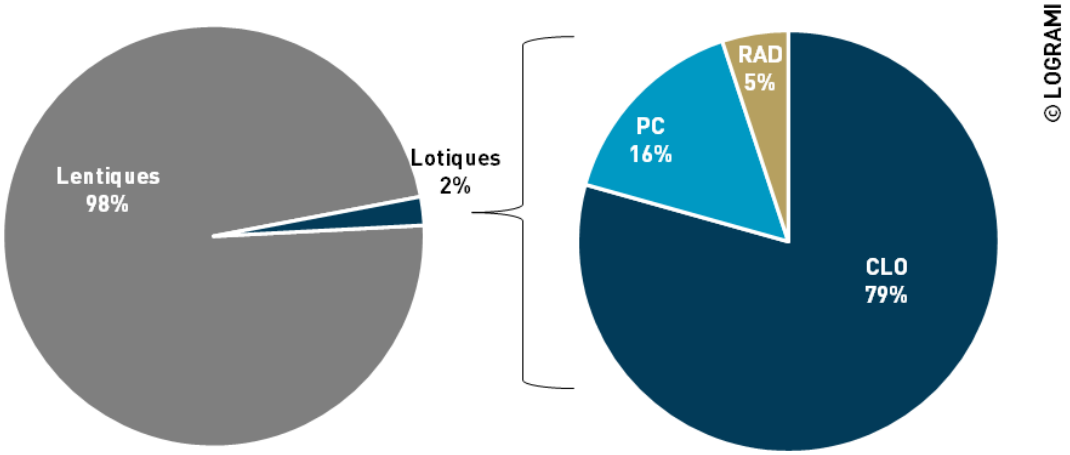


Figure 32 : Répartition des surfaces de faciès sur la Loire depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet en 2023

Deux successions de faciès profonds puis lotiques ont été identifiés. Ainsi **deux frayères potentielles pour la reproduction de l'alose ont été retenues** (Figure 33**)**. Il s'agit de la frayère potentielle en amont du pont de Langeais (commune de la Chapelle-au-Naux) ainsi que la zone amont de la confluence avec la Vienne au lieudit Bertignolles (commune de Savigny-en-Véron). Avec respectivement 50 444 et 58 890 m² estimés, les deux frayères représentent 0,9 % de la surface totale décrite. Plusieurs nuits de suivi pourraient être réalisées durant la campagne de suivi de reproduction 2024 pour attester de la potentialité de ces sites.

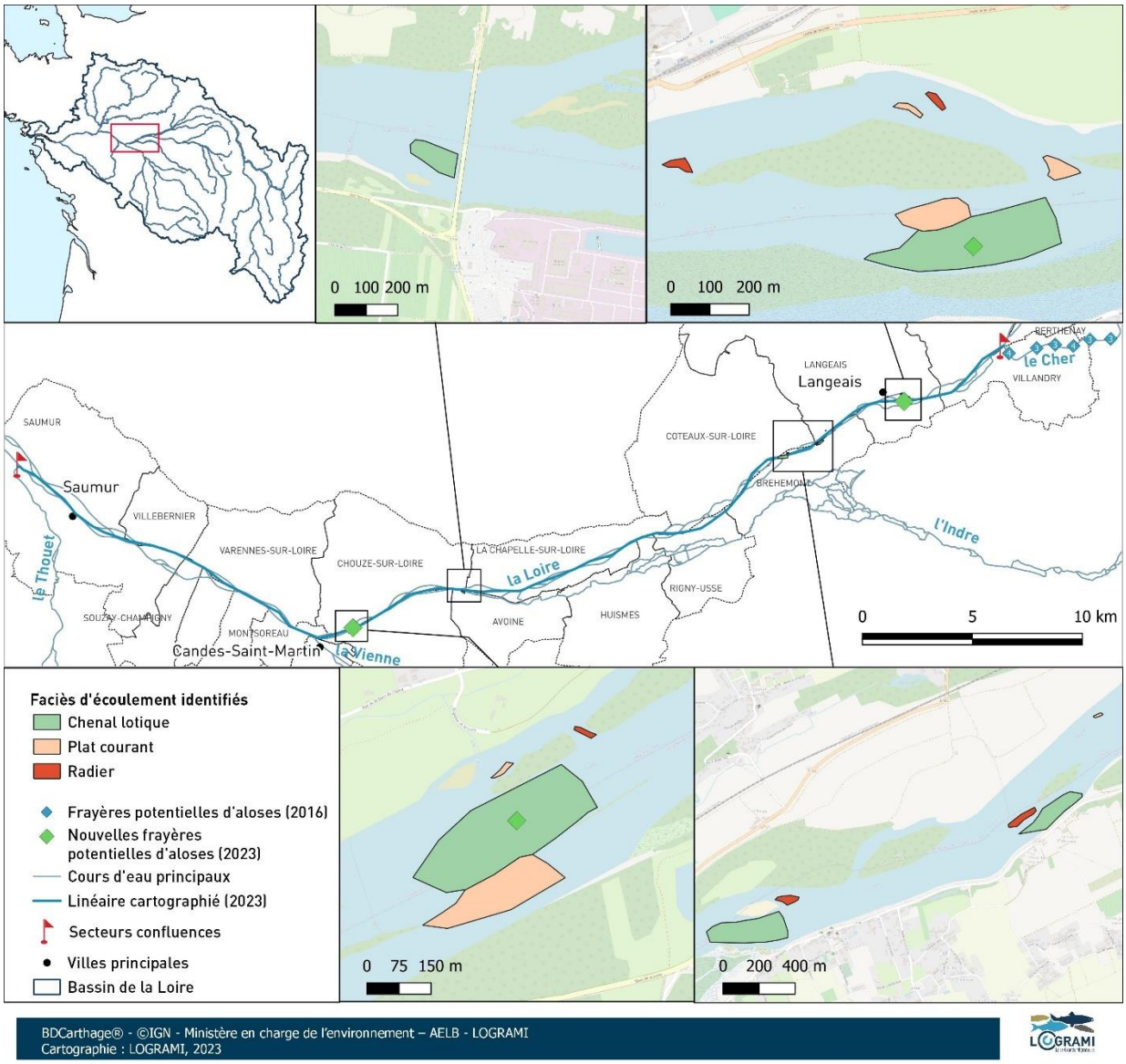


Figure 33 : Faciès d'écoulement et frayères potentielles de Lamproie marine et d'alose identifiés sur la Loire aval depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet (Sources : LOGRAMI)

Les faciès potentiellement favorables à la reproduction des Lamproies marines, plats courants (PC), radiers (RAD), sont au nombre 11 (respectivement 6 et 5). Ils représentent 0,4% de la surface totale décrite.

Parmi ces 11 faciès favorables, un seul radier présente **des cailloux, galets comme granulométrie dominante.** Il s'agit du radier le plus aval de ceux décrits sur la commune de la Chapelle-au-Naux à proximité du pont de Langeais. Sa superficie est de 1 403 m^2.

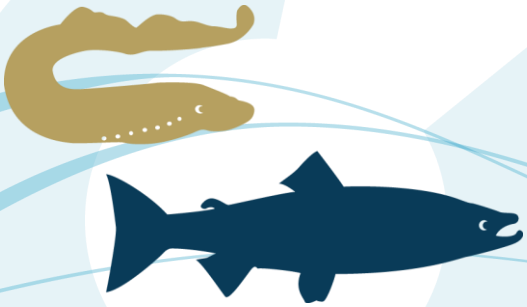
Tous les autres faciès, présentent du **sable ou graviers**, donc des éléments plus fins, moins favorables à la construction d'un nid pour la reproduction de Lamproie marine. Ainsi, les 4 autres radiers et les 6 plats courants peuvent être écartés des habitats potentiels. A noter que si cette taille de roche ne correspond pas aux besoins physiologiques de la Lamproie marine, elle reste potentielle pour la Lamproie fluviatile d'après les données bibliographiques (Keith et al., 2011). Avec 50 353 m^2, la somme de leurs surfaces constitue 0,4 % des surfaces totales décrites.

Ainsi le secteur Loire aval, depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet, présenterait dans des conditions d'étiage, 2 plats courants d'une superficie de 109 334 m² jugés favorables pour la reproduction de l'alose. La première est située sur la commune de la Chapelle-au-Naux en amont de Langeais et la seconde au lieudit Bertignolles sur la commune de Savigny-en-Véron. Un seul radier présentant les caractéristiques favorables pour la reproduction de la Lamproie marine peut être retenu comme frayère potentielle. Il s'agit du radier le plus aval décrit dans le secteur de Langeais. Le reste des plats courants et radiers peuvent être considérés comme potentiels pour la Lamproie fluviatile. Avec 2,2 % des surfaces décrites jugées comme potentielles, la superficie disponible pour les grands migrateurs sur ce secteur aval reste très faible à l'échelle du cours d'eau. Les suivis de reproduction permettront de valider la potentialité des habitats décrits.

2.4. Conclusion

En termes d'accessibilité des habitats, les aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés en 2023 ont été recensés sur les principaux cours d'eau à migrateurs. Un ouvrage a été aménagé pour assurer la montaison sur le secteur Loire amont-Allier. Sur le bassin Vienne-Creuse, les arrêts temporaires de turbinages prescrits fin 2022 pour trois usines hydroélectriques de la Vienne dans l'attente d'aménagements, ont eu lieu pour une seconde saison de dévalaison de l'anguille. Peu d'aménagements ont donc été réalisés en 2023 sur les principaux ouvrages mais des projets sont en cours de finalisation pour aboutir à des travaux en 2024.

Au cours des huit dernières années (2016-2023), 46 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 44 % 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 8 % 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 49 % sont aménagés à la montaison et 39 % de ces aménagements sont considérés comme non fonctionnels. Parmi les 49 ouvrages à enjeux essentiels ayant un usage hydroélectrique, 39 % sont aménagés pour la dévalaison (contre 35 % en 2022) dont 11 % sont considérés comme non fonctionnels et 84% n'ont pas été évalués par l'OFB.



3. Le réseau de stations de comptage

3.1. Localisation des stations de comptage

En 2023, le réseau de suivi des migrations du bassin de la Loire se compose de neuf stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire (Figure 34 et Tableau 7). Les stations de comptage de Descartes sur la Creuse et de Châteauponsac sur la Gartempe, suivies respectivement depuis 2007 et 2001, ont été retirées du réseau. En effet, l'abaissement du barrage de Descartes depuis juillet 2021 ne permet pas le maintien du vidéo-comptage dans la passe à poissons. A Châteauponsac, à la suite d'une panne technique intervenue en mars 2020, le compteur Riverwatcher a été retiré du site et ne devrait pas être réinstallé.

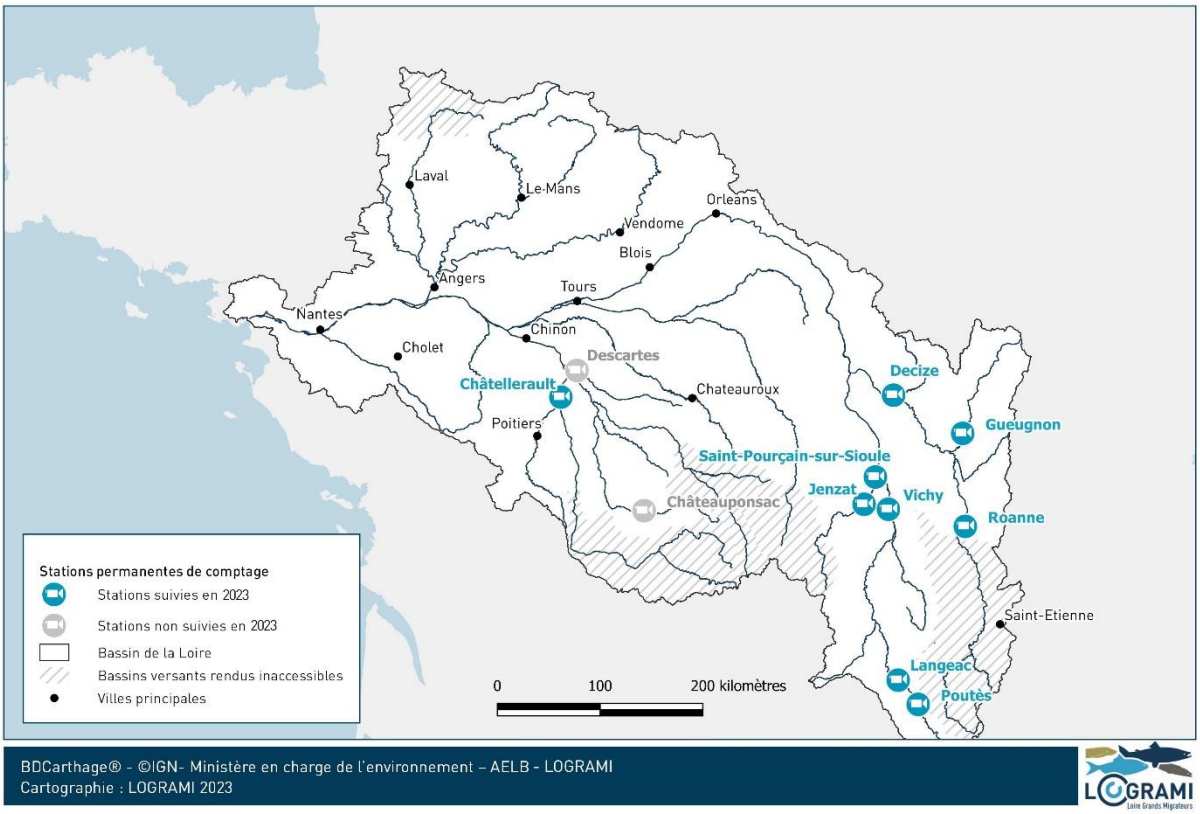


Figure 34 : Répartition des stations de comptage des poissons suivies en 2023 sur le bassin de la Loire

Tableau 7 : Bilan du suivi des stations de comptage par LOGRAMI sur le bassin de la Loire

Rivière	Station de comptage	Distance à la mer (km)*	Système de comptage	Années suivies	Exhaustivité montaison**
Creuse	Descartes	259	Sysipap	2007 à 2021	oui (hors anguilles)
Vienne	Châtellerault	273	Sysipap	2004 à 2023	oui
Gartempe	Châteauponsac	407	Compteur à résisitivité	2001 à 2009	non
	Châteauponsac	407	Riverwatcher	2013 à 2019	non
Loire	Decize	586	Enregistrement (VD)	1998 à 2008 (avril à juin)	non
	Decize	586	Sysipap	2009 à 2023	oui (hors anguilles)
	Roanne	736	Sysipap	2012 à 2023	oui (hors anguilles)
Arroux	Gueugnon	689	Sysipap	2006 à 2023	oui (hors anguilles)
Sioule	Saint-Pourçain-Sur-Sioule	638	Sysipap	2017 à 2023	non
	Jenzat	668	Sysipap	2021 à 2023	oui
Allier	Vichy	668	Sysipap	1997 à 2023	oui (hors anguilles)
	Langeac	851	Sysipap	2004 à 2023	oui
	Poutès	883	Sysipap (VD ascenseur)	1986 à 2023	non (seulement saumon hors période de transparence)

Ligne grisée : station non fonctionnelle - VD : Vue par le dessus
* Limite Transversale de la Mer
** Comptage en montaison considéré comme exhaustif pour toutes les espèces dénombrées hors crues et panne matériel

Sur le bassin de la Vienne, en 2023, une seule station de comptage permet de suivre les migrations :

- La station de comptage de Châtellerault sur la Vienne est implantée dans la passe à poissons du barrage de la manufacture, exploité aujourd'hui par EDF pour la production d'électricité. Elle est située à 273 km de la mer et suivie depuis 2004.

Trois stations de comptage sont implantées sur l'Allier :

- La station de comptage de Vichy permet de suivre, depuis 1997, les migrations des deux passes à poissons du pont barrage (rive droite et rive gauche). Elle est située à 668 km de la mer.
- La station de comptage de Langeac est située 183 km en amont de Vichy (soit à 851 km de la mer). Elle est implantée sur un ouvrage hydroélectrique équipé de deux passes à poissons : l'une côté usine, l'autre côté barrage. Les deux passes ont été suivies par vidéo-comptage entre 2004 et 2008, et toutes les années depuis 2016.
- La station de comptage de Poutès est située sur un barrage hydroélectrique EDF à 215 km de Vichy et 883 km de la mer. En dehors d'une période de 91 jours de transparence (depuis 2022), les poissons franchissent l'ouvrage par un ascenseur équipé d'un système vidéo spécifique. Le suivi a débuté en 1986.

Deux stations sont implantées sur le bassin de la Sioule :

- La plus aval se localise sur un ouvrage hydroélectrique situé à 5 km de la confluence avec l'Allier, sur la commune de Saint-Pourçain-sur-Sioule (à 638 km de la mer). Le barrage dispose de deux passes à poissons (passe à bassins côté usine et passe à macro-rugosités et pré-barrages en rive droite). Seule la passe à poissons côté usine est équipée d'un système vidéo (depuis 2017), le comptage est donc non exhaustif.
- La plus amont est implantée, depuis 2021, dans la passe à bassins de l'usine hydroélectrique de Jenzat. Cet observatoire est situé 30 km en amont de celui de Saint-Pourçain-sur-Sioule, à 668 km de la mer.

Trois stations de comptage sur le bassin Loire amont sont également suivies :

- La station de comptage de Decize est localisée sur un ouvrage géré par Voies Navigables de France et équipé d'une usine hydroélectrique. Ce barrage est distant de 586 km de la mer. Un suivi ponctuel durant la période de migration a été réalisé de 1998 à 2008. A partir de 2009, le suivi est exhaustif (hors anguille).
- La station de comptage de Roanne est située 150 km en amont de celle de Decize (736 km de la mer) et 5 km à l'aval du barrage de Villerest qui constitue le verrou migratoire de l'axe. Elle est suivie depuis 2012, date d'implantation d'une nouvelle passe à poissons et d'une usine hydroélectrique.
- La station de comptage de Gueugnon, sur l'Arroux, est installée sur le seuil des Forges depuis 2006. Elle est située à 20 km de la confluence avec la Loire et environ 690 km de de la mer.

3.2. Système de comptage

Le Système de Surveillance Informatisé des Passes à Poissons (SYSIPAP) développé par Michel Cattoen de l'ENSEEIHT de Toulouse, est utilisé sur l'ensemble des stations de comptage. 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). En France, plus d'une quarantaine de stations sont équipées de ce système (Dartiguelongue, 2020). Une version spécifique a été développée pour le suivi de l'ascenseur de Poutès, suite au réaménagement de l'ouvrage. Le logiciel a notamment été couplé à un capteur (ARDUINO®) permettant de détecter les remontées de l'ascenseur par impulsion électrique et non plus par détection de mouvement.

Par ailleurs, depuis 2012, un dispositif d'enregistrement numérique complémentaire (LUPUSTEC-LE800+ ; avec disques durs de 1 To) a été mis en place sur chaque station en parallèle du système SYSIPAP. Ce système permet de pallier des éventuelles pannes informatiques et limite ainsi au maximum la perte de données.

3.3. Fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage en 2023

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, les passes à poissons doivent totaliser 8 760 heures de fonctionnement (365 jours x 24 heures). À défaut de pouvoir qualifier le niveau de fonctionnalité des passes, le suivi vidéo permet de noter les heures de mise en eau des passes à poissons. Le vidéo-comptage, lui aussi, est effectif toute l'année. Cependant, des pannes de courant ou des problèmes informatiques peuvent parfois interrompre le suivi. Pour chaque station, des taux de fonctionnement des dispositifs de franchissements et de comptage peuvent être calculés.

3.3.1. Fonctionnement des dispositifs du bassin de la Vienne

La passe à poissons du barrage de Châtellerault a été vidangée à 24 reprises en 2023 par des agents de LOGRAMI, 22 de ces vidanges ont été réalisées pour nettoyer les vitres de la station et 2 pour retirer un embâcle (Figure 35). L'ensemble de ces vidanges a rendu l'ouvrage infranchissable durant environ 13 heures. **La passe à poissons a été en eau 99,9 % de l'année.**

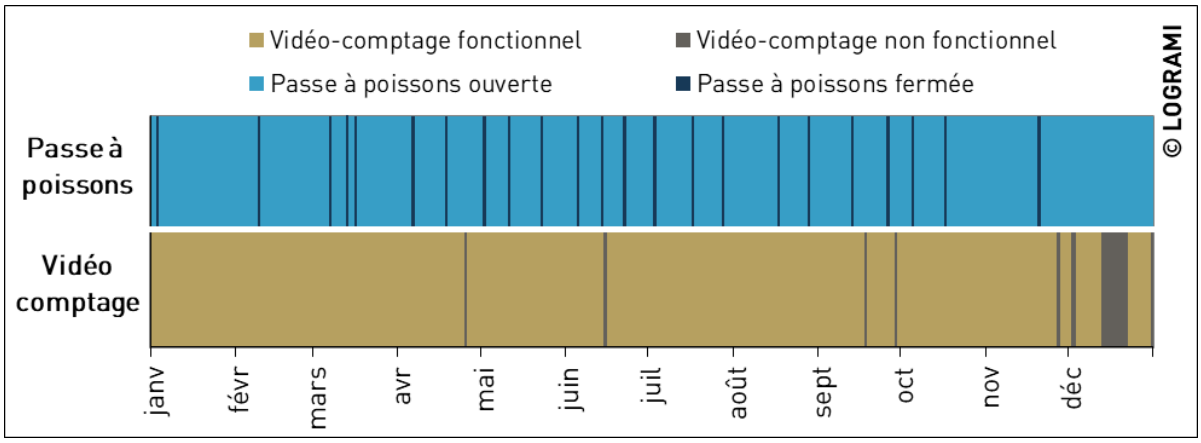


Figure 35 : Périodes de fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage de Châtellerault en 2023

Huit pannes de courant ont interrompu le vidéo-comptage. Seulement la panne du 13 au 22 décembre est supérieure à 7 heures (environ 223 heures). Elle fait suite à une infiltration d'eau dans le local de comptage et à un défaut de la pompe de refoulement. Deux coupures de courant ont eu lieu durant la forte période de migration printanière (1h47 le 25 avril et 3h30 le 15 juin). L'impact sur les données est faible, les pannes étant de courte durée ou hors période de migration. Il est cependant possible que quelques anguilles jaunes et aloses aient franchi l'ouvrage durant les pannes du 25 avril et du 15 juin. **Le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 97,2 % de l'année** (Figure 35).

3.3.2. Fonctionnement des dispositifs du bassin de l'Allier

3.3.2.1 Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2023, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture de la passe à poissons de l'usine à 15 reprises pour un cumul de 9h57 (Figure 36). Deux mises à sec de la passe à poissons ont été réalisées en 2023 pour décolmater la sortie du dispositif (6 min). Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons. **En 2023, la passe à poissons a été opérante 99,9 % du temps.**

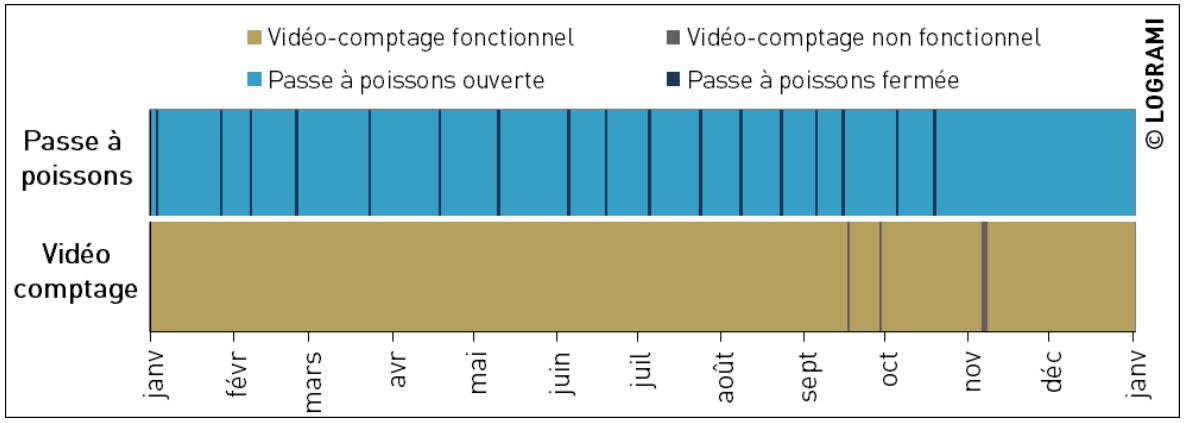


Figure 36 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2023

Deux pannes de courant ont eu lieu le 17 septembre et le 6 novembre 2023, entrainant un arrêt du vidéo-comptage durant 16h38. Une instabilité électrique a provoqué le clignotement de la caméra pendant 9 minutes le 29 septembre. **En 2023, le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 99,8 % du temps** (Figure 36).

3.3.2.2 Jenzat

La mise à sec de la passe à poissons de Jenzat pour l'entretien des vitres de comptage cumule un total de 5h43 sur l'ensemble de l'année 2023 (15 vidanges) (Figure 37). Toutes ces interventions n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons. **En 2023, la passe à poissons a été en fonctionnement 99,9 % du temps.**

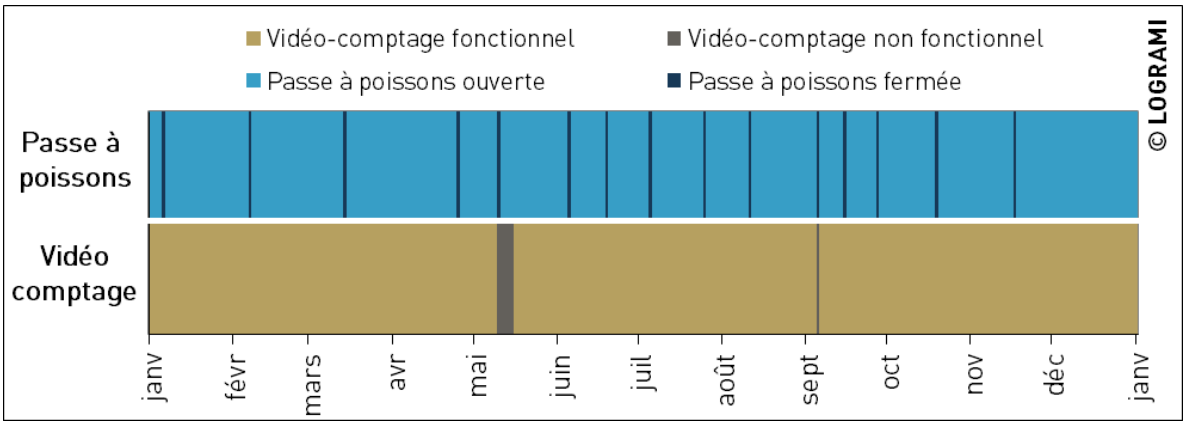


Figure 37 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Jenzat en 2023

Un incident sur le logiciel de comptage est survenu entre le 10 et le 15 mai. Le dispositif de détection complémentaire est lui aussi tombé en panne durant cette période. Cet incident cumule un total de 5,2 jours sur la période de mise en eau de la passe. **Ainsi, des poissons ont pu franchir l'ouvrage par la passe à poissons pendant cet événement.** Une coupure de courant de 1h30 a également eu lieu le 5 septembre 2023. **En 2023, le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 98,6 % du temps** (Figure 37).

3.3.2.3 Vichy

Vichy rive gauche

En 2023, le nettoyage des vitres réalisé par la ville de Vichy a occasionné la fermeture de la passe à poissons rive gauche à 17 reprises (5h13) (Figure 38).

Suite à un coup d'eau sur l'Allier (pic de 103 m^3/s le 15 nombre à Saint-Yorre), la passe à poissons a été fermée par la ville de Vichy du 13 au 15 novembre 2023.

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. Ainsi afin d'intervenir sur les vannes, la retenue a été abaissée entre le 23 janvier et 16 février. Cette opération a rendu la passe à poissons inopérante durant cette période.

Par ailleurs, une mise à sec de la passe à poissons a été réalisée entre le 6 et le 7 décembre (19h) pour effectuer une maintenance du dispositif de franchissement.

En 2023, la passe à poissons rive gauche du pont barrage de Vichy a été en fonctionnement 92,5 % du temps.

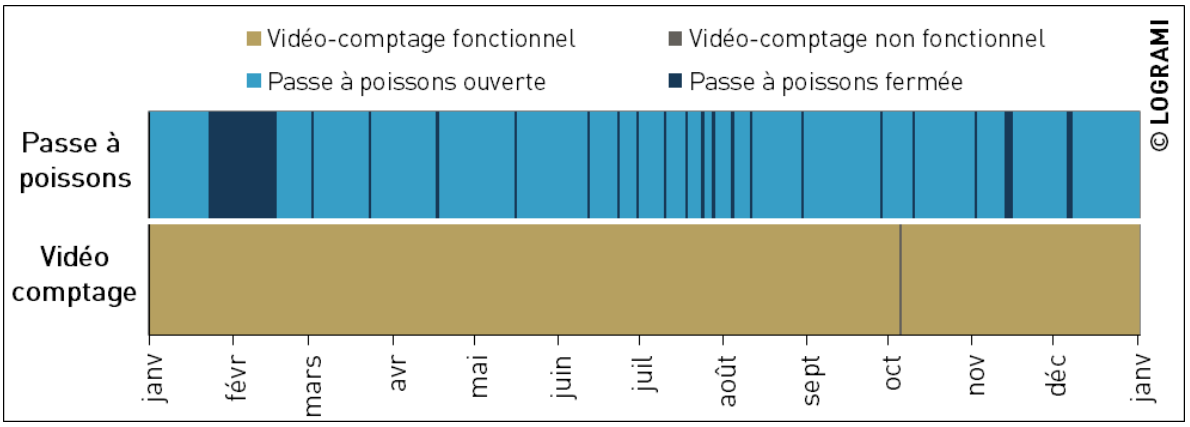


Figure 38 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive gauche en 2023

Une instabilité électrique a provoqué le clignotement de la caméra le 5 octobre 2023 (1h30). **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2023, l'enregistrement a donc été effectif 99,9 % du temps** (Figure 38).

Vichy rive droite

La mise à sec de la passe à poissons rive droite de Vichy pour l'entretien des vitres de comptage cumule un total de 6h50 sur l'ensemble de l'année 2023 (17 vidanges) (Figure 39).

Comme en rive gauche, suite à des travaux sur les vannes du barrage et un coup d'eau sur l'Allier mi-novembre, la passe à poissons en rive droite a été inopérante aux mêmes périodes.

Trois fermetures du dispositif de franchissement ont été réalisées en 2023 pour décolmater les bassins (31 min).

En 2023, la passe à poissons rive droite du pont barrage de Vichy a été en fonctionnement 92,5 % du temps.

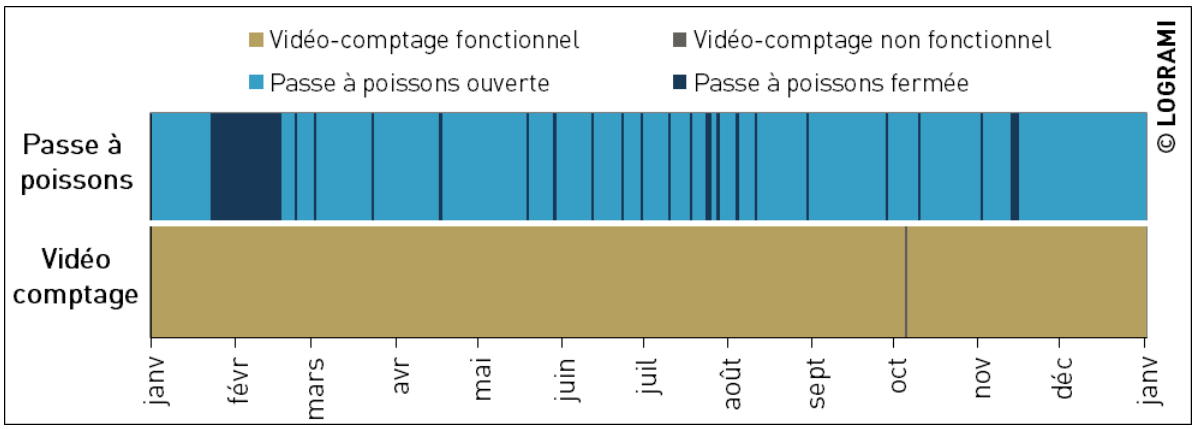


Figure 39 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive droite en 2023

Comme en rive gauche, une instabilité électrique a provoqué le clignotement de la caméra le 5 octobre (5 min). **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2023, l'enregistrement a donc été effectif 99,99 % du temps** (Figure 39).

3.3.2.4 Langeac

Langeac usine (rive gauche)

En 2023, la passe à poissons de Langeac à l'usine a été réouverte le 21 octobre (Figure 40). Le système de vidéo-comptage a été réactivé quelques minutes après la réouverture de la passe. Jusqu'au 5 novembre, des instabilités électriques à l'usine ont entrainées des fermetures régulières de la vanne en amont du canal d'amené. Durant cette période, le niveau d'eau dans la passe à poisson a été variable et la passe a souvent été fermée. À partir du 22 novembre, l'instabilité électrique a été réglée et le système de comptage ainsi que la passe à poisson sont devenus fonctionnels.

La réouverture de la passe à poissons en rive gauche, fermée depuis février 2020 est due au réarmement de l'usine hydroélectrique.

La fermeture de la passe à poissons pendant 1h au mois de décembre est liée au premier nettoyage de la vitre.

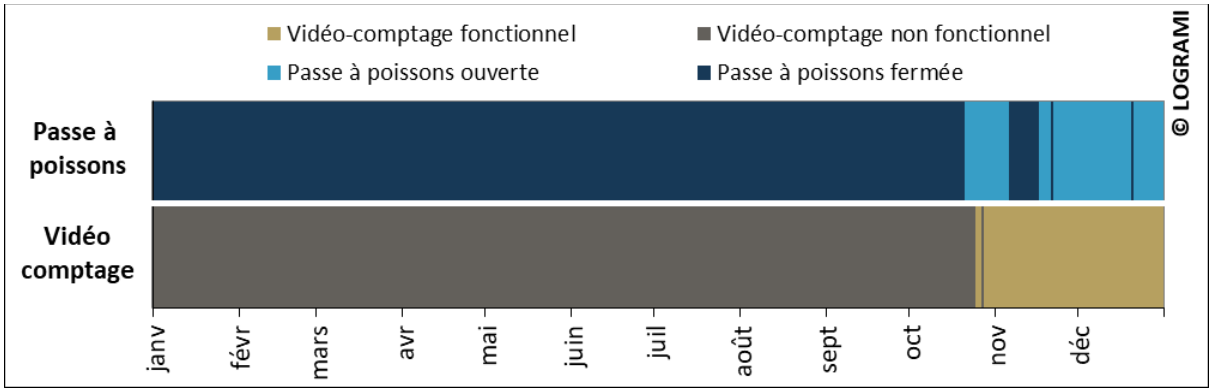


Figure 40 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Langeac à l'usine en 2023

Langeac barrage (rive droite)

La passe à poissons est **restée ouverte toute l'année**. Les seules interventions ont été les 6 vidanges pour le nettoyage de la vitre de comptage, cumulant 2h59 de vidange (Figure 41).

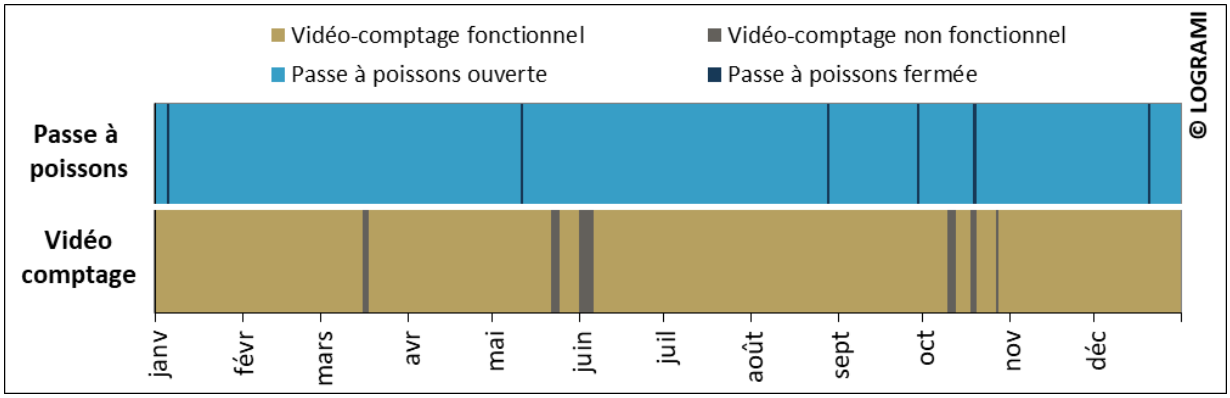


Figure 41 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Langeac au barrage en 2023

En 2023, le système de comptage a été fonctionnel pendant **97,2 % de l'année**. Les soucis notables sont la perte de données au printemps de 1j et 18h entre le 22 et 24 mai et de 4j et 4h entre le 1 et 5 juin. L'origine

de la panne est l'intervention d'une entreprise pour le réarmement de l'usine hydroélectrique. Durant le passage des engins, la fibre optique a été sectionnée. Par ailleurs, 3 coupures électriques réalisées par ENEDIS au mois d'octobre n'ont pas permis de filmer pendant 3j et 8h.

3.3.2.5 Poutès

Avec les règles de transparence du Nouveau Poutès, **pendant 91 jours par an les vannes du barrage sont abaissées et l'ascenseur est hors service** (du 15 mai au 20 juin et du 23 septembre au 17 novembre en 2023). Le reste du temps, l'ascenseur de Poutès fait un cycle de remontée et déversement toutes les 2h. Ce fonctionnement donne sur une année un nombre théorique de remontées de 3 288 (274 x 12). En période de gel, le nombre de remontées peut parfois être supérieur à 12 remontées par 24 heures. La cuve de l'ascenseur remonte et reste en position haute chaque fois que la température est inférieure à 0 °C. Elle redescend dès que la température repasse au-dessus de 0 °C. Il est ainsi possible d'avoir plus de remontées, mais avec un simple décalage des cycles.

Au cours de l'année 2023, 1 766 remontées d'ascenseur ont été enregistrées à la caméra du barrage de Poutès. Un peu plus que la moitié des remontées théoriques attendues. Cet écart est principalement lié aux :

- **temps entre chaque remontée**. Initialement de 2h, avant les travaux du barrage en 2018, il est de 2h10 depuis la remise en service en 2022.
- **arrêts pour gel**
- **pannes électriques ou problèmes d'enregistrement** sur les ordinateurs de LOGRAMI
- **maintenances de l'ascenseur** ou aux pannes électriques de l'ascenseur

Au final, le dispositif de franchissement a été **opérationnel pendant 53,7 % du temps**.

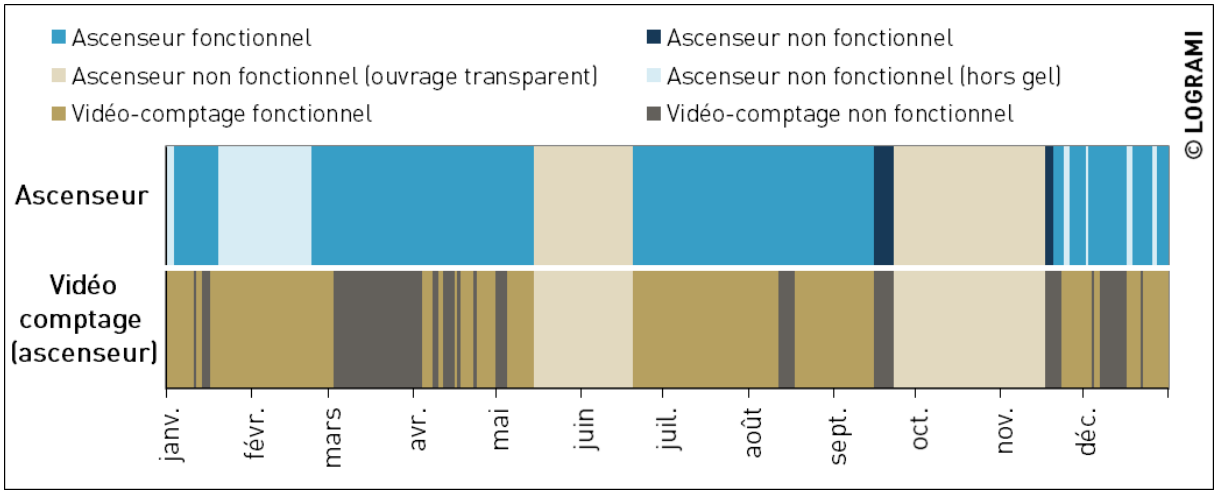


Figure 42 : Périodes de fonctionnement de l'ascenseur et de la station de comptage de Poutès en 2023

En complément de l'ascenseur, une passe à anguilles a été installée quelques mètres en aval de l'entrée de l'ascenseur. **Cette passe à anguilles ne fonctionne qu'entre les deux périodes de transparence** (du 20 juin au 23 septembre en 2023). A ce jour, aucun comptage n'est réalisé sur cette voie de passage.

En 2023, quelques problèmes du logiciel et de l'ordinateur ont engendré des pertes de données vidéo (Figure 42). La principale période de dysfonctionnement du système de comptage a eu lieu en mars/avril où quasiment tout le mois a été perdu. Heureusement, cette perte de données n'a eu aucune incidence sur le comptage des saumons puisque le premier saumon s'est présenté à Langeac (30 kilomètres en aval), le 30 avril. Début mai, 10 jours avant le passage du 1er saumon à Poutès, 4 jours de données ont également été perdus. Les pertes d'images après la transparence automnale (23 septembre au 17 novembre en 2023) sont dues à un problème d'éclairage de la cuve, où chaque nuit 1 à 2 remontées n'étaient pas éclairées. Malgré ce dysfonctionnement l'**enregistrement et le suivi ont été réalisé sur 85,7 % de la période de fonctionnement de l'ascenseur.**

3.3.3. Fonctionnement des dispositifs du bassin de la Loire amont

3.3.3.1 Decize

La mise à sec de la passe à poissons de Decize pour l'entretien des vitres de comptage cumule un total de 8h16 sur l'ensemble de l'année 2023 (17 vidanges).

L'accumulation de végétaux aquatiques pélagiques, de bois morts et de débris a colmaté la grille amont de la passe à 4 reprises, limitant l'alimentation en eau de la passe ainsi que le passage des poissons.

- 10h16 le 16 mars
- 14h23 entre le 15 et 16 mai
- 4h04 le 6 novembre
- 2h03 le 7 novembre

Le remplacement de la génératrice de l'usine hydroélectrique a occasionné la fermeture du dispositif de franchissement à 4 reprises entre le 13 et le 17 octobre (8h31). Deux fermetures du dispositif de franchissement ont été réalisées le 5 mars et le 10 septembre pour décolmater les bassins (19 min).

Suite à 6 crues de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement (Figure 43). Certains individus ont ainsi pu emprunter les clapets du barrage, totalement abaissés, sans être détectés par le système de comptage. Les périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2023 sont les suivantes :

- 1ère fermeture du 16 au 19 mars (pic de 247 m³/s le 16 mars à Nevers),
- 2nde fermeture du 16 au 17 mai (pic de 254 m³/s le 17 mai à Nevers),
- 3ème fermeture du 31 octobre au 2 novembre (pic de 122 m³/s le 2 novembre à Nevers),
- 4ème fermeture du 16 au 19 novembre (pic de 500 m³/s le 17 novembre à Nevers),
- 5ème fermeture du 3 au 4 décembre (pic de 281 m³/s le 3 décembre à Nevers),
- 6ème fermeture du 11 au 22 décembre (pic de 831 m³/s le 15 décembre à Nevers).

En 2023, la passe à poissons du barrage de Decize a été en eau 93,4 % du temps.

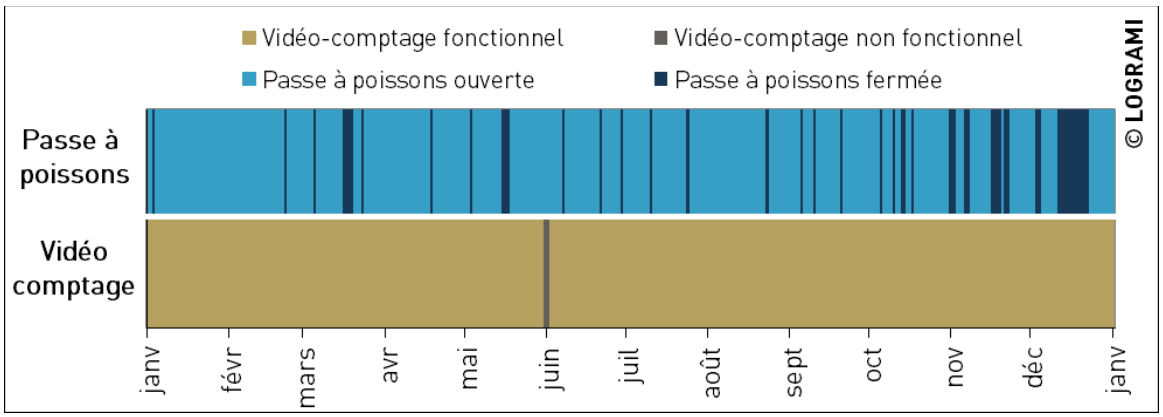


Figure 43 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Decize en 2023

Une panne de courant a eu lieu entre le 31 mai et le 1er juin 2023, entrainant un arrêt du vidéo-comptage durant 1,3 jour. **En 2023, le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 99,6 % du temps** (Figure 43).

3.3.3.2 Roanne

En 2023, 6 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (3h45) (Figure 44). Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique et le dispositif de franchissement ont occasionné 46 vidanges de la passe à poissons cumulant un total de 20h. Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur le fonctionnement de la passe. **En 2023, la passe à poissons a été en eau 99,7 % du temps.**

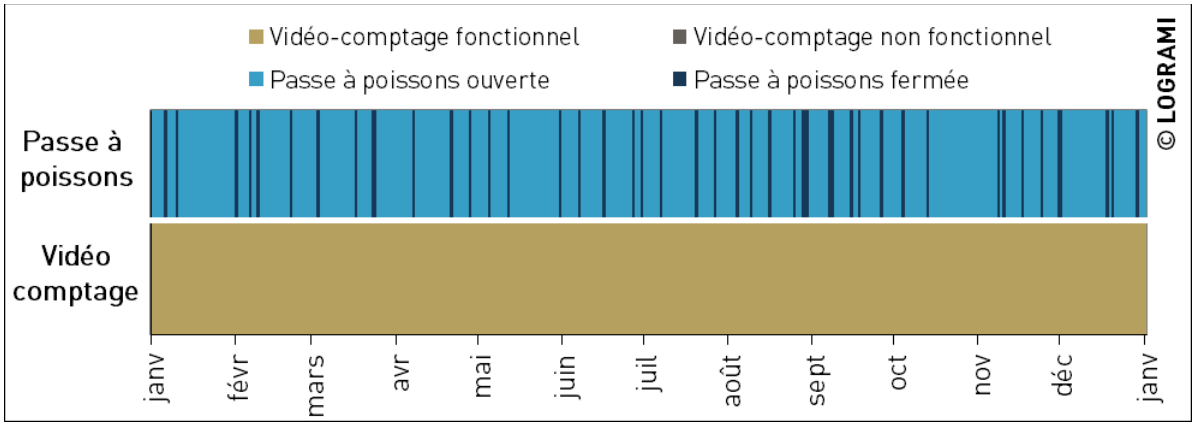


Figure 44 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Roanne en 2022

Aucune panne de vidéo-comptage n'est à noter en 2023 durant les périodes de mise en eau de la passe à poissons. **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2023, l'enregistrement a été effectif à 100 % durant le temps de fonctionnement de la passe** (Figure 44).

3.3.3.3 Gueugnon

Pour l'entretien des vitres de comptage, 8 vidanges de la passe ont eu lieu en 2023 (Figure 45). Elles représentent un arrêt de fonctionnement du dispositif de 3h05. **En 2023, la passe à poissons du barrage de Gueugnon a été en fonctionnement 99,96 % du temps.**

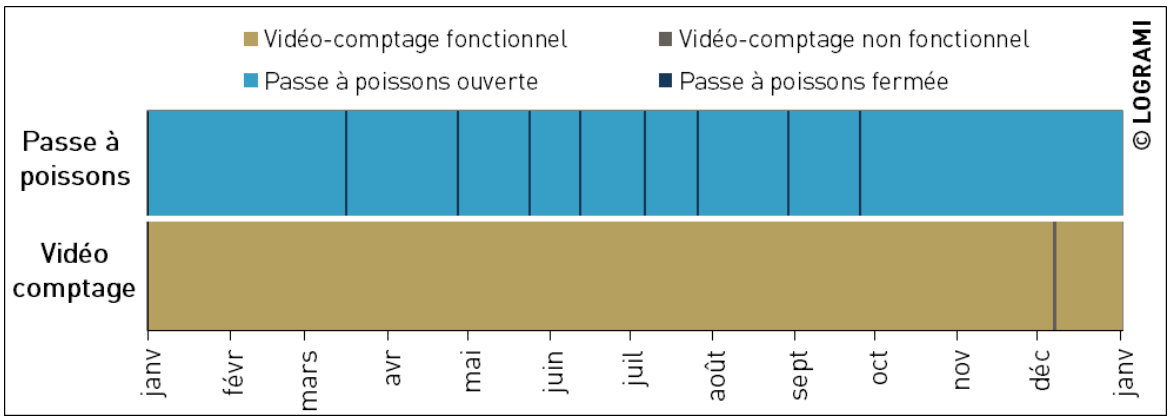


Figure 45 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2023

Une coupure de courant de 1h30 est survenue le 7 décembre 2023. **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2023, l'enregistrement a été effectif 99,98 % du temps** (Figure 45).

4. L'Anguille européenne

4.1. L'anguille jaune

4.1.1. Conditions de migration

4.1.1.1 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). 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.

Au cours de l'année, **l'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 25) pour la migration de l'anguille jaune sur les quatre stations étudiées s'élève en moyenne depuis le début des mesures à 225 jours (+/- 24).** En 2023, elle est de 250 jours à Châtellerault sur la Vienne et 257 à Descartes sur la Creuse (seules stations au jeu de données complet) (Figure 46).

Tableau 8 : Préféremdum de températures pour la migration de l'anguille (Elie et al., 1994)

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

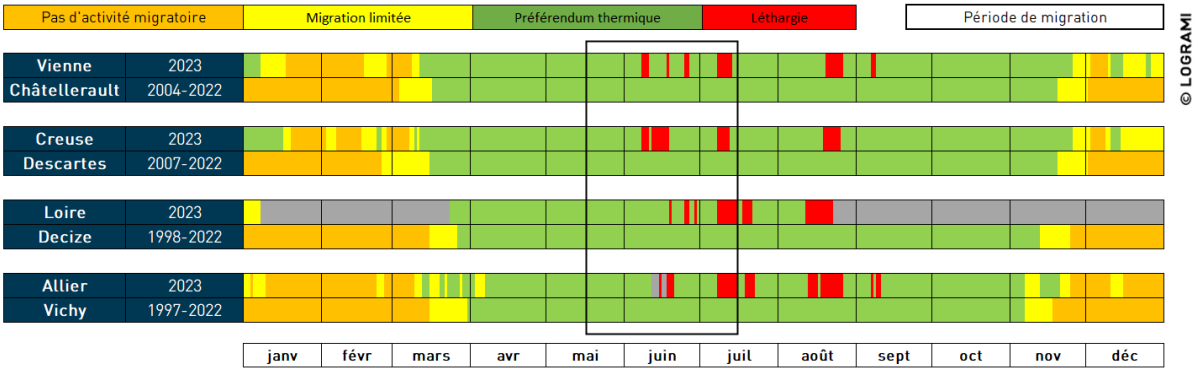


Figure 46 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'anguille jaune entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

En considérant une période de migration des anguilles du 15 mai au 15 juillet, **les températures favorables à la migration couvrent en 2023, 76 % de la période de migration à Descartes et 81 % à Châtellerault et Decize** (Figure 47). Ces périodes sont inférieures à celle des années antérieures mais restent relativement longues pour permettre la montaison des anguilles.

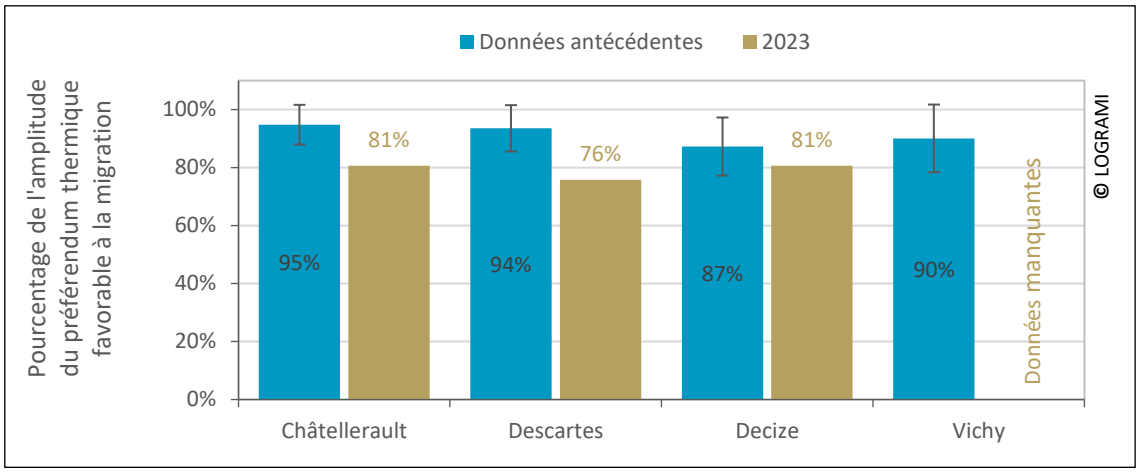


Figure 47 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des anguilles jaunes (15 mai au 15 juillet) aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures

Des températures supérieures ou égales à 25 °C sont constatées régulièrement durant les mois de juin à septembre 2023 (durant 27 jours à Châtellerault, 22 jours à Descartes, et au moins 28 jours à Vichy et 33 jours à Decize (jeux de données incomplet). Ces périodes estivales de léthargie sont plus longues que celles des années antérieures (moyenne de 12 +/- 13 jours toutes stations confondues). **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.**

4.1.1.2 Hydrologie

En 2023, les indices hydrologiques calculés durant la période de migration des anguilles jaunes sont tous déficitaires (Figure 48). Suivant les stations, les indices oscillent entre 0,3 et 0,5. **Sur la période de mai à juillet, les conditions de débits ont donc été très défavorables à la montaison des anguilles jaunes sur l'ensemble du bassin de la Loire.**

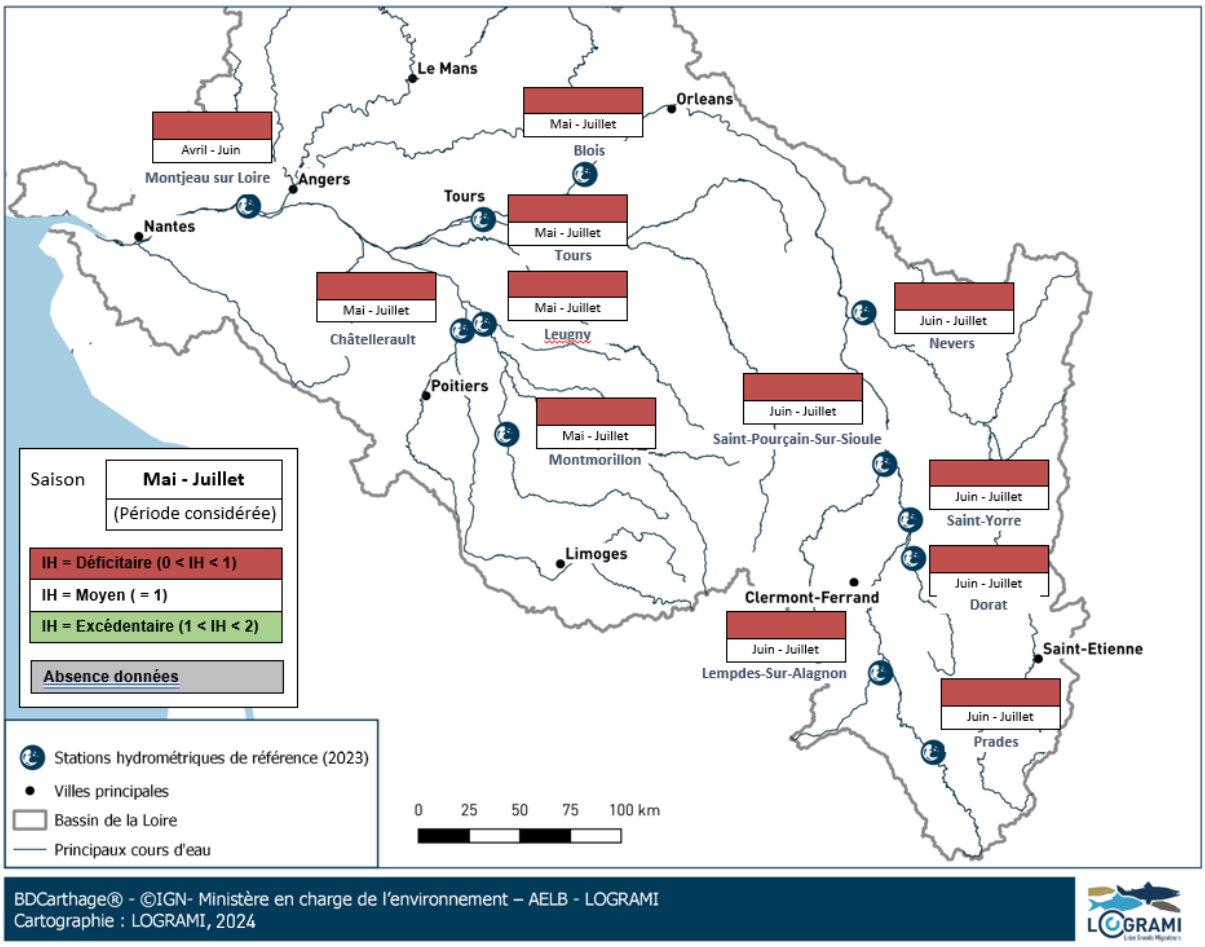


Figure 48 : Indices hydrologiques 2023 durant la migration des anguilles jaunes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

4.1.2. Effectifs aux stations de comptage

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. 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 débit d'attrait complémentaire situé 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.**

4.1.2.1 Châtellerault (Vienne)

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, 8 186 anguilles jaunes ont été comptées en 2023. Cet effectif est supérieur à la médiane des années précédentes (1 775) mais proche de celle des cinq dernières années (8 520) (Figure 49). 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 dépassé à quatre reprises les 8 000 individus, ce qui n'était pas arrivé auparavant, entre 2004 et 2017.**

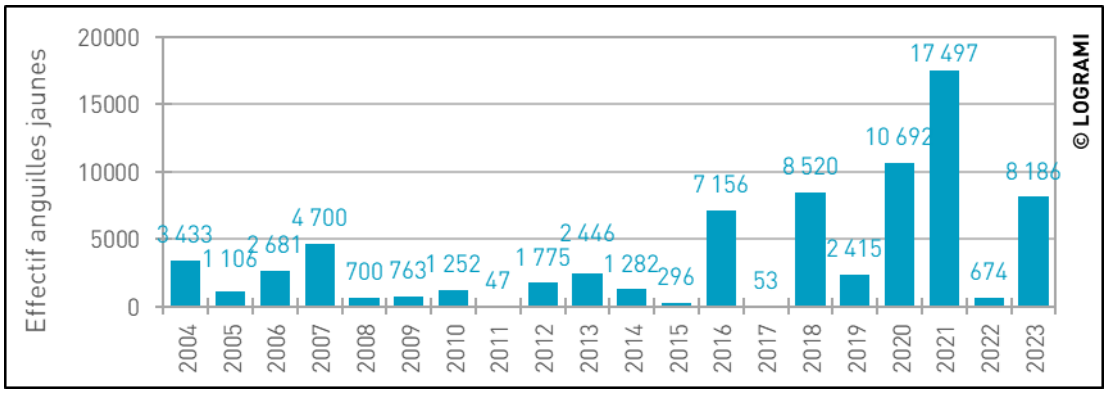


Figure 49 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis la mise en place de la station en 2004

4.1.2.2 Decize (Loire)

Depuis l'installation en 2009 de la station de comptage permanente à Decize, le comptage des anguilles montantes est possible mais pas exhaustif (Figure 50). En 2023, 11 individus d'anguilles jaunes ont été comptabilisés. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent en moyenne, depuis 2009, 21 individus +/- 25.

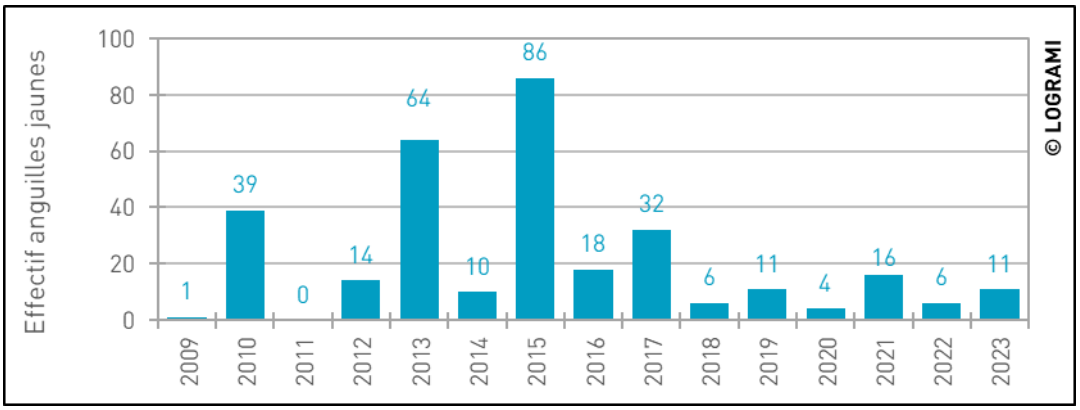


Figure 50 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (comptage non exhaustif)

4.1.2.3 Gueugnon (Arroux)

Aucune anguille jaune n'a été observée à Gueugnon sur l'Arroux en 2023. Comparativement aux deux premières années de suivi (moyenne interannuelle anguilles jaunes : 52 +/-3), le contingent d'anguilles jaunes observé sur l'Arroux depuis 2008 est faible. Bien que ponctuelle, leur présence à plus de 689 km de la mer confirme la capacité de dispersion de l'espèce sur l'ensemble du bassin de la Loire (Figure 51).

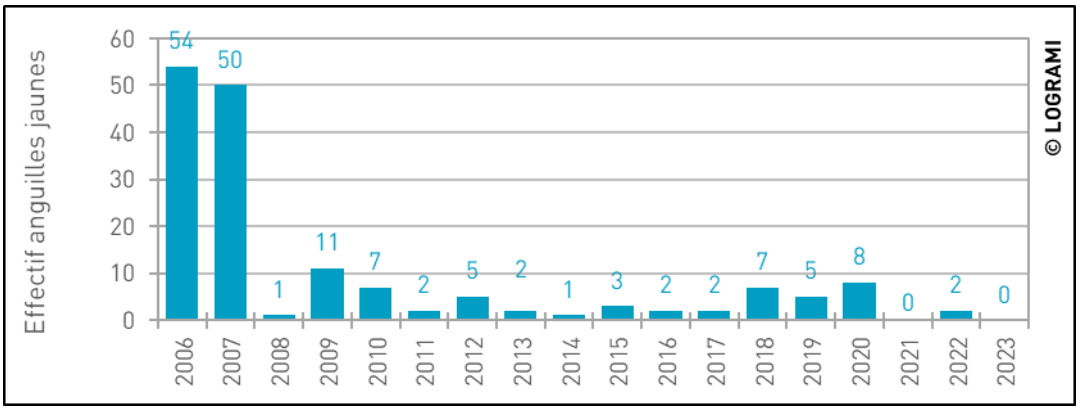


Figure 51 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis la mise en place de la station en 2006 (comptage non exhaustif)

4.1.2.4 Roanne (Loire)

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 2023, aucune anguille jaune n'a été observée à la station de comptage de Roanne (Figure 52). La moyenne d'anguilles jaunes depuis 2012 est de 8 +/- 10. **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 (736 km de la mer).**

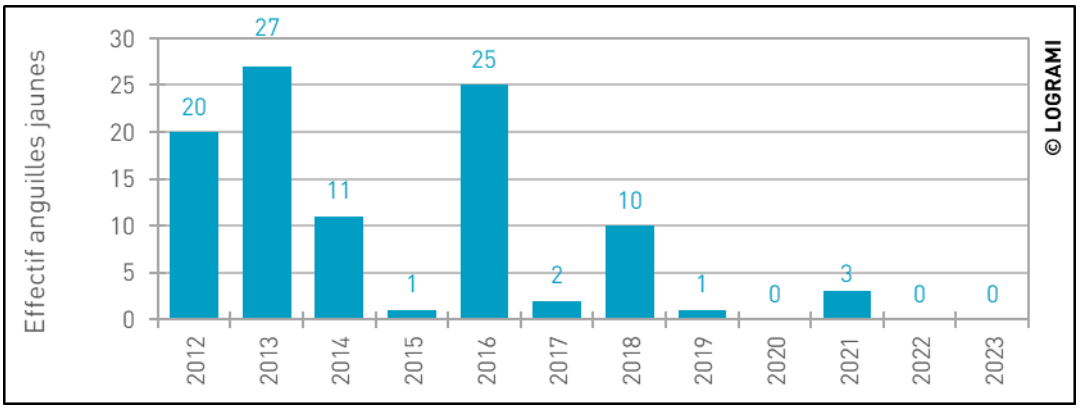


Figure 52 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis la mise en place de la station en 2012 (comptage non exhaustif)

4.1.2.5 Saint-Pourçain-sur-Sioule (Sioule)

De 2017 à 2022, seulement 5 anguilles jaunes ont été comptabilisés à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule (2 en 2020, 1 en 2019 et 2 en 2021). En 2023, 8 anguilles jaunes ont été dénombrées à cette station. Pour rappel, **le comptage à cette station n'est pas exhaustif** : seule la passe à bassins de l'usine est contrôlée. La passe en enrochements située en rive opposée est plus propice pour la migration des anguilles.

4.1.2.6 Jenzat (Sioule)

En 2023, 63 anguilles jaunes ont été comptées à Jenzat. Ce chiffre est proche de ceux de 2021 et 2022, années durant lesquelles 80 et 78 anguilles ont été observées (Figure 53). **La présence de ces individus 30 km**

en amont de Saint-Pourçain-sur-Sioule confirme la présence et la capacité de dispersion de l'espèce sur le bassin de la Sioule.

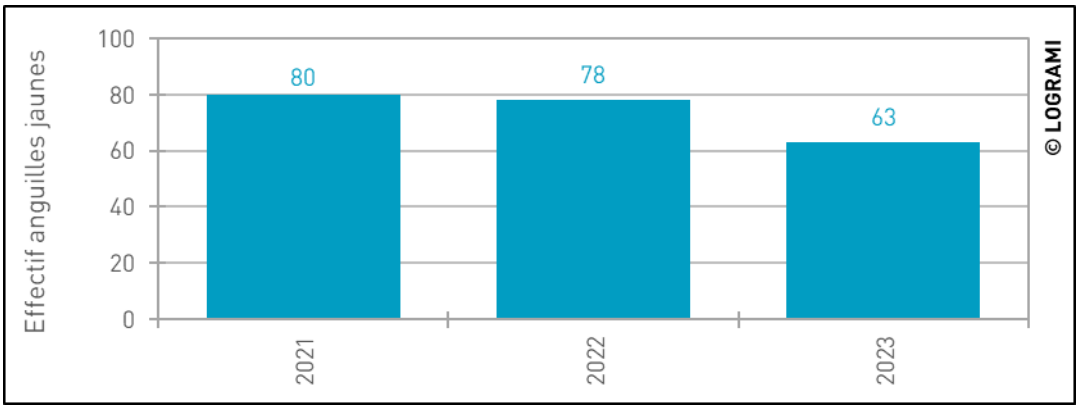


Figure 53 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Jenzat depuis la mise en place de la station en 2021

4.1.2.7 Vichy (Allier)

Au cours de l'année 2023, 10 anguilles jaunes ont été observées dans les passes à poissons de Vichy. Ces comptages ne sont pas exhaustifs puisqu'en rive gauche, les anguilles peuvent passer à travers les grilles du bypass situé en parallèle du couloir de comptage. La médiane interannuelle de 2009 à 2023 est de 22 individus alors qu'elle était de 343 de 1997 à 2008. Les effectifs des dernières années sont très loin du record observé en 1998 avec 1 372 anguilles dénombrées (Figure 54).

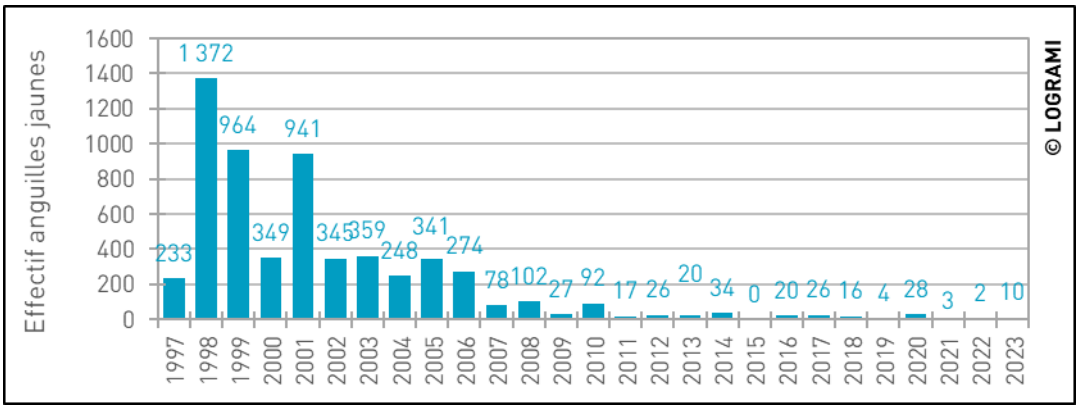


Figure 54 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis la mise en place de la station en 1997 (comptage non exhaustif)

4.1.2.8 Langeac (Allier)

En 2023, 3 anguilles jaunes ont été observées à la station de comptage de Langeac (Figure 55). Bien que peu nombreuses (moyenne de 3 +/- 5 anguilles jaunes), les anguilles sont présentes sur l'amont de l'Allier (851 km de la mer).

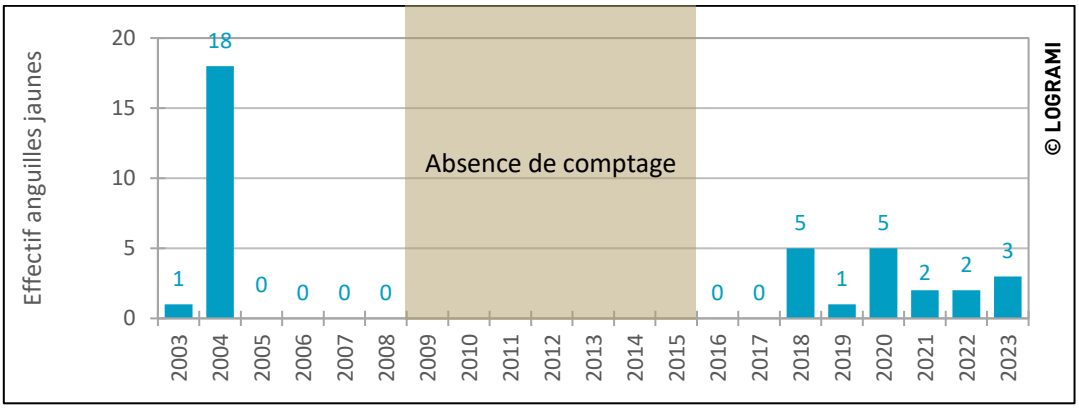


Figure 55 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis la mise en place de la station à l'automne 2003 (comptage non exhaustif)

4.1.2.9 Poutès (Allier)

La nouvelle passe à anguilles a été mise en fonctionnement pour la première fois en 2022. Conformément au règlement d'eau du barrage de Poutès, **la rampe ne sera en eau qu'entre les deux périodes de transparence prévues pour la migration des saumons.** Ainsi, en 2023, la passe était opérationnelle entre le 20 juin et le 23 septembre. Cette période correspond à la période de migration de l'anguille (98 % des anguilles comptées entre 1986 et 2018). Aucun suivi caméra ou piégeage n'a été réalisé. Il n'est donc pas possible de connaitre le nombre d'anguilles ayant franchi l'ouvrage. **Aucune anguille n'a par ailleurs été observée en 2023 dans l'ascenseur** (seul passage possible pour franchir l'obstacle en dehors des périodes de transparence)**.**

Avant 2019, 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 était de 25 anguilles jaunes +/- 39. Les effectifs comptabilisés à ce niveau de l'axe étaient variables. En effet, alors que 166 individus sont contrôlés en 1991, seulement 2 sont observés l'année suivante (Figure 56). Ces observations faites à environ 883 km de la mer 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.**

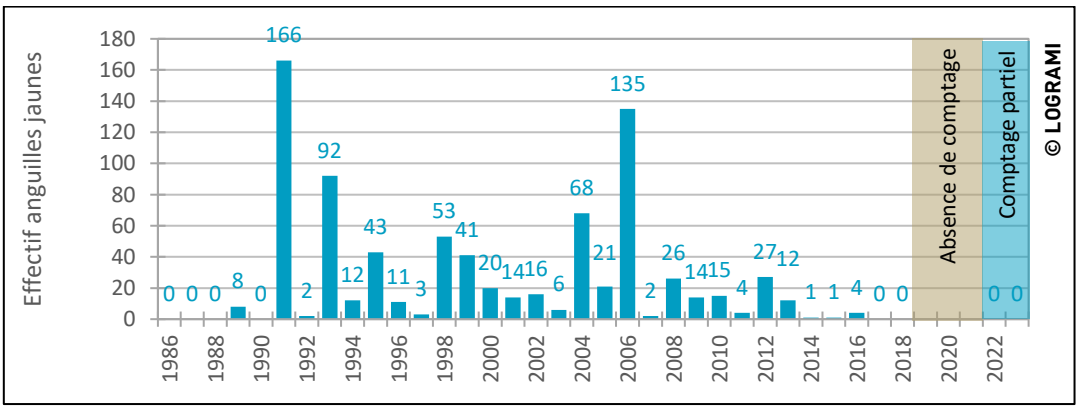


Figure 56 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier depuis la mise en place de la station en 1986 (comptage non exhaustif)

Les faibles effectifs constatés aux stations les plus éloignées de la mer sont en accord avec le front de colonisation actuel des anguillettes (anguilles de moins de 30 cm). Ce dernier est localisé en aval des stations de comptage sur l'axe Loire (à 313 km de l'océan) (Rougeaux et al., 2023).

4.1.3. Influence des transferts d'anguilles sur les effectifs de la Vienne

Dans le cadre du Plan de repeuplement de l'anguille, portée par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins des Pays de Loire (COREPEM Pays de Loire), plusieurs opérations de transfert de civelles ont eu lieu sur ou à proximité du bassin versant de la Vienne. Ces transferts pourraient logiquement participer à l'augmentation des effectifs observée à la station de comptage de Châtellerault (située à 25 km de la confluence avec la Creuse et 70 km de la confluence avec la Loire). Les suivis de contrôle à un an et à trois ans de ces transferts donnent des indications sur le taux de croissance des anguilles et permettent de croiser les données avec les effectifs aux stations de comptage.

Tableau 9 : Bilan des transferts de civelles réalisés sur ou à proximité du bassin de la Vienne (Source : d'après Le Peru, 2020, 2022a; Mazel et al., 2016)

Année	Rivière	Localisation	Quantité déversée (kg)	Equivalence en civelles
2013	Creuse	Confluence Vienne - Descartes	298	876 470
2019	Creuse	Confluence Vienne - Descartes	400	1 290 323
2019	Vienne	Confluence Creuse – Les Ormes	187	603 226
2021	Loire	Confluence Vienne	851	2 430 857

4.1.3.1 Influence des transferts d'anguilles sur la Creuse en 2013

Certaines anguilles transférées sur la Creuse en 2013 ont pu dévaler et remonter les années suivantes sur la Vienne. Elles ont donc pu être observées à la station de comptage de Châtellerault. Les analyses croisées des tailles des individus comptés à la station et celles issues des suivis d'efficacité de ce transfert donnent des indications.

Les suivis réalisés après les déversements, par le bureau d'étude fishpass (Le Peru, 2020, 2022a; Mazel et al., 2016), ont permis de retrouver des anguilles issues de ces transferts et d'estimer des croissances annuelles moyennes (Tableau 10).

Tableau 10 : Résultats des suivis réalisés 1 à plusieurs années après l'opération de transfert de civelle sur la Creuse en 2013 (Source : d'après Le Peru, 2020, 2022a; Mazel et al., 2016).

Rivière	Année du transfert	Année du suivi (nbre d'années après le transfert)	Nombre d'individus	Taille moyenne (mm)	Tailles min – max (mm)	Croissance moyenne (mm / an)	Source
Creuse	2013	2014 (1 an)	12	129	100 - 167	58	(Mazel et al., 2016)
Creuse	2013	2016 (3 ans)	16	223	178 - 361	51	(Mazel et al., 2016)

Creuse	2013	2020 (7 ans)	3	418	410 - 433	49,5	(Le Peru, 2020)
Creuse	2013	2022 (9 ans)	2	553	545 - 562	53,5	(Le Peru, 2022a)

A noter que que lors des suivis trois ans après le transfert, des anguillettes de deux ans ont été retrouvées. Ce résultat confirme l'existence d'un recrutement naturel des plus jeunes stades sur l'axe Creuse.

Afin d'avoir une idée globale de l'influence de ces déversements sur les comptages réalisés à la station de Châtellerault, nous avons analysé les tailles des anguilles comptés entre 2014 et 2016 à la station et les avons comparé au taux de croissance maximal obtenu lors du suivi à 1 an (croissance de 6 cm). A la station de comptage de Châtellerault, seulement 0,2 % des anguilles mesuraient moins de 17 cm en 2014 et 6 % moins de 23 cm en 2015. En 2016, 87 % des individus comptés à Châtellerault sont compris entre 17,8 et 36,1 cm (c'est-à-dire les tailles min et max retrouvées lors du suivi du transfert trois ans plus tard (Tableau 10), mais la taille moyenne des individus comptés à la station de Châtellerault est supèrieure de 5 cm à celle des anguilles issus du transfert (29 cm contre 22 cm). La majorité des anguilles transférées en 2013 auraient du être comptabilisées quatre ans plus tard, en 2017, année durant laquelle seulement 57 anguilles ont été dénombrés à la station.

Les transferts de civelles réalisés sur l'axe Creuse n'ont que très faiblement participé aux remontées de 2014, 2015 et 2017 sur la Vienne. Ils ont cependant pu participer aux remontées importantes constatées en 2016 (7 156 individus comptabilisés). Cela sous entend, qu'une partie d'entre elles aient dévalé la Creuse pour ensuite remonter l'axe Vienne et que seulement les anguilles au taux de croissance le plus important ont migrés.

4.1.3.2 Influence des transferts d'anguilles sur la Vienne et la Creuse en 2019

Les suivis réalisés 1 à 3 ans après les transferts de civelles de 2019, par le bureau d'étude fishpass (Le Peru, 2020, 2022a), ont permis de retrouver des anguilles issues de ces transferts (Tableau 11).

Tableau 11 : Résultats des suivis réalisés entre un et trois ans après l'opérations de transfert de civelle sur la Creuse en 2019 (Source : d'après Le Peru, 2020, 2022a)

Rivière	Année du transfert	Année du suivi (nbre d'années après le transfert)	Taille moyenne (mm)	Nombre d'individus	Tailles min – max (mm)	Croissance moyenne (mm / an)	Source
Creuse	2019	2020 (1 an)	133	50	103 - 174	64	(Le Peru, 2020)
Creuse	2019	2022 (3 ans)	227	24	183 - 304	53	(Le Peru, 2022a)

A noter que des anguilles non marquées à l'alizarine et donc non issues de ces transferts ont été retrouvées lors de ces suivis (100 % des anguilles déversées en 2019 ont été marquées à l'alizarine). 4 % des 0+, 11 % des 1 an et 50 % des 3 ans parmi les anguilles échantillonnées ne possédaient pas de marquage (Le Peru,

2020, 2022a). Des anguilles de deux ans ont aussi été retrouvées en faible nombre en 2022. Comme en 2013, ces résultats attestent donc de la présence d'un recutement « naturel » dès les plus jeunes âges sur le bassin de la Vienne.

A la station de comptage de Châtellerault, après comparaison entre les tailles observées à la station à celles mesurées dans le cadre de ces suivis post-transfert, il n'y aurait que 2 % des anguilles qui pourraient correspondre en 2020 aux tailles observées 1 an après le transfert et 26 % en 2021 (en considérant un taux de croissance de 6 cm par an). **Les transferts de civelles sur le bassin de la Vienne en 2019, ont donc faiblement contribué aux effectifs records observés à Châtellerault en 2020 et 2021** (respectivement 10 692 et 17 497 anguilles comptabilisées). Ils ont pu par contre contribuer plus activement aux effectifs de 2023, quatre ans après les déversements (8 186 anguilles comptabilisées).

4.1.3.3 Influence des transferts d'anguilles sur la Loire en 2021

Les anguilles transférées sur la Loire, à proximité de la confluence avec la Vienne, en 2021, pourraient aussi avoir une influence sur les effectifs de la station de comptage de Châtellerault. Ces transferts pourront potentiellement avoir un impact positif notable sur les remontées 2024 et 2025. En 2022, 11 anguilles issues de ce transfert ont été retrouvées sur la Vienne à plus de 50 km du point de déversement et à une quinzaine de kilomètres de la station de comptage. Elles présentaient un taux de croissance moyen de 32 mm sur un an (entre 15 et 76 mm). Cette observation confirme la colonisation des anguilles déversées vers l'amont des bassins versants, dès la première année qui suit l'opération (Le Peru, 2022b).

La croissance étant très variables d'un individu à l'autre, il est difficile de conclure sur l'influence direct des transferts d'anguille sur les effectifs à la station de comptage de Châtellerault. Il est indéniable que ces déversements participent au recrutement à ce niveau de l'axe, ils n'expliquent cependant pas à eux seuls les records d'anguilles constatés ces dernières années. Par ailleurs, le transfert augmente la densité, forçant les anguilles à prospecter de nouveaux habitats et à coloniser les cours d'eau du bassin de la Vienne. Indirectement, il participe donc à la colonisation des anguilles présentent naturellement à ce niveau de l'axe.

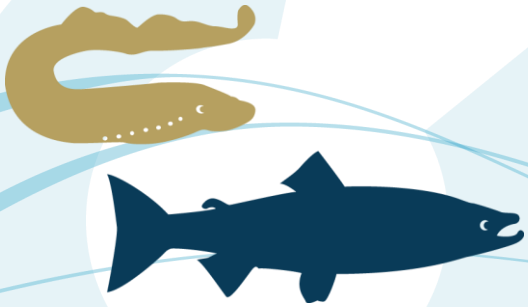
Les suivis réalisés par le bureau d'étude fishpass montre une dispersion et colonisation importante des anguilles transférées. Des anguilles de petites tailles auraient donc dû être retrouvées en nombre dans la passe à poissons de Châtellerault dès la première année suivant les opérations de transfert. Leur absence interroge sur l'efficacité du dispositif de franchissement. Les vitesses et la dissipation d'énergie des écoulements de la passe à bassins ne sont pas ou peu adaptées à ces individus de petites tailles. Une surdensité d'anguillettes, les années suivant les transferts, au pied du barrage de Châtellerault semble très probable. Ces anguillettes sont alors soumises à une concurrence pour les habitats et à une prédation accentuée du fait de la présence de l'ouvrage.

4.1.4. Périodes de migration

Les périodes de migration de l'anguille jaune ne peuvent être décrites qu'aux stations ayant eu un nombre conséquent de passages. Ainsi, l'amplitude et la dynamique migratoire ne sont présentées que pour les stations de Châtellerault, Jenzat, Vichy et Poutès. Seuls les passages journaliers des stations de Châtellerault et de Jenzat sont décrits.

4.1.4.1 Amplitude de migration

Depuis le début des suivis aux stations de comptage, **l'amplitude totale de migration des anguilles est plus importante sur la Vienne à Châtellerault (150 +/- 43 jours) que sur la Sioule à Jenzat (131 +/- 30 jours) ou l'Allier à Vichy (91 +/- 38 jours) ou à Poutès (42 +/- 25 jours)** (Figure 57). **Des passages isolés d'anguilles peuvent ainsi avoir lieu toute l'année sur la Vienne, tandis que les passages sont plus concentrés sur les trois autres stations.**



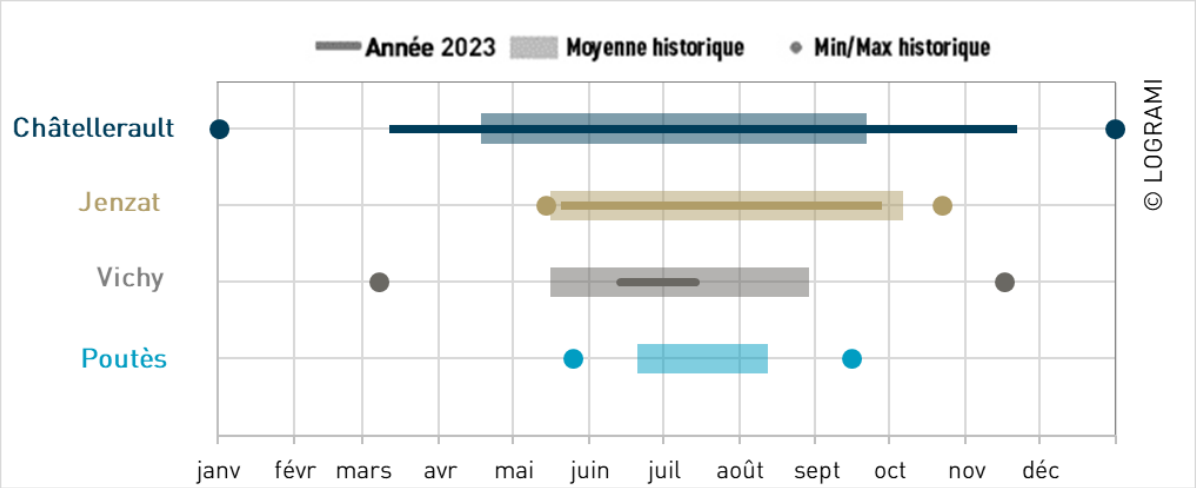


Figure 57 : Comparaison des amplitudes totales de migration des anguilles jaunes aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire comptabilisant suffisamment d'individus, en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis

La comparaison interannuelle de l'amplitude peut être faite en retirant les passages isolés précoces et tardifs (90 % de la migration). Ainsi, à Châtellerault, l'amplitude de migration est proche de celle des années précédentes puisque 90 % des anguilles sont passées en 49 jours en 2023 contre 52 +/- 19 jours en moyenne de 2007 à 2022 (du 16 mai au 6 juillet). Sur la Sioule à Jenzat, la période de migration est proche de celle des deux années précédentes, 90 % des individus sont en effet passés en 75 jours contre 79 +/-8 jours de 2021 à 2022 (du 26 mai au 12 août). Sur l'Allier, 90 % des individus passent en moyenne en 61 +/- 25 jours à Vichy (du 7 juin au 6 août) et 46 +/- 19 jours à Poutès (du 2 juillet au 16 août).

4.1.4.2 Dynamique migratoire

La dynamique migratoire des anguilles jaunes varie d'une station de comptage à l'autre. Ainsi, les anguilles migrent plus tôt dans la saison sur la Vienne que sur l'Allier. En moyenne, la moitié de la migration à Châtellerault a lieu dès le 5 juin (+/- 17 jours) tandis que 50 % de la migration a lieu au 24 juin à Jenzat (+/- 16 jours), au 30 juin (+/- 14 jours) à Vichy et au 18 juillet (+/- 9 jours) à Poutès. **La date de migration est plus tardive pour les stations les plus éloignées de la mer.** Ce résultat est en partie lié aux conditions thermiques : les températures favorables à la migration étant atteintes plus tardivement sur les parties amont du bassin.

En 2023, la période de migration des anguilles sur la Vienne à Châtellerault est plus tardive que celle des années précédentes : 50 % des passages ont été effectués avant le 24 juin (soit 19 jours plus tard que la moyenne interannuelle). La fin de migration est très concentrée, plus de 45 % des individus sont en effet passés en 5 jours. A Jenzat, la migration de 2023 est aussi plus tardive que celle des deux années précédentes, la moitié des individus ayant franchi l'ouvrage au 1er juillet, soit 7 jours plus tard que la moyenne 2021-2022 (Figure 58).

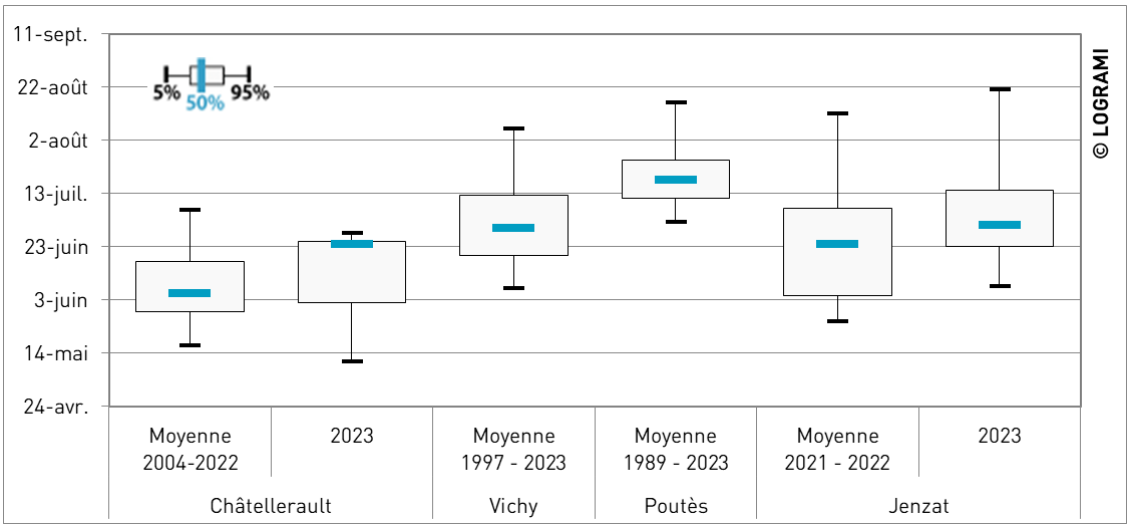


Figure 58 : Comparaison de la période de migration des anguilles aux stations du bassin de la Loire comptabilisant suffisamment d'individus (effectif annuel >20), depuis le début des suivis

L'analyse du rythme de migration de l'année 2023 à Châtellerault montre que les trois premiers quarts de la montaison sont plus tardifs que les moyennes des années antérieures, tandis que le dernier quart est plus précoce (Figure 59).

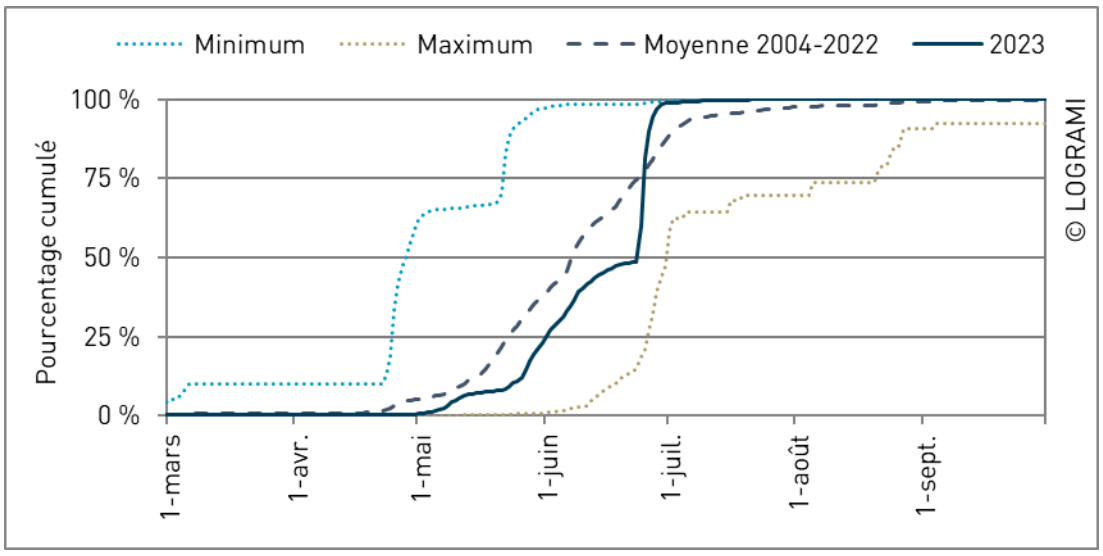


Figure 59 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtellerault en 2023 par rapport aux années antérieures

4.1.4.3 Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtellerault en 2023, la première anguille a été comptée le 13 mars, la dernière le 22 novembre. Les passages journaliers sont continus du 27 avril au 15 juillet. Ils ne dépassent les cent individus qu'à partir du 27 mai. Deux périodes de migrations se distinguent. La première s'étale du 22 mai au 19 juin, avec 40 % des franchissements. La seconde est concentrée du 24 juin au 29 juin, avec le passage de 4 067 anguilles en 6 jours (soit 50 % de l'effectif annuel). Cette forte activité fait suite à l'augmentation du débit de la Vienne. Un pic de passage est constaté le 25 juin avec 1 747 anguilles observées (soit 21 % de l'effectif annuel). Après le 15 juillet, les passages sont très rares seulement 24 anguilles seront comptabilisées (Figure 60). Les passages ont eu lieu pour des températures de l'eau comprises entre 11,5 °C et 26,3 °C et dans une gamme de débit allant de 13 à 616 m3/s.

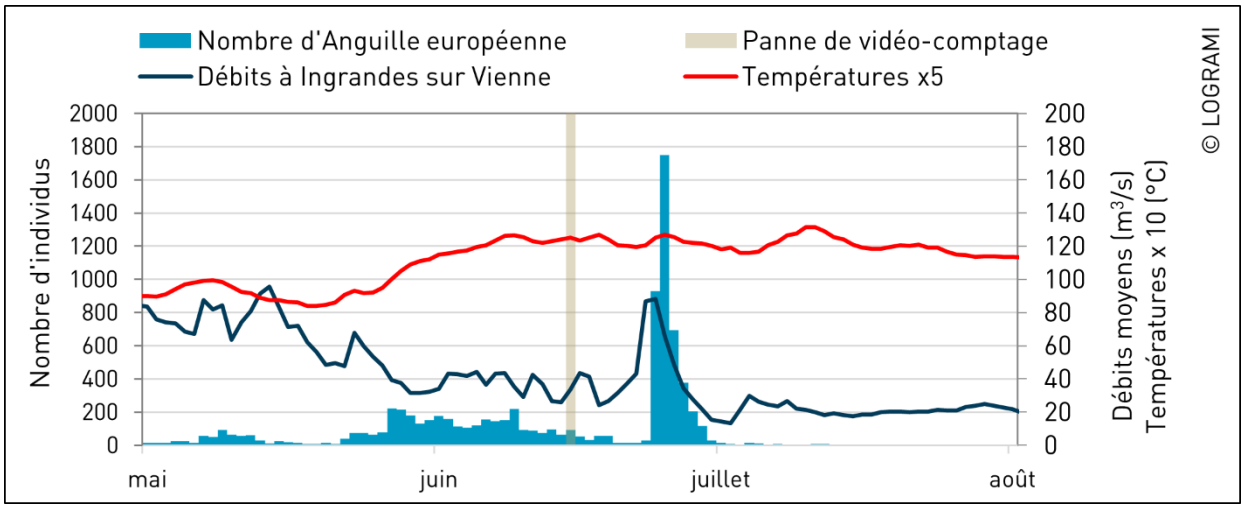


Figure 60 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2023 (n=8 186) (Source hydro : SCHAPI)

Sur la Sioule à Jenzat en 2023, les comptages d'anguilles jaunes ont eu lieu entre le 3 juin et le 26 septembre (Figure 61). Les passages ont eu lieu pour des températures de l'eau comprises entre 15,7 °C et 26,5 °C et dans une gamme de débit allant de 3 à 22 m³/s (module =19,6 m³/s à Ebreuil). L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager une période de plus forte activité migratoire entre le 21 juin et le 17 juillet (39 individus soit 62 % de l'effectif). Ces passages font suite à une augmentation des débits de la Sioule et sont accompagnés d'une augmentation des températures. Le pic de migration journalier est constaté le 27 juin avec 5 anguilles jaunes comptées. 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.

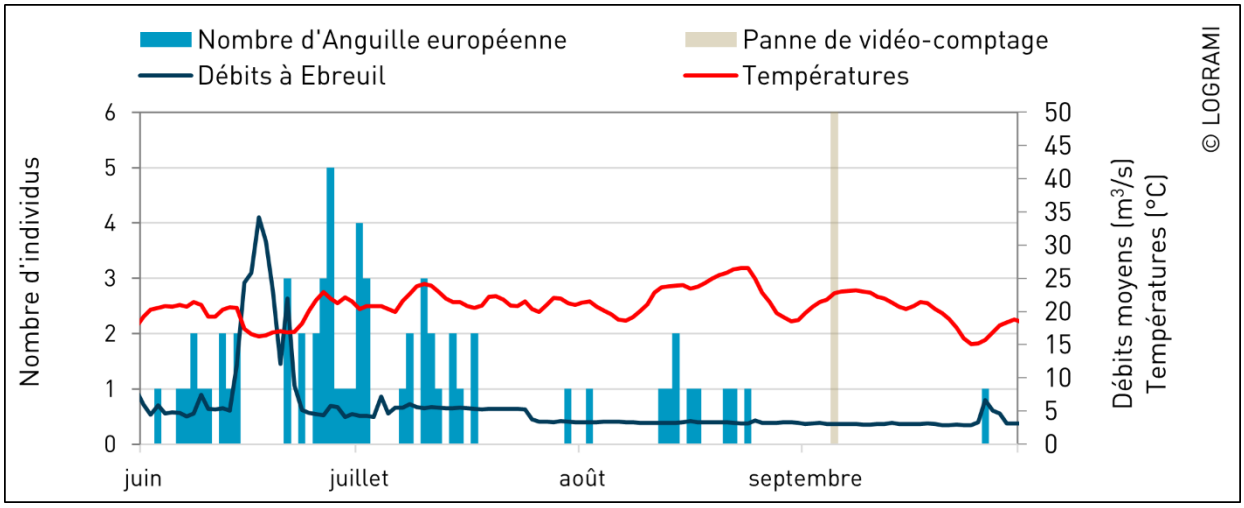


Figure 61 : Passages journaliers d'anguilles à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2023 (n=63) (Source hydro : SCHAPI)

4.1.4.4 Rythme horaire de migration

Toutes stations confondues, la migration des anguilles jaunes est majoritairement diurne : 60 % des passages ont eu lieu entre 5h et 20h UTC (Temps Universel Coordonné)**.** 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 3 h UTC, période durant laquelle 7 % des anguilles ont franchi l'ouvrage.

En 2023, le nombre de passages diurnes est supérieur : 73 % des passages ont lieu entre 5h et 20h. La dynamique migratoire est globalement similaire à celles des autres années, avec une augmentation des passages dans la journée et en fin de nuit. Le pic horaire est constaté entre 17h et 18h avec 7 % des passages (Figure 62).

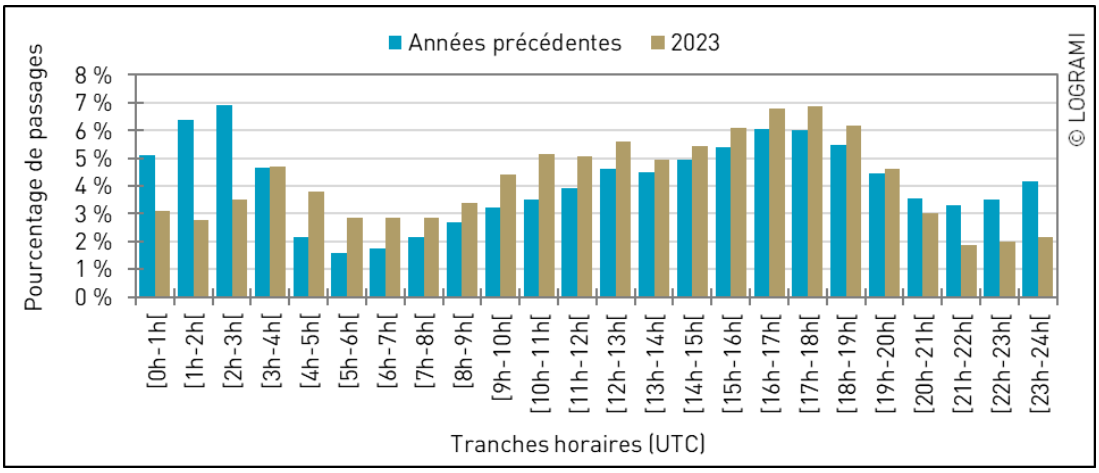


Figure 62 : Passages horaires des anguilles jaunes sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la loire en effectif cumulé depuis le début des suivis (n=74 227) et en 2023 (n=8 281)

4.1.5. Structure démographique

Les anguilles européennes observées aux stations de comptage sont mesurées individuellement. 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 (Figure 63).

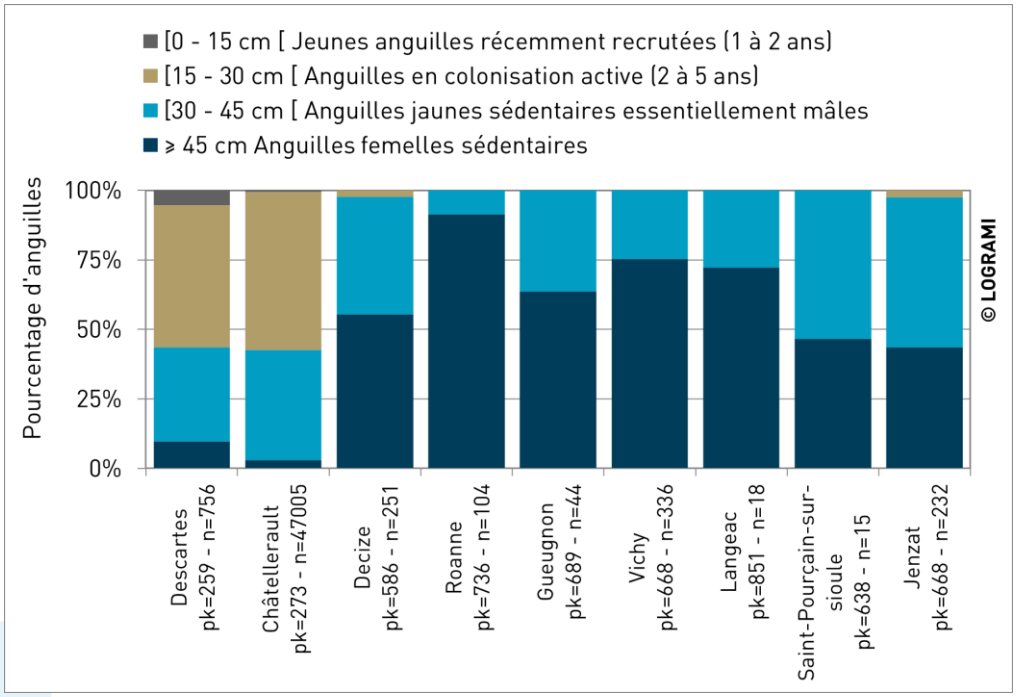


Figure 63 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées aux différentes stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis. Bien que les comptages à Descartes soient arrêtés depuis 2021, les résultats sur la période 2007-2021 sont présentés

La taille des anguilles est logiquement dépendante de la distance à la mer des stations de comptage. Ainsi les plus petits individus sont observés sur le bassin de la Vienne. 57 % des anguilles comptées à Châtellerault et Descartes mesurent moins de 30 cm et sont donc des anguilles en colonisation active âgées de 2 à 5 ans (Laffaille et al., 2003). Aux autres stations du bassin, la quasi-totalité des anguilles mesurent plus de 30 cm et sont donc des anguilles plus âgées. Ce résultat pourrait en partie être biaisé par la non-exhaustivité des comptages sur certaines stations. En effet, les plus petits individus pourraient passer au travers des grilles du débit d'attrait complémentaire de Vichy (rive gauche) ou de Decize et ainsi ne pas être comptabilisés. Bien que non quantifiable, la part des anguilles empruntant ces voies de passages est probablement peu élevée. **Les proportions d'anguilles supérieures à 45 cm, correspondant aux anguilles femelles, sont largement majoritaires aux stations de Vichy et Langeac sur l'Allier et Roanne sur la Loire, situées à plus de 600 km de la mer.**

Les données de taille de la **station de comptage de Poutès** sont beaucoup moins précises. Les mesures sont en effet estimées par classes de 5 cm à partir d'un quadrillage de 20 par 20 cm plaqué dans le fond de la cuve de l'ascenseur. Ces données donnent, toutefois, un ordre d'idée des tailles d'anguilles ayant franchi l'ouvrage (Figure 64). Entre 2006 et 2013, 226 anguilles ont été mesurées (soit 94 % des individus observés). La majorité de ces anguilles a une taille estimée de 40 cm (58 %) et la totalité est supérieure à 30 cm, **correspondant donc à des anguilles sédentarisées**. Au début des années 90, des anguillettes étaient pourtant observées dans la passe à poissons (Bach J.M., Com pers.).

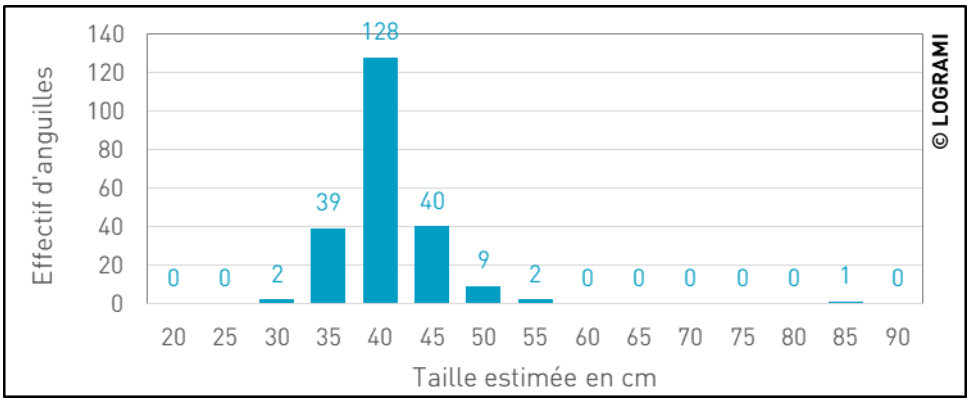


Figure 64 : Répartition des tailles estimées (en cm) des anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier entre 2006 et 2013 (n=226)

A Châtellerault sur la Vienne, la variation interannuelle des classes de taille est marquante. Au fil des années, la proportion d'anguilles inférieures à 30 cm, correspondant aux anguilles en phase de croissance (2 à 5 étés continentaux suivant les individus), est de plus en plus importante. En moyenne de 2004 à 2018, cette classe de taille comprend 36 % (+/- 14) de l'effectif annuel contre 77 % (+/- 4) de 2019 à 2023. Seules les proportions de l'année 2017 ne suivent pas cette tendance, mais les très faibles débits printaniers ont entrainé une migration extrêmement réduite (seulement 53 individus ont été comptés à la station). En 2023, la classe de tailles [15- 30 cm[comprend la majorité de l'effectif, avec 77 % des anguilles mesurées (Figure 65).

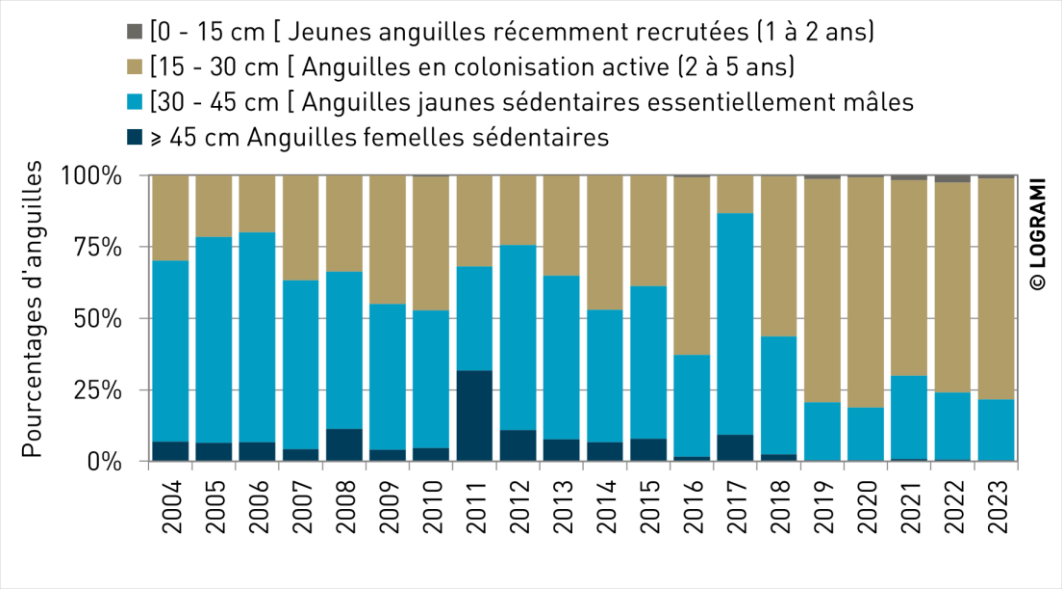


Figure 65 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (n=46 856)

Ce constat est confirmé par une diminution de la taille médiane de l'effectif mesuré. Les tailles médianes des quatre dernières années sont en effet les plus faibles depuis le début du suivi en 2004 (moyenne des médianes annuelles de 32 cm +/- 2 de 2004 à 2017 et de 26 cm +/- 1 de 2019 à 2023).

Ces résultats sont encourageants et peuvent s'expliquer par un bon recrutement les années antérieures sur la Loire

4.1.6. Front de colonisation

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 anadrome 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 donnent des premières indications sur la présence d'anguilles jaunes et d'anguilles en dévalaison. Il est intéressant de noter que l'anguille est régulièrement observée au niveau de Poutès sur l'Allier, station de comptage la plus apicale du bassin versant située à 883 km de la mer. Sur les autres cours d'eau, des anguilles en montaison ont été comptabilisées aux stations de Châtellerault sur la Vienne, de Decize sur la Loire, de Gueugnon sur l'Arroux et de Jenzat sur la Sioule. D'autres indicateurs plus globaux et basés sur les réseaux d'échantillonnage comme le Réseau de Suivi 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 66).

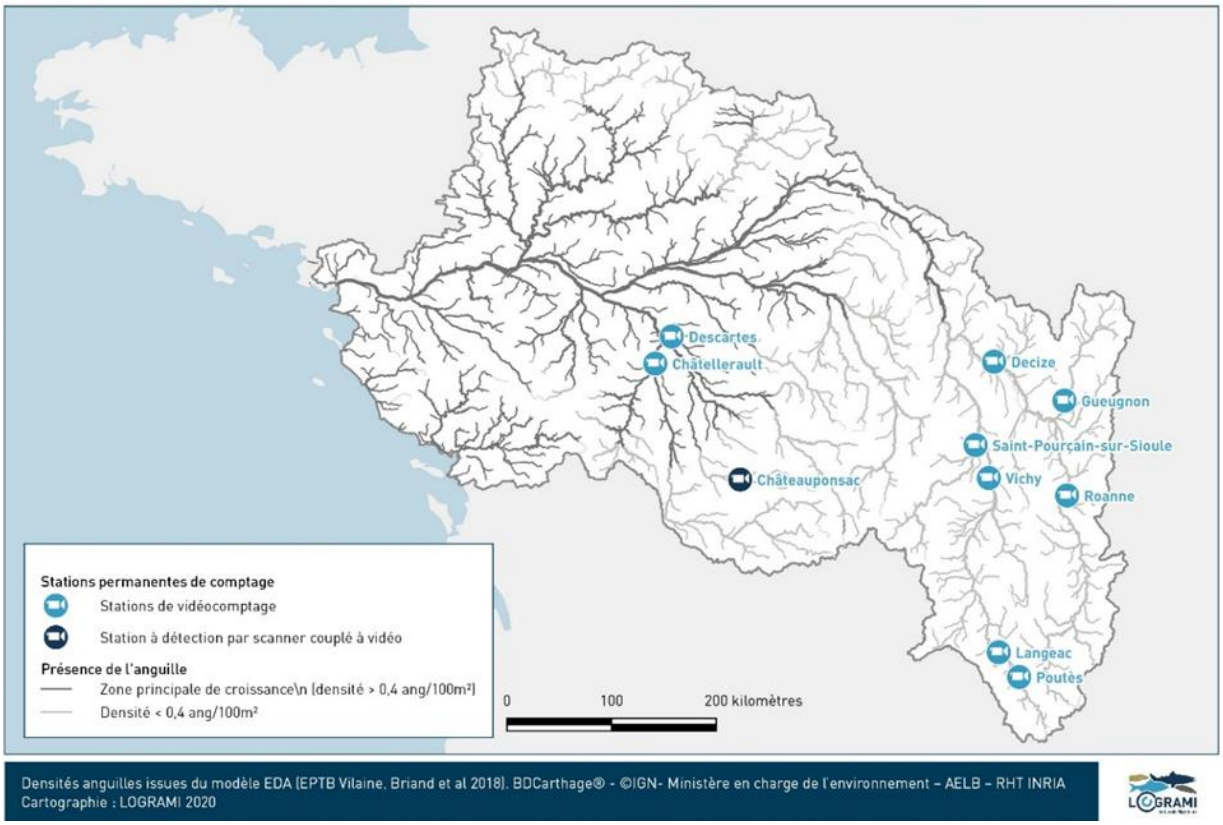


Figure 66 : Densités d'anguilles européennes sur les cours d'eau du bassin de la Loire (basées sur l'année 2015) d'après les données du modèle EDA (d'après Briand et al., 2018)

Le Réseau de Suivi Anguille (RSA) Loire s'attache à l'étude de l'évolution du front de colonisation de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) et des abondances dans le bassin de la Loire. Il est réalisé tous les trois ans depuis 2010. La campagne 2022 constitue la cinquième campagne du RSA Loire (campagne la plus récente). Basée sur les travaux de Lasne et Laffaille (Lasne & Laffaille, 2008), l'analyse de la distribution des jeunes anguilles (≤ 300 mm de longueur) au sein du bassin permet de calculer un indice standardisé de recrutement et de colonisation des bassins versants à partir d'un échantillonnage ponctuel par pêche électrique. En 2022, 119 stations de pêche ont été échantillonnées sur la Loire aval ainsi que sur ses principaux affluents par LOGRAMI et les fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique partenaires. Le front de colonisation est défini comme la distance maximale depuis la mer où la probabilité de trouver une anguille est de 50% (D 0,5). En 2022, le front de colonisation des anguilles de taille inférieure à 300 mm (âgée de ~6 mois à 6 ans) atteignait 313 km sur l'axe Loire (en aval de Blois au niveau de la commune de Villelouet). Il a régressé de 19 km par rapport à 2019. Néanmoins, il demeure plus avancé qu'en 2013 et 2016. Sur les affluents de la Loire, le front s'est relativement maintenu depuis 2019. Les fluctuations sur les sous-bassins s'échelonnent entre ± 0 et 19 Km de la valeur de 2019 (Rougeaux et al., 2023).

4.2. L'anguille argentée

4.2.1. Influence de l'hydrologie

La migration vers la mer de l'Anguille européenne a généralement lieu en automne entre août et décembre (Acou et al., 2008). Cette migration peut se prolonger jusqu'au mois de mars si les conditions hydrologiques automnales sont défavorables. La fin d'année 2023 est caractérisée par un automne pluvieux sur l'ensemble du bassin de la Loire hormis sur le bassin de l'Allier, de la Dore et de la Loire moyenne. Comparativement aux années précédentes sur différents sites de référence, les indices hydrologiques de 2023 sont en moyenne 1,5 fois supérieurs (cf. 2.1.1.5 Conditions hydrologiques durant la période automnale 2023).

La dévalaison est stimulée par l'augmentation des débits. De manière à caractériser l'année 2023 par rapport aux précédentes, les « coups d'eau » ont été définis par une augmentation d'un tiers du module par rapport à la moyenne des cinq jours précédents. Ainsi, sur les périodes de janvier à mars, et août à décembre, le nombre de coups d'eau est variable suivant les secteurs en 2023 (16 sur la Creuse, 14 sur la Sioule, 12 sur l'Arroux, 10 sur la Vienne, 9 sur la Loire à Villerest et 6 sur l'Allier à Saint-Yorre et sur la Loire à Nevers). Sur la Vienne, la Creuse, la Sioule et l'Arroux, le nombre de coups d'eau est supérieur aux moyennes des années antérieures. Habituellement, il est plus important à Villerest qu'aux autres stations du fait de l'artificialisation des débits liée au barrage situé juste en amont (Figure 67).

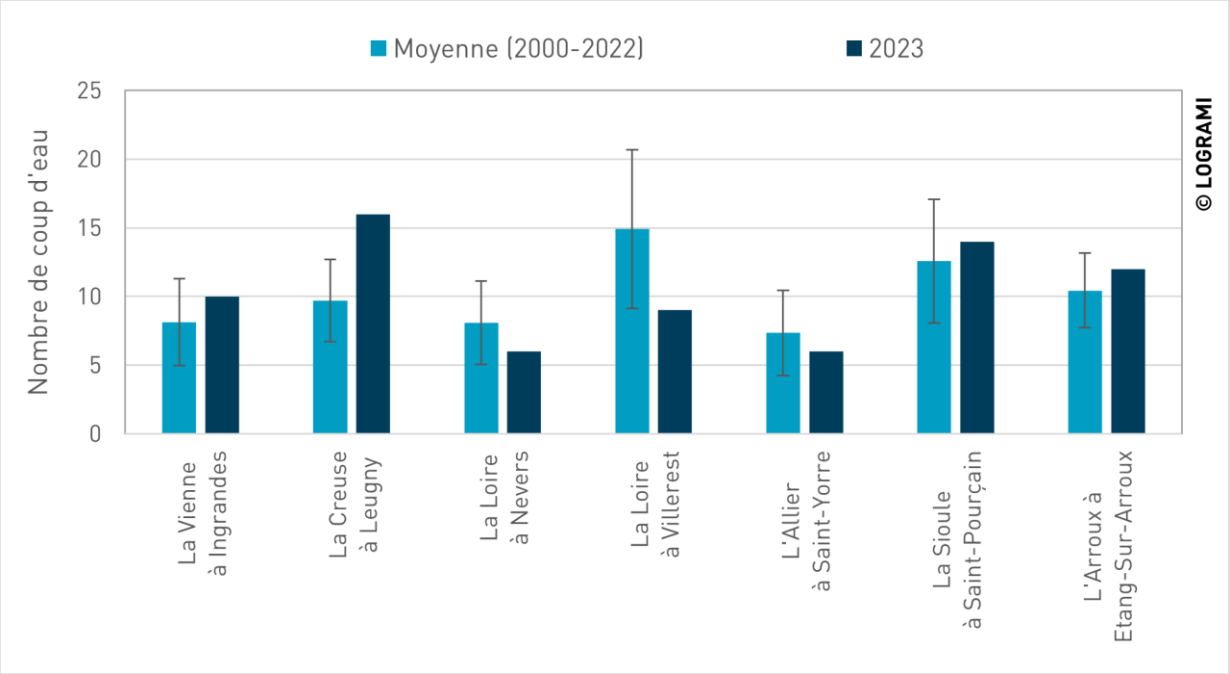


Figure 67 : Comparaison du nombre de coups d'eau en 2023 par rapport aux années antèrieures durant la période de dévalaison des anguilles argentées (de janvier à mars et d'août à décembre)

Les débits rencontrés en 2023 sur l'ensemble du bassin de la Loire et plus particulièrement sur le bassin de la Vienne ont donc été favorables à la dévalaison des anguilles argentées.

4.2.2. Effectifs aux stations de comptage

Les comptages d'anguilles dévalantes ne doivent pas être considérés comme exhaustifs. Seuls les individus qui empruntent les passes à poissons de montaison sont contrôlés, ceux qui passent directement par-dessus les ouvrages ou par les chambres des turbines 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 les années. Les comptages présentés doivent donc être simplement considérés comme informatifs de la colonisation des axes et de leur capacité à produire de futurs géniteurs.

En 2023, 117 anguilles argentées ont été observées aux stations de comptage (53 à Roanne, 50 à Saint-Pourçain-Sur-Sioule, 10 à Châtellerault, 1 à Gueugnon, 1 à Vichy, 1 à Decize et 1 à Langeac). **Les effectifs de Châtellerault, Roanne et Saint-Pourçain-sur-Sioule sont supérieures à la moyenne des années précédentes**. Aucune anguille argentée n'a été observée à la station de Jenzat (Figure 68). Les anguilles argentées franchissant les barrages hydroélectriques de Châtellerault et de Decize sont susceptibles de franchir directement par les chambres des turbines. Les espaces interbarreaux des grilles de protection de ces usines étant respectivement de 10 et 8 cm (soit un écart bien supérieur à celui garantissant la protection des poissons et qui doit être inférieur à 2 cm). Cette voie de passage est d'autant plus attractive les années aux faibles conditions hydrologiques (si les turbines ont suffisamment de débits pour continuer à fonctionner).

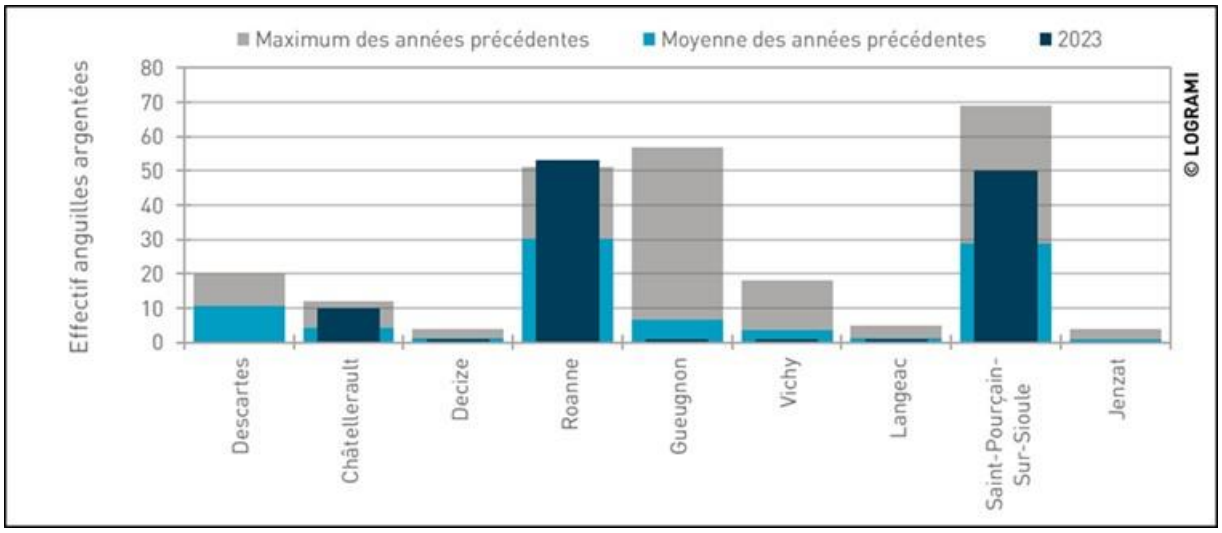


Figure 68 : Effectifs d'anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire. Bien que les comptages à Descartes soient arrêtés depuis 2021, les résultats sur la période 2007-2021 sont présentés

4.2.3. Période de migration

Le nombre d'anguilles argentées observé étant très faible, la période de migration ne peut être décrite qu'en cumulant les effectifs de chaque station par mois. Les variations interannuelles ne peuvent donc pas être appréhendées.

L'amplitude de migration est importante : **les anguilles argentées peuvent dévaler durant toute l'année. Des pics d'activité sont cependant marqués à des périodes variant suivant les stations de** comptage (Figure 69). Ces observations semblent fortement liées aux capacités qu'ont les anguilles à dévaler au droit de l'ouvrage. Ainsi, il est nécessaire de prendre des précautions sur les interprétations puisque les surverses et à l'inverse les retards à la dévalaison dans les retenues peuvent varier d'un axe à l'autre.

Les stations du bassin de la Vienne ont le même profil : la majorité des passages a lieu entre octobre et février (76 % à Descartes sur la Creuse (n=122) et 82 % à Châtellerault sur la Vienne (n=72)). Le reste de l'année, la migration est très faible et peu marquée durant le printemps. Aux stations du bassin de l'Allier et de l'Arroux, la majorité de l'activité observée a lieu durant le printemps et/ou en été (67 % d'avril à juillet à Saint-Pourçain-sur-Sioule (n=153), 66 % de juin à septembre à Vichy (n=44) et 63 % de mai à juillet à Gueugnon (n=70)). Enfin à Roanne, la migration est intense durant tout le second semestre de l'année (71 % de juillet à décembre (n=263)).

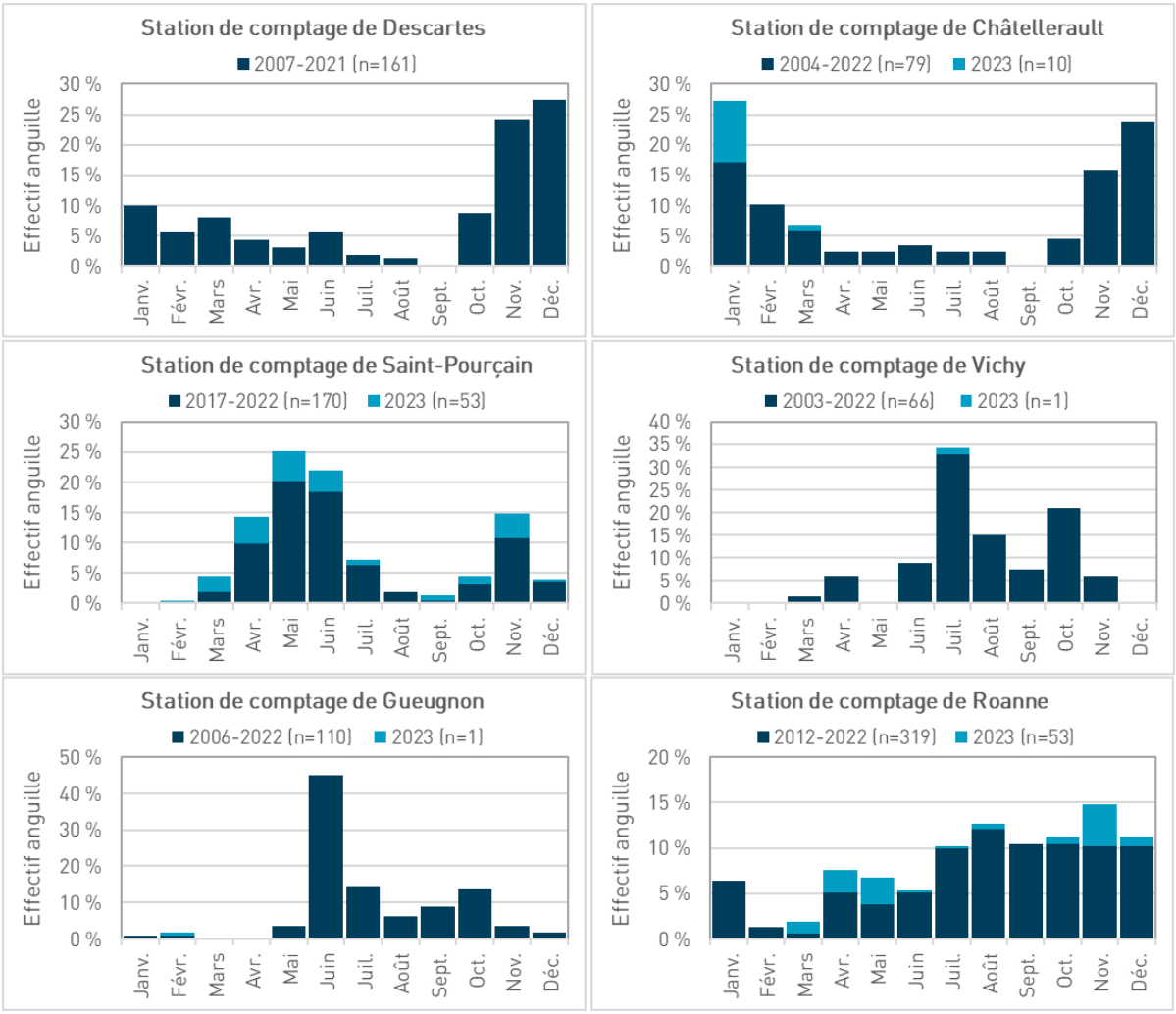


Figure 69 : Périodes de migration des anguilles argentées observées aux stations de comptage du bassin de la Loire (n >20 individus) (Sources : LOGRAMI)

Les comptages n'étant pas exhaustifs, les périodes décrites ci-dessus ne sont pas forcément applicables à l'ensemble de la population. En effet, les observations d'anguilles argentées dans les pertuis de comptages sont dépendantes de la configuration et du fonctionnement des ouvrages ainsi que des débits de la rivière. L'échappement par d'autres voies de passages est donc variable d'une station à l'autre notamment lors des périodes de hautes eaux. Les périodes de migration des stations de Roanne sur la Loire et de Châtellerault et Descartes dans le bassin de la Vienne sont cependant en accord avec les données d'autres bassins français (Acou et al., 2008). En effet, la migration vers la mer de l'Anguille européenne a généralement lieu en automne entre août et décembre. Dans les systèmes non obstrués, les pics de migration vers la mer peuvent commencer en juillet et se poursuivre jusqu'au printemps, si les conditions climatiques pour la migration sont favorables (Acou et al., 2008).

L'analyse des conditions hydrologiques durant les passages d'anguilles argentées permet de préciser si les périodes de dévalaisons par la passe à poissons sont représentatives de celles de l'ensemble de la population dévalaison. Pour simplifier la comparaison des conditions entre stations, le rapport débit journalier lors du passage sur le module à la station hydrologique la plus proche a été calculé (Figure 70). Ainsi, seuls les passages à la station de comptage de Châtellerault ont eu lieu majoritairement lors des périodes de hautes eaux (plus de 75 % des passages pour un débit supérieure au module). Ceci peut s'expliquer par la proximité de la passe à poissons avec l'usine hydroélectrique et le fort attrait de cette dernière par rapport aux autres voies de passages (100 m^3/s turbiné au maximum soit 91 % du module).

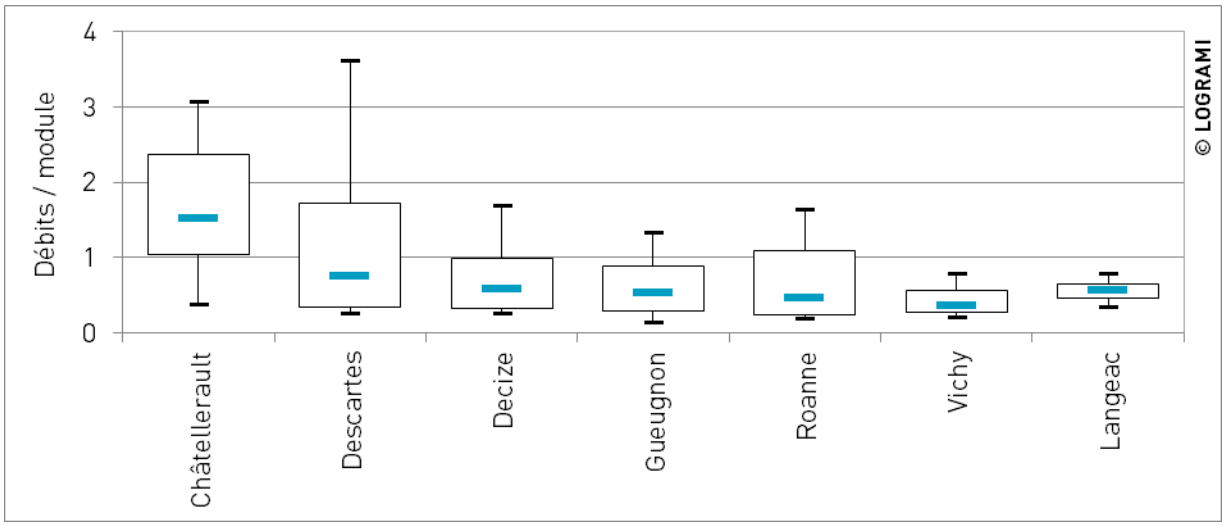


Figure 70 : Comparaison des conditions hydrologiques lors des passages d'anguilles argentées aux différentes stations du bassin de la Loire

La dévalaison étant stimulée par l'augmentation des débits, les passages d'anguilles argentées aux stations de comptage peuvent être croisés avec les « coups d'eau ». Ces derniers sont définis par une augmentation d'un tiers du module par rapport à la moyenne des cinq jours précédents. Là encore, seuls les passages à la station de Châtellerault sont corrélés à la présence de coup d'eau : 76 % des anguilles dévalant par la passe à poissons ont été comptées dans les trois jours suivant l'augmentation du débit (Figure 71).

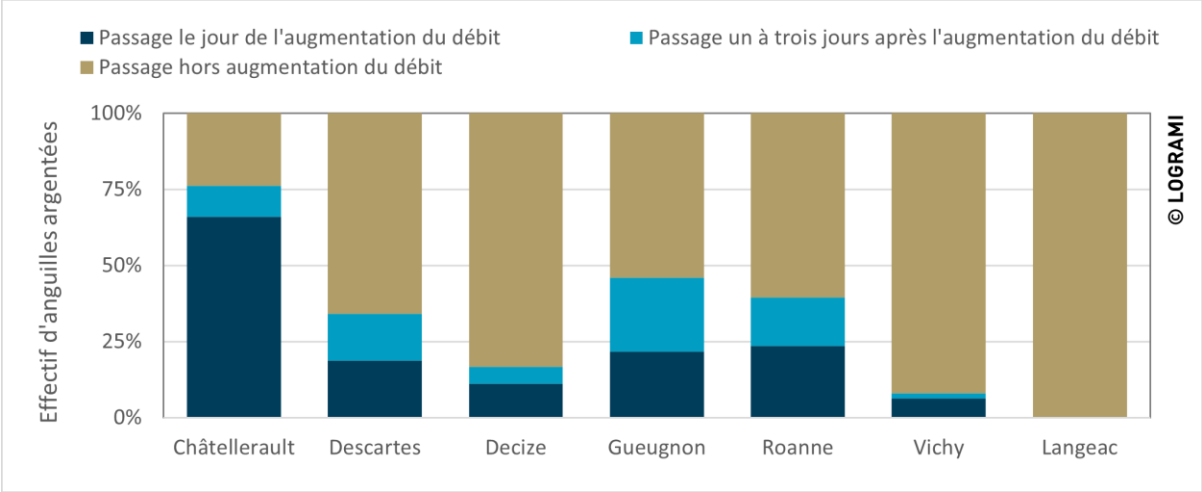


Figure 71 : Comparaison de la présence de « coups d'eau » lors des passages d'anguilles argentées aux différentes stations du bassin de la Loire, en cumulé sur les années. Bien que les comptages à Descartes soient arrêtés depuis 2021, les résultats sur la période historique sont présentés

Ces différents éléments tendent à montrer, qu'en dehors de Châtellerault, les périodes de passages des anguilles argentées aux stations de comptages ne reflètent probablement pas les périodes réelles de l'ensemble de la population dévalante au droit des ouvrages concernés. Ces observations donnent toutefois une indication sur des périodes à minima de présence d'anguilles argentées.

4.2.4. Rythme horaire de migration

Selon la bibliographie, **les anguilles réagissent très fortement aux variations de lumière et sont principalement actives la nuit avec un pic d'activité au crépuscule** (Durif, 2003). Depuis le début des suivis, aux stations de comptage du bassin de la Loire, 84 % des passages des anguilles argentées ont eu lieu

entre 18h et 5h UTC. L'augmentation de l'activité est liée à la tombée de la nuit, ce qui est en accord avec la bibliographie. Un pic horaire est enregistré entre 22 h et 23 h UTC avec 10 % des passages (Figure 72). Ce rythme nycthéméral pour l'anguille argentée est bien plus marqué et caractéristique de l'espèce que celui des anguilles jaunes en montaison.

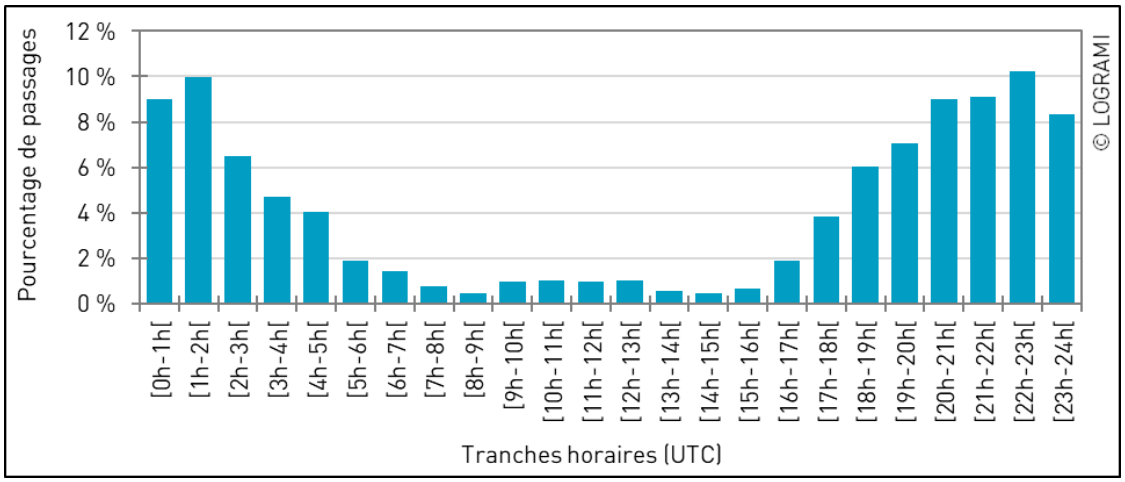


Figure 72 : Passages horaires des anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=1 045)

4.2.5. Caractéristiques biométriques

Lorsque cela est possible, les anguilles argentées observées aux stations de comptage sont mesurées individuellement. Ainsi 893 anguilles ont été mesurées (soit 84 % des individus comptés). **La taille médiane varie en fonction des stations et est en partie liée à la distance à la** mer (Figure 73). Les individus les plus petits sont contrôlés sur le bassin de la Vienne à environ 260 km de la mer (médiane de 68 cm à Descartes et 77 cm à Châtellerault) alors que les plus grands sont observés aux stations les plus apicales : Roanne (médiane de 85 cm à 736 km) et Gueugnon (médiane de 87 cm à 689 km). Seule la station de Langeac ne suit pas cette logique avec une médiane plus faible que celle de Vichy située 180 km en aval. Les faibles effectifs mesurés ne permettent cependant pas de valider cette différence de taille entre les deux stations situées sur le même axe.

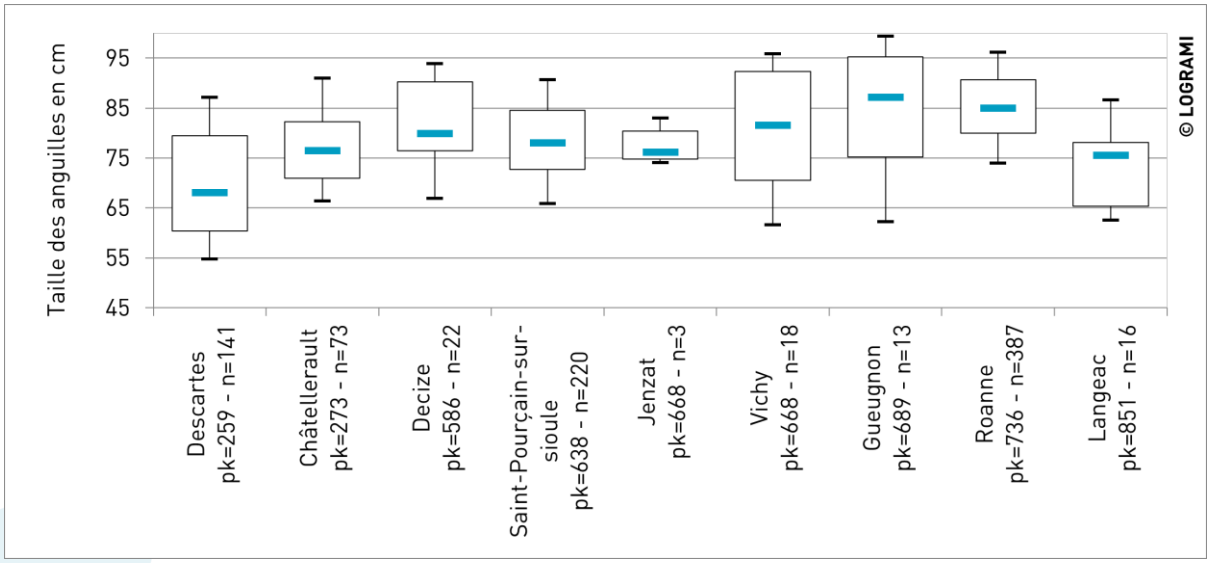


Figure 73 : Distribution de tailles des anguilles argentées en fonction des stations de comptage du [illegible] de la Loire (n=893)

Les tailles permettent de connaitre le nombre de femelles observées. Les anguilles mesurant plus de 45 cm sont, en effet, considérées comme des individus femelles (Durif, 2003). En-dessous de cette taille, les anguilles argentées peuvent être mâles ou femelles. **Ainsi, la quasi-totalité des anguilles argentées observées seraient des femelles (99 % des individus mesurés).** La distance à la mer importante des stations de comptage explique en partie ce résultat, les zones aval du bassin versant sont, en effet, censées être les plus productives en mâles alors que les zones amont accueillent plus de femelles. Des individus inférieurs à 45 cm ont été observés, en très faible nombre, aux stations de Descartes (4 %), Châtellerault (1 %), Decize (5 %) et Saint-Pourçain-sur-Sioule (1 %). Ces quatre stations sont les plus proches de la mer et sont donc un peu plus propices pour la production des mâles (Figure 74).

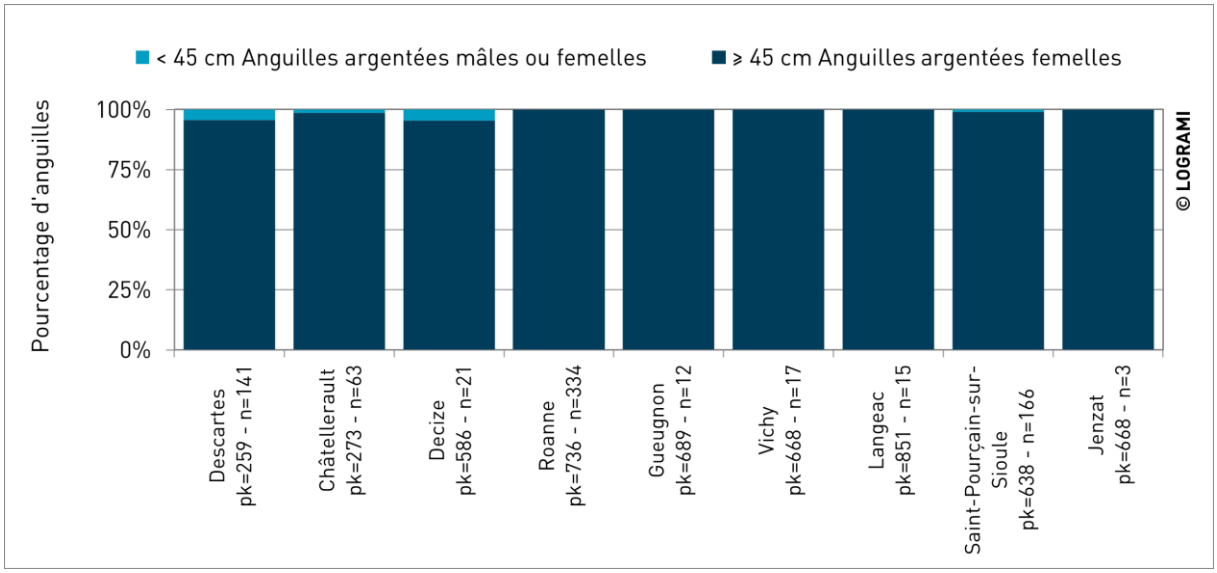


Figure 74 : Distribution du nombre de femelles d'anguilles argentées (d'après leur taille) observées aux différentes stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=893)

Ces résultats ne peuvent cependant pas s'appliquer avec certitude à l'ensemble de la population dévalante, les effectifs observés aux stations étant bien trop faibles pour pouvoir être extrapolés. De plus, il est probable que les voies de passages diffèrent en fonction de la taille des individus. Sur certains ouvrages, les plus petites anguilles pourraient être plus facilement entrainées entre les barreaux des grilles de protection des turbines, et donc limiter leur recherche de voies de passages autres, tels que les couloirs de comptage.

4.3. Estimation du potentiel d'accueil du marais de la Basse Vallée de la Vie

Le marais de la Basse Vallée de la Vie, appartenant à une Zone d'Action Prioritaire pour l'anguille, est un marais salé endigué situé sur la côte vendéenne, géré par le Syndicat Mixte des Marais, de la Vie, du Ligneron et du Jaunay (SMMVLJ) en coordination avec l'Association Syndicale des Marais de la Basse Vallée de la Vie (ASMBVV). Ce marais d'une superficie totale de 487 hectares présente une topographie relativement plane avec une faible pente. Il est alimenté en amont en eau douce par la Vie, sous la gestion du barrage des Vallées. Bien qu'étant endigué, le système hydraulique du marais reste ouvert sur l'océan Atlantique, ce qui le soumet également à l'influence des marées. En conséquence, le régime hydrique y est salé à saumâtre, ce qui favorise l'installation d'une végétation halophile (Cossard, 2023).

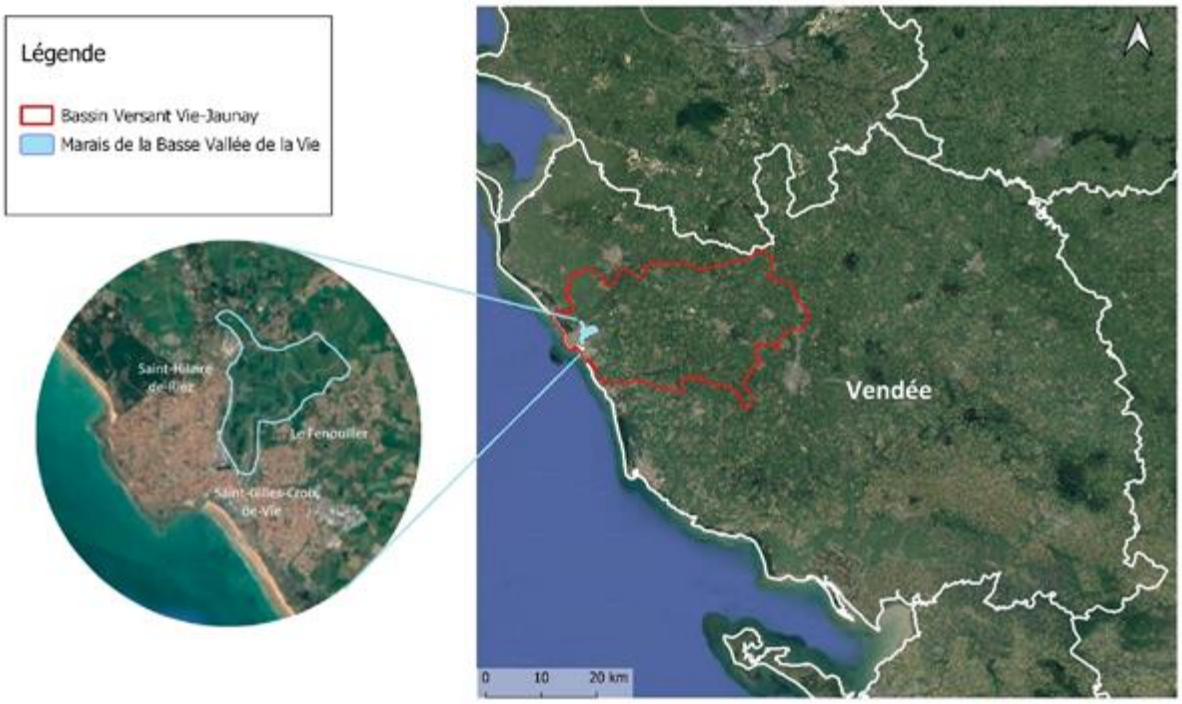


Figure 75 : Localisation du marais de la Basse Vallée de la Vie.

Les marais salés sont organisés en plusieurs bassins généralement parallèles entre eux et séparés par des bandes de terre insubmersibles appelées "cordes" ou "bossis". Les étiers, bras reliés à la Vie et pénétrant dans les terres, se ramifient pour irriguer les différents bassins. Des prises d'eau sont installées entre les étiers et les marais pour permettre l'évacuation et l'entrée de l'eau dans les marais. Dans les marais de la Basse Vallée de la Vie, la gestion de l'eau de mer est individualisée au bassin par la manœuvre des prises d'eau.

Figure 76 : Fonctionnement des marais de la Basse Vallée de la Vie © Baisez, LOGRAMI.

4.3.1. Contexte de l'étude

4.3.1.1 Diagnostics de marais à restaurer (Decaux, 2022)

Un précèdent diagnostic de l'état de la population d'Anguilles européennes **dans trois marais en déprise** de la Basse Vallée de la Vie a montré des difficultés pour les civelles à entrer dans les trois marais étudiés par l'autrice (Decaux, 2022). Ainsi, les marais du Plessis et du Fenouiller ont une connexion limitée avec la Vie :

- Dans le marais du Plessis, les deux prises d'eau ont été bouchées, ce qui empêche l'entrée des civelles.
- Dans le marais du Fenouiller, le diamètre de la buse reliant la Vie au marais est trop petit pour permettre un bon recrutement d'anguilles..

Concernant le marais de la Gâtine, les civelles ont été observées à l'intérieur et à l'extérieur du marais, mais le faible nombre de civelles capturées s'explique par la gestion des niveaux d'eau mise en place, non adaptée au recrutement de l'anguille. Le suivi par nasses sur les adultes a révélé des populations d'anguilles vieillissantes en raison du faible recrutement en civelles dans les trois marais, avec un renouvellement insuffisant des jeunes anguilles (Decaux, 2022).

4.3.1.2 Caractérisation du marais de la Vie (Gobbettto, 2023)

En 2023, une étude a été menée afin de déterminer les Unités Hydrologiques Cohérentes (UHC) et de caractériser les prises. Il s'agit de caractériser chaque parcelle continue et autonome en termes de niveaux

d'eau, avec pour chacune au moins une entrée et une sortie d'eau, pouvant être confondues. Ainsi, l'analyse des données récoltés montre que le marais de la Basse Vallée de la Vie se caractérise par sa fragmentation notable, avec 234 unités hydrologiques alimentées par 429 prises d'eau distinctes dont 93% sont entretenues et fonctionnelles.

Tableau 12 : Différents barrages et obstacles induits par des ponts construits sur le marais de la Basse Vallée de la Vie (Source : Baisez et al. 2024.*en cours de rédaction*)

Barrages mobiles		
Dérase à pêcherie	**Dérase traversante à pêcherie**	**Clapet anti-retour**
Buse de diamètre variable coté étier. Système de régulation du débit ou de retenue de l'eau constitué, coté marais, d'un coffrage en béton et de planches en bois calées dans des fentes verticales. Souvent associé à un système de piégeage piscicole en cône. La maitrise se fait à la main (dérase) ou de façon mécanique (vannes levantes)	Système de régulation ou de retenue de l'eau traversant la digue. Constitué d'un corps en béton traversant la digue et de planches en bois superposées et calés dans des fentes verticales pour la gestion du niveau d'eau dans le bassin. Souvent associé à un système de piégeage piscicole en cône.	Clapet permettant l'écoulement unidirectionnel de l'eau par la force hydraulique et empêchant son retour.
 © Gobbetto, LOGRAMI 2023	 © Gobbetto, LOGRAMI 2023	 © Gobbetto, LOGRAMI 2023
Obstacles induits par un pont		
Buse	**Siphon**	**Empoissonnement**
Tuyau cylindre de diamètre variable destiné à la conduite de fluides.	Tuyau présentant une coudure coté bassin pour la vidange de l'eau en surverse.	Tuyau de section 200mm positionné à la surface de la lame d'eau et destiné à l'alevinage.

© Gobbetto, LOGRAMI 2023

©FMA

© Gobbetto, LOGRAMI 2023

Concernant les barrages mobiles (Tableau 12), une grande majorité des prises d'eau (45%) sont des dérases à pêcheries. Viennent ensuite les dérases traversantes à pêcherie (5%), et enfin, les clapets anti-retour (2%). En ce qui concerne les obstacles induits par des ponts, ils sont représentés en majorité par des tuyaux d'empoissonnement, qui représentent 21% des obstacles. Une proportion plus faible de siphons (15%), et de buses (13%) ont également été recensées.

Parmi les prises d'eau ayant un diamètre inférieur à 300 mm (24%), la grande majorité (88%) sont des obstacles induits par des ponts. En revanche, 65% des prises d'eau recensées ont un diamètre compris entre 300 et 600 mm, ce qui est considéré comme une plage de diamètre favorable pour la circulation des anguilles. Ces tailles d'ouverture sont en général des barrages (66%). Enfin, 11% des prises d'eau ont un diamètre supérieur à 600 mm. La plupart de ces obstacles sont induits par des ponts construits sur le cours de l'étier[1] (n=20) ou de grandes pêcheries traversantes (n=22).

4.3.1.3 Présentation des sites suivis en 2023

En 2023, la stratégie d'échantillonnage a été d'obtenir un indicateur de production du marais de la Vie en se basant sur des sites qualifiés comme les plus productifs en anguilles. Nous avons sélectionné quatre marais du marais de la Basse Vallée de la Vie. Ces sites ont été choisis en raison de leur gestion traditionnelle. Ces marais sont entretenus régulièrement, leurs prises d'eau sont fonctionnelles, et les propriétaires se sont volontairement engagés à participer au suivi des populations d'anguilles sur leur propriété privée.

[1] La plupart des étiers sont des canaux d'amenée servant à l'alimentation en eau de mer des marais

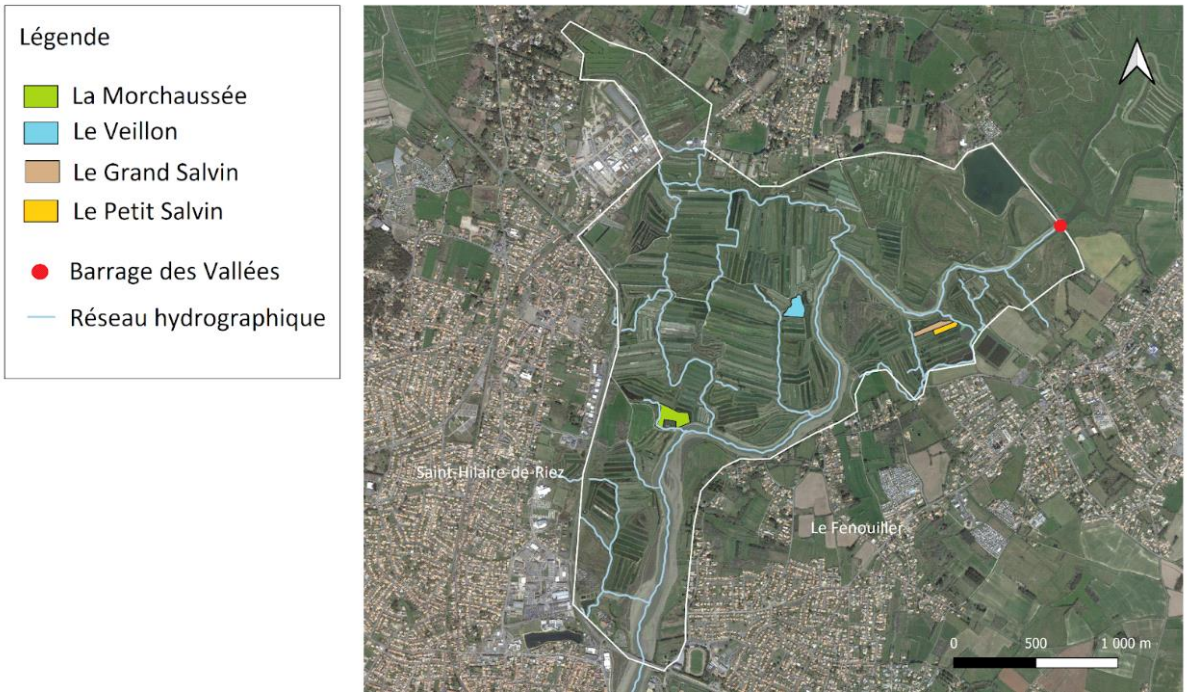


Figure 77 : Localisation des quatre marais suivis au sein du marais de la Basse Vallée de la Vie.

La Morchaussée

Le marais de la Morchaussée comprend trois bassins connectés entre eux par des passages busés. La surface en eau du marais est de 1,09 hectare et elle est directement reliée à la Vie par une prises d'eau de type dérase à pêcherie. En plus de cette dernière, trois prises d'eau alimentent le marais depuis l'étier. Le site présente une fosse ainsi que plusieurs herbiers de ruppie (Ruppia maritima) constituant des habitats favorables à l'anguille (Figure 78).

Le Veillon

Le marais du Veillon comprend une surface en eau de 0,76 hectare, répartie entre quatre bassins connectés par des buses équipées de clapets anti-retour. Une seule prise d'eau à l'étier, de type vanne levante, alimente le marais. Nous y retrouvons une forte présence d'ulves (Ulva sp.) ainsi que quelques herbiers de ruppie (Ruppia maritima) et de nombreuses colonies d'ascidies (Ascidiacea sp.) (Figure 78).

Le Grand Salvin

Le Grand Salvin est composé de deux bassins d'une surface totale de 0,54 hectare, reliés entre eux par une connexion maintenue passante par le propriétaire. Ce site est alimenté par quatre prises d'eau à l'étier, dont deux sont des dérases à pêcherie. Nous notons également la présence d'une fosse ainsi que la présence de grands herbiers de ruppie (Ruppia maritima) (Figure 78).

Le Petit Salvin

Le marais du Petit Salvin est constitué d'un unique bassin de 0,39 hectare et alimenté par une dérase à l'étier (Figure 78).

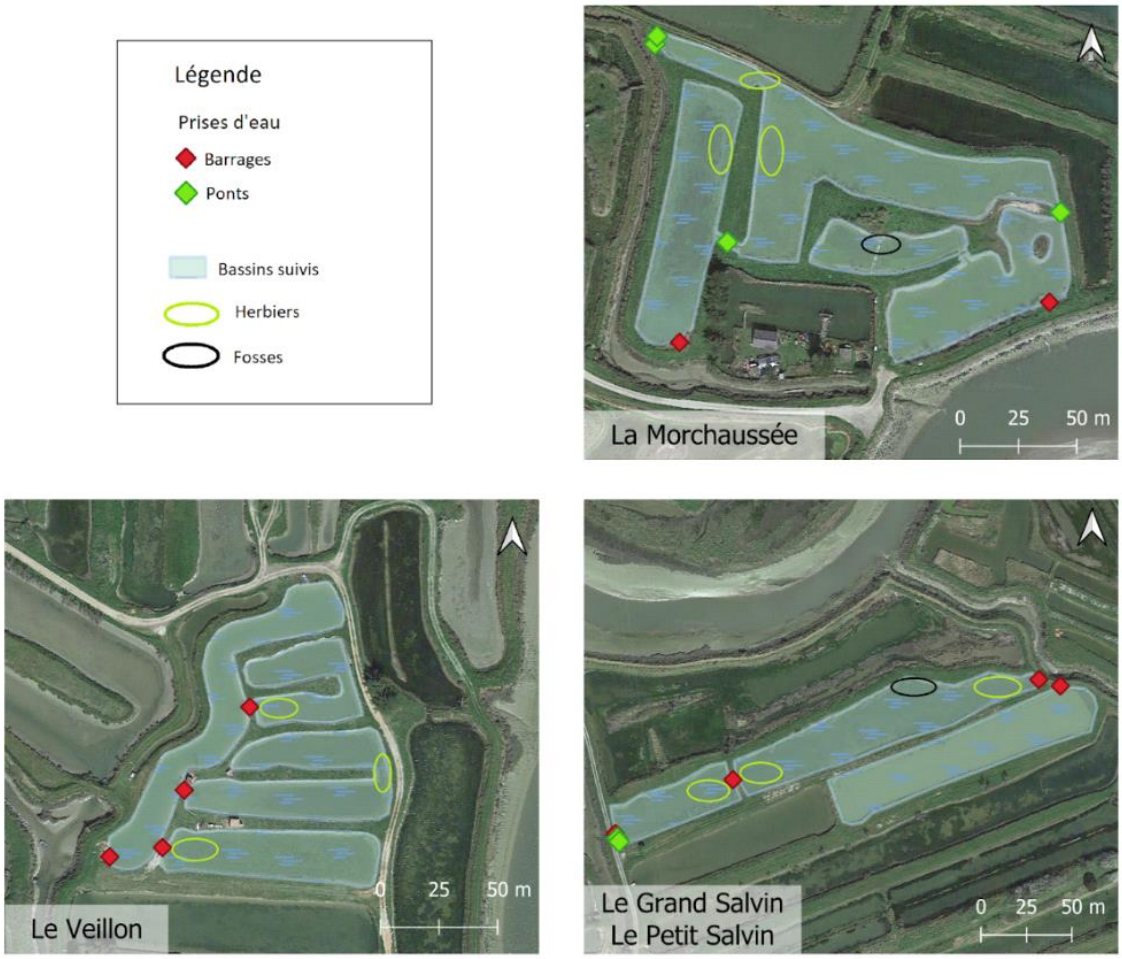


Figure 78 : Présentation des quatre marais suivis.

4.3.2. Plan d'échantillonnage

Les nasses standardisées sont installées en « stations » pendant environ 15 heures, posées la veille au soir et relevées tôt le matin pour éviter l'augmentation de la température, de la luminosité et le manque d'oxygène dans les pièges. Une « station » est composée d'un couple de nasses positionnées tête-bêche, parallèles aux rives ou face et dos à la prise d'eau, si elles sont placées à proximité de l'une d'elles (Baisez, 2001).

Les emplacements des stations au sein des bassins ont été déterminés selon des localisations stratégiques pour maximiser les captures et les interprétations (Figure 79) :

- A proximité des prises d'eau pour l'étude de la circulation des anguilles.
- Au niveau des cordons étroits, pour « forcer » la capture.
- Au niveau des fosses, car la profondeur constitue un site refuge favorable à l'anguille (Baisez, 2001).
- Dans les herbiers, constituants des habitats attractifs pour l'anguille (Hébert et al., 2012).

La pression d'échantillonnage, soit le nombre de stations par marais, est standardisé avec le ratio « nombre de nasses par rapport à la surface en eau » égal à 0,18 % déterminé par Decaux, 2022 (Tableau 13).

Tableau 13 : Présentation du ratio « nombre de nasse / surface en eau » (Decaux, 2022) des quatre marais suivis.

	La Morchaussée	Le Veillon	Le Grand Salvin	Le Petit Salvin
Surface en eau (m2)	10 950	7 650	5 400	3 910
Nombre de nasses	18	14	8	4

En raison de l'importante mortalité observée sur le Petit Salvin l'année précédente, l'idée d'inclure ce site dans nos suivis en tant que donnée complémentaire est apparue intéressante. Étant donné que les marais du Grand et du Petit Salvin appartiennent à la même propriété privée, il a été convenu d'inclure ce marais dans nos activités de suivi, dans l'intérêt du propriétaire et de l'étude.

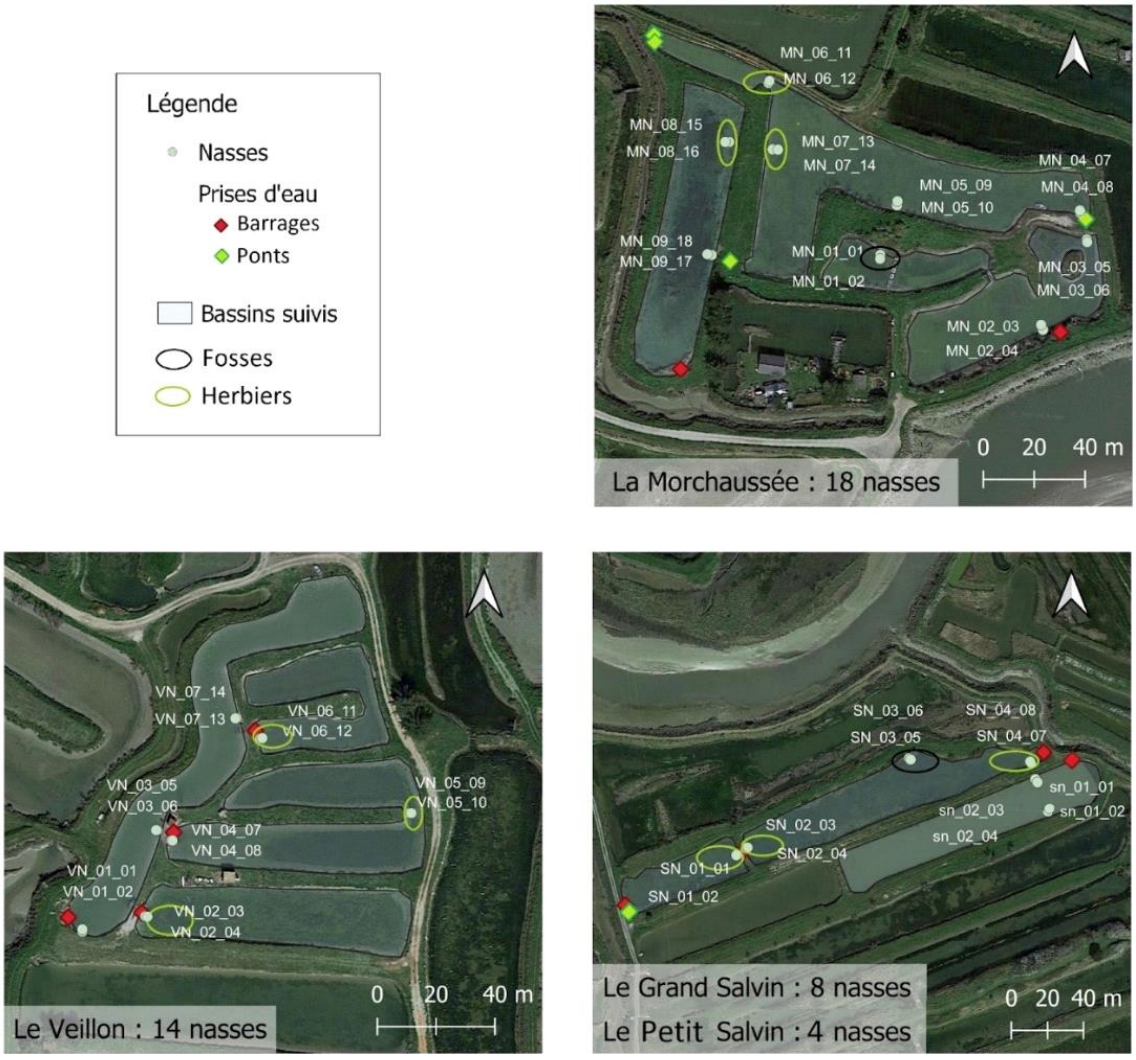


Figure 79 : Présentation et localisation des stations d'échantillonnage des quatre marais suivis.

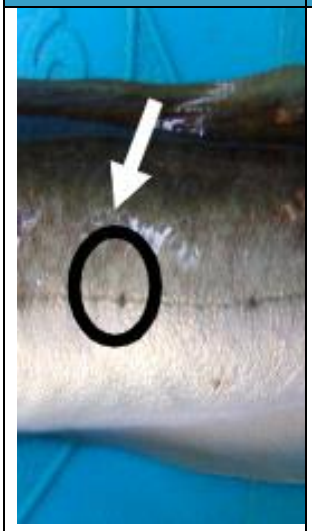
Les relevés sont effectués durant 2 jours consécutifs lors des phases de « nouvelles lunes », ou « lune noire », qui correspondent à la phase lunaire la plus sombre, et au pic d'activité de l'anguille au caractère lucifuge (Baisez, 2001). Ils sont réalisés de mars à juin pour correspondre au pic saisonnier d'activité de l'espèce (Adam et al., 2008).

Les données hydrauliques suivantes sont systématiquement relevées chaque jour de suivi, sur chaque station d'échantillonnage et pour les quatre marais étudiés. Elles sont saisies à l'aide d'un multi-paramètre HQ Série, HACH® immergé dans la colonne d'eau à 2 mètres des berges :

- La conductivité (en mS/cm^2)
- L'O2 dissous (en mg/L)
- Le pH
- La température de l'eau (en °C)

Lors de chaque relevé, l'effectif d'anguilles par nasse est noté ainsi que les éléments biométriques. Le stade d'argenture qui permettra de déterminer l'avancement de la maturation ainsi que la structure de la population (Beaulaton et al., 2015). Il est déterminé par analyse de quatre critères physiologiques et morphologiques résumés dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Méthodologie d'identification de l'argenture de l'anguille européenne (modifié d'après Baisez, 2001).

Ligne latérale différenciée	Contraste de la livrée dorso-ventrale	Disproportion ophtalmique	Livrée couleur cuivre
		© Gobbetto, LOGRAMI 2023	© Gobbetto, LOGRAMI 2023
Non = 0 Oui = 1	Non = 0 Oui = 1	Non = 0 Oui = 1	Non = 0 Oui = 1
	Combinaison	des 4 critères	
0000	de 0010 à 1000	1110	1111
Jaune	Pré-argentée	Argentée	Cuivrée

Dans les marais de la Basse Vallée de la Vie, une observation particulière a été faite concernant la présence d'anguilles présentant une livrée « cuivrée ». Ces anguilles seraient des individus argentés n'ayant pas été en mesure d'effectuer leur dévalaison. Par conséquent, ces anguilles ont retrouvé leur coloration jaune continentale, mais conservent des caractéristiques héritées de leur stade précédent d'anguilles argentées (com.pers Baisez dans Decaux, 2022). Cette observation met en évidence l'influence de l'environnement sur la physiologie et la morphologie des anguilles, même lorsqu'elles ne peuvent pas achever leur cycle de vie

complet. Cela témoigne de la flexibilité de l'espèce dans la réponse aux conditions environnementales et de leur capacité à s'adapter à des situations atypiques.

4.3.3. Résultats

4.3.3.1 Conditions environnementales durant le suivi 2023

Sur le marais de la Basse Vallée de la Vie la température de l'eau a augmenté progressivement de mars à juin, passant de 12°C à 24°C, avec une moyenne de 17,54°C +/- 4,3. Une augmentation significative de la température a été observée, atteignant un pic à 24°C le 20 juin en raison de fortes chaleurs diurnes. Les variations de température peuvent avoir un impact sur le métabolisme et le comportement des espèces aquatiques, y compris les anguilles.

La conductivité a montré une augmentation significative, passant de 25mS/cm^2 à 52mS/cm^2 en l'espace de quatre mois. La moyenne sur la période est de 36,5mS/cm^2 +/- 12,44 (Figure 80). Cette augmentation de la conductivité peut être le résultat de divers facteurs, telles que la diminution des apports d'eau de pluie au cours de la saison ou la concentration de sels dissous dans l'eau.

Parallèlement, la concentration d'oxygène dissous a montré une tendance générale à la baisse tout au long de la période d'échantillonnage. Elle est passée de 11 mg/L à 4 mg/L vers la fin juin, pour une moyenne de 8,3 mg/L sur la période de suivi. Au mois de juin, une diminution de l'oxygène dissous a été mesurée avec une moyenne de 5,2 mg/L sur deux jours (Figure 80). Cette diminution de la concentration d'oxygène dissous peut être due à plusieurs facteurs, telles que la dégradation de la matière organique, la respiration des organismes aquatiques et les variations dans les apports d'eau.

Le pH de l'eau est resté relativement constant, oscillant autour de 9, avec une moyenne de 8,9 +/- 0,4. Le pH est une mesure de l'acidité ou de la basicité de l'eau (Figure 80). Des variations du pH peuvent être influencées par des processus biologiques, géochimiques ou hydrologiques.

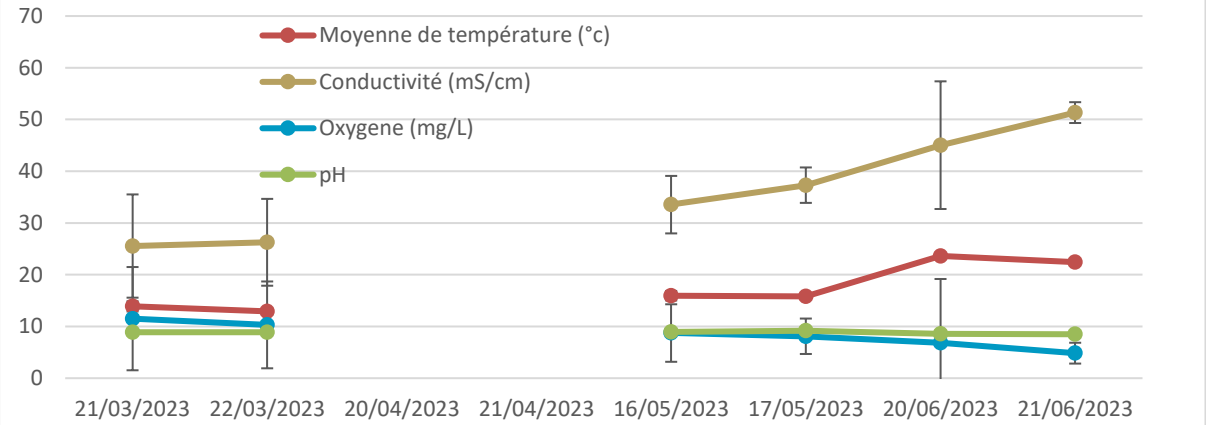


Figure 80 : Fluctuation des paramètres environnementaux moyens journaliers des quatre marais de la Basse Vallée de la vie sur la période d'échantillonnage.

4.3.3.2 Captures sur la période de suivi

La période d'échantillonnage s'est déroulée du 21 mars au 21 juin. Au total, 4 sessions ont été réalisées, pour un total de 8 jours d'échantillonnage.

Un total de 383 anguilles ont été échantillonnées sur l'ensemble du suivi et sur les quatre marais (Figure 81). Le mois de juin apparait être le mois ayant réalisé le plus de captures, avec un total de 112 anguilles

échantillonnées, ce qui correspond au pic d'activité de l'espèce, bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre les effectifs de capture du mois de mars et juin (t.test : pvalue =0,34).

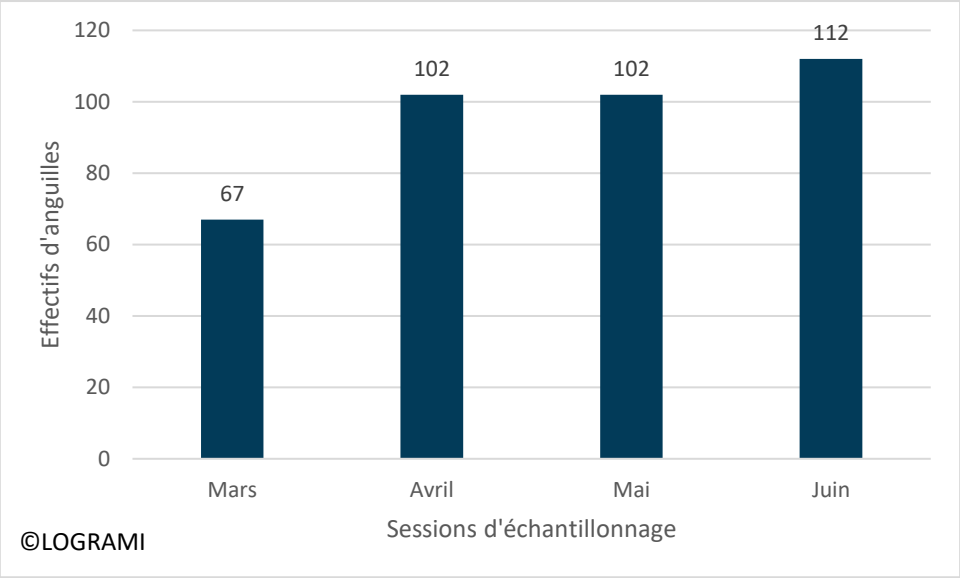


Figure 81 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par session d'échantillonnage sur l'ensemble des quatre marais (n=383).

Le nombre moyen d'anguilles capturées par jour d'échantillonnage est de 48 anguilles +/-12. La valeur de cet écart type indique une grande variabilité du nombre d'anguilles échantillonnées par jour de capture. Le 20 juin affiche en effet le plus fort taux de captures journalières, avec un total de 64 anguilles, ce qui correspond effectivement au pic d'activité saisonnier de l'espèce.

Aucune différence significative n'est constatée entre l'efficacité d'échantillonnage des deux jours qui composent une session d'échantillonnage (t.test pvalue = 0,14) (Figure 82).

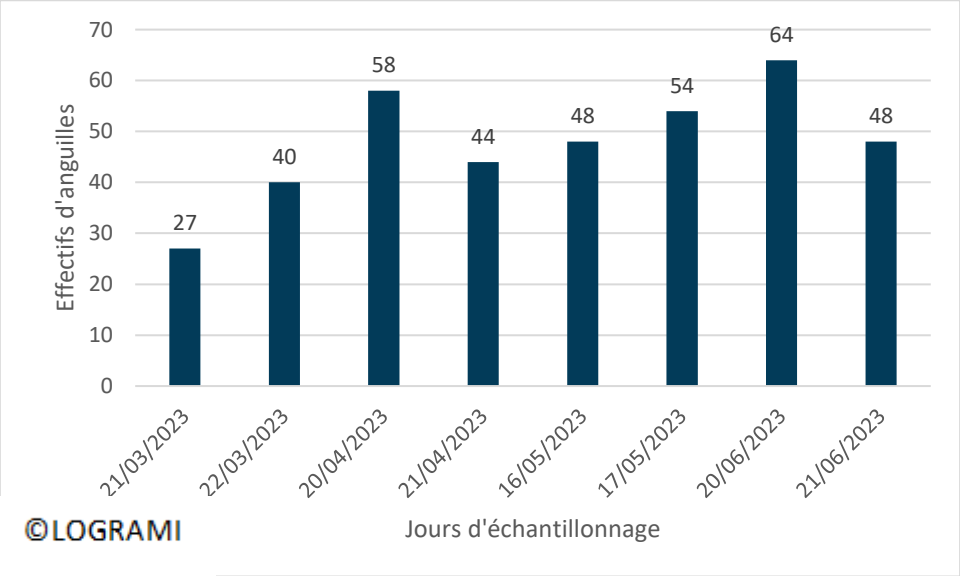


Figure 82 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par jour d'échantillonnage sur l'ensemble des quatre marais (n=383).

Répartition inter-sites des captures

L'utilisation de la CPUE (Capture Par Unité d'Effort) pour comparer les effectifs échantillonnés entre les différents marais suivis est une approche pertinente pour évaluer la production relative de chaque site. La CPUE permet de standardiser les données en prenant en compte l'effort d'échantillonnage, ce qui nous permet de comparer le nombre moyen d'anguilles échantillonnées dans les nasses sur l'ensemble du suivi, indépendamment du nombre de nasses ou du temps d'échantillonnage.

Parmi les sites étudiés, le marais du Veillon a enregistré le plus grand nombre de captures, avec un total de 145 anguilles échantillonnées au cours des 8 jours de suivi. La CPUE de ce marais est de 10 anguilles par couple de nasses au cours des 8 nuits de captures qui composent la période de suivi (Figure 83).

Vient ensuite le marais du Grand Salvin, avec un recensement de 114 anguilles, et une CPUE de 14 anguilles par couples de nasses sur la période d'échantillonnage.

La Morchaussée a enregistré un total de 112 anguilles capturées, soit une CPUE de 6 anguilles par couple de nasses pour 8 nuits.

Enfin, le marais du Petit Salvin a enregistré le moins de captures, avec seulement 5 anguilles observées, soit mois d'une anguille par couple de nasses au cours du suivi.

Les résultats du test de comparaison de Wilcoxon pour échantillons appariés révèlent une différence significative entre le nombre d'anguilles échantillonnées dans le marais du Petit Salvin et le nombre d'anguilles échantillonnées dans tous les autres marais (wilcox.test pvalues < 0,05). Cependant, le test ne met pas en évidence de différences significatives entre le nombre d'anguilles échantilonnées dans les trois autres marais (wilcox.test pvalues > 0,05).

Ces résultats suggèrent que le marais du Petit Salvin présente des niveaux de captures nettement plus faibles que les trois autres marais suivis, ce qui peut être attribué à des facteurs environnementaux ou à des caractéristiques spécifiques de ce marais, comme la mortalité observée en 2022.

Les résultats indiquent également une nette augmentation des effectifs d'anguilles capturées au Veillon durant le mois de juin, atteignant le doublement par rapport aux mois précédents. Cette tendance remarquable suggère une dynamique particulière sur cette période.

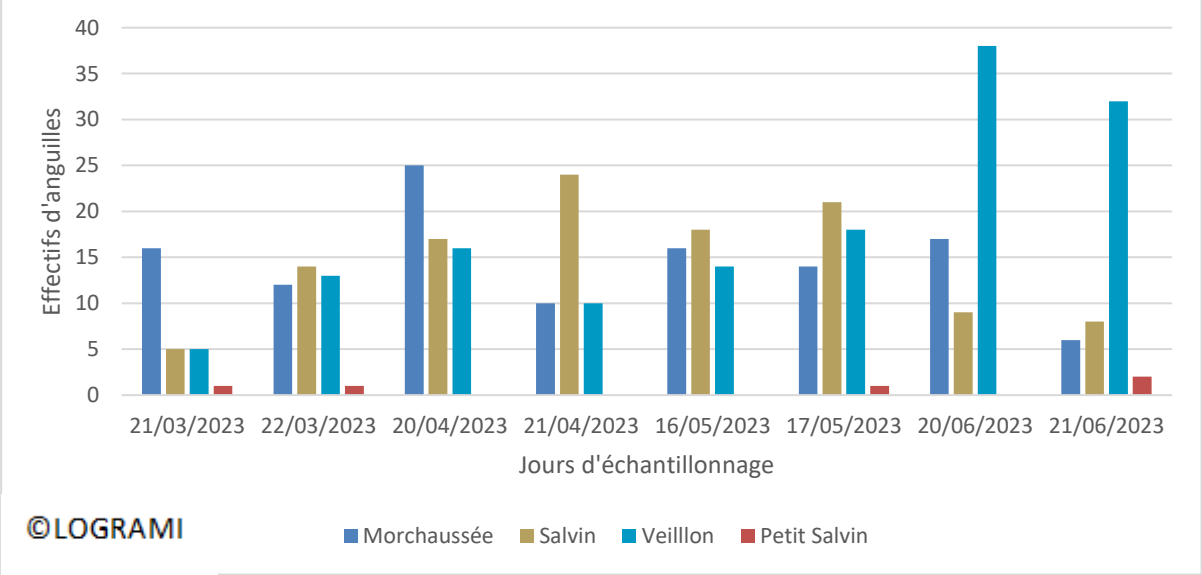


Figure 83 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par marais et par jour d'échantillonnage (n=383).

En raison de contraintes liées à l'effort d'échantillonnage, il est impossible de prélever l'intégralité des anguilles présentes dans chaque marais. Cependant, en examinant la biomasse d'anguilles lors du pic d'échantillonnage de chaque marais, il est possible d'estimer au minimum le nombre d'anguilles par hectare en divisant la biomasse d'anguilles du jour le plus poissonneux par la surface du marais.

Ainsi, à un niveau d'effort d'échantillonnage similaire, les biomasses d'anguilles par marais présentent des différences significatives. Le marais du Petit Salvin, marais le moins productif, se différencie fortement des trois autres avec 5,12 anguilles / ha, soit une biomasse de 0,3kg d'anguilles à l'hectare à minima (wilcox.test pvalue < 0,05 avec les 3 autres marais).

Le marais du Veillon, avec une biomasse de 6,7 kg d'anguilles à l'hectare, à minima, possède la meilleure production, bien que cette production en anguilles ne soit pas significativement différente de celles des marais du Grand Salvin (4,5 kg / ha) (wilcox.test pvalue = 0,47) et de la Morchaussée (4,9 kg / ha) (wilcox.test pvalue = 0,58).

Répartition intra-site de la population échantillonnée

Durant la période d'échantillonnage sur le marais de la Morchaussée, en moyenne, chaque nasse a capturé environ 6 anguilles (CPUE), soit 12 par couple de nasse, avec une fréquence d'occurrence de 100% (Figure 84). L'écart type de 3 indique que les effectifs d'anguilles capturées par couple de nasses varient relativement peu autour de la moyenne. En d'autres termes, les résultats obtenus montrent une faible dispersion des valeurs autour de la moyenne, suggérant que les quantités d'anguilles capturées sont assez constantes d'une station à l'autre.

Au cours de la période d'échantillonnage sur le marais du Veillon, chaque station a capturé en moyenne environ 20 anguilles, (CPUE de 10 anguilles par nasse). Cependant, il existe une variation significative des effectifs d'anguilles capturées d'une station à l'autre, comme indiqué par l'écart type élevé de 13. La variation du taux de capture de chaque station n'est donc pas liée à l'effet du hasard mais bien à un facteur sous-jacent.

Au sein du marais du Grand Salvin, nous avons observé une moyenne de 28 anguilles par couple de nasses sur la période de suivi, avec un écart type de +/- 10 (CPUE = 14 anguilles par nasse). Ces différences significatives ne sont pas dues au hasard, mais influencées par des paramètres environnementaux qui régissent l'efficacité de capture dans ce marais, en particulier de la station 2. Cette station est deux fois plus productive que les trois autres, cependant, nous ne disposons pas d'informations quantifiées sur les paramètres environnementaux qui pourraient expliquer cette variance. Néanmoins, nous avons observé une moindre accumulation de sédiments dans les nasses de cette station, ainsi qu'une meilleure circulation de l'eau, ce qui pourrait contribuer à une meilleure efficacité de capture.

Enfin, le marais du Petit Salvin présente un taux de capture moyen de 2 anguilles par couple de nasses, +/- 0,5, ce qui suggère que l'efficacité de capture est la même sur l'ensemble du marais.

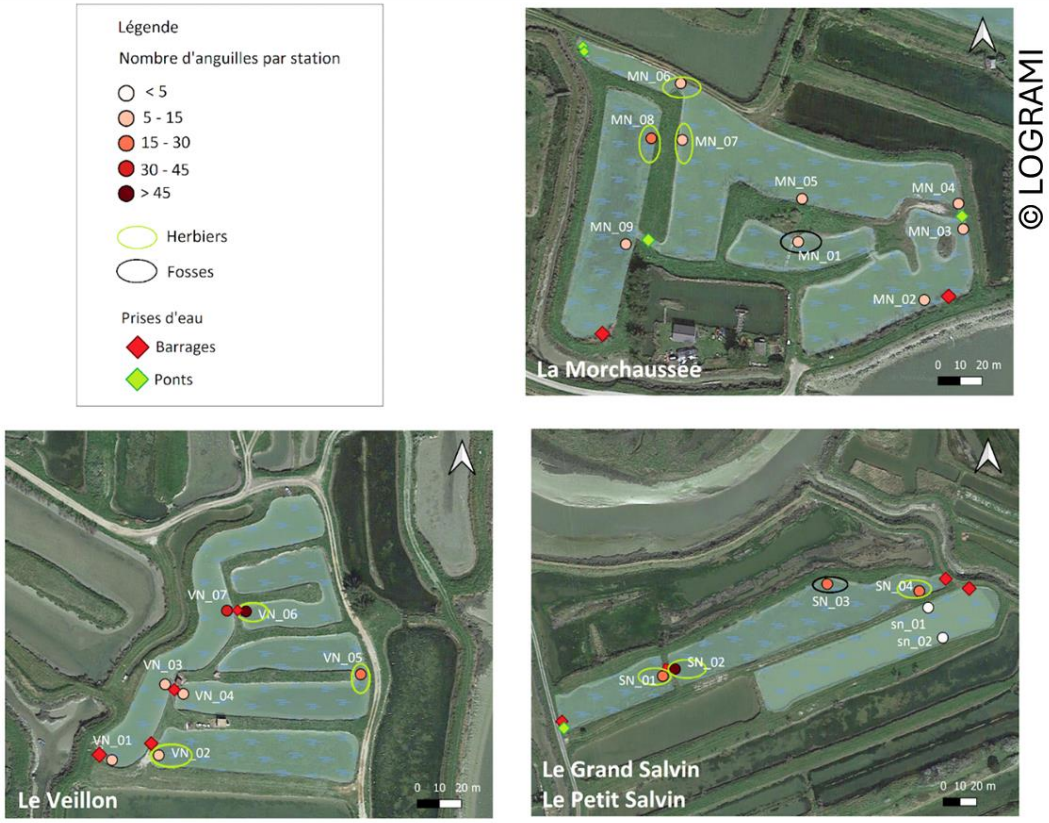


Figure 84 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par station sur l'ensemble de la période d'échantillonnage.

4.3.3.3 Structure de taille de la population

Analyse comparative de la distribution des tailles d'anguilles entre les différents sites suivis

En enregistrant les tailles individuelles de chaque anguille capturée par marais, nous pouvons caractériser la structure de la population dans chaque marais et identifier d'éventuelles différences entre les sites. L'analyse des données relative à la taille des anguilles échantillonnées dans les quatre marais suivis a révélé des différences significatives entre les sites (wilcox.test pvalues < 0,05 entre tous les couples de marais) (Figure 85).

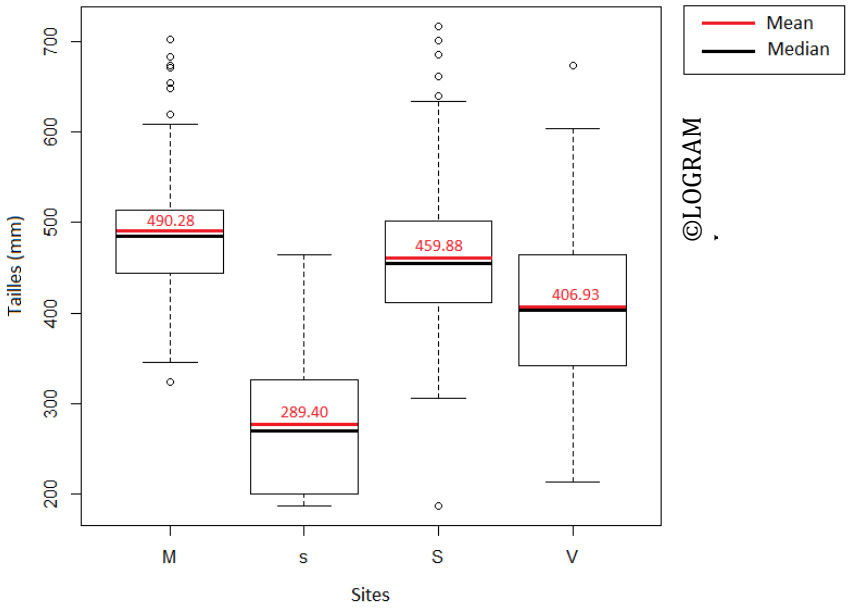


Figure 85 : Distribution des tailles d'anguilles pour les quatre marais suivis au cours de la période d'échantillonnage (n=383).

Le marais de la Morchaussée présente les anguilles de plus grande taille, avec une moyenne de 490 mm +/- 67. L'analyse de la distribution des structures de taille de ce marais met en évidence une prédominance des anguilles de taille comprise entre 450 et 600 mm, représentant plus de 65% de la population de ce marais.

Le marais du Grand Salvin suit ensuite avec une moyenne de 460 mm +/- 81, et présente une variabilité intra-site plus élevée que celle observée dans le marais de la Morchaussée. Cela suggère une plus grande diversité des tailles d'anguilles au sein de ce marais, représenté à 48% d'anguilles de taille comprise entre 450mm et 600mm et à 46% entre 300 et 450mm.

60% des anguilles du Veillon mesurent entre 300 et 450mm. Les anguilles de ce marais mesurent en moyenne 407mm +/- 89.

Enfin, le marais du Petit Salvin a les plus petites anguilles, avec une moyenne de 289mm +/- 112. Sa population est dominée à 60% par des anguilles de taille comprise entre 150 et 300mm. Il est important de noter que l'échantillon pour le marais du Petit Salvin est très petit (n=4), ce qui nécessite une interprétation prudente de ces résultats.

Structure de taille de la population d'anguilles du marais de la Basse Vallée de la Vie sur l'ensemble de la période d'échantillonnage

Pour caractériser la dynamique de la population d'anguilles sur le territoire de la Basse Vallée de la Vie, nous avons étudié la répartition des classes de tailles sur l'ensemble des sites étudiés. En regroupant les données de tailles provenant de tous les marais suivis, nous avons réalisé une analyse globale pour obtenir une vision d'ensemble de la structure de la population.

Les résultats ont montré que 45,2% de l'échantillon était situé dans la plage de taille allant de 300 à 450 mm. Dans cette écophase, nous retrouvons à la fois des anguilles mâles et femelles jaunes, ainsi que des mâles argentés (Laffaille & Rigaud, 2008) (Figure 86).

La plage de taille la plus fréquente, représentant 45,7% de l'échantillon, était de 450 mm à 600 mm. Cette écophase correspond à des anguilles femelles jaunes ou argentées essentiellement (Laffaille & Rigaud, 2008). Nous avons également observé la présence de quelques jeunes anguilles de sexe indéterminé, représentant 4,4% de l'échantillon, avec des tailles comprises entre 150 et 300 mm. Enfin, nous avons mesuré la présence de quelques anguilles de tailles supérieures à 600 mm, correspondant à 4,7% de

l'échantillon. Ces anguilles sont des femelles en retard de dévalaison (Laffaille & Rigaud, 2008). La présence de ces individus retardataires peut être liée à des facteurs de sexe densité dépendance (les abondances faibles se traduisent par la production de femelles) ou des perturbations dans les schémas de migration.

Ces résultats mettent en évidence la variabilité de la répartition des anguilles en fonction de leur écophase et démontre un intermédiaire entre la structure typique d'une « population en place » et la population « relictuelle », par la forte dominance des classes de tailles situées entre 300 et 600 mm.

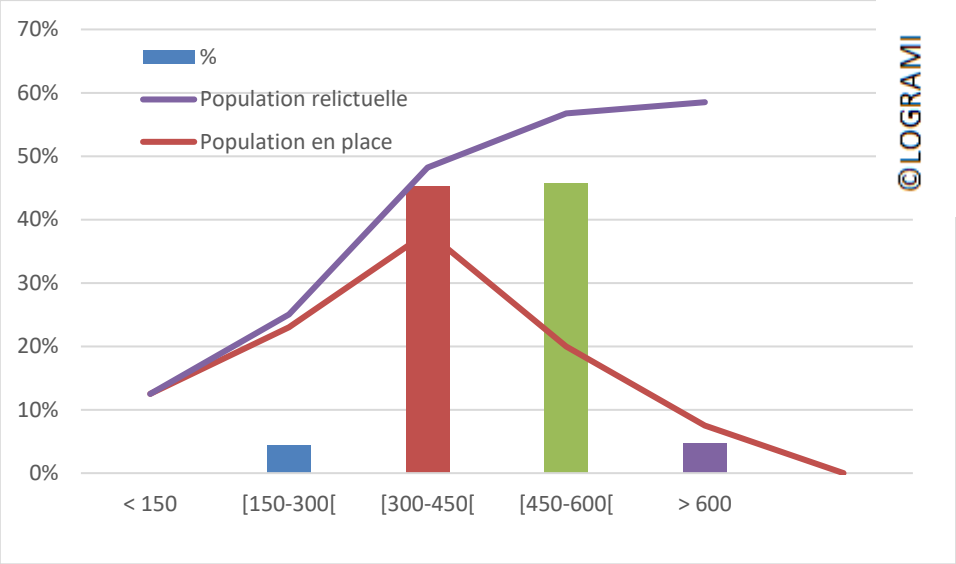


Figure 86 : Distribution des classes de tailles d'anguilles sur l'ensemble du marais de la Basse Vallée de la vie sur la période d'échantillonnage (n=383) des sites à gestion traditionnelle et des structures types « population en place » et « relictuelle ».

La prédominance d'anguilles de taille moyenne à grande peut être indicative d'une population établie, où les individus ont survécu et atteint une taille plus grande au fil du temps. Cela peut être le résultat d'une combinaison de facteurs bénéfiques, tels que des conditions environnementales favorables, des stratégies de croissance et de survie adaptées, ainsi que des interactions avec d'autres espèces présentes dans le marais. Tandis que la présence d'anguilles de taille supérieure à 600 mm souligne une population en sous-effectifs dans ces marais (Davey & Jellyman, 2005) avec une production de femelles. La présence en forte abondance proportionnellement aux autres classes de taille des individus de 450 à 600 mm confirme cette production en faveur des femelles.

Enfin, la faible proportion d'anguilles plus petites notamment entre 150 et 300 mm est le résultat d'un déficit de recrutement sur ces sites, comme démontré sur certains secteurs du marais de la Basse Vallée de la Vie par Decaux, 2022.

Structure de taille des populations d'anguilles de chaque site suivi

La comparaison des distributions de structures de tailles à l'intérieur de chaque marais nous a permis d'identifier la dynamique des populations d'anguilles dans ces sites (Figure 87).

Dans le marais du Petit Salvin, l'analyse de la population d'anguilles révèle une dynamique caractérisée par une prédominance d'anguilles de petite taille, se situant entre 150 et 300 mm. Une proportion relativement équilibrée d'anguilles de taille intermédiaire, se situant entre 300 et 450 mm, ainsi que des anguilles de grande taille, entre 450 et 600mm sont mesurées. Ces résultats suggèrent l'existence d'une jeune population d'anguilles en place dans ce marais. La prédominance d'anguilles de petite taille peut indiquer que la population du marais du Petit Salvin est composée principalement de jeunes individus. Cela peut être le résultat de processus de recrutement récents dans ce marais ayant enregistré l'année dernière de fortes mortalités. Il est possible que ces jeunes anguilles s'installent dans ce marais leur procurant des ressources alimentaires et des conditions de vie favorables avec une moindre compétition. Cependant, cette analyse

est probablement biaisée par le nombre d'individus très faible (n=5) suggérant que la mortalité de la population a eu un impact considérable sur la croissance et le développement des individus survivants. Dans l'ensemble, les résultats pour le marais du Petit Salvin soulèvent des inquiétudes concernant la résilience de la population d'anguilles dans ce milieu spécifique.

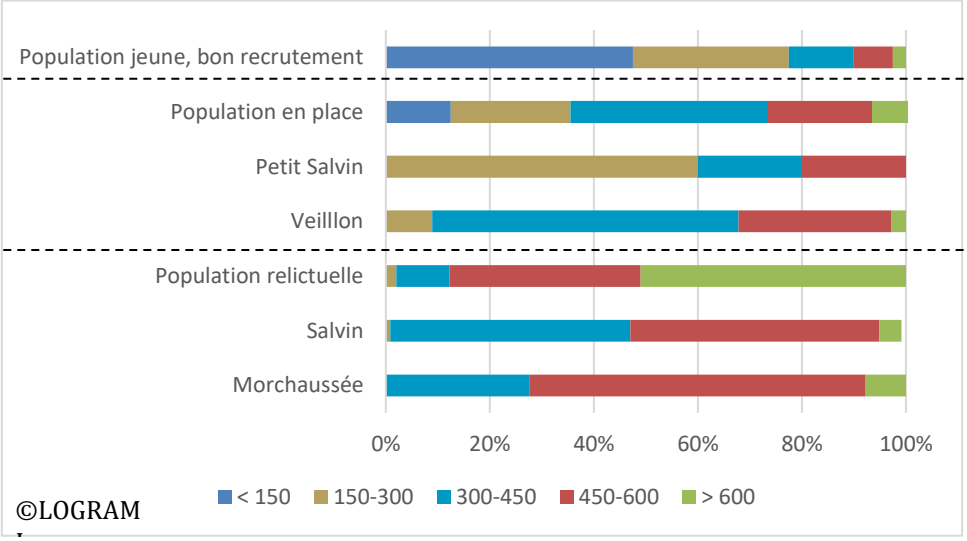


Figure 87 : Distribution des classes de tailles d'anguilles dans le marais du Petit Salvin (n = 5), de la Morchaussée (n = 112), du Veillon (n = 145), et du Grand Salvin (n = 114), comparativement aux structures types de population d'anguilles

Dans le marais du Veillon, l'analyse de la population d'anguilles révèle une dynamique caractérisée par une prédominance d'anguilles de taille moyenne de 300 à 450 mm. Une proportion plus faible d'anguilles de taille plus grande, ainsi que la présence de quelques anguilles de petite taille ont été mesurées. Ces résultats suggèrent que la population d'anguilles dans ce marais est en place et relativement stable. Le déficit d'anguilles de taille inférieure à 300 mm observé suggère des problèmes de recrutement dans ce marais qui reste cependant moins prononcé que dans celui de la Morchaussée. Bien qu'aucune anguille de taille inférieure à 150 mm n'ait été observée, les classes de taille entre 150 et 450 mm sont bien représentées, avec une augmentation progressive du nombre d'individus. Cette répartition relativement homogène pourrait indiquer un assez bon recrutement d'anguilles dans cette zone.

Dans le marais du Grand Salvin, l'analyse de la population d'anguilles révèle une dynamique caractérisée par une prédominance d'anguilles de taille moyenne à grande, soit entre 300 et 600mm de long. Cette observation indique que la population d'anguilles dans ce marais est en place mais en voie de vieillissement vers une population relictuelle. En effet, il n'y a pas eu de recrutement récent car la présence des plus jeunes stades est quasi-nulle.

L'analyse de la distribution des classes de la population d'anguilles dans le marais de la Morchaussée révèle une dynamique productrice de femelles par une prédominance d'anguilles de taille moyenne à grande. Cette observation est soutenue par une proportion relativement faible d'anguilles plus petites et plus grandes. Ces résultats suggèrent que la population d'anguilles dans ce marais tend vers une population quasi-relictuelle par l'absence totale d'anguilles de taille inférieur à 300 mm et une relativement faible proportion de 300 à 450 mm. En termes d'effectifs de classes de tailles, le marais de la Morchaussée se distingue par l'absence d'anguilles de taille inférieure à 150 mm, indiquant une raréfaction des individus les plus jeunes dans cet habitat. La présence d'une dizaine d'anguilles dépassant 600 mm suggère, par la production de femelles, un sous-effectif d'anguille dans ce marais. En effet, chez les anguilles, le déterminisme sexuel est principalement influencé par la densité de population. Il a été observé que de faibles densités d'individus se développent en femelles. En revanche, à des densités de population plus importantes, un plus grand nombre d'individus se développent en mâles (Davey & Jellyman, 2005).

Structure de taille de la population d'anguilles du marais de la Basse Vallée de la Vie sur chaque session d'échantillonnage

Pour identifier si la structure est changeante sur la population d'anguilles au cours des quatre mois de suivi, nous avons réalisé une analyse temporelle des structures de tailles (Figure 88). En comparant les distributions des tailles d'anguilles échantillonnées au début, au milieu et à la fin de la période de suivi, nous avons cherché à détecter d'éventuels changements significatifs dans la composition de la population.

L'analyse de la distribution des différentes classes de tailles échantillonnées sur l'ensemble des quatre marais pour chaque session d'échantillonnage a révélé des résultats intéressants. Les mois de mars, avril et mai ne présentent pas de différences significatives dans la répartition des classes de tailles des anguilles, comme indiqué par les tests de Wilcoxon (wilcox.test pvalues < 0,05 pour chaque couple de mois). Cependant, le mois de juin se distingue, il présente une distribution significativement différente des classes de tailles par rapport aux trois premiers mois (wilcox.test pvalue < 0,05), avec la présence majoritaire de plus jeunes stades.

La mesure d'anguilles de tailles comprises entre 150 et 300 mm a été observée au cours de la saison à partir de mai. Cela suggère que ces individus sont issus de la croissance de juvéniles, témoignant de la présence de plus jeunes stades dans les marais, ou bien issus de l'arrivage de ces écophases au cours de la période d'échantillonnage. De même, les classes de la taille 300 à 400 mm augmentent en nombre et en proportion au cours de la saison. A l'inverse les individus de plus grande taille (supérieur à 450 mm) diminuent au cours de la saison.

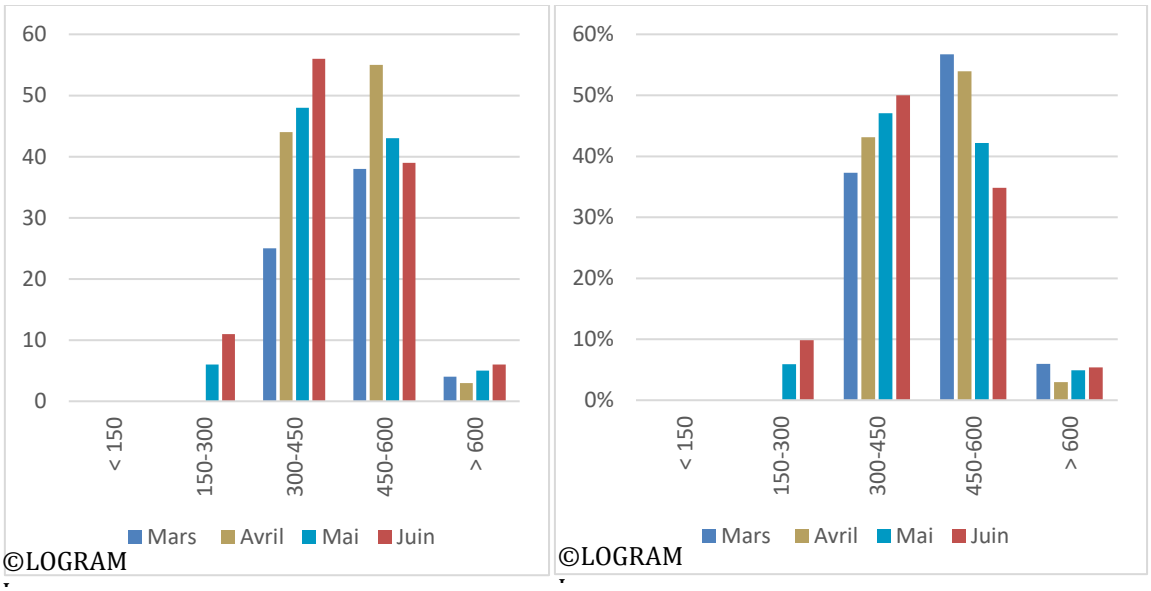


Figure 88 : Distribution des classes de tailles d'anguilles du marais de la Basse Vallée de la Vie par session d'échantillonnage (n=383) en nombre (à gauche) et en pourcentage (à droite)

4.3.3.4 Argenture par marais

L'étude comparative de la distribution de l'argenture au sein des populations des différents sites étudiés nous permet de caractériser l'avancement de la maturation des anguilles sur chacun de ces sites (Figure 89). En examinant la proportion d'anguilles argentées par rapport aux autres écophases, nous pouvons évaluer la progression de la maturation sexuelle au sein des populations de chaque marais.

La population d'anguilles observée lors de la période d'échantillonnage sur les quatre marais est relativement homogène et se compose principalement d'anguilles jaunes en cohérence avec la période d'échantillonnage et l'engin de capture. Cependant, la présence de 7 individus cuivrés est également observée, ce qui suggère un retard de dévalaison et soulève des inquiétudes concernant la connectivité des marais dans leur ensemble.

5 anguilles pré-argentées et seulement 2 anguilles argentées ont été recensées, toutes deux sur le marais de la Morchaussée.

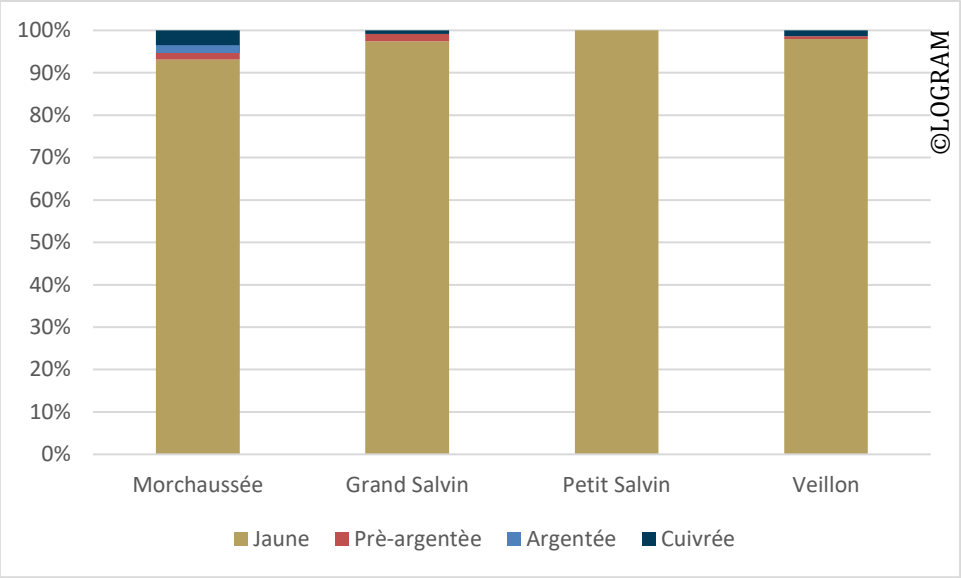


Figure 89 : Distribution des différents stades d'argenture des anguilles aux quatre marais suivis (n = 383).

4.3.3.5 Etat de santé de la population

Pour identifier les causes des lésions observées chez les anguilles, nous avons procédé à une analyse de corrélation entre les différents paramètres environnementaux relevés et les observations de la fréquence et du type de blessures constatées sur les animaux (Figure 90).

L'ensemble de la population échantillonnée dans les quatre marais pendant toute la période de suivi montre une prédominance d'anguilles en bonne santé, représentant un total de 63,2% de la population. Cependant, une proportion importante de la population, soit 33,2%, présente des traces d'érosions, ce qui suggère une pression de prédation significative exercée sur ces anguilles. De plus, un faible pourcentage de la population, soit 2,6%, présente des hémorragies, indiquant des blessures potentiellement liées à des interactions avec des prédateurs. Parmi les traces de prédations observées, une proportion significative de 92,4% présente une forme caractéristique en « V », indiquant une prédation attribuée aux hérons. En effet, le héron est un prédateur qui chasse principalement dans des eaux peu profondes. Son comportement de chasse est basé sur la vue et se déroule généralement pendant le jour. Ces chasseurs adoptent une approche passive, restant immobiles environ les trois quarts du temps. Malgré cela, les hérons n'effectuent pas de plongeons et se limitent à une alimentation superficielle (Mock & Mock, 1980). Des ulcères ont également été observés chez 0,5% de la population d'anguilles.

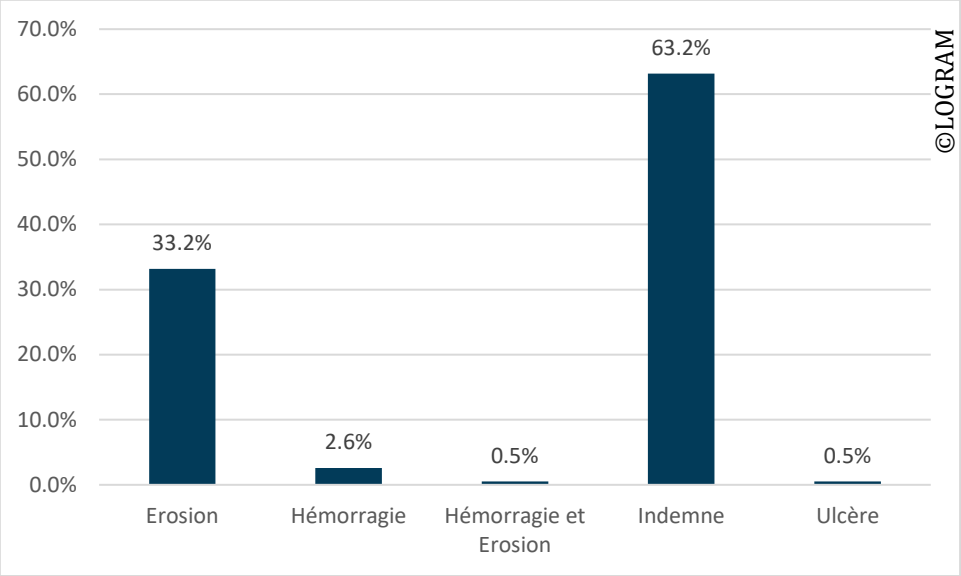


Figure 90 : Distribution des différentes lésions anato-morphologiques des anguilles du marais de la Basse Vallée de la Vie (n = 383).

Notons également que les anguilles présentant ces traces d'érosions sont celles qui ont survécu à une attaque de prédateur, ce qui suggère que la pression de prédation réelle pourrait être plus intense que ce qui est observé dans notre échantillon.

Les résultats ont révélé qu'il n'y avait pas de corrélation significative entre les paramètres environnementaux étudiés (température de l'eau, conductivité, oxygène dissous, pH, visibilité lunaire et marée) et la présence d'ulcères et d'hémorragies chez les anguilles (cor.test pvalues > 0,05). Cependant, des corrélations positives significatives ont été observées entre l'érosion des anguilles et la température de l'eau (cor.test pvalue < 2,2e-16) ainsi que la conductivité (cor.test pvalue = 2,2e-12), suggérant une possible influence de ces facteurs environnementaux sur la santé de ces poissons. Ainsi, la réduction de la hauteur d'eau, caractérisée par l'élévation de la température, de la salinité et la diminution d'oxygène dans les marais, favorise la prédation aviaire, notamment par le héron, pêcheur de faibles hauteurs d'eau (Figure 91).

De plus, des corrélations positives ont été constatées entre l'absence de lésions et les niveaux d'oxygène dissous (cor.test pvalue = 3,2e-08) ainsi que les marées (cor.test pvalue = 1,2e-04).

Ces observations indiquent que les anguilles semblent en meilleure santé dans des conditions spécifiques, notamment des eaux profondes, bien oxygénées, et avec de forts coefficients de marée qui favorisent le renouvellement des eaux. Ces facteurs semblent être favorables pour les anguilles car ils limitent la pollution, la prédation et le risque d'asphyxie.

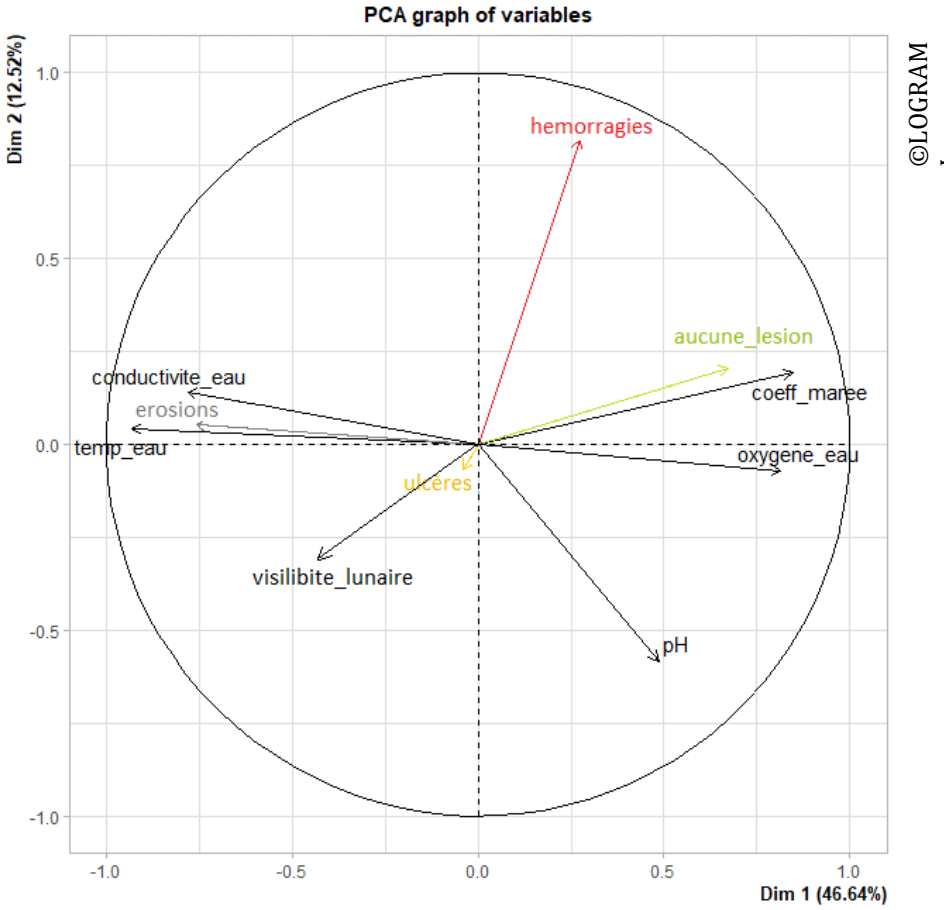


Figure 91 : Analyse en Composante Principale sur les paramètres environnementaux et les lésions aux anguilles (n = 383).

L'étude comparative de l'état de santé des quatre marais suivis révèle des variations importantes dans l'état de santé des anguilles entre les différents marais étudiés. Le marais du Petit Salvin se distingue en affichant le taux le plus élevé d'individus sains, avec 100% d'anguilles sans lésion (Figure 92). Cependant, il est important de noter que l'échantillon pour ce marais est très petit, ce qui nécessite une interprétation prudente de ces résultats.

Le marais du Veillon présente un pourcentage de 25% d'anguilles présentant des lésions, indiquant une proportion faible d'individus affectés. En revanche, les marais de la Morchaussée et du Grand Salvin montrent des taux de blessures plus élevés, avec 47 à 43% d'anguilles présentant des lésions dans chacun de ces sites, dont une majorité d'érosion dues à la prédation.

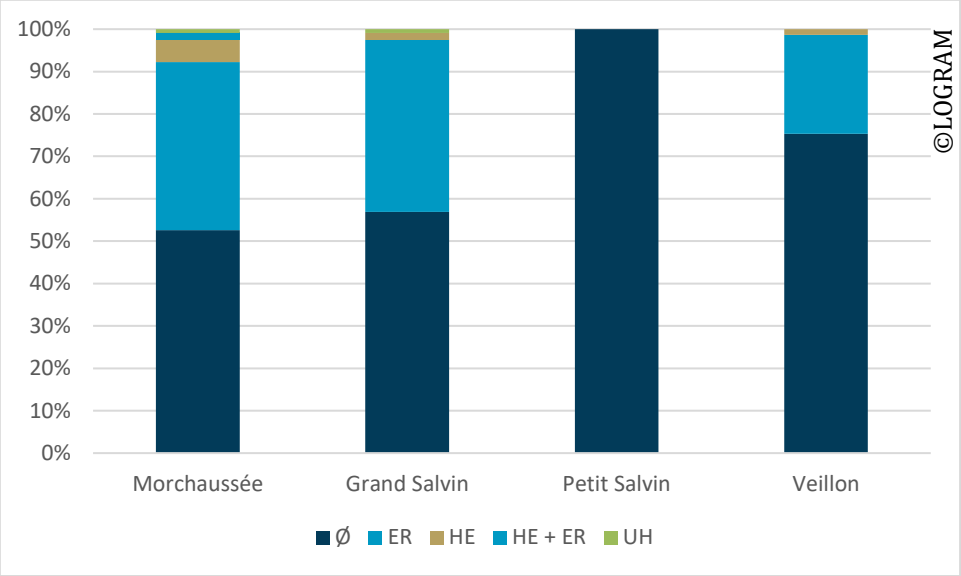


Figure 92 : Distribution des différentes lésions anato-morphologiques des anguilles dans les quatre marais suivis (n = 383). Ø : aucune lésion – ER : érosion – HE : Hémorragie – HE + ER : Hémorragie et érosion – UH : Ulcère

4.4. Conclusion

En 2023, Les températures favorables à la migration couvrent entre 76 et 81 % de la période de montaison des anguilles jaunes (mi-mai à mi-juillet). Des températures supérieures à 25 °C sont constatées dès le mois de juin. Les périodes estivales de léthargie sont plus longues que celles des années antérieures. Pour autant, la thermo-tolérance de cette espèce lui permet de mieux résister aux conditions extrêmes de température.

Les conditions hydrologiques, de l'année 2023, ont été globalement défavorables à la montaison des anguilles jaunes sur l'ensemble du bassin de la Loire. Une augmentation du débit fin juin sur le bassin de la Vienne et de la Sioule a toutefois été profitable à la migration des anguilles.

Depuis le début des suivis, cette espèce est régulièrement présente sur toutes les stations de comptage, y compris les plus amont à 883 km de la mer sur l'axe Allier (Poutès) et 736 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.

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, 8 186 anguilles ont été comptées. Cet effectif est largement supérieur à la médiane des années précédentes (1 775) mais proche de celle des cinq dernières années (8 520). 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 dépassé à quatre reprises les 8 000 individus, ce qui n'était jamais arrivé depuis la mise en service de la station en 2004. Les transferts d'anguillettes réalisés en 2013 et en 2019 sur le bassin de la Vienne participent au recrutement à ce niveau de l'axe mais n'expliquent pas à eux seuls cette augmentation. Les pics de migrations sont essentiellement dus aux bons recrutements des années précédentes sur la Loire et à une migration non artificialisée.

La période de migration des anguilles en montaison varie selon les stations et les années. La date de migration est plus tardive pour les stations les plus éloignées de la mer. Ainsi, sur la Vienne, la moitié de la migration à Châtellerault a lieu dès le 5 juin (+/- 17 jours) alors que, sur l'Allier, 50 % de la migration a lieu au 30 juin (+/- 14 jours) à Vichy et au 18 juillet (+/- 9 jours) à Poutès. L'amplitude totale est par ailleurs plus longue sur le bassin de la Vienne.

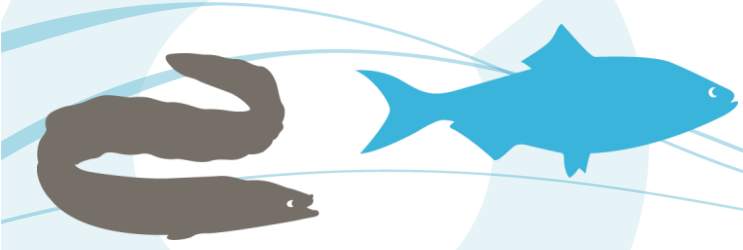
La taille des anguilles est logiquement dépendante de la distance à la mer des stations de comptage. Depuis le début des suivis, la majorité des anguilles comptées à Châtellerault et Descartes mesurent moins de 30 cm et sont donc des anguilles en colonisation active âgées de 2 à 5 ans. Aux autres stations du bassin, la quasi-totalité des anguilles mesure plus de 30 cm, ces individus sont donc des anguilles plus âgées. Les proportions d'anguilles supérieures à 45 cm, correspondant aux anguilles femelles sont largement majoritaires aux stations de Vichy et Langeac sur l'Allier et Roanne sur la Loire, situées à plus de 600 km de la mer. Sur la Vienne, la taille médiane de l'effectif mesuré en 2023 est dans la continuité des quatre années précédentes et reste relativement faible (26 cm +/-1 de 2019 à 2023) correspondant globalement à des individus de 4 ans. Ces résultats confirment la dynamique observée de rajeunissement de la population et s'expliquent par un bon recrutement les années antérieures sur la Loire.

La migration vers la mer de l'anguille européenne a généralement lieu en automne entre août et décembre. En 2023, les débits automnaux de l'ensemble du bassin de la Loire, hormis sur le bassin de l'Allier et de la Loire moyenne, ont été favorables à la dévalaison des anguilles argentées. 117 anguilles argentées ont été observées aux stations de comptage. Cet effectif ne doit pas être considéré comme exhaustif. Il permet simplement de confirmer la présence et la capacité de production de futurs géniteurs sur les axes suivis. L'analyse biométrique des anguilles dévalantes indique que la taille médiane est corrélée avec la distance à la mer des stations de comptage. Les individus les plus petits sont contrôlés sur le bassin de la Vienne alors que les plus grands sont observés aux stations les plus apicales. La très grande majorité des anguilles argentées observées seraient des femelles (99 % des individus comptés > 45 cm). La distance à la mer des stations de comptage explique en partie ce résultat, les zones aval du bassin versant sont, en effet, censées être les plus productives en mâles alors que les zones amont accueillent plus de femelles.

L'approfondissement des connaissances sur le marais de la Basse Vallée de la Vie a révélé sa singularité en comparaison avec d'autres marais côtiers. Son aménagement se caractérise par une fragmentation significative en de nombreuses unités hydrologiques de petites surfaces, gérées individuellement par des prises d'eau de faible envergure. Cette particularité renvoie à l'usage initial de ces marais qui ont été aménagés pour la production piscicole. Néanmoins, ce marais possède un atout majeur grâce à sa connexion directe avec la mer et à la typologie de ses prises d'eau. En effet, le marais est directement soumis au marnage et se trouve en relation directe avec la mer, à moins de 9 km de distance et son aménagement offre de nombreuses opportunités d'accès aux territoires pour l'anguille qui sait s'y sédentariser.

L'étude de la population d'anguilles dans le marais de la Basse Vallée de la Vie a permis de mettre en évidence plusieurs caractéristiques qui indiquent que cette population est établie depuis une période prolongée, la classant ainsi comme quasi-relictuelle. Un déficit de recrutement a été identifié, se traduisant par un nombre insuffisant de jeunes anguilles de taille inférieure à 150 mm et une faible présence d'individus de 150 à 300 mm. De plus, la présence d'individus « cuivrés », atypiques dans cette population, ainsi que la persistance de femelles en retard de dévalaison ont suscité des questionnements quant à la capacité de cette population d'anguilles à coloniser, mais aussi à quitter le marais. D'autant plus que l'étude a mis en évidence une production de femelles relativement importante, suggérant ainsi un déficit dans l'effectif global de la population d'anguilles de la Basse Vallée de la Vie.

En parallèle, l'étude de la production des marais suivis a permis de mettre en évidence les facteurs influençant la production d'anguilles du territoire. Il a ainsi été démontré que la production d'anguilles dépend conjointement de la perméabilité des prises d'eau et de leur gestion efficace. Les marais les plus productifs en anguilles parmi les sites étudiés sont le Veillon et le Grand Salvin. Ces deux marais se distinguent par la présence d'une perméabilité moyennement efficace mais une gestion en accord avec les cycles migratoires de l'espèce. Dans le cadre de la préservation et de la réhabilitation des habitats favorables à l'anguille, ces deux approches essentielles doivent ainsi être considérées. Tout d'abord, il est crucial de réorienter la gestion des marais qui possèdent déjà des caractéristiques de perméabilité favorables, mais qui actuellement ne permettent pas aux anguilles de s'y sédentariser et de migrer efficacement. Pour ce faire, il sera nécessaire de mettre en place des pratiques de gestion plus adaptées à l'anguille, telles que des manœuvres régulières et mieux synchronisées avec les cycles de migration de l'espèce. Cela implique de permettre des périodes de



recrutement et de dévalaison optimales pour les géniteurs, afin de faciliter leur passage entre les différents compartiments du marais et les axes de migration. D'autre part, il est essentiel de restaurer la perméabilité dans les secteurs où celle-ci est limitée, en particulier en aménageant des prises d'eau mieux connectées pour le franchissement pisciaire. Ces travaux de restauration visent à offrir aux anguilles des passages plus larges et moins contraignants, ce qui leur permettra de se déplacer plus librement dans les marais. Lors de l'évaluation des sites à réhabiliter, il conviendra alors de prioriser les unités hydrauliques cohérentes de plus grandes surfaces en eau. En effet, ces grands espaces offriront davantage d'habitats pour les anguilles.

En focalisant les efforts sur ces unités hydrauliques cohérentes, les gestionnaires de projets peuvent concentrer leurs ressources de manière efficace, minimisant ainsi les coûts et les impacts environnementaux.

Ainsi, le marais de la Basse Vallée de la Vie révèle un fort potentiel d'amélioration de la production d'anguilles. En prenant en compte les données de productivité observées dans différents groupes de marais en fonction de leur perméabilité, nous avons estimé une production totale de 1034 kg d'anguilles sur l'ensemble du territoire, soit 6,03 kg/ha. Les résultats indiquent clairement que des efforts conjoints des gestionnaires locaux et des propriétaires de marais pour améliorer la gestion et les aménagements pourraient contribuer à augmenter la production d'anguilles dans le marais de la Basse Vallée de la Vie. Bien que revenir aux niveaux de production similaires aux années 80, qui étaient de 200 à 300 kg d'anguilles à l'hectare, puisse être un objectif ambitieux, il est essentiel de continuer à travailler pour la conservation et la restauration des habitats favorables aux anguilles. En collaborant étroitement avec les parties prenantes locales et en mettant en œuvre des pratiques de gestion durables, il est possible de préserver et d'améliorer la biodiversité des zones humides telles que la Basse Vallée de la Vie, tout en soutenant les populations d'anguilles pour les générations futures

5. Le Mulet porc

Le Mulet porc est le plus euryhalin des mulets. Il effectue de grandes migrations entre la mer et l'eau douce essentiellement à des fins trophiques (Keith et al., 2011). Sa migration de montaison a lieu du printemps au début de l'été. Il redescend ensuite vers la mer à l'automne pour y effectuer sa reproduction.

5.1. Les effectifs de Mulets porcs

Tout comme l'Anguille européenne, le Mulet 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 de montaison 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, ont néanmoins attesté de l'augmentation de l'aire de répartition de ce migrateur. Cette augmentation n'a pas été durable, l'espèce n'est plus présente sur ces parties amont du bassin de la Loire (depuis 2013 sur l'Allier et 2018 sur la Loire). En 2023, pour la cinquième année consécutive, la totalité des Mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne.

5.1.1. Descartes (Creuse)

Sur la Creuse, à la station de comptage de Descartes, les effectifs de mulets sont variables d'une année à l'autre. De 2007 à 2021, l'effectif médian est de 109 (moyenne de 137 mulets +/- 129). 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.

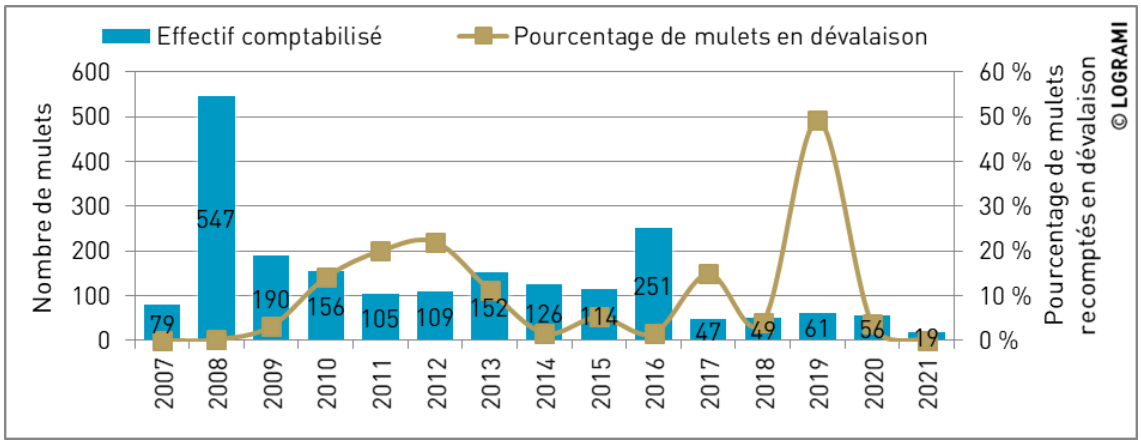


Figure 93 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007. La station n'est plus en service depuis le 14 juillet 2021

5.1.2. Châtellerault (Vienne)

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, les effectifs de mulets ont fortement augmenté depuis le début du suivi. Entre 2004 et 2007, seulement quelques dizaines d'individus étaient comptabilisés.

De 2008 à 2012, une centaine de mulets franchissait l'ouvrage par an et de 2014 à 2020, 150 à 300 individus ont été observés chaque année. En 2023, seulement 81 mulets ont été comptabilisés. Il s'agit du plus faible effectif rencontré depuis 2007. **Depuis 2015, le nombre de mulets franchissant le barrage de Châtellerault a tendance à diminuer** (Figure 94).

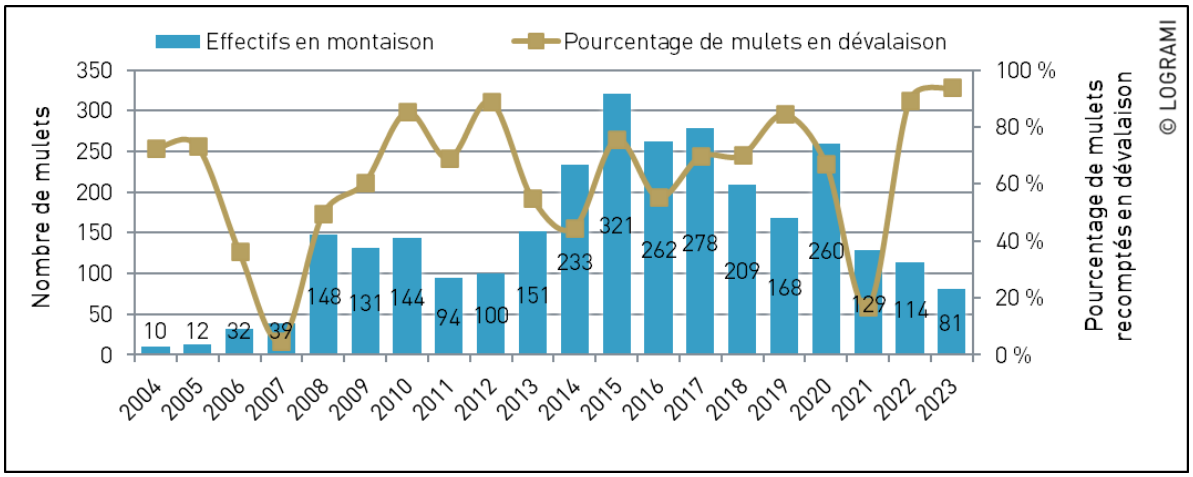


Figure 94 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

94 % des mulets comptés en 2023 ont réemprunté la passe à poissons quelques mois plus tard pour rejoindre l'océan. Ce pourcentage est le plus important de la série de données. En moyenne, de 2004 à 2022, il est de 62 % (+/- 23). **Ce taux de dévalants par la passe à poissons est corrélé aux débits durant la période de migration** (Figure 95). Il est en effet plus élevé lorsque les débits sont faibles et que les clapets de l'ouvrage sont fermés. Ainsi, en 2023, les conditions hydrologiques très limitantes expliquent ce taux important (moyenne de 21 m^3/s durant la période de migration, contre 35 m3/s +/-12 en moyenne sur les périodes de dévalaison de 2004 à 2022). La passe à poissons, pourtant inadaptée pour la dévalaison, est dans ces conditions la seule voie de passage possible.

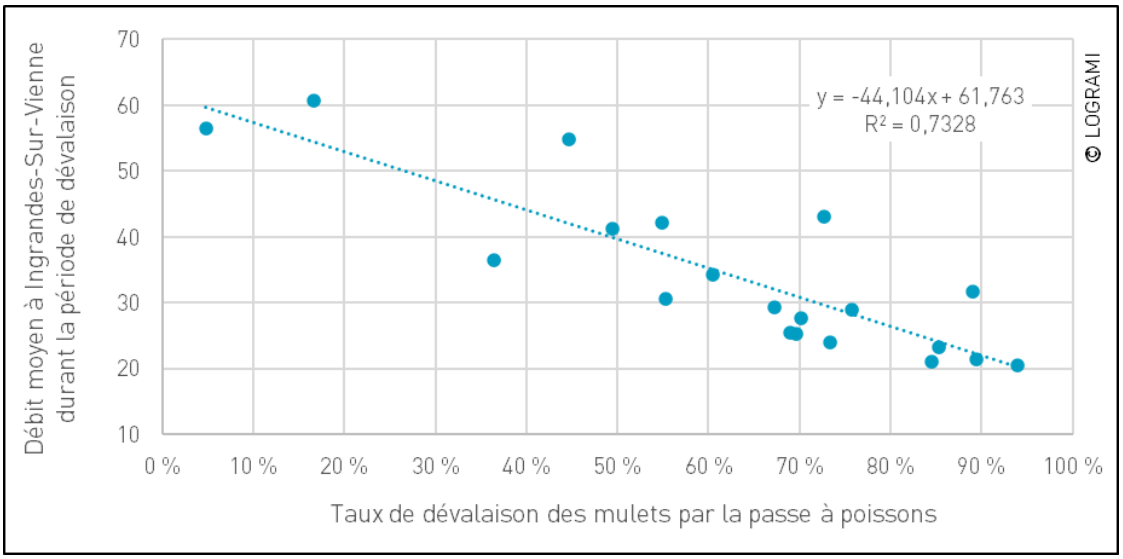


Figure 95 : Taux de dévalaison des mulets par la passe à poissons de Châtellerault en fonction du débit moyen à Ingrandes-sur-Vienne durant la période de dévalaison moyenne (24 juillet – 1er octobre) (Source hydro : SCHAPI)

5 des 81 mulets montants ne sont pas redescendus par la passe à poissons. Ils ont pu franchir l'ouvrage par une des deux vannes toits, qui est ponctuellement ouverte pour réaliser l'entretien du système d'évacuation des encombrants (drome). Ils ont également pu mourir, être prédatés ou pêchés dans la retenue.

5.2. 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.

5.2.1. Amplitude et dynamique migratoire

La migration des mulets est généralement plus précoce sur la Creuse à Descartes que sur la Vienne à Châtellerault (Figure 96). 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 atteinte que le 9 juin (+/- 21 jours).

En 2023, la montaison des mulets à Châtellerault est légèrement plus précoce que celle des années antérieures (50 % des passages au 27 mai 2023). L'amplitude de la montaison est, en revanche, proche de celle des années précédentes : 90 % de la migration s'est déroulée sur 105 jours en 2023 (du 10 avril au 23 juillet) contre 99 +/- 20 de 2004 à 2022 (du 12 avril au 19 juillet). (Figure 96).

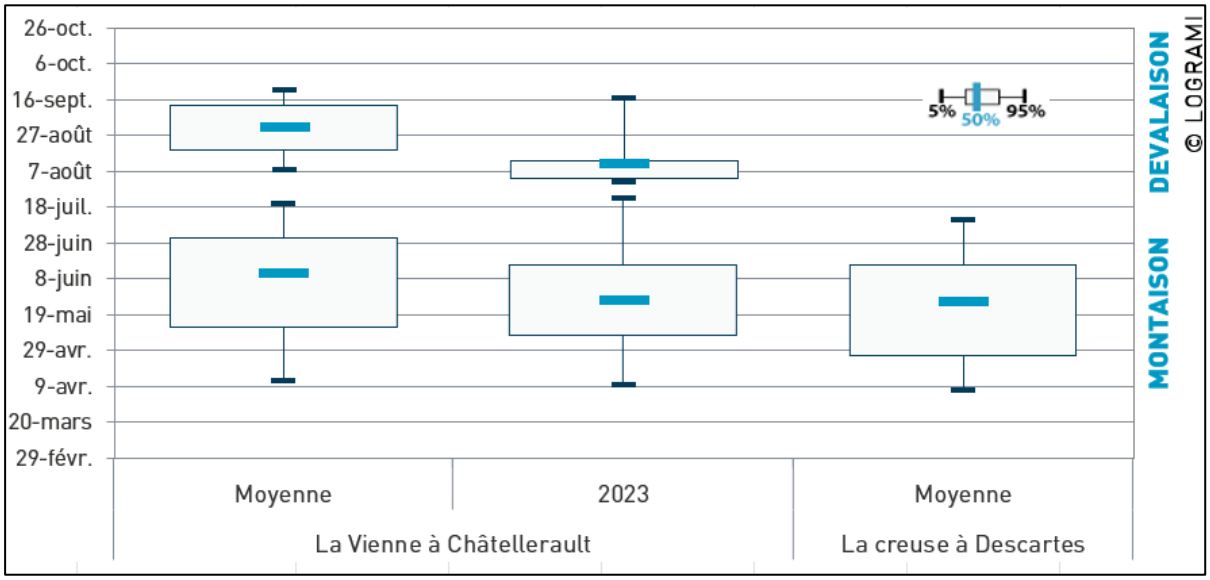


Figure 96 : Comparaison des périodes de passages des Mulets porcs en 2023 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La période de dévalaison ne peut être décrite que pour la station de Châtellerault. En effet, à Descartes les mulets dévalant sont peu nombreux à emprunter la passe à poissons, la majorité d'entre eux franchissent l'ouvrage par les clapets. En 2023, la dévalaison a débuté le 30 juillet et s'est terminée le 30 septembre (soit une amplitude totale de 62 jours). Elle est proche de celle des années précédentes durant lesquelles elle s'étalait en moyenne sur 70 jours (+/- 31). En ce qui concerne la période de migration, celle-ci est plus précoce et concentrée en 2023 que ce qui est habituellement observé. Ainsi, 50% des Mulets ont dévalé au 11 août contre une date moyenne observée au 31 août (+/-20) sur la période 2004-2022.

5.2.2. Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtellerault, le premier mulet en montaison a été comptabilisé le 23 mars 2023 et le dernier le 29 juillet (Figure 97). Les passages sont discontinus, la majorité d'entre eux a eu lieu durant les mois de mai et de juin (75 % de l'activité a en effet eu lieu entre le 1er mai 2023 et le 29 juin). Un pic de migration est distinguable le 27 mai avec 6 passages dans la même journée.

La dévalaison est stimulée par la baisse de température de la Vienne. Elle se concentre sur la première moitié du mois d'août. Un pic est notable les 10 et 11 août avec le passage de 10 individus lors de ces deux jours (Figure 97).

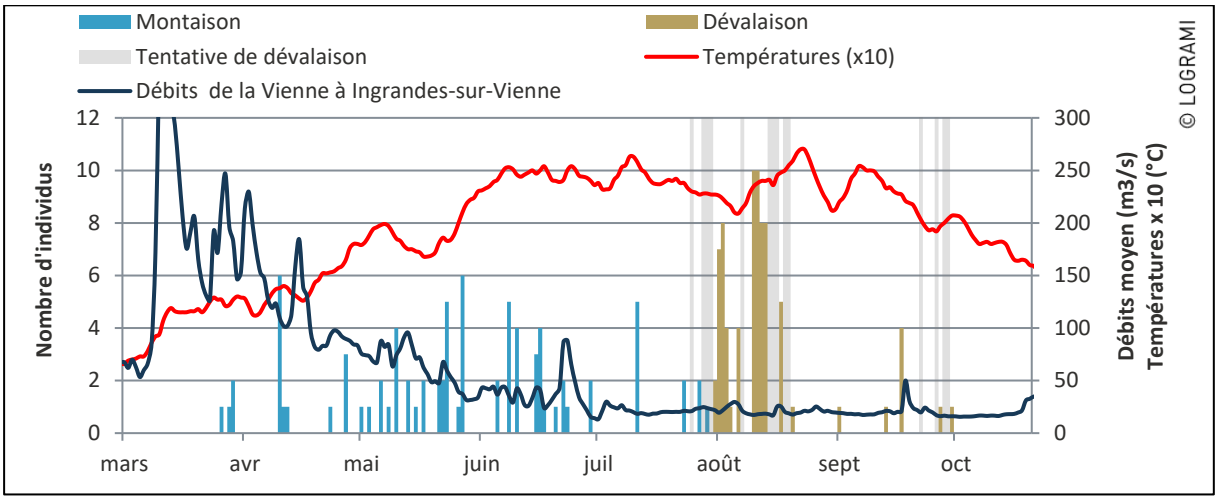


Figure 97 : Passages journaliers de Mulets porcs s à la station de comptage de Châtellerault en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2023 (n=81) (Source hydro : SCHAPI)

Durant la période de dévalaison, les nombreux allers et retours devant les vitres témoignent de l'absence de dispositifs adaptés à cette espèce. En 2023, quatorze journées sont marquées par des tentatives de dévalaison sans passage. Les mulets sont 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.

5.2.3. Rythme horaire de migration

La migration de montaison des Mulets porcs est diurne : 95 % des passages ont lieu entre 5h et 20h UTC (Temps Universel Coordonné). Dans ce créneau diurne, aucune préférence horaire n'est distinguable. Les passages sont globalement similaires tout au long de la journée (Figure 98).

En 2023, 96 % des passages ont lieu entre 5h et 20h UTC. Contrairement aux années précédentes, les passages ne sont pas similaires tout au long de la journée. Ceci s'explique par la faiblesse de l'effectif 2023.

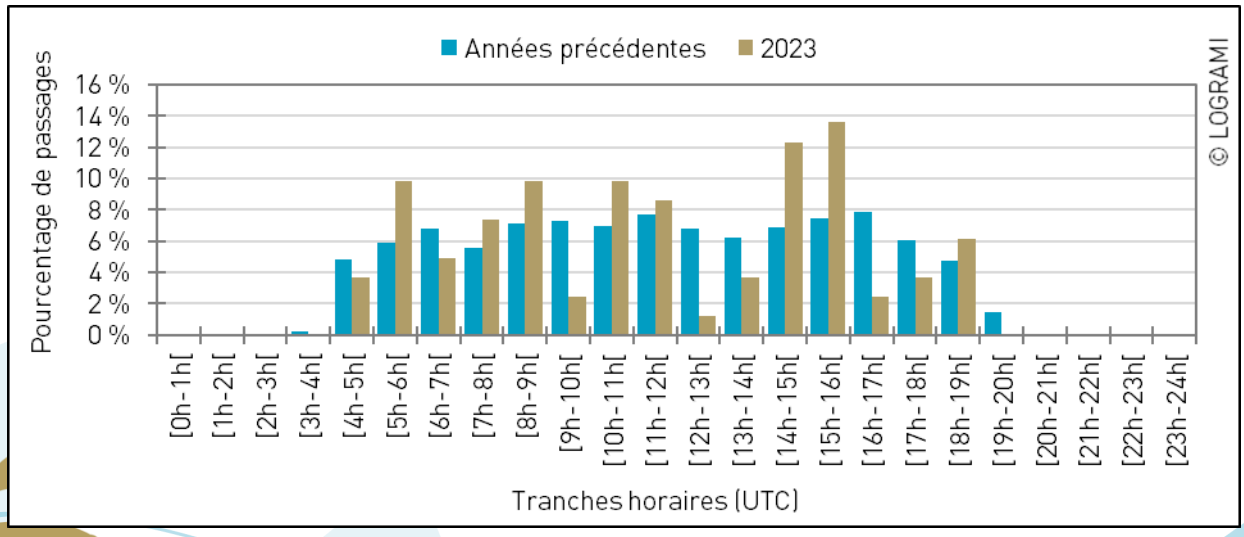


Figure 98 : Passages horaires des Mulets porcs en montaison aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 938) et en 2023 (n=81)

5.3. Caractéristiques biométriques

Une partie des Mulets porcs montants aux stations de comptage a été mesurée individuellement (85 % des individus depuis le début des suivis et 100 % des passages en 2023). En 2023, la taille médiane des mulets ayant franchi le barrage de Châtellerault est de 52 cm (moyenne de 53 cm +/- 5). **L'année 2023 se caractérise par des mulets de taille importante (médiane record) et, comme les deux années précédentes, par une part très réduite de petits individus** (1 % inférieurs à 40 cm contre en moyenne 21 % +/ 20 les années précédentes). Les années 2006, 2014 et 2015 ont une médiane inférieure ou égale à 40 cm et présentent donc une proportion de petits individus plus importante que les autres années (Figure 99).

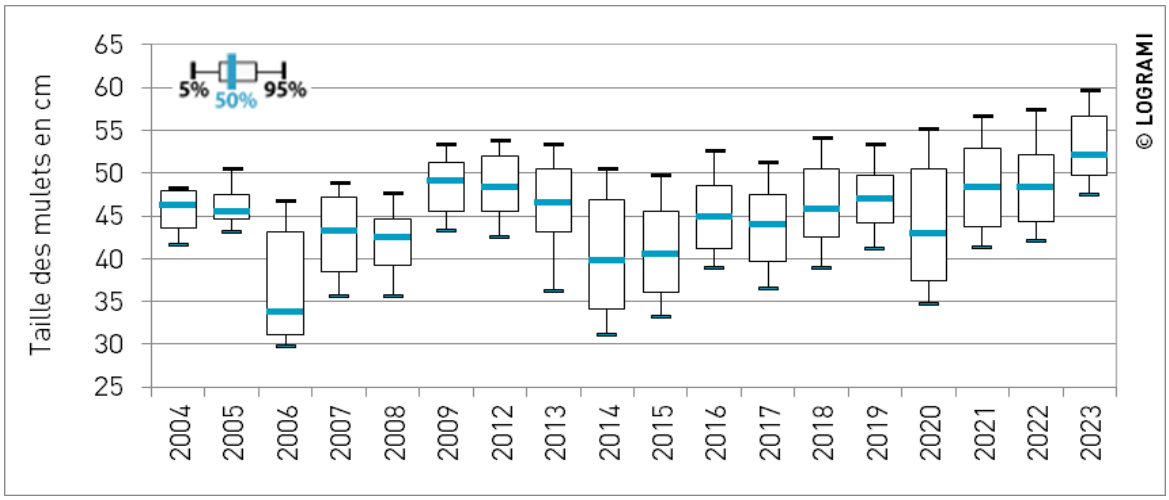


Figure 99 : Distribution des tailles de Mulets porcs montants par année à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne (pas de données de taille acquises en 2010 et 2011)

Il n'existe pas de dimorphisme sexuel permettant de distinguer les mâles des femelles (Gautier & Hussenot, 2005). Les différences de taille entre individus sont donc essentiellement liées à la présence de plusieurs générations. L'âge des mulets remontant jusqu'aux stations de comptage n'est pas connu. Toutefois, en se basant sur la courbe de croissance réalisée sur le bassin de la Vilaine (Lemonnier, 2019), **les plus petits auraient entre 3 et 4 ans et les plus gros une dizaine d'années.**

La taille des mulets observés aux stations de comptage est aussi dépendante de la saison (Figure 100). **Les mulets les plus âgés arrivent en début de période de migration alors que les plus petits sont observés en été.** Ainsi, la taille médiane des individus mesurés entre le mois de mars et le mois de juillet diminue de 12 cm. Cette répartition saisonnière a déjà été retrouvée sur d'autres bassins versant tel que la Vilaine, où les individus occupent différents habitats selon leurs stades de vie, leur âge et leur stratégie individuelle (Lemonnier, 2019).

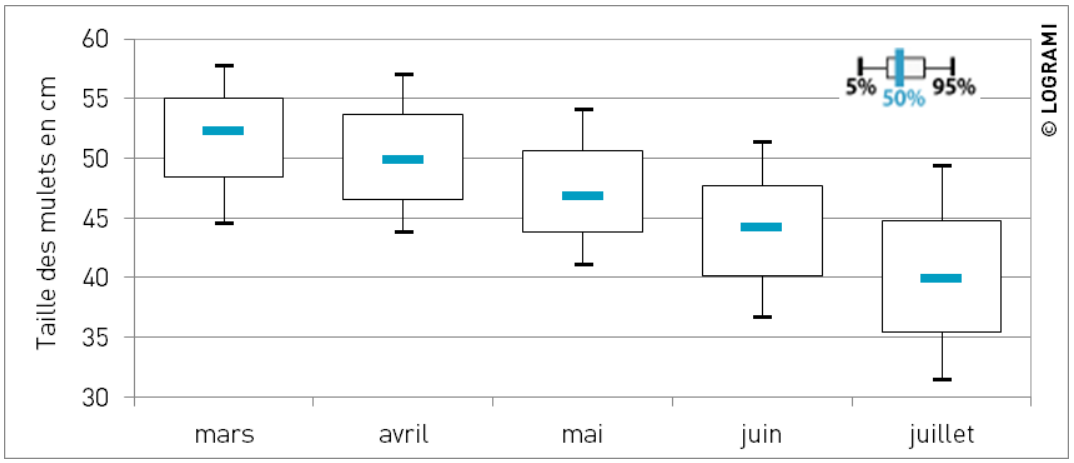


Figure 100 : Distirbution des tailles de Mulets porcs montants aux stations de comptage du bassin de la Loire en fonction des mois de passage (n=4 130)

5.4. Le front de colonisation du Mulet porc

Il n'existe pas de suivi spécifique du front de colonisation des Mulets porcs en migration de montaison dans le bassin de la Loire. Néanmoins, les stations de comptage permettent d'établir une carte du front minimum de colonisation sur les principaux axes du bassin de la Loire (Figure 101). Le Mulet porc est ainsi comptabilisé chaque année aux stations du bassin de la Vienne (Châtellerault de 2004 à 2023 et Descartes de 2007 à 2021). Sur l'amont du bassin, sa présence est avérée certaines années à Decize sur la Loire (environ 580 km de la mer) et à Vichy sur l'Allier (660 km de la mer). Ce sont les fronts les plus amont connus. En 2023, aucun Mulet porc n'a été observé sur ces zones.

Par ailleurs, les analyses ADNe réalisées dans le but de déterminer le front de colonisation de l'alose a aussi permis de révéler la présence de Mulets porcs sur différents axes du bassin de la Loire (cf. 8.3.2 Front de colonisation sur le bassin Loire) :

- Sur la Creuse : la présence du mulet n'a pas été confirmée sur les communes de la Guerche et de la Roche Posay. De nombreux individus ont cependant été aperçus sur la partie aval de la Creuse (observations réalisées par LOGRAMI), le front de colonisation est donc situé entre le barrage de Descartes et la commune de la Guerche.
- Sur la Vienne : le prélèvement réalisé en amont de la station de comptage de Châtellerault sur la commune de la Bonneuil-Matours ne contenait pas d'ADN de cette espèce. Le front de colonisation se situe donc très probablement en aval du seuil de Bonneuil.
- Sur le Cher : les prélèvements d'eau réalisés dans le département d'Indre-et-Loire à Ballan Miré (aval Grand Moulin) et à Tours (à l'aval du pont Saint-Sauveur) ont mis en évidence la présence du Mulet porc à Grand moulin.
- Sur la Loire : aucun prélèvement ADNe n'a été réalisé en 2023. La présence du Mulet porc est confirmée au moins jusqu'à Saint-Laurent-des-eaux. Tout comme en 2022, il est très probable que des individus soient remontés jusqu'à la confluence avec l'Allier.
- Sur le bassin de la Maine : les différents prélèvements ont permis de montrer la présence du mulet au moins jusqu'à Chateauneuf-sur-Sarthe sur la Sarthe, à Montreuil-Juigné sur la Mayenne et à Villevêque sur le Loir.
- Concernant la partie aval du bassin de la Loire, l'espèce est sédentarisée depuis plusieurs décennies jusqu'au département du Maine-et-Loire. La proportion d'individus sédentaires est difficilement quantifiable et dépend des mouvements d'eau sur le bassin de la Loire. Sur les affluents de ce secteur, les Mulets porcs sont bien présents sur la Maine, l'aval de la Mayenne et de la Sarthe, ainsi que sur l'aval du Layon, du Thouet, du Loir et de l'Authion. Sa colonisation s'arrête aux premiers ouvrages présents sur ces cours d'eau (Information FDPPMA 49).

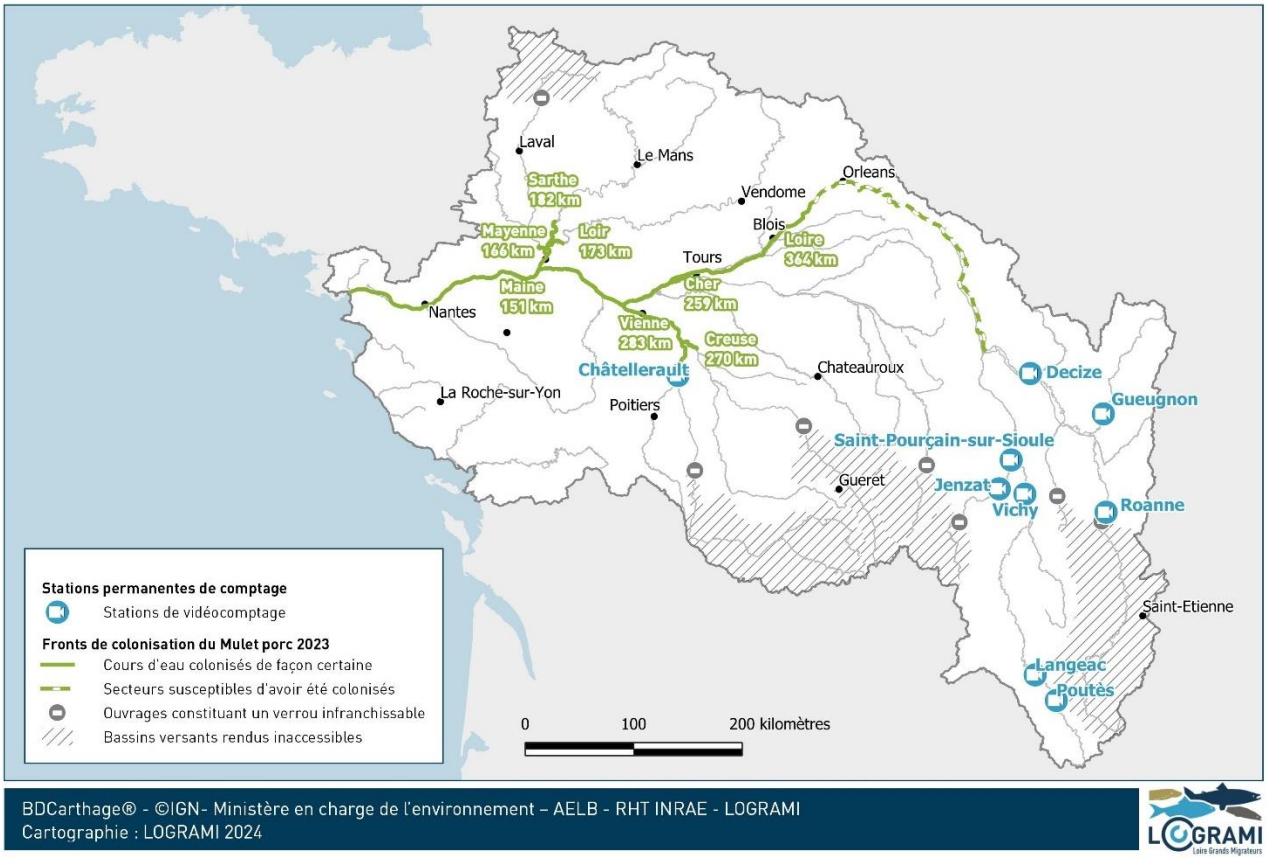


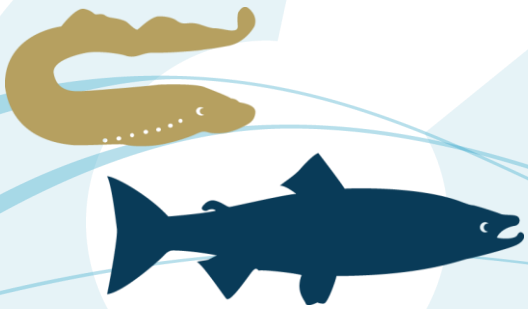
Figure 101 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le Mulet porc en 2023

5.5. Conclusion

Le Mulet 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. L'essentiel de la migration de montaison 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, ont néanmoins attesté de l'augmentation de l'aire de répartition de ce migrateur. Cette augmentation n'a pas été durable, l'espèce n'est plus présente sur ces parties amont du bassin de la Loire (depuis 2013 sur l'Allier et 2018 sur la Loire). Les observations ponctuelles, sur les parties aval du bassin de la Loire, montrent que les effectifs sont importants et que les comptages pour cette espèce ne peuvent pas être considérés comme un indicateur quantitatif.

En 2023, pour la cinquième année consécutive, la totalité des Mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne. Avec seulement 81 mulets dénombrés à Châtellerault, l'effectif est l'un des plus faibles constaté depuis 2007. Depuis 2015, le nombre de mulets franchissant le barrage de Châtellerault diminue d'année en année. Tout comme en 2022, la quasi-absence de mulets de petites tailles questionne. Cette absence pourrait être liée à une baisse du renouvellement de la population. La taille des mulets observés aux stations de comptage est par ailleurs dépendante de la saison : les individus les plus âgés arrivent en début de période de migration alors que les plus petits sont observés en été lorsque les conditions environnementales sont plus limitantes. L'âge des mulets remontant n'est pas connu, mais d'après la bibliographie et les tailles mesurées, il serait compris entre 3 et 10 ans.

94 % des mulets comptés en 2023 ont réemprunté la passe à poissons quelques mois plus tard pour rejoindre l'océan. Ce pourcentage est le plus important de la série de données. Les conditions hydrologiques limitantes expliquent ce taux important : la passe à poissons était la seule voie de passage possible. Les mulets sont pourtant 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. Il semble donc nécessaire de mettre en place une voie spécifique de dévalaison répondant aux exigences en termes de continuité écologique pour leur dévalaison.



6. La Lamproie marine

6.1. Migration de montaison des géniteurs

6.1.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie

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) (Tableau 15). Entre 4 et 7 °C, les lamproies marines sont en capacité de migrer mais avec une activité très 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 (MNHN, 2015). Comme pour l'alose, 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 fin mars et mai (Figure 102).

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

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	T° < 4
Migration limitée	4 < T° < 7
Préférendum migration	7< T° < 19
Migration limitée	19 < T° < 24
Pas d'activité migratoire	24 < T° < 30
Létal	T° > 30

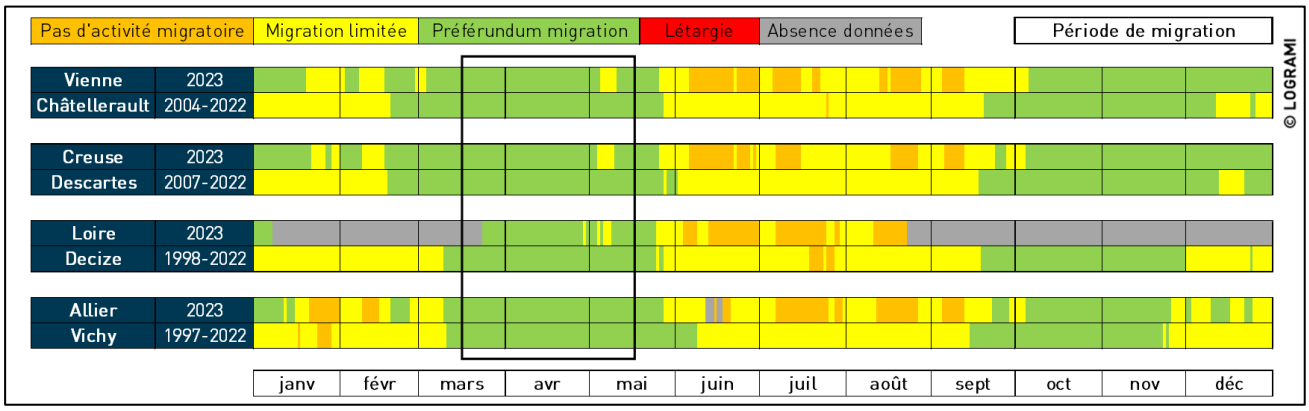


Figure 102 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la Lamproie marine entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

En 2023, l'atteinte du seuil de 7 °C est plus précoce sur l'ensemble des stations du bassin (Figure 102) en comparaison aux données moyennes observées sur les mêmes périodes depuis le début des suivis. Les températures sont favorables à la migration des lamproies dès début janvier. Pour le bassin Vienne-Creuse 27 jours +/-4 présentent des températures favorables pour la migration avant le 20 février qui est la date moyenne à partir de laquelle les températures franchissent le seuil de 7°C depuis 2004. A l'amont du bassin, la précocité du réchauffement des températures se vérifie également aux stations de Decize et Vichy où le

seuil des 7°C est déjà atteint au 1er janvier. Malgré des conditions rapidement favorables à la migration des lamproies marines sur le haut du bassin, aucun individu n'est arrivé en amont des points de contrôle. Pourtant, le nombre de jours favorables pour l'ensemble de la saison de migration a été relativement proche des moyennes observées sur l'ensemble du bassin avec seulement 3 jours favorables en moins pour la Vienne et 2 pour l'Allier par rapport aux années antérieures (Figure 103).

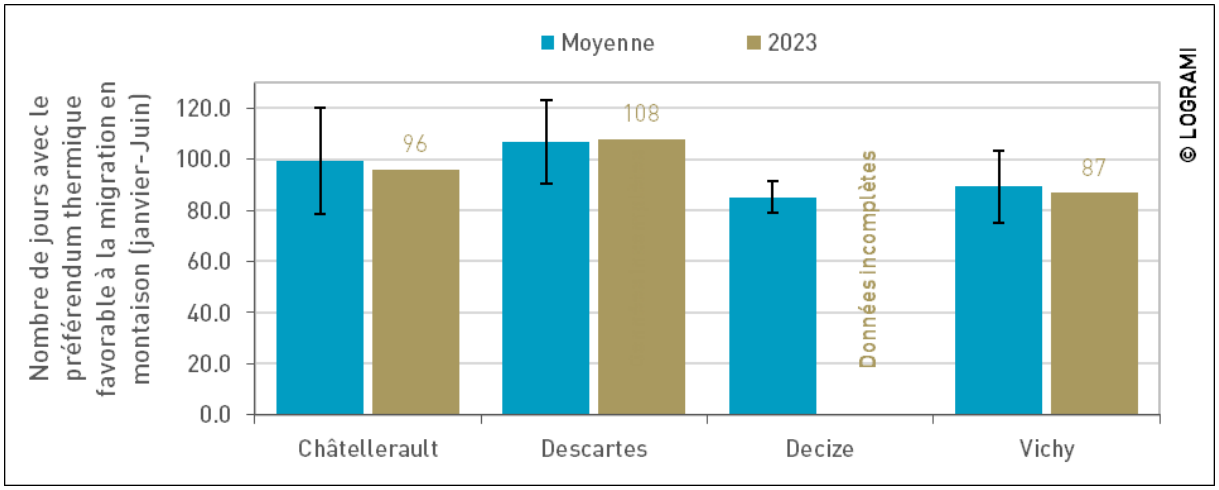


Figure 103 : Comparaison du nombre de jours du préféremdum thermique favorable à la migration de montaison (janvier-juin) des Lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

Bien que des géniteurs aient pu coloniser la partie moyenne de la Loire, deux facteurs pourraient expliquer l'absence d'observation sur le haut du bassin. Le premier concerne les faibles effectifs observés en 2023 aux stations de comptage (voir § 6.1.2.2)). Le deuxième facteur est lié à la température de l'eau. En effet, lorsque la température de l'eau atteint 15°C, les géniteurs ont suffisamment d'énergie pour constituer leur nid et s'y attèlent (Maitland, 2003), ce qui entraine l'arrêt de la migration pour la majorité des géniteurs. La reproduction a lieu dans une eau jusqu'à 18-19°C (Keith et al., 2011). Ainsi, plus l'atteinte du seuil 15°C arrive vite, plus la reproduction intervient tôt dans la saison, limitant ainsi la colonisation de la partie plus amont de l'axe. En ce qui concerne l'année 2023, les données de thermie sont très proches des moyennes historiquement observées (2004-2022). Le paramètre thermique ne semble donc pas avoir influencé la présence de géniteurs sur la partie amont du bassin de la Loire. Toutefois, d'autre facteurs explicatifs existent comme l'hydrologie, la pêche ou encore la prédation qui pourraient avoir joué un rôle en 2023.

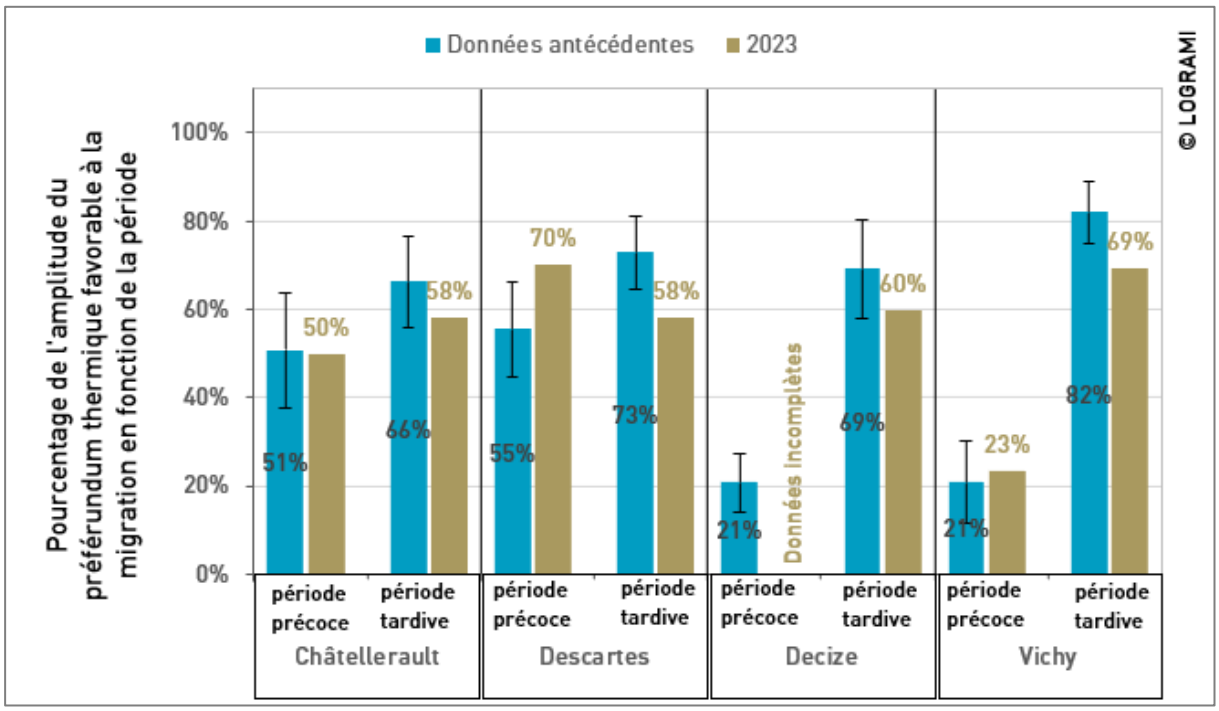


Figure 104 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des Lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures en fonction de la période (précoce : mi-janvier à mi-mars ; tardive : mi-avril à mi-juin) (Sources : LOGRAMI)

Durant les 6 premiers mois de l'année 2023, l'amplitude du préférendum thermique (7 < T° < 19) pour la migration de la lamproie est de 97 jours, soit un jour de plus par rapport à la moyenne (+/- 10 jours) depuis le début des mesures (toutes stations confondues).

En 2023, les fenêtres de migration aux stations apparaissent légèrement plus favorables en période précoce pour la Creuse et l'Allier (mi-janvier à mi-mars). Les amplitudes du préférendum thermique pour la migration de la Lamproie marine ont été globalement égales aux moyennes historiques (Châtellerault, Vichy) ou plus longues comme par exemple à Descartes (42 jours contre 33 jours +/- 12 en moyenne). Elles ont été **plus défavorables en période tardive (mi-avril à mi-juin) pour l'ensemble des stations** comme par exemple à Vichy avec une diminution de plus de 16% du nombre de jours favorables à ces dates (43 jours contre 51 +/- 8 en moyenne).

A l'échelle du bassin de la Loire, **le sous bassin Vienne-Creuse reste plus longtemps favorable à la migration de la Lamproie marine** d'après le nombre de jours observés avec des températures comprises entre 7°C et 19°C (143 jours +/-8 contre 116 jours pour l'Allier sur 167 possibles durant la période janvier-mi-juin). Le secteur Loire-amont n'est pas pris en compte dans cette comparaison du fait de lacunes dans les données à Decize.

Hydrologie

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

Ainsi, en 2023, les indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 105). Le plus fort indice est enregistré pour la station d'Ingrandes-sur-Vienne.

Comme en 2023, les conditions de débits ont été « défavorables » à la migration des Lamproies marines sur l'ensemble du bassin de la Loire. A noter qu'aucun secteur n'est plus impacté qu'un autre cette année, les indices hydrologiques sont faibles mais homogènes à l'échelle du bassin de la Loire.

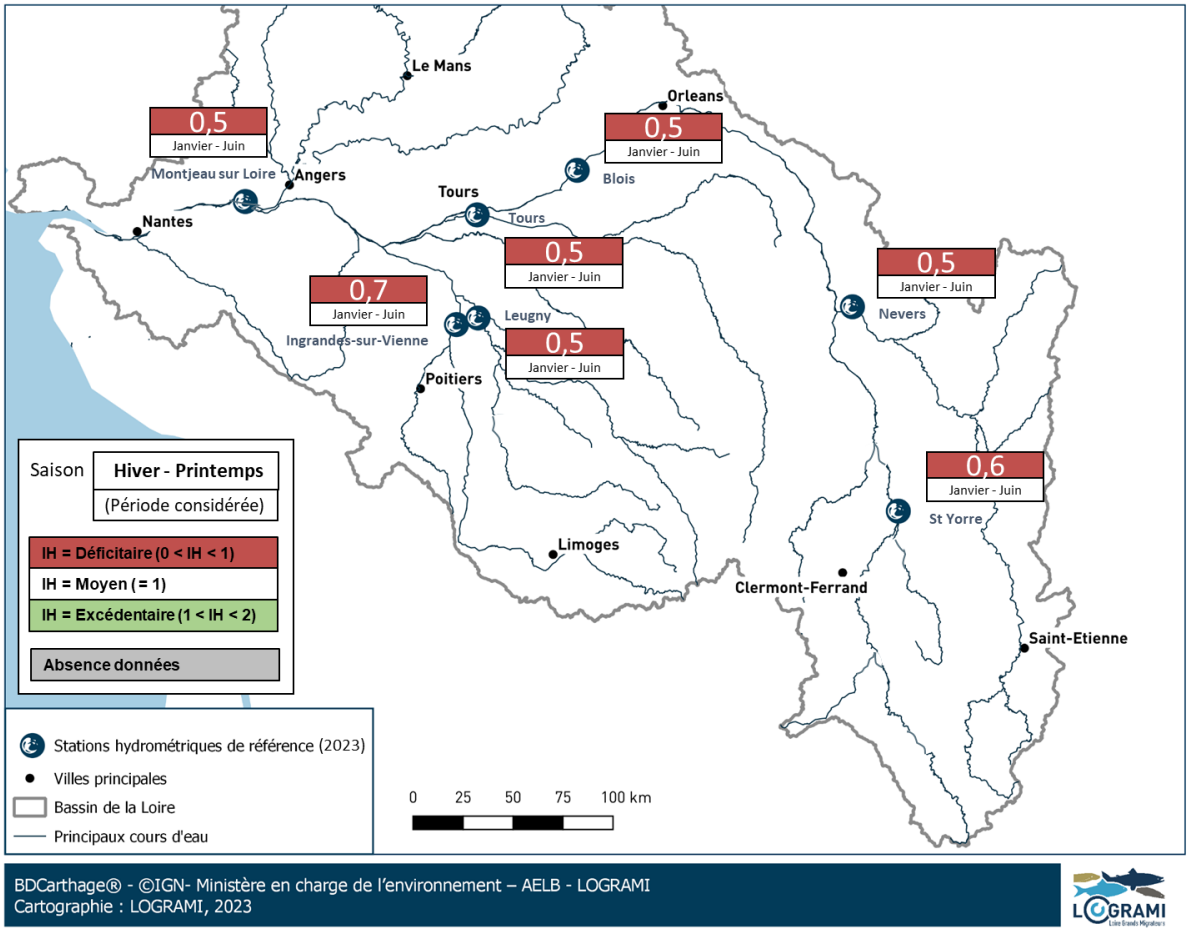


Figure 105 : Indices hydrologiques 2023 durant la migration des Lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

6.1.2. Effectifs aux stations de comptage

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 marines peuvent cependant frayer à l'aval des dispositifs de comptage où plus d'une centaine de frayères potentielles sont recensées.**

En 2023, 20 Lamproies marines ont été dénombrées au droit des stations de comptage (dont 6 par estimation statistique). Ces chiffres extrêmement faibles confirment une baisse des effectifs de géniteurs.

Aucune lamproie n'a été observée en partie amont du bassin, confirmant la disparition des Lamproies marines à Vichy sur l'Allier depuis 2014 et à Decize sur la Loire depuis 2018. Elles sont également absentes sur les sites de suivis plus récents de Saint-Pourçain-sur-Sioule (2017) ou à Jenzat sur la Sioule (2022). (Figure 106)

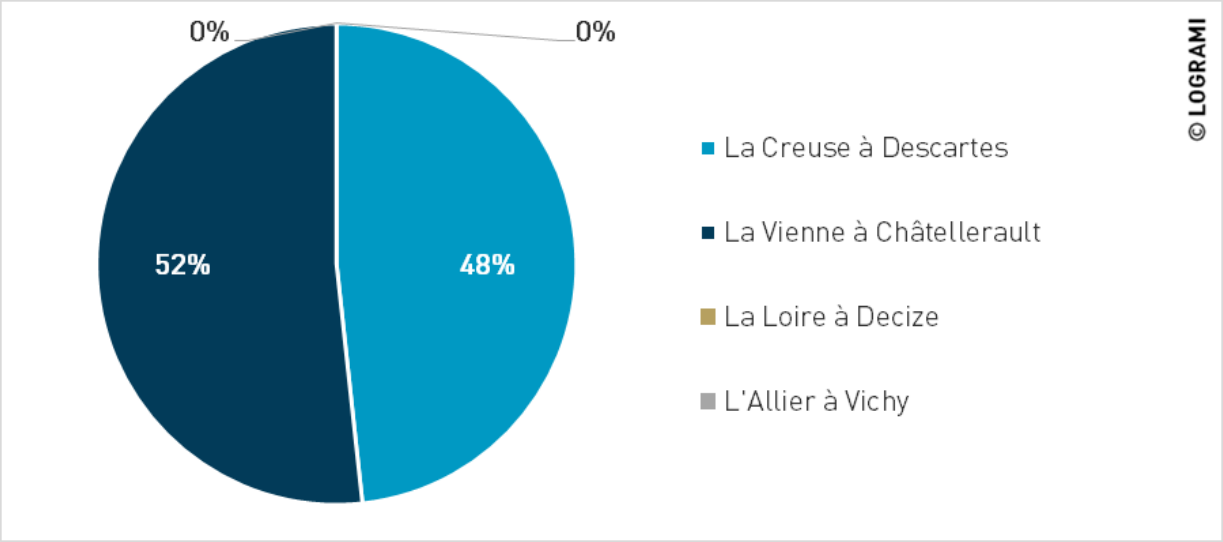


Figure 106 : Répartition des effectifs de Lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 (les effectifs à Descartes sur la Creuse ont été estimés voir § 6.1.2.1)

Depuis 2007, **la répartition des effectifs est quasi exclusivement en faveur du bassin de la Vienne avec en moyenne 100 % (+/- 1) des Lamproies marines observées aux stations de comptage depuis 2004** (Figure 106). 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, témoigne de la disparition de l'espèce sur les parties amont du bassin et donc d'une forte diminution de l'aire de répartition de l'espèce par rapport au début des années 2000.**

6.1.2.1 Descartes (Creuse)

Malgré le sursaut de l'année 2020, en raison du COVID et de l'arrêt de la pêcherie durant une partie de la saison, une tendance à la baisse des effectifs est constatée depuis 2016 (médiane de 5 413, moyenne de 6 063 Lamproies marines +/- 3 134 entre 2016 à 2021).

Les comptages à la station de Descartes ne sont plus effectifs depuis la crue du 14 juillet 2021. Néanmoins, les effectifs de l'année 2023 peuvent être estimés statistiquement par la corrélation avec les effectifs de Châtellerault depuis 2007. Un modèle « GAM » (Modèle Additif Généralisé) qui explique 95,8% de la déviance observée, estime à **6 le nombre de Lamproies marines adultes ayant franchi Descartes en 2023.** Il s'agirait du plus faible effectif avec 2022 (lui-même estimé statistiquement). Le maximum observé à la station de Descartes comptait 51 230 individus en 2007, le minimum réellement observé date de 2019 avec 14 individus (Figure 107).

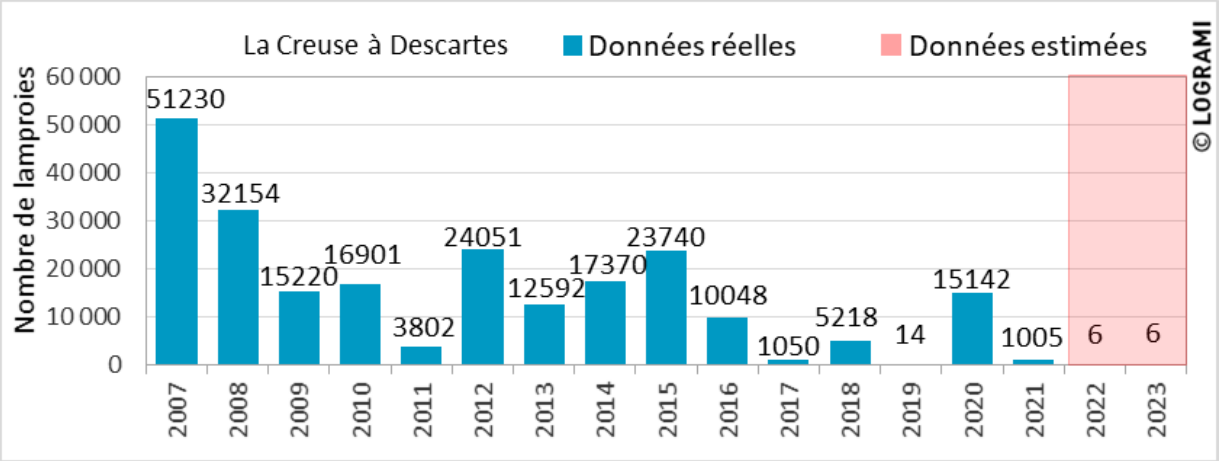


Figure 107 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse de 2007 à 2023. Suite à l'arrêt des comptages en juillet 2021, les effectifs sont estimés depuis 2022.

6.1.2.2 Châtellerault (Vienne)

En 2023, 14 Lamproies marines ont été comptabilisées à Châtellerault (Figure 108). Il s'agit du deuxième plus faible effectif, après 2022, constaté depuis le début du suivi en 2004. Il ne représente que 0,03 % des effectifs comptabilisés en 2008 (n=49174).

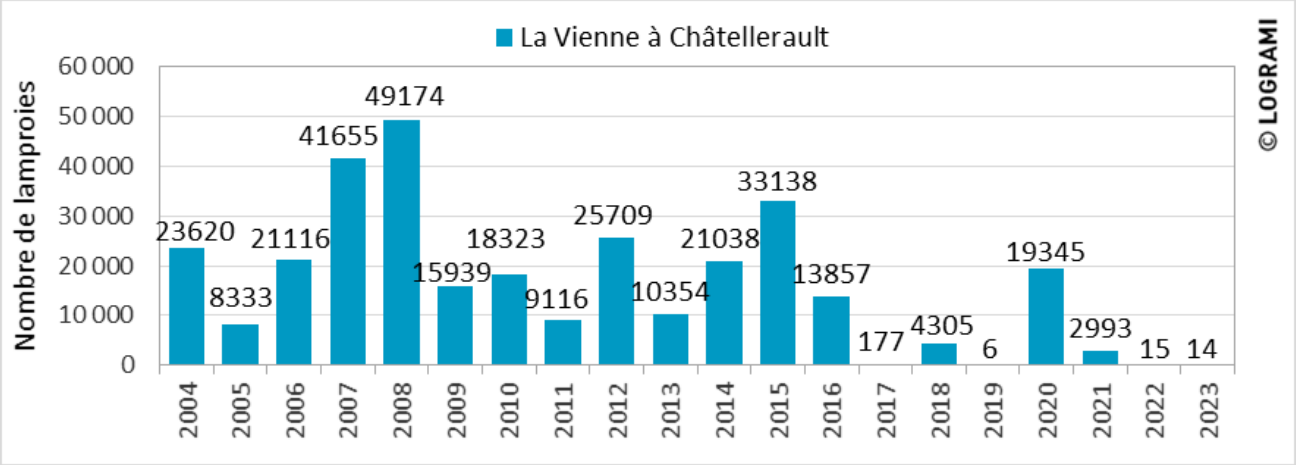
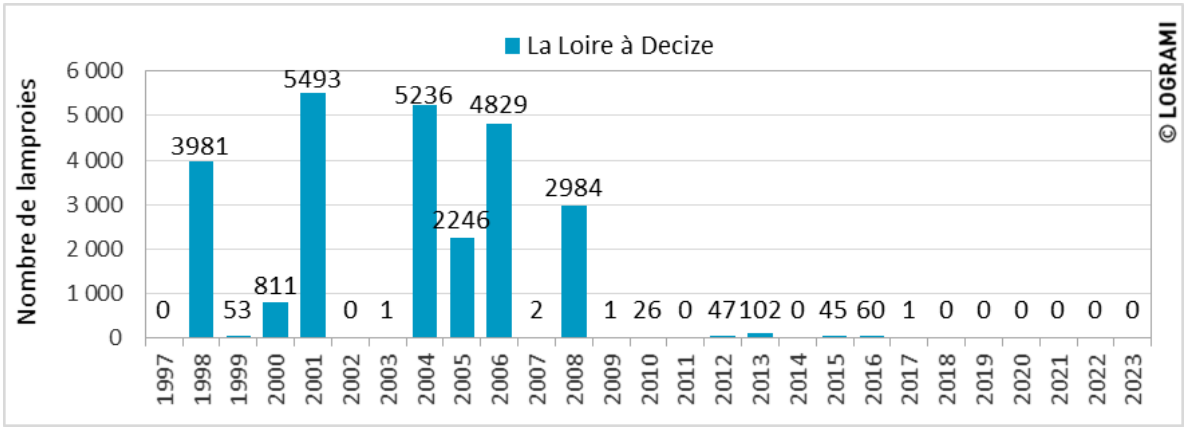


Figure 108 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

6.1.2.3 Decize (Loire)

En 2023, aucun individu n'a été comptabilisé au barrage de Decize. Depuis le début des comptages à la station de Decize en 1998, les effectifs varient de 0 à 5 493 individus (Figure 109). L'importance de ces effectifs certaines années révèle le caractère attractif de l'amont lorsque les effectifs sont importants. Pour autant, les conditions environnementales lors de la migration deviennent de plus en plus contraignantes et la quasi-disparition des lamproies sur les zones amont depuis plus de 10 ans diminue l'attractivité de ce territoire pour l'espèce en diminuant les phéromones libérées dans le milieu ce qui accentue le processus de disparition.

Aucune lamproie n'a été comptée à Decize depuis 2018 et seulement 282 individus, en cumulé, l'ont été sur les 15 dernières années.



** 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 à juin)*

*** Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage).*

Figure 109 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Decize sur la Loire de 1998 à 2023 (Sources : LOGRAMI)

6.1.2.4 Roanne (Loire)

Depuis la mise en service de la station de comptage à Roanne en 2012, aucune Lamproie marine n'a été comptabilisée. La présence de lamproie a pourtant été avérée par le passé avec notamment l'observation de nombreux nids en 2004 à l'aval du barrage de Roanne (Falatas et al., 2007) au moment où plus de 5 000 Lamproies marines étaient comptées à Decize (150 km en aval).

6.1.2.5 Gueugnon (Arroux)

Sur le bassin de l'Arroux, à la station de comptage de Gueugnon, aucune lamproie n'a été comptabilisée en 2023 (Figure 110). 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 à Gueugnon permettent toutefois de fixer un front de colonisation historique de l'espèce sur le bassin de l'Arroux.

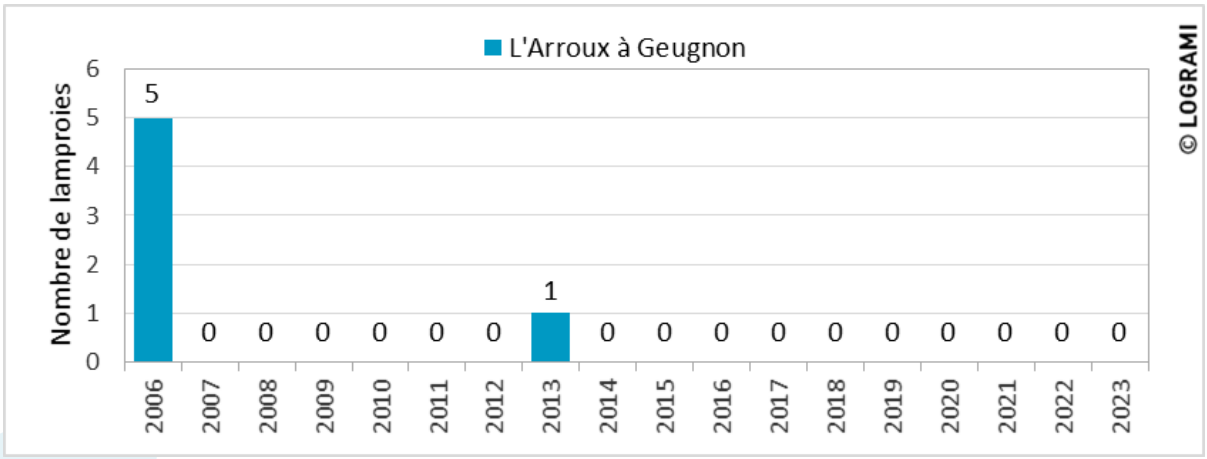


Figure 110 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux de 2006 à 2023 (Sources : LOGRAMI)

6.1.2.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule (Sioule)

Depuis la mise en place 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 (*comm. pers.* FDAPPMA 03) entre la confluence avec l'Allier et Saint-Pourçain-sur-Sioule.

6.1.2.7 Vichy (Allier)

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de comptage de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 111). Cet axe ne semble pas être privilégié par l'espèce puisqu'au plus fort des effectifs de la série, les comptages n'ont pas dépassé 3 300 individus (10% des effectifs comptabilisés en 2004). Elle ne représente également que 0,01 % des effectifs dénombrés en 2007 (effectif maximum observé sur l'ensemble des stations de comptage).

La moyenne interannuelle s'élève à 255 individus +/- 392. Depuis 2007, les passages moyens ne sont que de 2 individus (+/- 3). En 2023, et pour la dixième année consécutive, aucun individu n'a été compté 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.

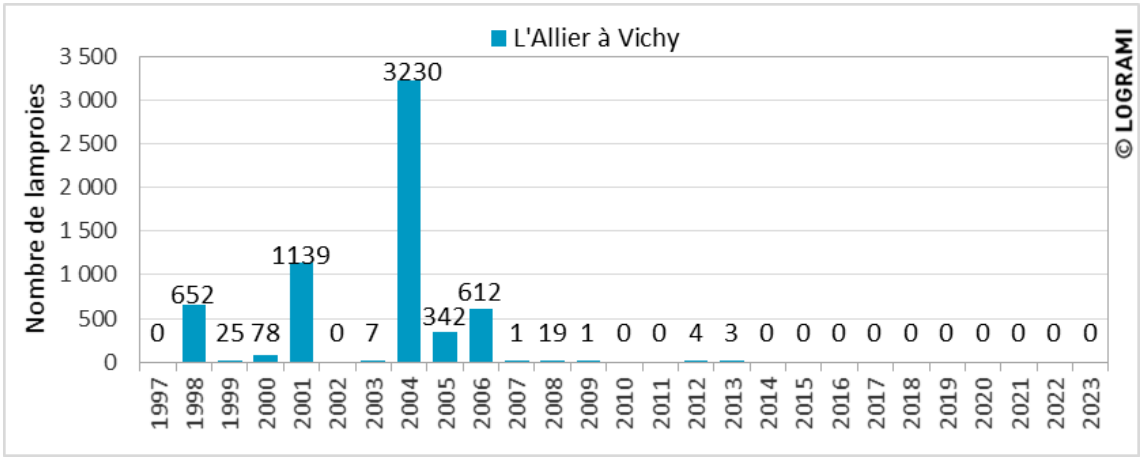


Figure 111 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Vichy sur l'Allier de 1997 à 2023 (Sources : LOGRAMI)

6.1.3. Périodes de migrations

6.1.3.1 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 : 126 jours +/- 42 à Descartes et 97 jours +/- 32 à Châtellerault contre 27 jours +/- 17 à Decize et 22 jours +/- 12 à Vichy (Figure 112).

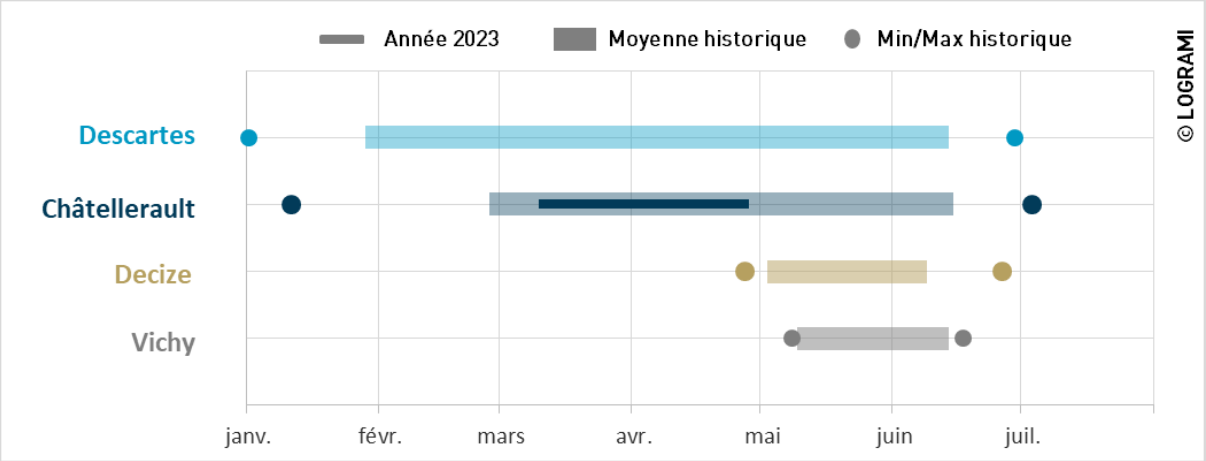


Figure 112 : Comparaison des amplitudes de migration des Lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis

En 2023, pour la sixième année consécutive, aucune lamproie n'a été comptée sur les stations amont. Sur les stations du bassin de la Vienne, seule la station de Châtellerault a été suivie. L'amplitude totale de migration a été de 48 jours ce qui est presque deux fois plus rapide qu'en moyenne pour cette station depuis le début des comptages en 2004. Bien qu'il n'y ait pas de record de précocité, l'arrivée des premiers individus a été constatée relativement tôt dans la saison (5% de l'effectif avec 27 jours d'avance). A contrario, la migration s'est arrêtée avec 3 semaines d'avance (28 avril contre 18 mai en moyenne). Avec l'année 2019 (36 jours), et l'année 2022 (29 jours), il s'agit de la plus courte amplitude de migration observée. La variable commune à ces trois années est le très faible nombre de géniteurs comptés avec respectivement 6 en 2019, 15 en 2022 et 14 en 2023 (médiane de 15939 lamproies comptées à Châtellerault de 2004 à 2022).

A Châtellerault, depuis 2017, l'amplitude de migration qui concentre 90% des effectifs a été réduite de près de 13% (soit 5 jours). Cette diminution de l'amplitude de la période de passage est directement liée à la baisse des effectifs moyens (médiane à 1 585 individus de 2017 à 2022) mais les conditions de débits moins favorables ces dernières années pour la montaison pourraient contraindre les lamproies à profiter des plus faibles coups d'eau pour concentrer leurs passages.

6.1.3.2 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 113). 50 % de la migration a lieu en moyenne le 1 mai +/- 12 jours à Descartes et le 30 avril +/- 16 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 17 mai +/- 15 jours à Decize et du 22 mai +/- 8 jours à Vichy.

En 2023, sur la Creuse aucun comptage n'a été effectué puisque la passe n'est plus en eau suite à l'ouverture complète du barrage après l'avarie générée par la crue du 14 juillet 2021. Seule la station de Châtellerault sur la Vienne demeure une source d'information pour les périodes de colonisation du bassin Vienne-Creuse. 5% de la migration a été atteint à cette station le 12 mars et 50% le 29 mars soit, avec un mois d'avance par rapport à la moyenne interannuelle. Bien que les températures aient été favorables plus tôt (cf. § 6.1.1 Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie), le déficit hydrologique (indice IH = 0,7) a très probablement ralenti la progression des géniteurs rapidement dans la saison. De plus, l'interprétation de la dynamique migratoire sur des faibles effectifs (14 géniteurs) limite la solidité de l'analyse d'une évolution des tendances puisque chaque individu représente en l'occurrence 7% de l'effectif annuel.

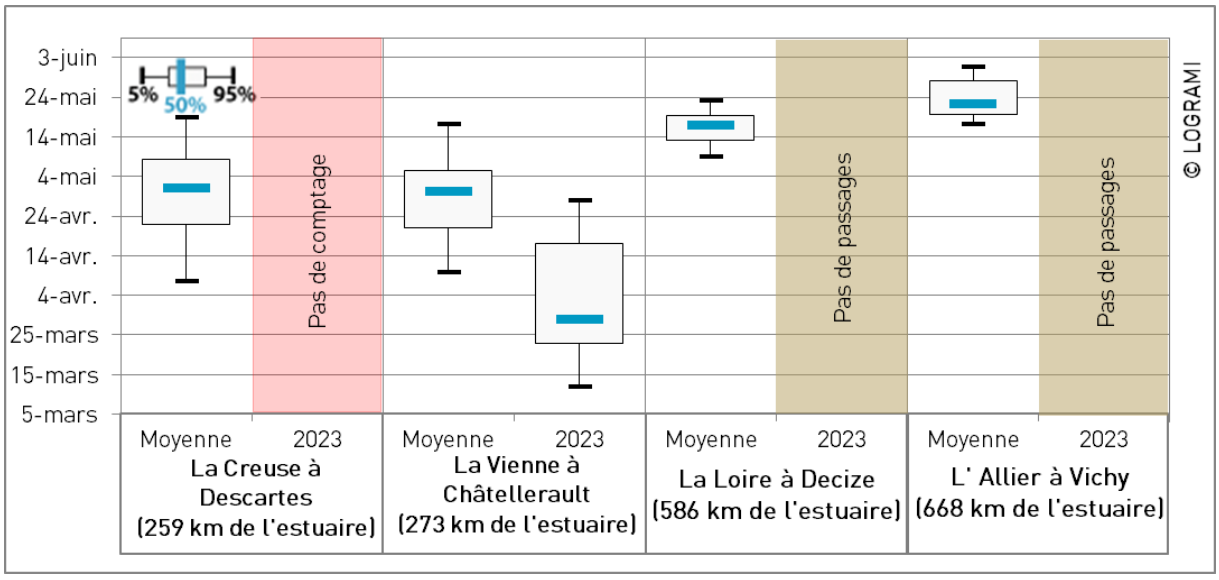


Figure 113 : Comparaison des périodes de passages des Lamproies marines en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

En 2023, la migration n'a pas suivi le rythme moyen observé depuis 2004. **En effet, avec de très faibles effectifs (n=14), une hydrologie plutôt défavorable, et des températures optimales s'arrêtant plus tôt dans la saison, l'essentiel des effectifs de Lamproies marines sont arrivés plus tôt.** Un pic entre le 20 et le 30 mars a concentré 50% des passages (7 individus) (Figure 114). 95% des effectifs ont franchi l'ouvrage au 28 avril soit 19 jours plus tôt que la moyenne (17 mai).

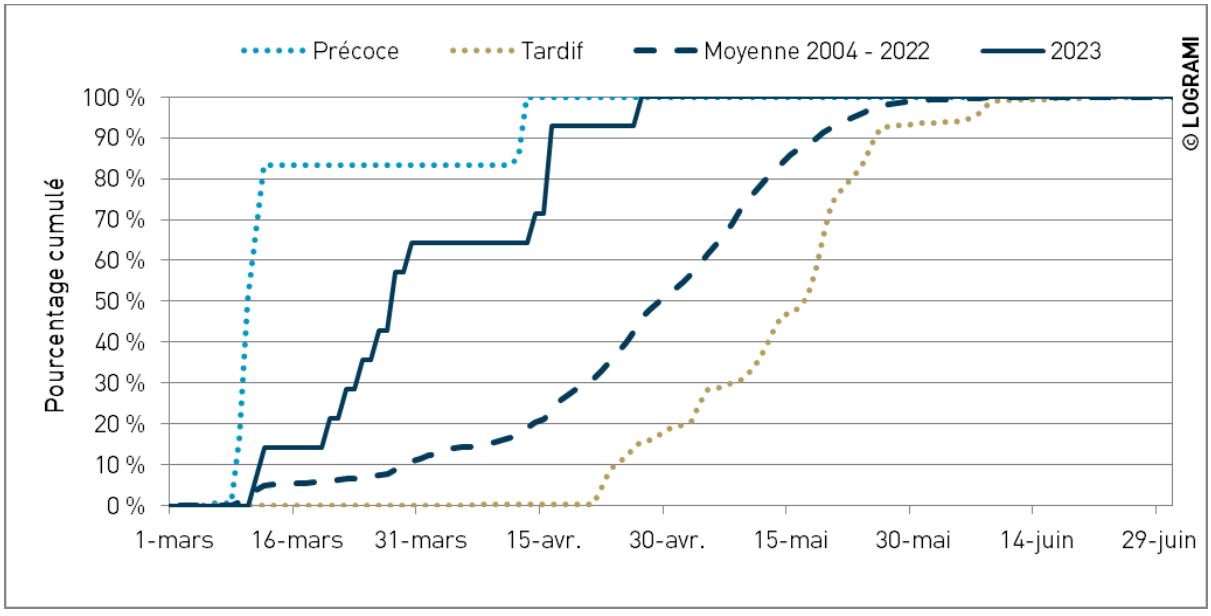


Figure 114 : Comparaison des rythmes de migration des Lamproies marines en 2023 à la station de Châtellerault sur la Vienne par rapport aux données maximales et moyennes observées depuis 2004 à cette même station (source : LOGRAMI)

6.1.3.3 Passages journaliers

À la station de Châtellerault sur la Vienne, la première lamproie est observée le 12 mars 2023, la dernière le 28 avril. Le premier passage est arrivé à une température de 9,4°C, après une augmentation de la température de 2,1°C durant les 7 jours précédents le franchissement, et lors de la première crue de fin d'hiver (pic de 559 m^3/s atteint le 12 mars). Deux autres périodes de passage ont été observés durant les

crues du 28 avril (246 m^3/s lors du pic pour 2 individus comptés) et le 16 avril (184 m^3/s pour 3 individus comptés). Il est intéressant de voir qu'à la différence de l'Anguille européenne (cf 4.1.4.3 Passages journaliers) les passages majoritaires de Lamproies marines sont moins consécutifs aux crues mais davantage synchronisés (Figure 115).

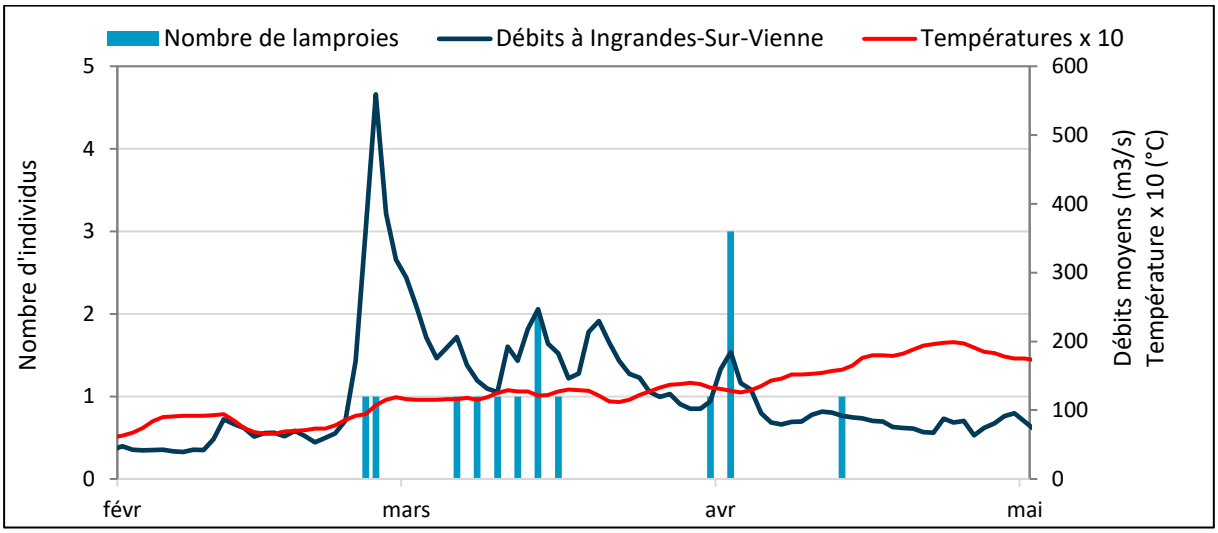


Figure 115 : Passages journaliers de Lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mars à juin 2023 (n=14) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

6.1.3.4 Rythme horaire de migration

La migration des Lamproies marines 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 (Figure 116). 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 02-03 h UTC durant laquelle le passage de 10 % de l'effectif total est observé. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée.

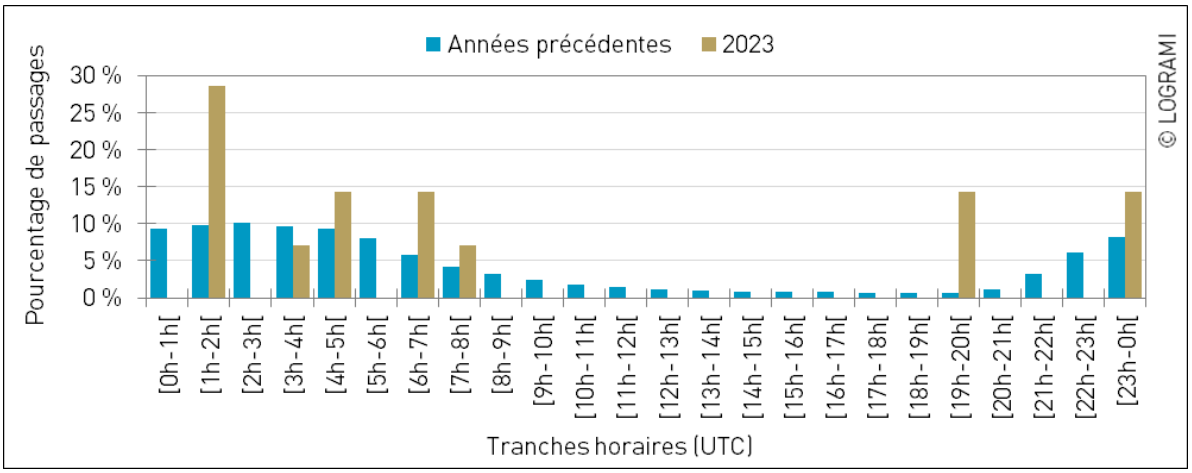


Figure 116 : Passages horaires des Lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=566 232) et en 2023 (n=14)

En 2023, les passages horaires suivent la même tendance avec une migration majoritairement nocturne (65 % entre 20h et 5h UTC). Près de 28% des lamproies ont franchi le barrage entre 01-02 h (UTC). Toutefois,

les faibles effectifs rendent les comparaisons interannuelles peu significatives ainsi l'année 2023 ne permet pas d'apprécier une évolution du rythme horaire de migration.

6.1.4. Structure démographique

A la station de Châtellerault sur la Vienne, la taille moyenne des Lamproies marines observées est de 77,6 cm depuis 2004 (pour 24905 individus mesurés) ce qui est conforme aux données bibliographiques mentionnant une taille moyenne pour un individu adulte comprise entre 73 et 80 cm ((Taverny & Elie, 2010). A la station de Châtellerault, une fluctuation est observable avec notamment des moyennes annuelles allant de 87 cm en 2005 à 69 cm en 2017 (Figure 117). Le nombre d'individus mesurés par an semble influencer la solidité des résultats. Ainsi les années avec moins de 10 individus mesurés ont été écartées de l'analyse. Toutefois l'année 2017 avec 19 individus est probablement moins représentative que l'année 2012 où 4158 lamproies avaient été mesurées. Un sous échantillonnage de mesure de taille a été effectué depuis 2012 lorsque le nombre d'individus était très important. Une plage horaire de mesure durant la période optimale de passage à la station a été choisie. D'autre part, la période de migration durant laquelle sont effectuées les mesures impacte également les résultats. En effet, d'après l'étude d'analyse des tailles (Rivard, 2012), Les femelles, plus grandes en taille, arrivent en premier lors de la migration génésique, les mâles pouvant avoir plusieurs jours ou semaines de décalage. De ce fait, si les conditions environnementales ne sont pas favorables assez longtemps dans la saison, la moyenne pourrait être surestimée. C'est probablement ce que montre les mesures de 2022 et 2023 puisque les conditions environnementales plutôt favorables à une migration précoce se sont rapidement dégradées, ne laissant qu'un nombre de jours limités aux Lamproies marines en migration tardive (avril-mi-juin).

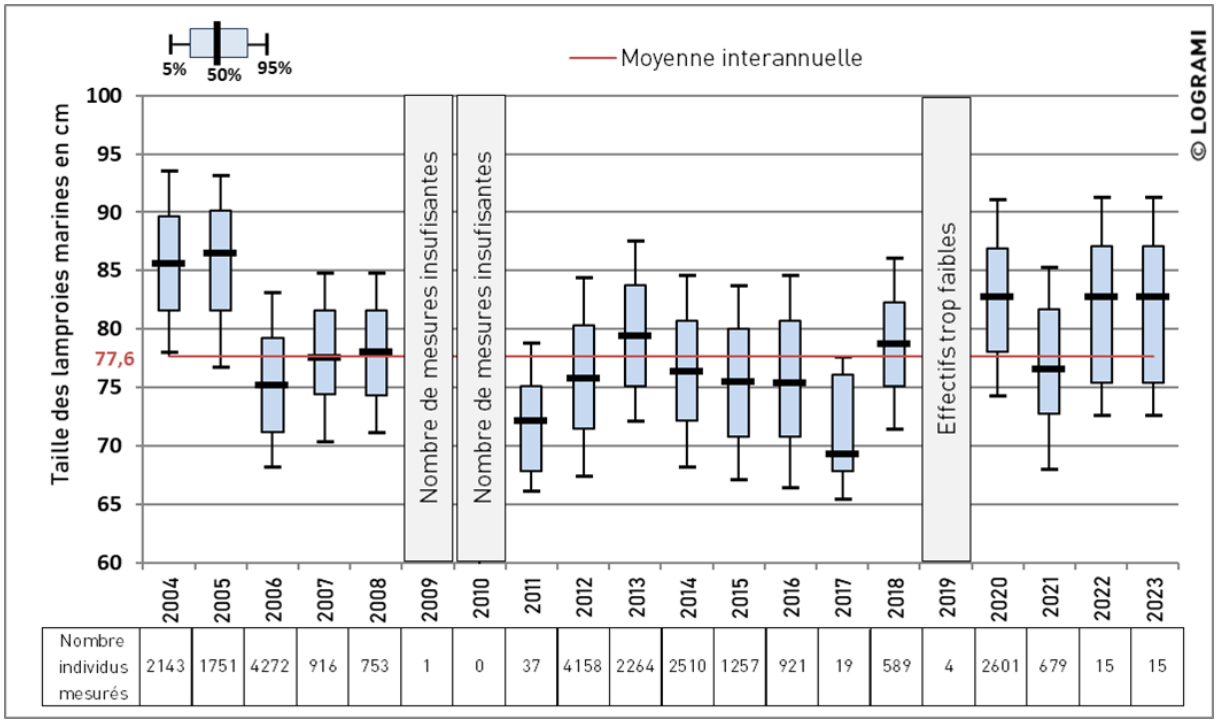


Figure 117 : Comparaison des tailles moyennes de Lamproies marines mesurées à la station de comptage de Châtellerault durant la période 2004-2023, pour les années où au moins dix individus ont été mesurés (n=24905 mesurées)

6.2. Conditions de reproduction des géniteurs

6.2.1. 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 lorsque l'eau atteint les 15°C (Maitland, 2003) et l'amplitude de température favorable s'étale jusqu'à 18-19 °C (Keith et al., 2011). 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 15 juin.

En 2023, le nombre de jours avec des températures favorables à la reproduction des Lamproies marines est plus faible qu'historiquement avec en moyenne 25 jours (+/-4) en 2023 sur l'ensemble des stations contre 28 +/-5 en moyenne depuis 1998 toutes stations confondues. Le maximum observé est de 29 jours à Châtellerault et le minimum de 20 jours à Vichy. Avec 7 jours en moins présentant une température favorable pour la reproduction en 2023, la diminution est la plus significative pour l'Allier (-27%). De même une baisse de 19% est observable pour la Creuse à Descartes. Mis à part ces résultats moins favorables, les conditions sur la Vienne et la Loire ont été à quelques heures près dans les moyennes historiques (respectivement 29 +/- 10 jours et 22 +/- 7 jours).

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure et depuis le début des suivis, les températures favorables à la reproduction des géniteurs représentent 46 % +/- 13 du temps de la période propice pour la reproduction (mi-avril à mi-juin) contre seulement 40% +/-7 en 2023 (Figure 118). Le maximum est atteint à la station de Descartes avec 55 % +/- 14 et le minimum à la station de Decize avec 36 % +/- 12.

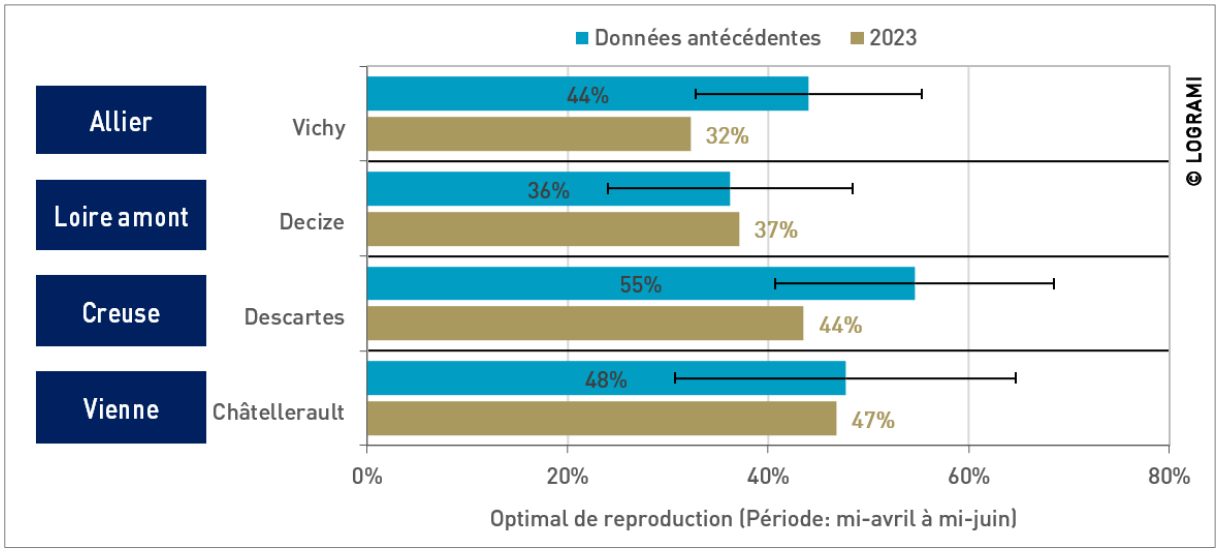


Figure 118 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (15 à 19 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (15 avril au 15 juin) pour la reproduction des Lamproies marines entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Vichy, Châtellerault et Descartes (Sources : LOGRAMI)

Les seuils de température de 15°C et 19°C délimitant l'amplitude thermique favorable pour la reproduction de la Lamproie marine, une analyse de l'évolution des dates de franchissement des seuils par secteur facilite l'interprétation des données thermiques observées en 2023. Afin de simplifier la lecture du graphique, les données thermiques de Descartes sur la Creuse très proches des données de Châtellerault n'ont pas été affichées (Figure 119).

En 2023, la température de l'eau a dépassé le seuil de 15°C plus tardivement que les autres années (données 2010-2022). Ainsi, ce seuil a été atteint le 22 avril pour la Vienne à Châtellerault et le 27 avril pour la Loire à Decize et l'Allier à Vichy, soit avec environ 8 jours de retard notamment pour la Vienne et la Loire. La

conséquence biologique probable est le report de la reproduction au profit de la migration jusqu'à l'atteinte de température plus favorables. Toutefois le faible nombre d'individus compté aux stations n'a pas permis d'observer une remontée des géniteurs plus en amont dans le bassin.

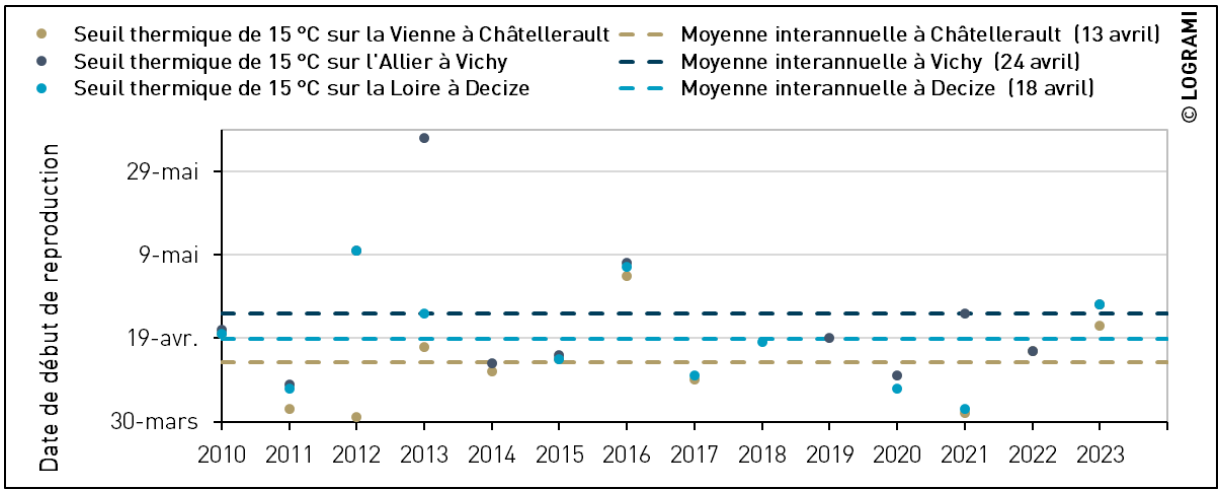


Figure 119 : Comparaison du jour d'atteinte du seuil de 15°C pour les cours d'eau de la Vienne (Châtellerault), de la Loire (Decize) et de l'Allier (Vichy) par rapport aux moyennes interannuelles observées depuis 2010

L'autre facteur explicatif des faibles observations de géniteurs est le franchissement très précoce du seuil de 19°C notamment sur la Vienne et la Loire (respectivement le 5 mai et le 29 avril) soit 15 jours plus tôt que les moyennes interannuelles observées depuis 2010 (Figure 120). Or ceci a pour conséquence d'arrêter la migration des géniteurs afin de se concentrer sur la constitution d'un nid à partir des granulats grossiers dans les radiers (Tentelier et al., 2021). La réduction de la période favorable pour la reproduction et l'atteinte de condition optimale pour la reproduction prématuré dans la saison ne favorise pas la migration des géniteurs plus haut sur le bassin et diminue les chances de trouver un substrat favorable pour que la reproduction soit efficiente(Keith et al., 2011). Ce phénomène est accru pour la partie amont du bassin où la distance pour trouver la majorité des secteurs favorables à la reproduction est plus importante et se trouve en amont des stations de Decize sur la Loire (soit 586 km de la mer) et de Vichy sur l'Allier (soit 668 km de la mer).

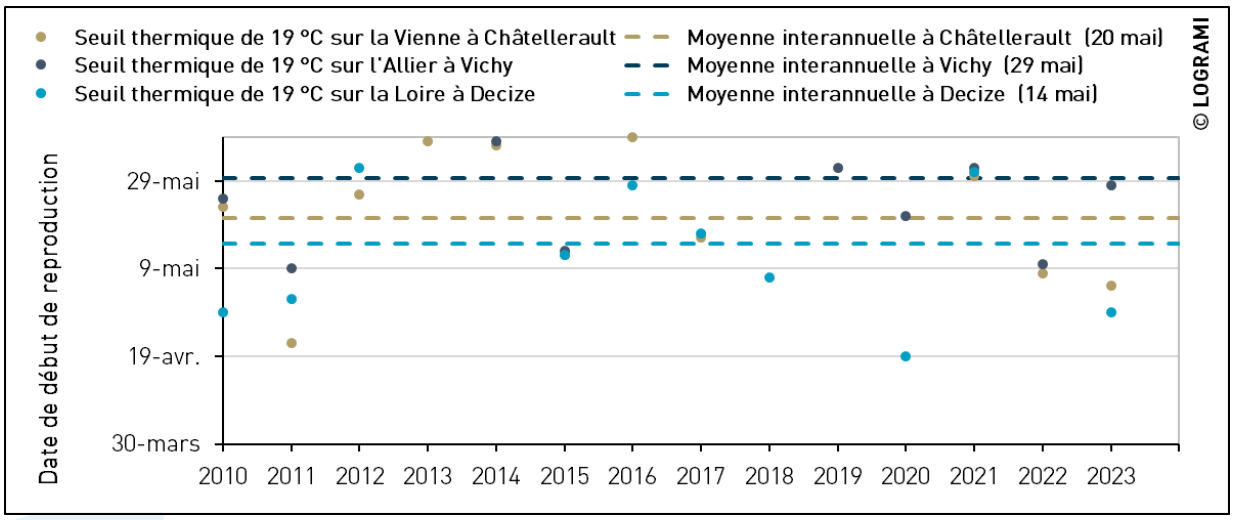


Figure 120 : Comparaison du jour d'atteinte du seuil de 19°C pour les cours d'eau de la Vienne (Châtellerault) de la Loire (Decize) et de l'Allier (Vichy) par rapport aux moyennes interannuelles observées depuis 2010

Ainsi **en 2023, la reproduction de la Lamproie marine a été limitée par la thermie.** D'une part sur l'axe Vienne et Loire à cause de l'atteinte prématuré du seuil thermique de 19°C et sur l'Allier à cause du nombre de jours limités offrant des conditions de température optimales pour la reproduction.

6.2.2. Hydrologie

En 2023, les indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations avec un indice de 0,6 d'avril à juin (Figure 121). Historiquement, la moyenne observée depuis 2000 pour ces stations est de 0,84 +/-1.

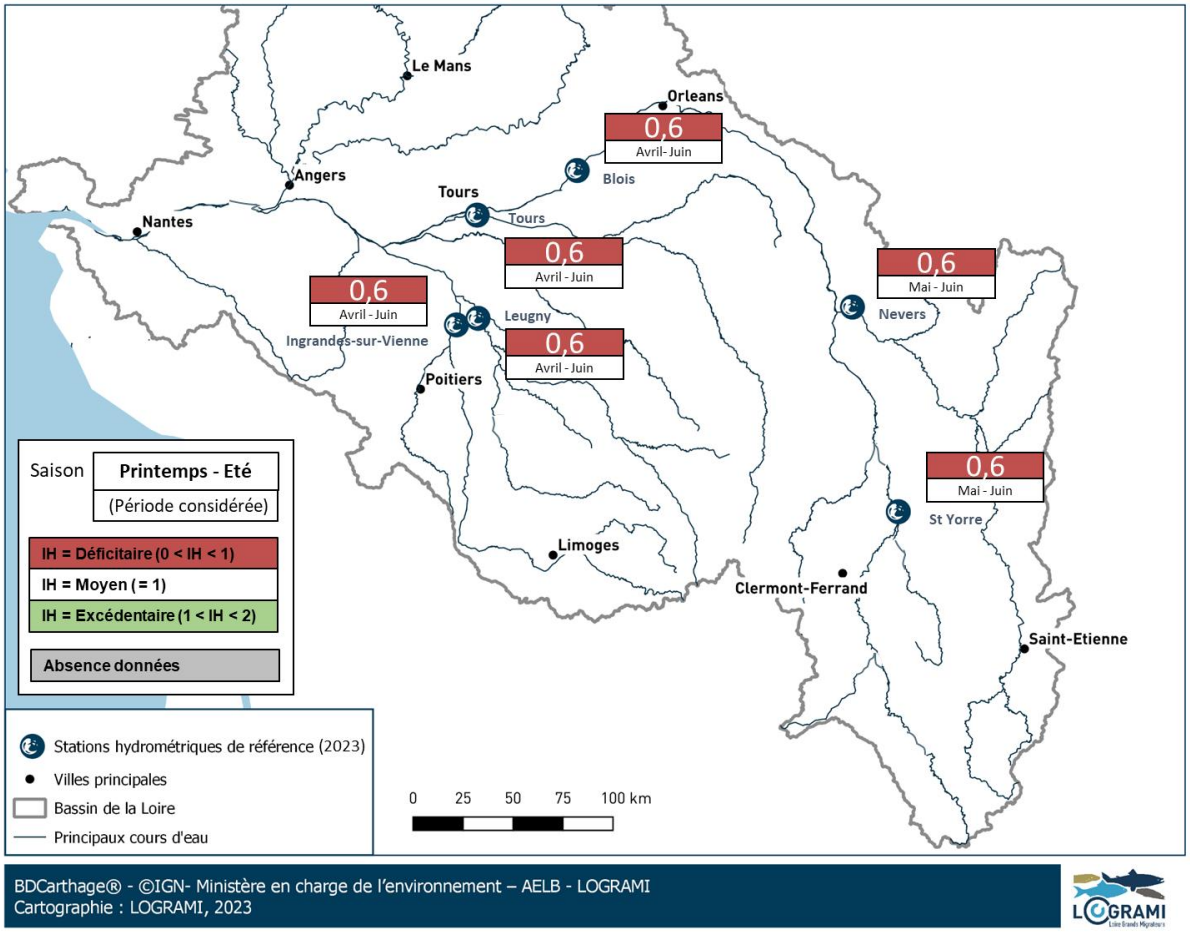


Figure 121 : Indices hydrologiques 2023 durant la période de reproduction des Lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Aucun évènement hydrologique soutenu n'est venu perturber la potentielle reproduction des Lamproies marines dans le bassin de la Loire. Seul un pic de crue notable intervenu le 28 février sur la Vienne et le 12 mars sur la Loire moyenne avec des valeurs dépassant le module a pu fractionner la période de reproduction des géniteurs sur ces parties du bassin de la Loire.

6.3. Développement des juvéniles

6.3.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie

Température

Chez les larves de Lamproies marines (ammocètes), l'optimum de développement est atteint pour des températures comprises entre 15 et 23 °C avec un optimum à 19°C (Docker, 2015). La croissance active des ammocètes 0+ a lieu du mois de juillet au mois d'octobre. Durant cette période, elles se nourrissent de diatomées et débris organiques en filtrant l'eau de manière sélective (Keith et al., 2011).

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure et des années, les températures favorables au développement des ammocètes représentent 67 % +/- 13 de la période estivale (62 jours +/- 4 sur 93 jours possibles) (Figure 122). Le maximum est atteint aux stations de Decize et Moulins avec 73 % contre 62 % à Decize.

En 2023, les fenêtres optimales de température pour le développement des ammocètes ont été globalement plus courtes avec un maximum de 60 % (68 jours) sur la Creuse à Descartes et un minimum de 51% pour l'Allier à Vichy (soit 47 jours). La période estivale 2023 semble donc avoir été limitante pour la croissance des juvéniles sur l'ensemble du bassin de la Loire.

Sur l'ensemble des données disponibles et complètes (2008 à Vichy, 2010 à Decize, 2008 à Descartes et 2004 à Châtellerault), le secteur Loire amont - Allier montre une baisse plus rapide des températures dès l'arrivée de l'automne. La température de l'eau passe ainsi en-dessous du seuil de 21 °C en moyenne le 5 septembre +/-4 jours pour le bassin Vienne Creuse et le 31 août +/-1 jour pour le bassin Loire-amont.

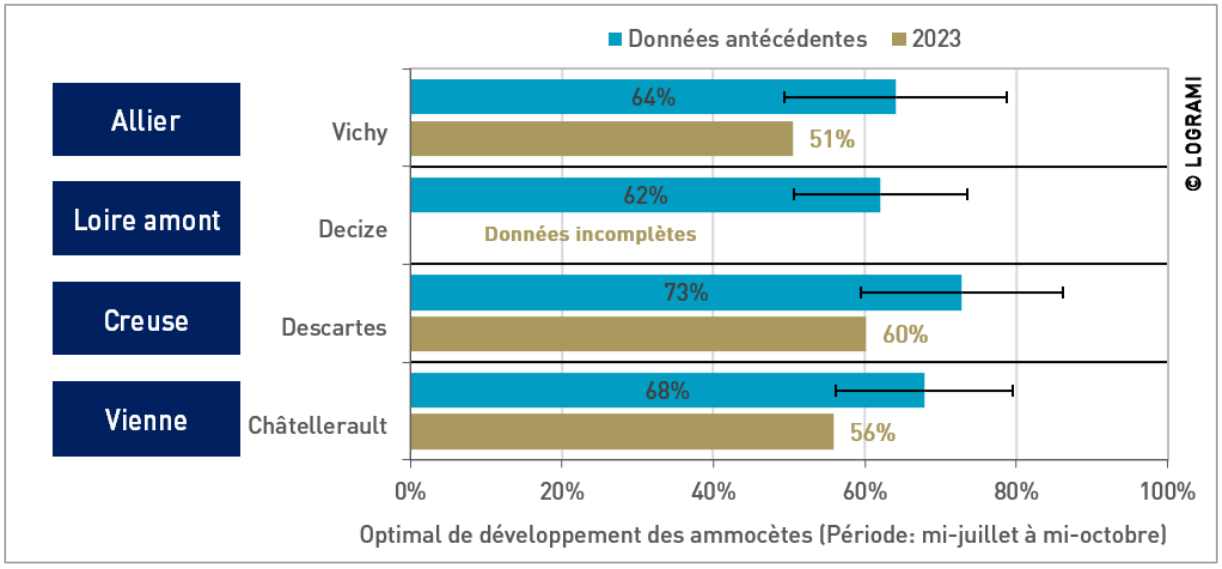


Figure 122 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (15 à 23 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (juillet à octobre) pour le développement des ammocètes 0+ entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Moulins, 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 que sur le bassin Vienne-Creuse (Tableau 16). Le maximum est atteint en 2020 avec un dépassement de ce seuil à 42 reprises sur la Loire amont à Decize.

Depuis 2015, le nombre de franchissements du seuil de 26 °C est globalement en augmentation sur tous les axes du bassin de la Loire.

En 2023, ces températures supérieures à 26 °C sont atteintes durant l'été à 9 reprises dans le bassin de la Vienne et jusqu'à 17 fois à Vichy sur l'Allier. A Decize, malgré un arrêt de la sonde le 23/08, le seuil de 26°C avait déjà été dépassé pendant 13 jours consécutifs (Tableau 16).

Tableau 16 : Nombre de jours avec une température de l'eau supérieure à 26°C au niveau des stations de mesures de Nouâtre (Vienne), Vichy (Allier), Decize (Loire), Descartes (Creuse) et Châtellerault (Vienne) entre 2009 et 2023 (Sources : LOGRAMI)

Stations	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Châtellerault	4	3	0	0	1	0	7	0	28			3	0	16	6
Descartes	3	3	0	0	2	0	4	0	5	10	17	2	0	11	3
Decize	6	6	6	6	6		21	4	16	16		42	3	29	
Vichy	3	1		4			18	1			18	5	0	9	17
Nouatre	0	0	0	0	1		3	0	0	8	12	3	0	16	3

Nb de jours
0
1 à 10
>10
Abs données*

© LOGRAMI

*est considérée comme absence de donnée toute année qui ne possède pas de mesures de température journalières complètes pour les 4 mois les plus chauds juin, juillet, août et septembre.

Ces observations peuvent expliquer en partie la raréfaction des Lamproies marines sur les secteurs amont du bassin de la Loire puisque la survie des juvéniles y est compromise. En effet, la hausse du nombre de jour avec une température de l'eau supérieure à 26°C diminue les chances de survie des ammocètes et altère leur bon développement. Ce phénomène est amplifié par le cycle de vie de cette espèce dont la phase larvaire de 3 à 4 ans s'effectue dans le sédiment à proximité des frayères. Ainsi, la diminution du nombre de juvéniles encore présents dans le substrat émettra proportionnellement moins de phéromones susceptibles d'attirer les géniteurs, sur les parties amont.

Hydrologie

Après la 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 sablo-limoneuses, où elles s'enfouissent.

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

En 2023, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 123). Les plus faibles indices (0.4) sont enregistrés sur la Creuse à Leugny et l'Allier à St Yorre.

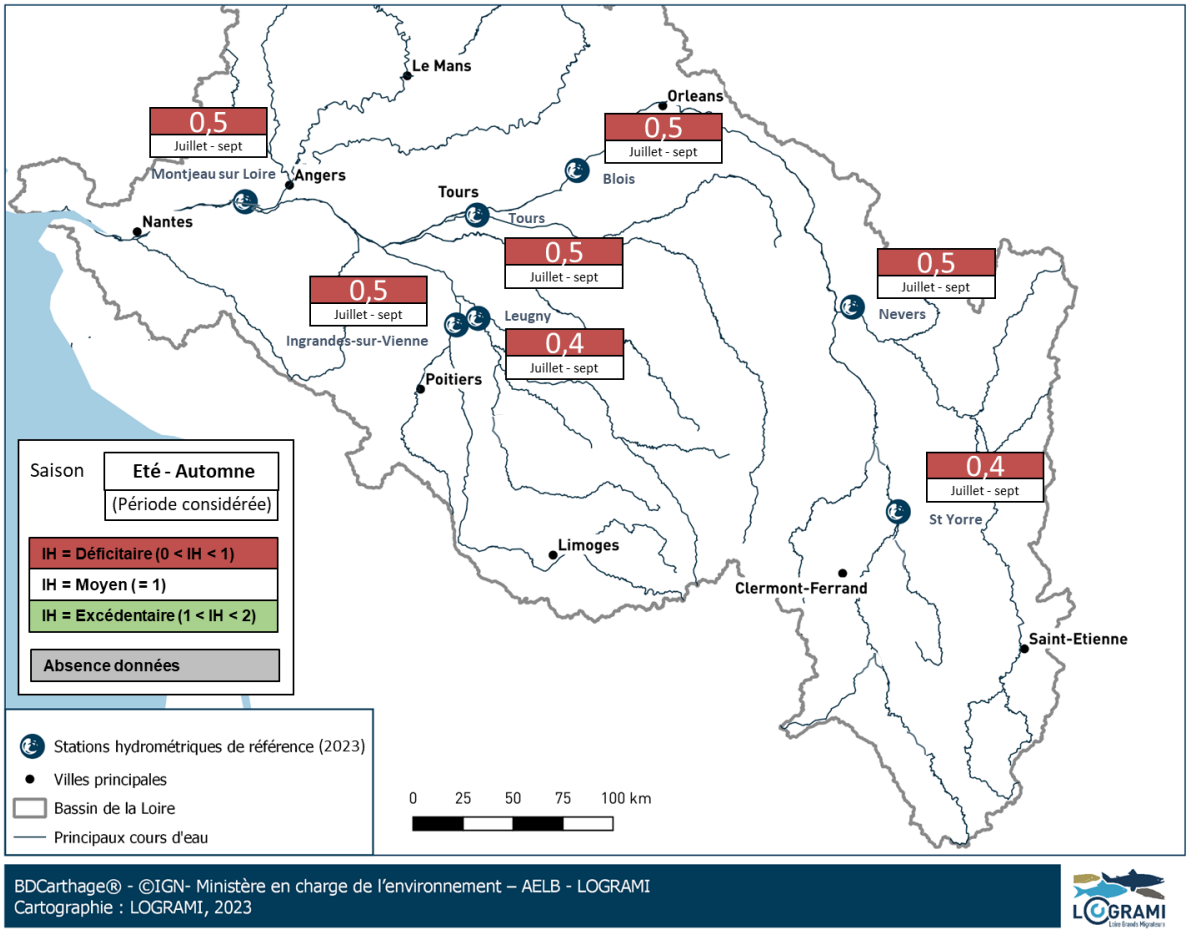


Figure 123 : Indices hydrologiques 2023 pendant la période de développement des ammocètes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les débits trop faibles sont souvent corrélés à une hausse de température, mais également à une réduction de la surface d'habitats favorables pour le développement des ammocètes. En effet, la diminution des débits engendre une baisse des hauteurs d'eau pouvant exonder les substrats sablo-limoneux situés en berge ou les bancs de convexité qui possèdent de faibles hauteurs d'eau.

6.3.2. Structure en âge des juvéniles de Lamproie marine sur le bassin de la Vienne

6.3.3. Matériel et Méthodes

6.3.3.1 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 124). La localisation des sites est choisie en fonction de trois paramètres : la proximité d'une zone potentielle de reproduction de Lamproies marines, une répartition homogène des sites sur le réseau hydrographique concerné par l'étude et la faisabilité du protocole.

Type I	Type II	Type III
Substrat doux	Substrat ferme	Substrat dur
mélange de sable et de matières organiques, végétaux aquatiques, zônes de dépôt	sable remanié, avec parfois des particules grossières présentes et peu de matières organiques	particules grossières tassées, couche argileuse, roche

Figure 124 : 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 125).

D'autres critères tels que la vitesse du courant, la profondeur moyenne, la nature et l'épaisseur du substrat sont renseignés. La surface de la zone échantillonnée est par ailleurs précisément mesurée de manière à pouvoir calculer une densité d'individus.

Code	Définition synthétique	Observations complémentaires
SS	Sables stables	sables fins en surface, mélangé parfois avec des débris de bois grossiers en surface ou en profondeur
SC	Sables changeant	sables grossiers, sables dominants en surface et graviers dessous
LO	Litière organique	tapis de feuilles mortes plus ou moins décomposées, de petits débris de bois, d'algues en aval d'obstacles tels que les embâcles et dans les zones de contre-courant (bordures, anses)
SVA	sables et végétaux aquatiques	végétaux aquatiques poussant sur fond sablonneux de manière assez clairsemée pour que la nature du fond se voit
BVA	boue et végétaux aquatiques	en zone lentique Exemples avec les zones à nénuphars en bordure de lit et dans les zones d'étalement
ESM	embâcles et sédiments meubles	Débris de bois grossiers avec du limon, de la vase
MVA	substrat grossier colonisé par des massifs de végétaux aquatiques compacts	en zone ± lentique substrat graveleux à caillouteux *
GVA	substrat grossier colonisé par des pieds disséminés de végétaux aquatiques	en zone ± lotique substrat graveleux à caillouteux
SD	Substrat grossier pur	substrat graveleux, caillouteux, roche mère

* : non visible depuis la surface au dessus du massif lui-même

Figure 125 : Classification des méso-habitats des larves de lamproies (Taverny et al., 2005)

6.3.3.2 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. Chaque station est échantillonnée électriquement grâce au groupe électrogène transporté en bateau (Figure 126).

Figure 126 : Illustrations d'un échantillonnage par pêche électrique des juvéniles de Lamproie marine sur la Vienne

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. Une estimation de la densité totale sera ensuite réalisée par la méthode du maximum de vraisemblance pondérée (Carle & Strub, 1978).

6.3.3.3 Biométrie

Les lamproies échantillonnées sont anesthésiées à l'aide d'une solution de benzocaïne.

Les ammocètes sont ensuite identifiées à l'aide de la caractérisation de la répartition des pigmentations sombres (mélanophores) situées au niveau du capuchon oral et de la nageoire caudale (Figure 127). Ce critère ne permet cependant pas de distinguer entre elles les larves de Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*) et de planer (*Lampetra planeri*). L'identification portera donc sur les seuls genres *Petromyzon* et *Lampetra.*

Chez les larves de Lamproie marine (*Petrozymon marinus*), des mélanophores sont présents sur toute la surface du capuchon oral jusqu'à la bordure des lèvres. Ils descendent latéralement jusqu'au-dessus du sillon branchial. Une large pigmentation est par ailleurs présente à l'extrémité postérieure de la caudale. Chez les larves de *Lampetra,* les mélanophores descendent peu latéralement et n'atteignent pas la bordure du capuchon oral. La pigmentation de la caudale n'est pas marquée (Gardinier, 2003).

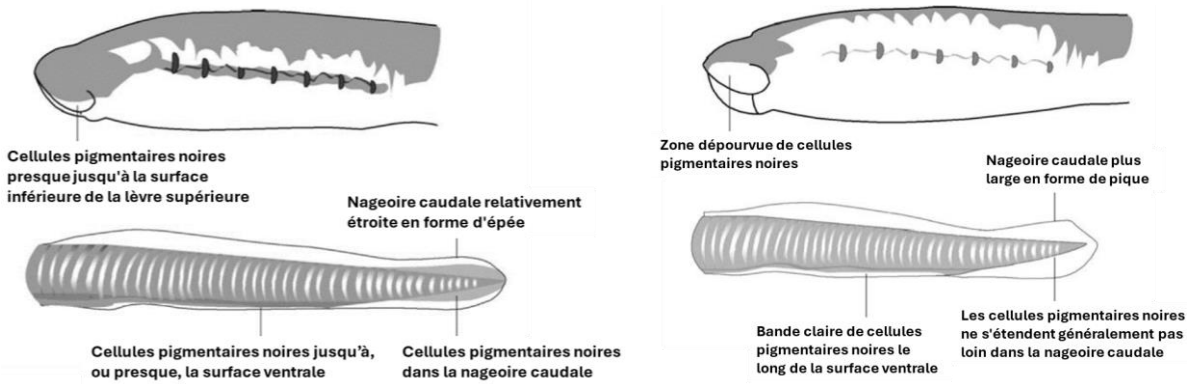


Figure 127 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch ; Gardinier, 2003 – traduction : LOGRAMI)

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, et toutes les ammocètes présentant une pigmentation ont été considérées comme des Lamproies marines.

Les ammocètes identifiées sont ensuite mesurées et pesées individuellement. Des informations sur l'avancement de leur métamorphose sont également notées (apparition de l'œil, développement du disque buccal…).

6.3.4. Résultats

6.3.4.1 Effort de prospection

En 2023, l'étude a porté sur les cours d'eau de la Vienne à l'aval de Châtellerault et de la Creuse à l'aval de Descartes. 50 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'Ile bouchard, le second de 17 km entre l'Ile 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, 11 stations ont été échantillonnées sur la Creuse (10 km) et 39 stations sur la Vienne (dont 16 en aval de la confluence avec la Creuse) sur un linéaire de 34 km.

Les secteurs échantillonnés ont été choisis parmi les 69 frayères potentielles recensées sur ces tronçons (Figure 128) et répartis de la façon suivante : 27 depuis Descartes jusqu'à la confluence avec la creuse, 31 depuis Châtellerault jusqu'au Bec des deux eaux et 11 en aval de la confluence Vienne-Creuse. La surface des zones échantillonnées représente un total de 58,8 m^2, soit en moyenne 1,2 m^2 (+/- 0,2) par habitat.

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 : 32 sites échantillonnés correspondent à des habitats de type I (optimaux) et 18 à des habitats de type II (sub-optimaux). Ces habitats sont répartis de la manière suivante sur les axes Creuse et Vienne : 6 optimaux et 5 sub-optimaux sur la Creuse, 26 optimaux et 13 sub-optimaux sur la Vienne (Figure 128).

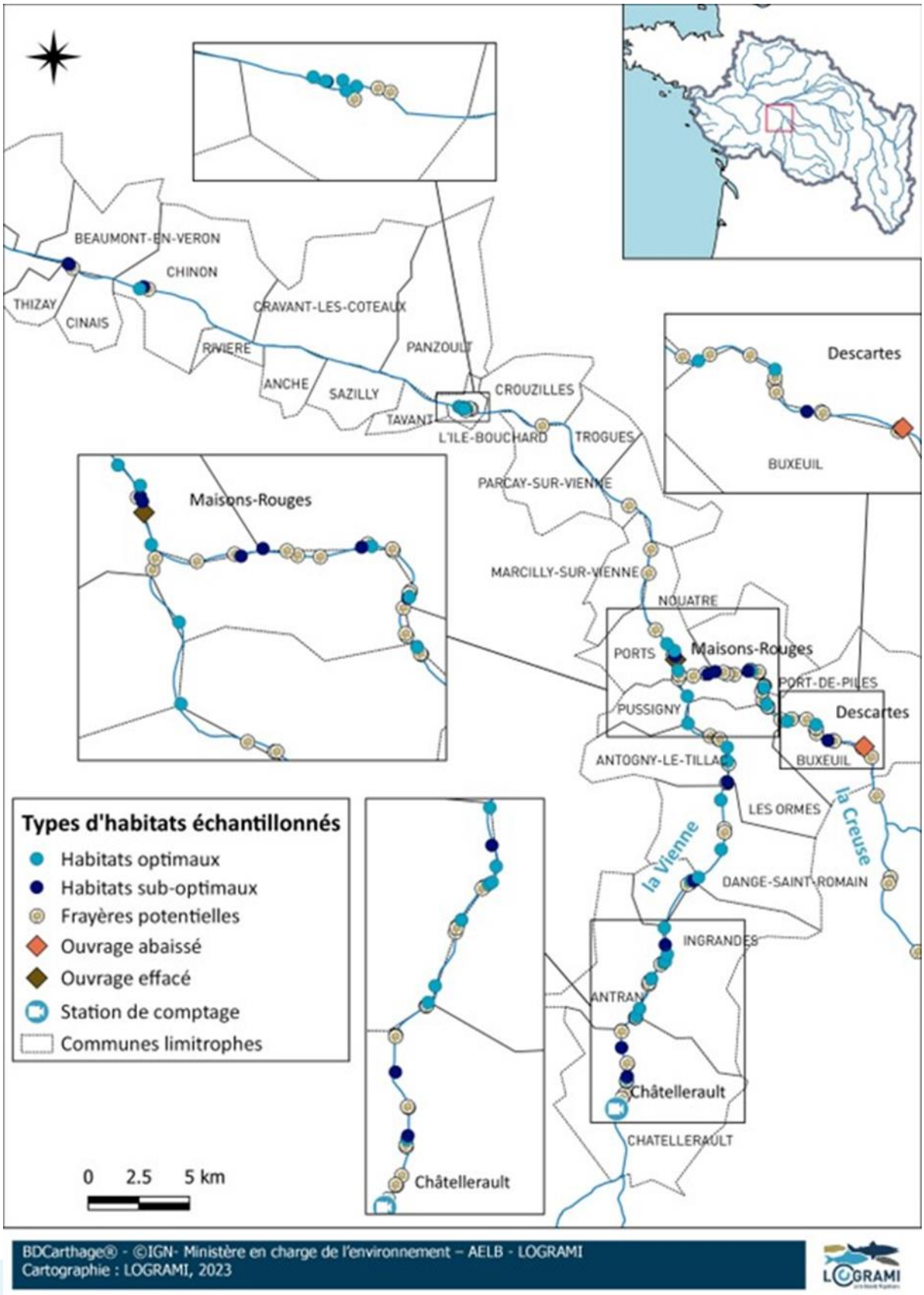


Figure 128 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproies échantillonnés en 2023 sur le bassin de la Vienne

Depuis 2020, le linéaire de prospections sur la Vienne a été étendu avec l'ajout de 5 stations 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'Ile-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.

La campagne d'échantillonnage par pêche électrique s'est déroulée sur 9 jours répartis du 11 au 25 septembre 2023. Les débits de la Creuse et de la Vienne ont permis de réaliser les inventaires dans des conditions adéquates. Bien que l'année 2023 soit historiquement faible en termes de débits (inférieur au QMNA sèche pour la station de Descartes sur la Creuse et de Nouâtre sur la Vienne), cela n'a pas empêché l'accès aux habitats favorables pour les échantillonnages. Le risque de rechercher les ammocètes dans un secteur inadapté est plus important lorsque les débits moyens sont proches des valeurs des années humides. En effet, plus le niveau monte, plus le risque d'échantillonner un secteur qui était exondé quelques heures à peine avant la hausse des débits est important.

Les stations de débit de référence ont été déterminées ainsi :

- Leugny : secteur Descartes – confluence Vienne-Creuse (échantillonné les 19 et 20 septembre) ;
- Ingrandes-sur-Vienne : secteur Châtellerault – confluence Vienne-Creuse (échantillonné le 11, 12 et 14,15 septembre) ;
- Nouâtre : secteur aval confluence Vienne-Creuse (échantillonné le 18, 22, 25 septembre).

Les débits lors des échantillonnages de la Creuse ont été de 7,2 ± 0,1 m^3/s. Ces valeurs sont inférieures au débit minimal attendu en année sèche à cette station (10m^3/s). Avec 33 ±2 m^3/s à Nouâtre et 24 ±2 m^3/s à Ingrandes-sur-Vienne, les débits du mois de septembre 2023 ont été dans les plus bas observés depuis 1918 pour cette même période (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).

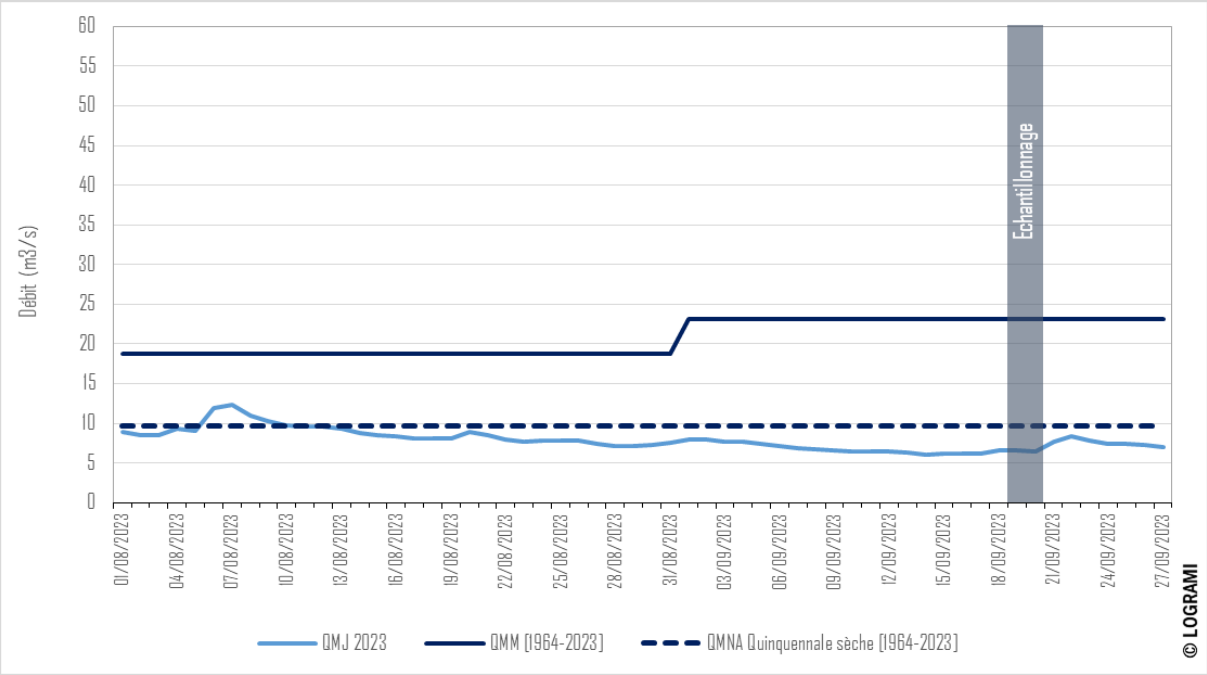


Figure 129 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Creuse à la station de Leugny lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

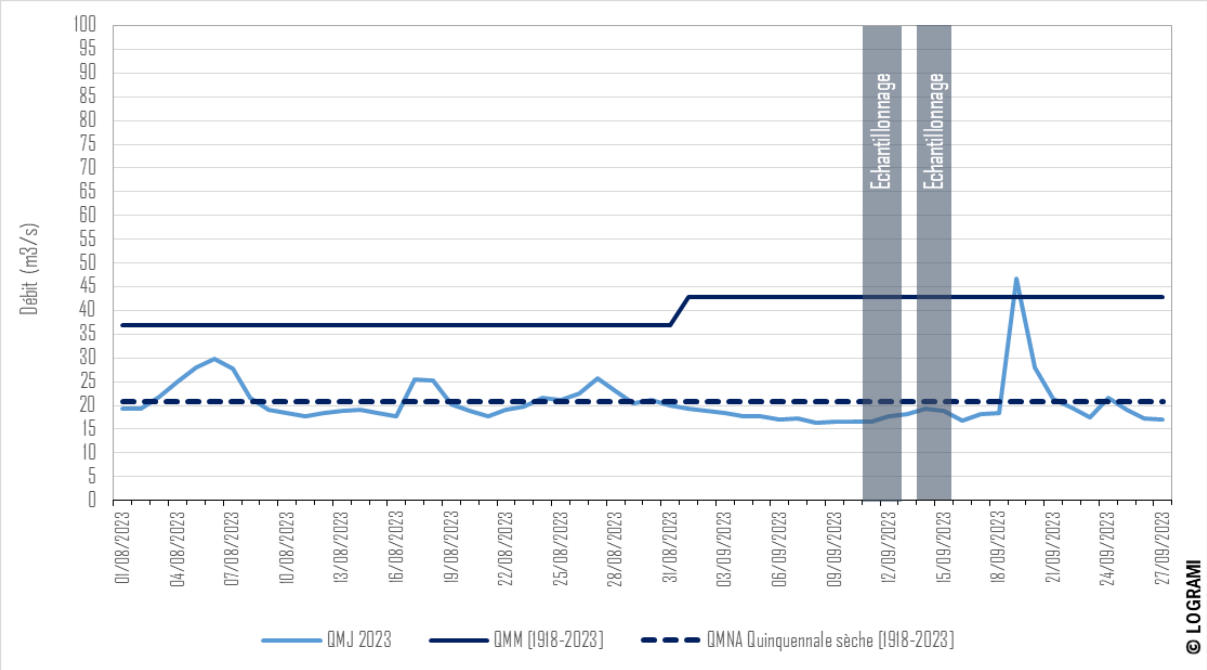


Figure 130 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Vienne à la station d'Ingrandes-sur-Vienne lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

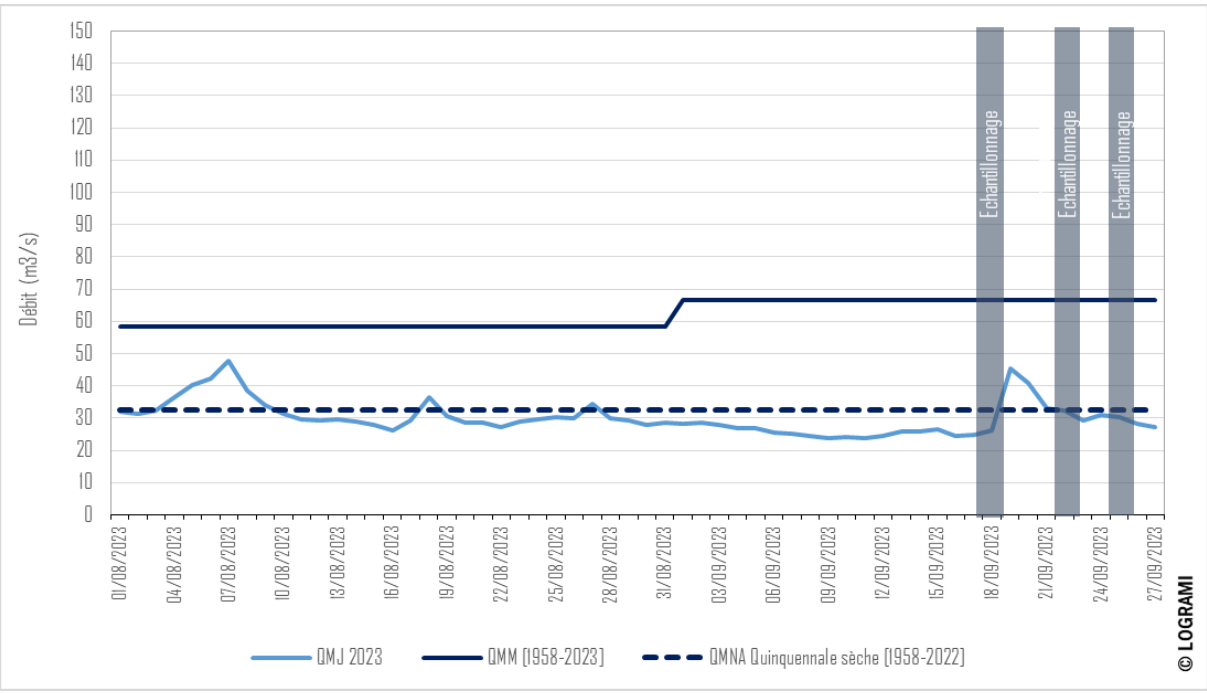


Figure 131 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Vienne à la station de Nouâtre lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

6.3.4.2 Biométrie des ammocètes

Identification

Un total de 337 lamproies a été échantillonné, dont 265 *Petromyzon marinus* et 72 *Lampetra sp*. Les individus inférieurs à 45 mm ont tous été considérés comme des *Petromyzon marinus*, sauf identification formelle du genre *Lampetra*. Sur l'ensemble des ammocètes de lamproies échantillonnées, 8 individus (2%) présentent des critères de début de métamorphose (apparition des yeux, développement du disque buccal…).

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 au paragraphe §7.2.

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 2023, les résultats de densité sont compris entre 0 et 18 ind./m^2 (Figure 132). La variabilité est forte entre stations et un grand nombre d'entre elles possède peu d'individus (médiane de 4 ind./m^2). Cette densité est inférieure à la médiane observée depuis 2014 qui compte 5 ind./m^2. Sur l'ensemble de l'échantillonnage, aucune Lamproie marine n'a été capturée sur 12 % des stations échantillonnées, soit six stations au total. Trois d'entre elles présentent un habitat de type II 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. Pour la Vienne, il semble que la production soit plus intense dans le secteur d'Ingrandes en aval de Châtellerault et, dans une moindre mesure, au Bec des deux eaux (confluence Vienne-Creuse). Les stations de la Creuse montrent des densités moyennes relativement hautes et une seule station sans ammocète (Figure 132). Les stations de l'Ile Bouchard ont présenté des effectifs inhabituellement faibles en termes de densité, la faiblesse des reproductions cumulées depuis 4 ans sur les parties basses du bassin de la Vienne pourrait expliquer cette diminution.

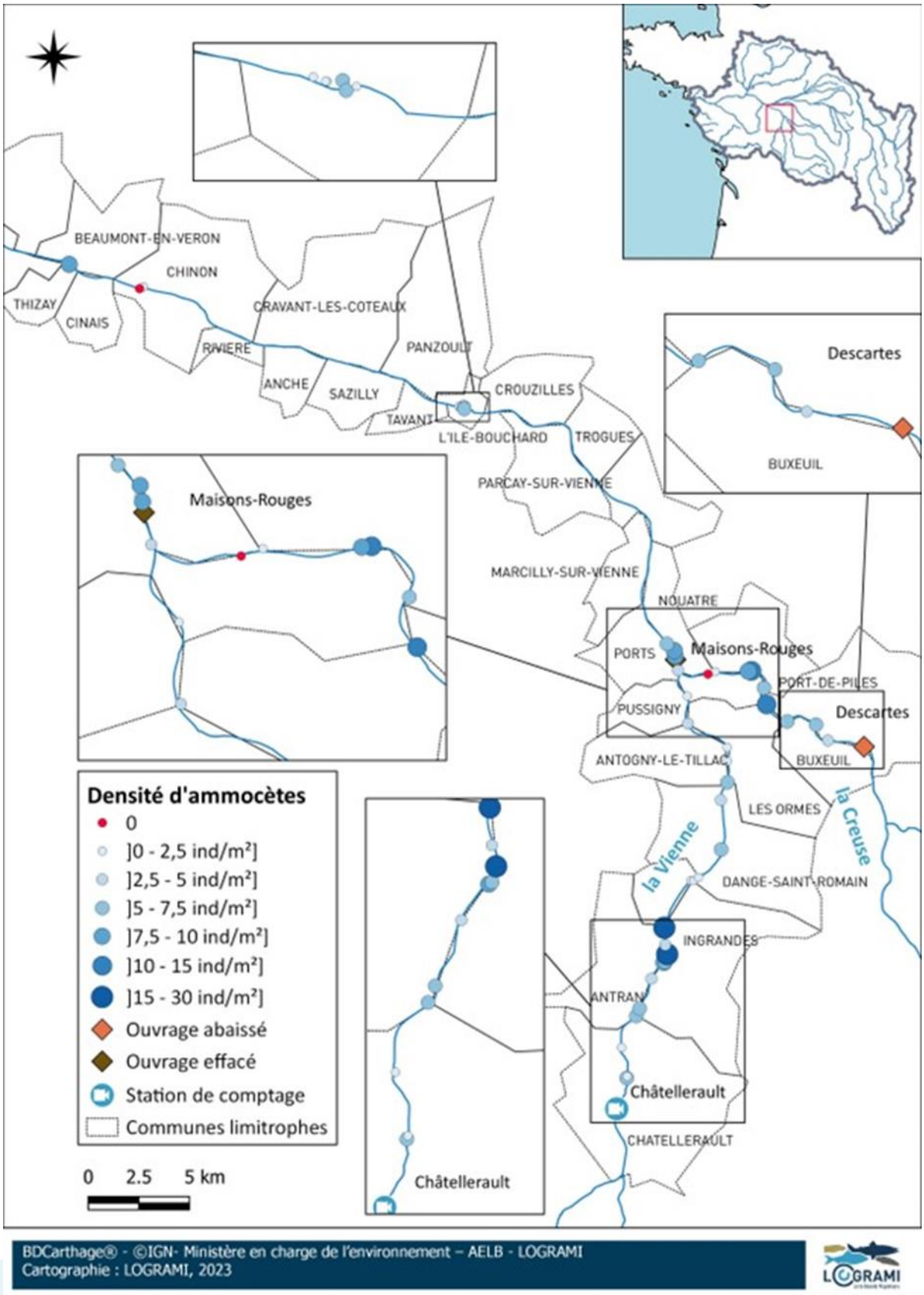


Figure 132 : Densités d'ammocètes échantillonnées sur les différentes stations en 2023 sur le bassin de la Vienne

L'axe Creuse montre des densités d'ammocètes relativement fortes en 2023. Il s'agit de la 3ème année où la Creuse possède une densité de juvéniles plus importante que les stations de la Vienne. Ce constat a été fait pour l'année 2019 et plus singulièrement en 2016 où le nombre d'individus était de 11,2 /m² sur la Creuse contre 8,2 /m² pour la Vienne (Figure 133). Les résultats du suivi de l'année 2016 sont exceptionnels : 290 individus en 14 stations sur la Creuse (sur 10 habitats de types I et 3 de types II) et 714 en 29 stations pour la Vienne (sur 27 habitats de types I et 10 de types II). Les résultats sont nettement au-dessus des médianes interannuelles qui sont respectivement de 279 et 71 individus depuis 2014. Ces juvéniles proviennent des migrations très abondantes en géniteurs plusieurs années auparavant (24 051 à la station de Descartes et 25 709 à station de Châtellerault en 2012 notamment).

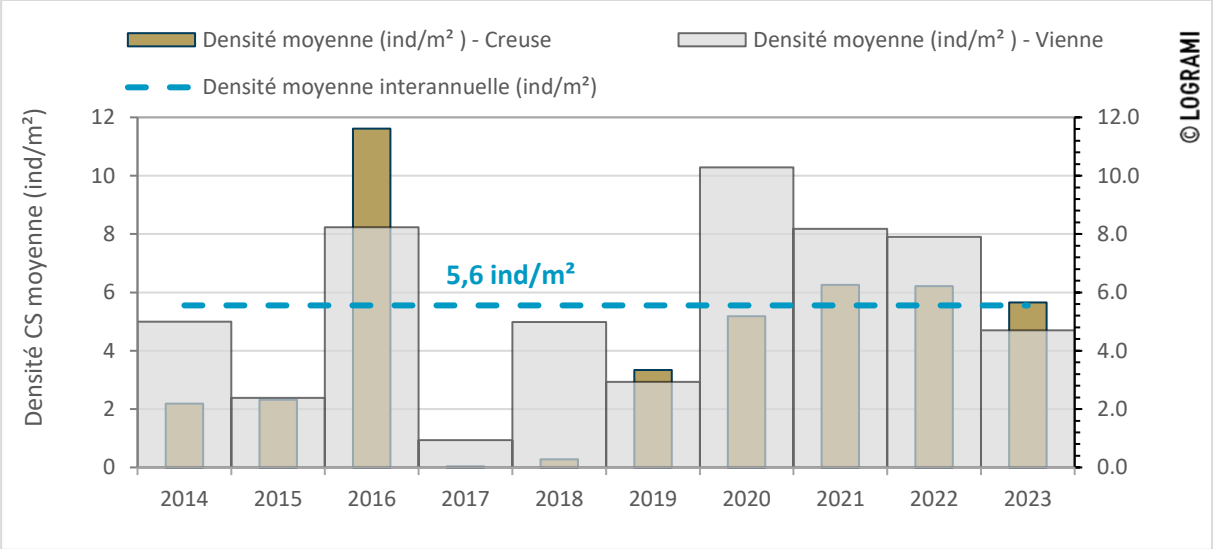


Figure 133 : Densité d'ammocètes moyenne sur la Vienne et la Creuse d'après la méthode d'estimation Carle et Strub depuis le début des échantillonnages de juvéniles (2014-2023)

Même si aucun juvéniles de l'année n'a été échantillonné sur la Creuse en 2023, la densité moyenne de juvéniles par station est en augmentation sur la Creuse pour un effort d'échantillonnage constant depuis 2014 (10 stations en moyenne +/-2). Du point de vue des habitats, le secteur aval de la Creuse apparait comme moins intéressant que celui de la Vienne en termes d'habitats favorables à cause de la nature du lit de la rivière. En effet, ce tronçon de la Creuse est principalement constitué de roche mère affleurante qui limite la quantité de sédiment fin et la profondeur de substrat meuble même en berge. Bien que l'ouverture des clapets (14 juillet 2021) et des pertuis (17 novembre 2021) du barrage de Descartes permette désormais une remobilisation des sédiments, matière essentielle pour la fixation des ammocètes dans le substrat, il n'a pas encore été constaté une amélioration nette de la qualité des habitats en aval de Descartes (5 sub-optimaux sur 11 sites prospectés en 2023). En revanche la densité moyenne de la Vienne diminue depuis 2020, et ce, plus rapidement que sur la Creuse. Cette diminution plus rapide provient en partie de la structure de la population. Sur 646 petromyzon en 2020, 467 étaient des 0+ sur la Vienne et 63 sur la Creuse (pour 76 ammocètes au total sur ce cours d'eau). La population ayant la plus grande part de juvéniles de l'année est donc dans la Vienne en 2020. Or d'après le modèle de croissance des populations utilisant la stratégie r (production d'un grand nombre de juvéniles et forte mortalité), la perte en effectif est la plus forte entre le stade 0+ et 1+. Puis chaque année passée, la probabilité pour un individu de ne pas arriver jusqu'à l'âge adulte diminue. La densité d'ammocètes moyenne étant bien plus faible en 2020 sur la Creuse comparativement à la Vienne, cela explique qu'elle se soit maintenue les années suivantes, tandis qu'on observe une diminution relativement marquée de cette densité sur l'axe Vienne.

Concernant l'habitabilité des sites échantillonnés, la densité moyenne sur les habitats de type I, dits optimaux, est nettement supérieure (4,4 ind./m² sur la Vienne et 7,4 ind./m² sur la Creuse) à celle observée sur les habitats de type II, dits sub-optimaux (1,6 ind./m² sur la Vienne et 1,1 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 17). 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 0,031 ; 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 17 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de Lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2023 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Vienne		Creuse	
Type d'habitat	Optimaux	Sub-Optimaux	Optimaux	Sub-Optimaux
Nombre de stations	26	13	6	5
Nombre médian d'ammocètes	4	2	6	1
Densité médiane CS (ind./m²)	4,4	1,6	7,4	1,1

Structure démographique

Les tailles des ammocètes échantillonnées varient de 37 à 167 mm. La taille moyenne des individus est de 126,9 mm (+/- 43). Les lamproies présentant des caractéristiques de métamorphose ont une taille moyenne de 140 mm (+/- 9). Plusieurs classes d'âge ayant été capturées, la distribution ne suit pas une loi normale (Figure 134).

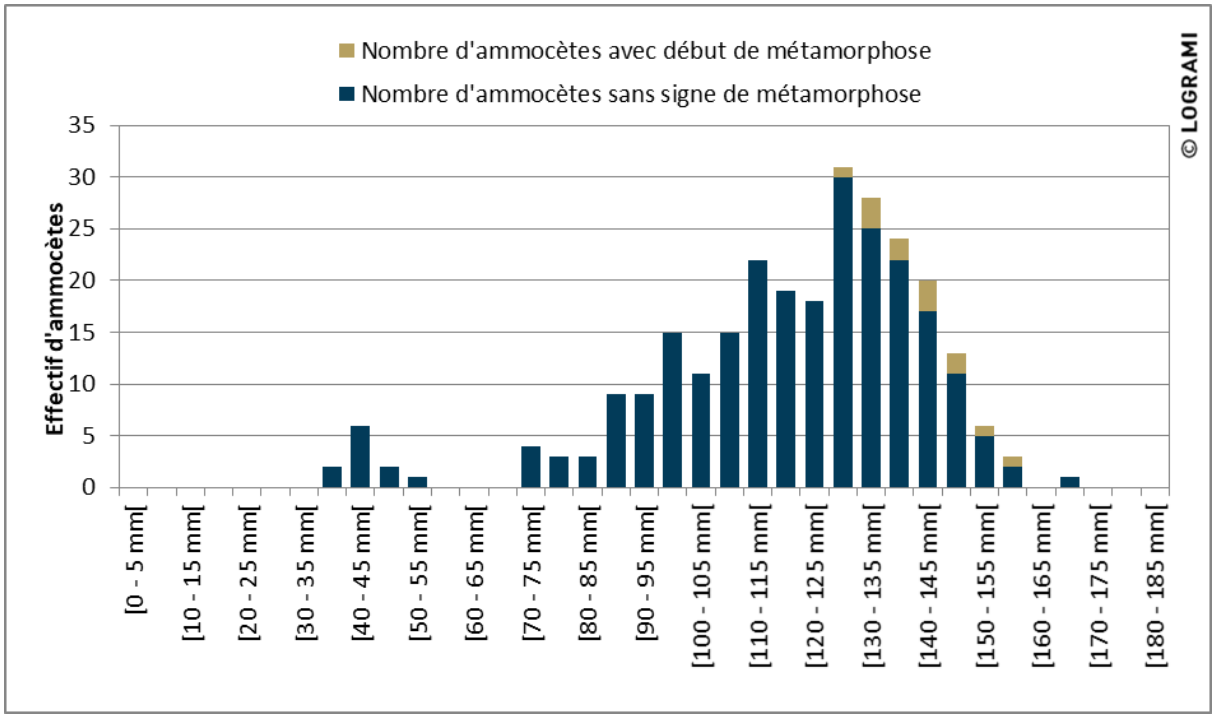


Figure 134 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2023 sur le bassin de la Vienne (n=265)

Pour cette campagne d'inventaire, les individus de moins de 45 mm, c'est-à-dire les juvéniles de l'année (0+) représentent seulement 2,9% de l'échantillon (8 individus). Cette année est très proche de la proportion de 2022 où 2,6 % des individus étaient des 0+ (10 individus). En 2023, 78 % ont une taille supérieure à 100 mm. Cette donnée est dans la continuité de l'échantillonnage de 2022 lors duquel 57 % des individus avaient une taille comprise entre 70 et 105 mm. A première vue, cela traduit la croissance et le vieillissement global de la population. 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 135).

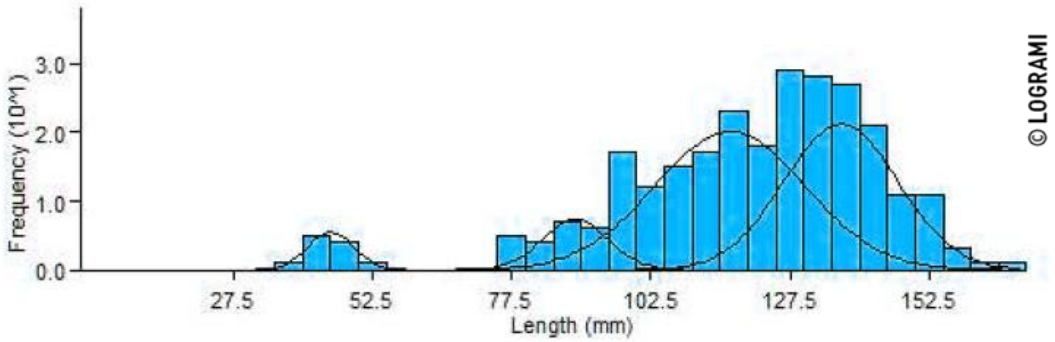


Figure 135 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2023 sur le bassin de la Vienne selon la méthode de Bhattacharya (1967) (n=265) (Sources : LOGRAMI et FiSATII)

Malgré de très faibles effectifs, une courbe ressort pour les ammocètes d'une taille inférieure à 45 mm. Il s'agit des 8 juvéniles issus de la reproduction printanière de 2023. La méthode Bhattacharya fait ressortir 3 autres courbes. La deuxième d'entre elles identifie un groupe d'ammocètes plutôt faible, d'une taille comprise entre 75 et 90 mm. Cette cohorte constituée de 24 individus (9% de l'effectif total) du genre Petromyzon correspondrait aux individus 2+ et serait issue de la reproduction 2021 lors de laquelle 116 ammocètes 0+ avaient été échantillonnées. La troisième courbe met en évidence les juvéniles d'une taille comprise entre 95 et 130 mm dont le pic se situe autour de 115 mm. Ce groupe constitué de 131 individus est le plus représenté en 2023 (49 % de l'effectif). 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 3+. En effet, d'après une étude qui a consisté à mesurer les statolithes[2] de *Petromyzon marinus* et à les associer aux tailles des larves (Potts et al., 2015), il est fortement probable que ce groupe contienne des 2+ et même des 4+ puisque la variabilité en termes de tailles augmente proportionnellement avec l'âge. L'estimation selon la méthode Bhattacharya confirme d'ailleurs les superpositions probables qui existe entre les cohortes (Figure 135). Un quatrième groupe qui correspondrait aux individus 4+ a été identifié par le logiciel FISAT II. Il s'agit d'individus d'une taille comprise entre 135 et 160 mm, il représente 34% pour 92 individus. Aucune ammocète de la cohorte 1+ (55-70 mm) n'a été échantillonnée. L'absence d'individu de cette taille n'est pas surprenante puisque la reproduction a été quasi inexistante en 2022 dans le secteur aval du bassin de la Vienne (10 ammocètes de l'année sur 379 échantillonnée).

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. Pour autant, il est possible d'apprécier avec cette méthode les dynamiques de reproduction. En effet, un

[2] Concrétion calcaire qui peut se trouver dans l'oreille interne chez le poisson. Il s'agit alors d'otolithe. Les statolithes étant le groupe dont ces otolithes font partie.

recrutement important ou au contraire très limité va être facilement identifiable au niveau des effectifs par cohortes pour les années ultérieures (Figure 136).

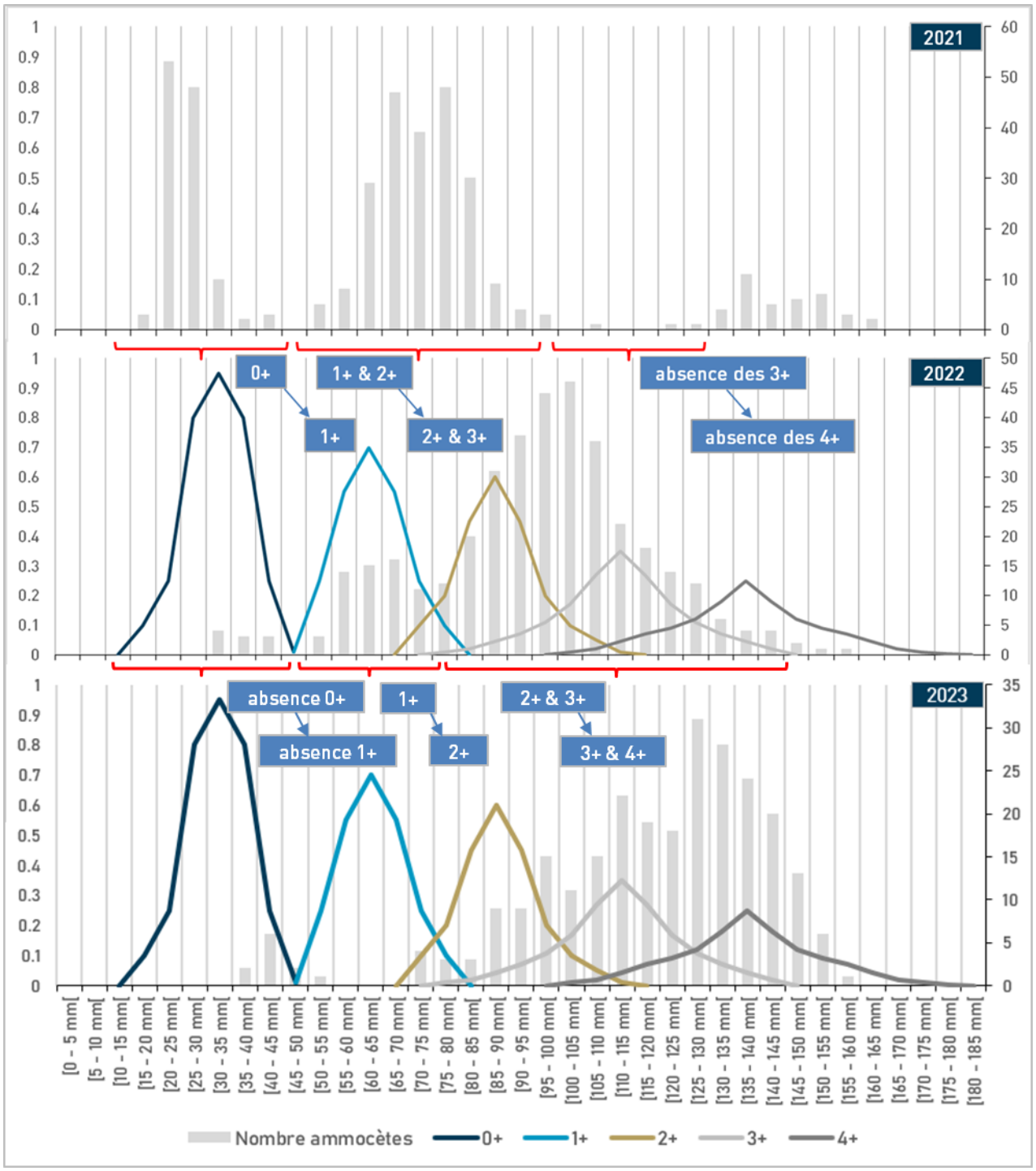


Figure 136 : Répartition des cohortes de Petromyzon marinus en fonction de leur taille d'après l'étude « Validation of a relationship between statolith size and age of larval Great Lakes sea lamprey (Petromyzon marinus) » (Sources : Courbes des âges : Potts et al., 2015; histogramme des classes de tailles LOGRAMI)

Les courbes de Potts et al., 2015 permettent grossièrement de déduire la composition en classe d'âge des ammocètes. Le prélèvement et la lecture des statolithes permettraient de confirmer l'âge des individus. Cette méthode nécessite cependant la mise à mort des ammocètes ce qui, compte-tenu de l'état de la population de Lamproie marine dans le bassin de la Loire, n'a donc pas été retenue pour cette étude.

6.3.4.3 Comparaison interannuelle

Depuis 2014, un total de 3 588 Lamproies marines a été échantillonné. L'effort d'échantillonnage de 2023 est proche de celui réalisé de 2016 à 2022 et supérieur aux années 2014 et 2015 (respectivement seulement 9 et 15 sites sur le même secteur d'étude) (Figure 137). La densité moyenne toutes classes d'âge confondues des années précédentes est de 5,6 ind./m^2 (+/- 3). Avec 4,7 ind./m^3, la densité est, en 2023, inférieure à la moyenne interannuelle. Elle est même deux fois plus faible que l'année 2020 où le recrutement avait été exceptionnel (10,3 ind./m^2).

En ce qui concerne les ammocètes de l'année (0+), la densité en 2023 est très faible (0,1 ind./m^2) et comparable aux plus mauvaises années en termes de recrutement en juvéniles de lamproie (0,2 en 2014, 0 en 2017 ou 0,1 en 2019). Seule l'année 2020 possède une densité de 0+ nettement plus importante avec 7,1 ind./m^2.

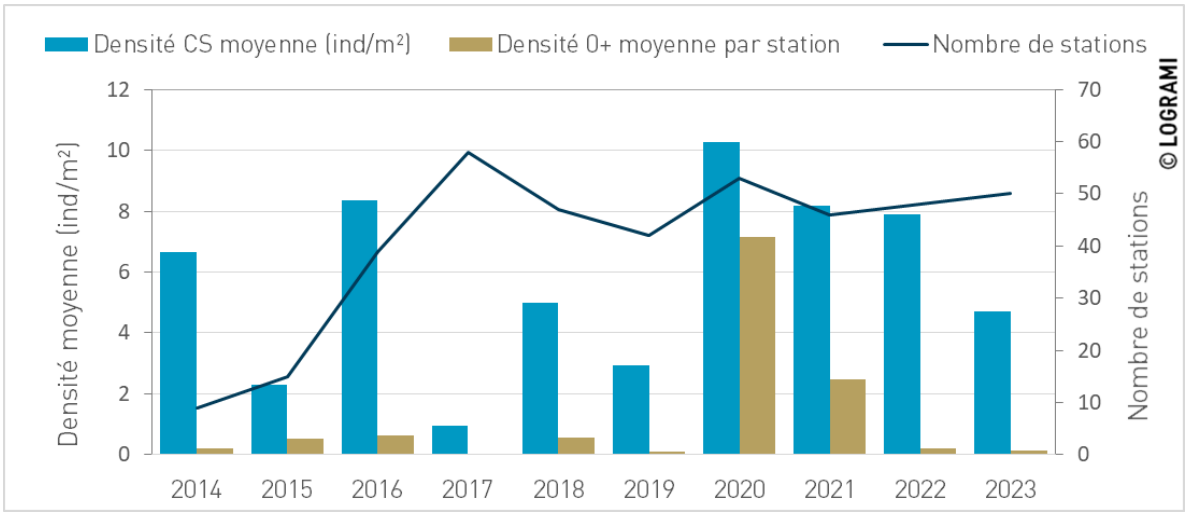


Figure 137 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014. Densité CS moyenne = densité moyenne obtenue par la méthode de Carle et Strub. Densité 0+ moyenne par station = densité des juvéniles de l'année sans estimation issue de Carle et Strub

Afin d'apprécier davantage la structure de la population d'ammocètes, une analyse basée sur les deux premières classes d'âge permet de faire ressortir le recrutement ainsi que son état de vieillissement. Cette approche permet également de limiter les erreurs d'interprétation liées aux chevauchements possibles entre les ammocètes les plus âgées (Figure 138).

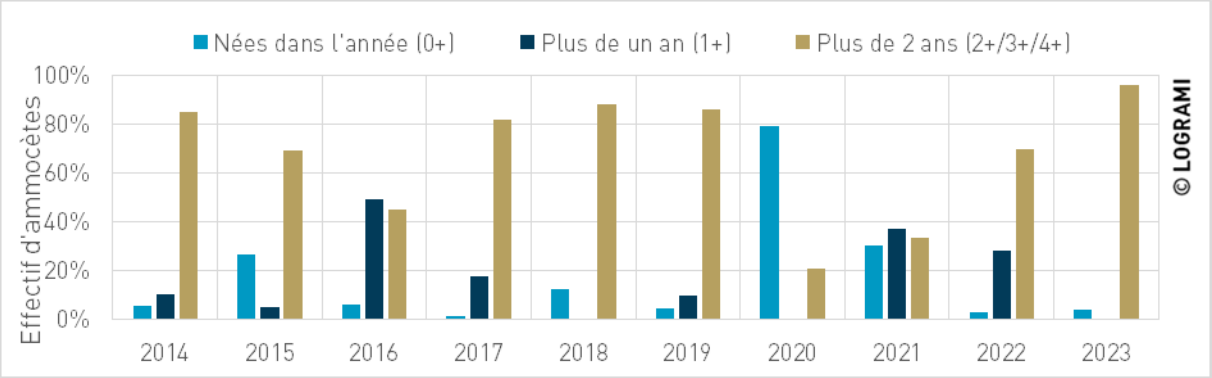


Figure 138 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2023 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya(1967))

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. Malgré un recrutement important en 2020 (79 % d'individus 0+) en lien avec un nombre conséquent de géniteurs observés notamment aux stations de comptage (34 487 Lamproies marines comptées aux stations de Descartes et de Châtellerault), le nombre de 1+ reste modeste (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 2023 reste dans la même dynamique que l'année 2022 puisque l'on continue d'observer le vieillissement de la population d'ammocètes du bassin Vienne-Creuse. La taille passe respectivement de 99 mm à 123 mm. Par sa structure, la population ressemble à l'année 2018. Un recrutement relictuel, une absence de 1 + ainsi qu'une part d'individus de plus de deux ans supérieurs à 90 % de la population sont observables. Les résultats de 2023 sont fortement impactés par un faible recrutement en juvéniles de l'année que ce soit en 2023 ou en 2022, conduisant à une absence de juvéniles 1+ et à un très faible recrutement en 0+. Le bon recrutement constaté en 2021 assure une quantité de juvéniles toujours présents en 2023 et donne, en quelque sorte, un sursis à la population d'ammocètes du bassin Vienne. Pour autant 2023 était la dernière année à en bénéficier puisqu'au-delà de 4 ans en moyenne, les ammocètes se métamorphosent et dévalent vers l'océan délaissant ainsi les habitats d'eau douce. Ainsi sans remontées conséquentes de géniteurs permettant une reproduction efficace en 2024, **les effectifs d'ammocètes retrouvés en échantillonnages pourraient baisser drastiquement**.

6.3.4.4 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 exhaustifs sur nos tronçons de cours d'eau suivis.

En 2023, les stations où des ammocètes 0+ ont été retrouvées sont faibles (5 exclusivement sur la Vienne) (Figure 139). **La reproduction à l'aval des stations de comptage a été très limitée par le faible nombre de géniteurs**. Si la qualité des habitats et des frayères disponibles sont deux hypothèses qui pourraient expliquer la répartition des juvéniles de lamproies, l'année 2023 ne permet pas de mettre cela en évidence puisque les effectifs observés à la station de comptage de Châtellerault et estimés pour la station de Descartes (respectivement 14 et 6 lamproies) montrent que les géniteurs étaient quasiment absents en amont de ces deux sites en 2023 (§ 6.1.2).

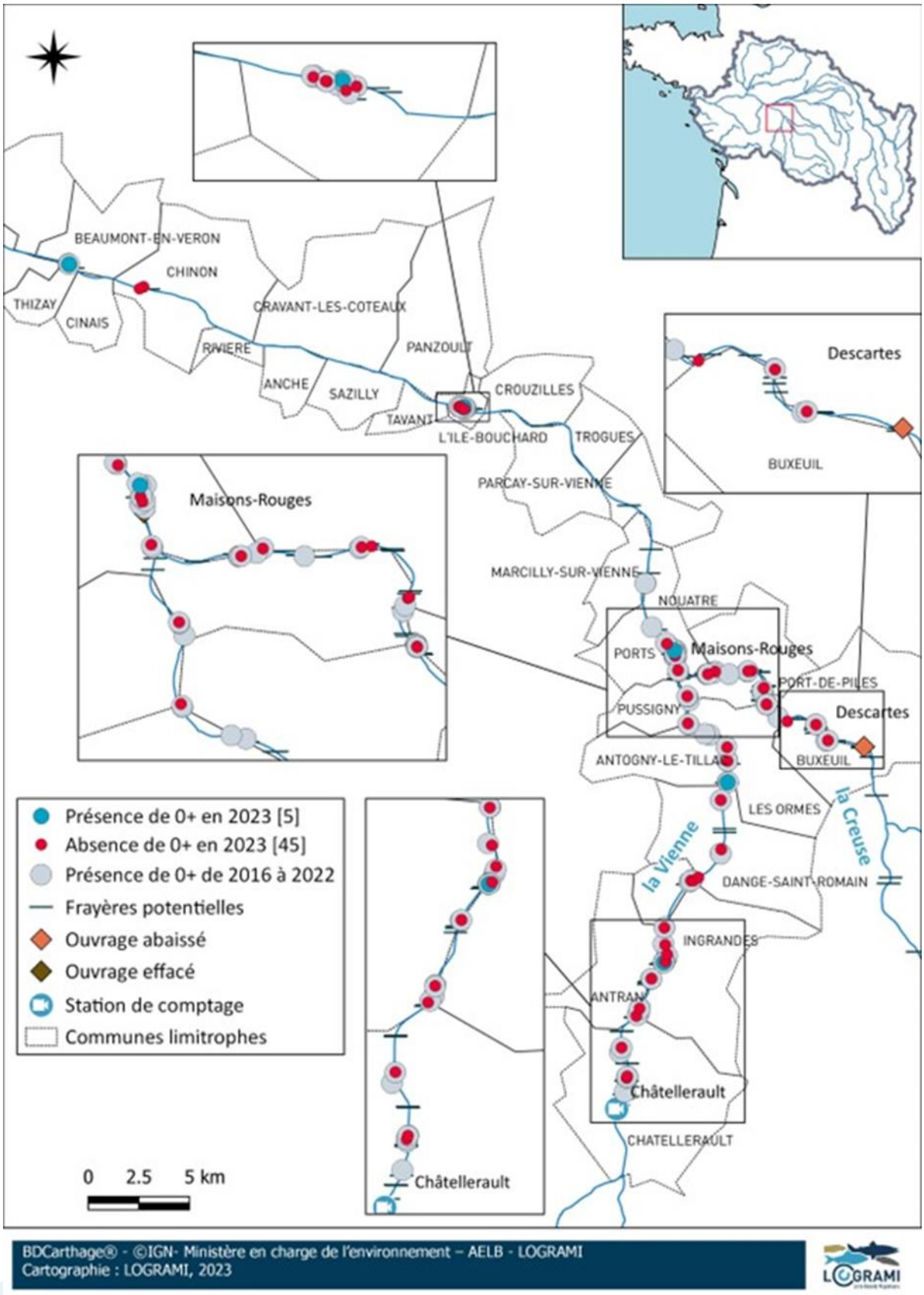


Figure 139 : Localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2023 et de 2016 à 2022 sur le bassin de la Vienne

6.4. Le front de colonisation des Lamproies marines

6.4.1. Prospection de nids

Face au faible nombre de géniteurs aux stations de comptage à l'échelle du bassin de la Loire (seulement 14 individus à Châtellerault sur la Vienne), le temps consacré à la recherche des fronts de colonisation a été réduit.

- **Sur le Cher**, aucun comptage n'a été entrepris à la différence de 2021 où le nombre plus important de géniteurs dans le bassin de la Loire (3 998) augmentait les chances de trouver des nids sur cet axe. Même avec ce niveau d'effectif aucune trace de reproduction n'avait été constatée sur le Cher.
- **Sur la Creuse,** la frayère de Rhonne-Tuffeau particulièrement favorable sur la Creuse et située quelques kilomètres en aval de Descartes a été prospecté à pied. Toujours sur cet axe, le radier en amont du pont de Descartes a également été suivi sans pour autant constater de nid sur ces deux secteurs.
- **Sur la Vienne**, les hauteurs d'eau importante en avril ont limité la visibilité ainsi que l'accès aux frayères suivies habituellement. Ainsi rien n'a été observable au niveau de la confluence au Bec des Deux Eaux. De plus, aucun nid n'a été vu depuis les ponts du centre-ville de Châtellerault localisés quelques centaines de mètres en aval de la station de comptage.
- **Malgré toutes ces prospections aucun nid de Lamproie marine n'a été observé sur l'axe Vienne-Creuse en 2023.**

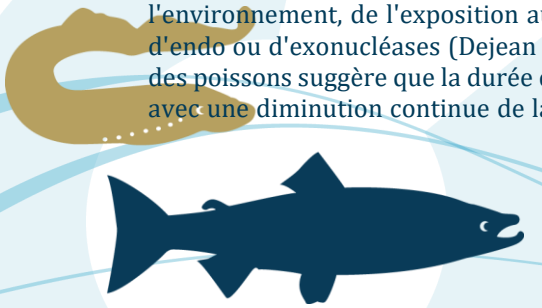
Pour la Vienne, avec seulement 14 individus observés à la station de comptage, le front de colonisation certain se situe au niveau de l'ouvrage de **Châtellerault**. Pour la Creuse, aucuns nids ou observation direct, ni même un juvénile de l'année retrouvé ne permettent d'affirmer la remontée de migrateurs sur cet axe même si c'est fortement probable (Figure 140).

Le front de colonisation sur la Loire peut être établi avec certitude uniquement jusqu'à la confluence avec la Vienne (à 200 km de la mer), aucun indice de présence n'a pu être observé entre cette confluence et la station de comptage de Decize. 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.

6.4.2. Complément de recherche de présence par l'ADNe

En 2023, la recherche des fronts de colonisation a pu être affinée par un procédé complémentaire : l'ADN environnemental. Il s'agit une méthode d'inventaire des milieux (aquatiques et terrestres) qui permet à partir de la collecte de fragment d'ADN (mucus, gamètes, fèces, peau…) relâché par les individus vivant dans l'écosystème d'établir la liste des taxons présents (cf 8.3.1.4 Analyses génétiques). Le matériel génétique s'altérant dans le temps, la définition du lieu et de la date de recherche sont primordiales afin de capter les poissons ciblés pendant leur période de présence. La recherche initiale visait prioritairement l'alose mais l'analyse en métabarcoding permet d'obtenir la liste exhaustive des taxons détectés y compris les autres grands migrateurs (anguille, mulet, lamproies, saumon).

Sur 20 stations échantillonnées à l'échelle du bassin Loire, aucune Lamproie marine n'a été identifiée (Figure 140, § 8.3.1.1). La période de prélèvement peut expliquer l'absence d'ADN de lamproies dans les échantillons. En effet, la campagne de terrain s'est déroulée du 22 mai au 15 juin 2023 puisque l'objectif principal était la détection de l'alose. Ces dates sont un peu tardives pour la Lamproie marine, notamment sur la Vienne, où 50 % des effectifs sont observés à Châtellerault dès le 30 avril. Or, l'ADNe ne persiste qu'entre 1 et 25 jours en milieu aquatique, la durée exacte étant dépendante entre autres de l'environnement, de l'exposition aux rayons UV, de l'acidité, de la température de l'eau et de la présence d'endo ou d'exonucléases (Dejean et al., 2011). Une étude complémentaire réalisée sur des amphibiens et des poissons suggère que la durée de détectabilité de l'ADN d'une espèce ne dépasserait pas 1 à 2 semaines avec une diminution continue de la disponibilité de fragment dans le milieu sitôt que l'individu n'est plus



présent dans l'hydrosystème (Thomsen et al., 2012). La probabilité de capter des fragments était donc également très limitée sur la Creuse où la moitié des effectifs en moyenne est observé à Descartes au 1 mai (comptage 2008-2021). L'absence de détection provient essentiellement du nombre très limité d'individus ayant remonté les cours d'eau échantillonnés. Même constat pour la partie amont du bassin de la Loire, avec 50% des effectifs comptés à la station de Decize sur la Loire au 17 mai et le 22 mai à Vichy sur l'Allier, la Lamproie marine aurait théoriquement pu être détectée si des géniteurs avaient été présents au moment de l'échantillonnage à la station des Guétins (Allier).

Ces résultats soulignent cependant que les juvéniles de Lamproie marine dont la présence est avérée par les échantillonnages en pêche électrique ne sont toutefois pas détectés par la méthode d'ADNe. Leur enfouissement dans le sédiment et la quantité trop faible d'ADN qu'ils relâchent sont probablement les causes de leur imperceptibilité. La présence de Lamproie marine ne semble vérifiable avec cette méthode que lors de la migration des géniteurs.

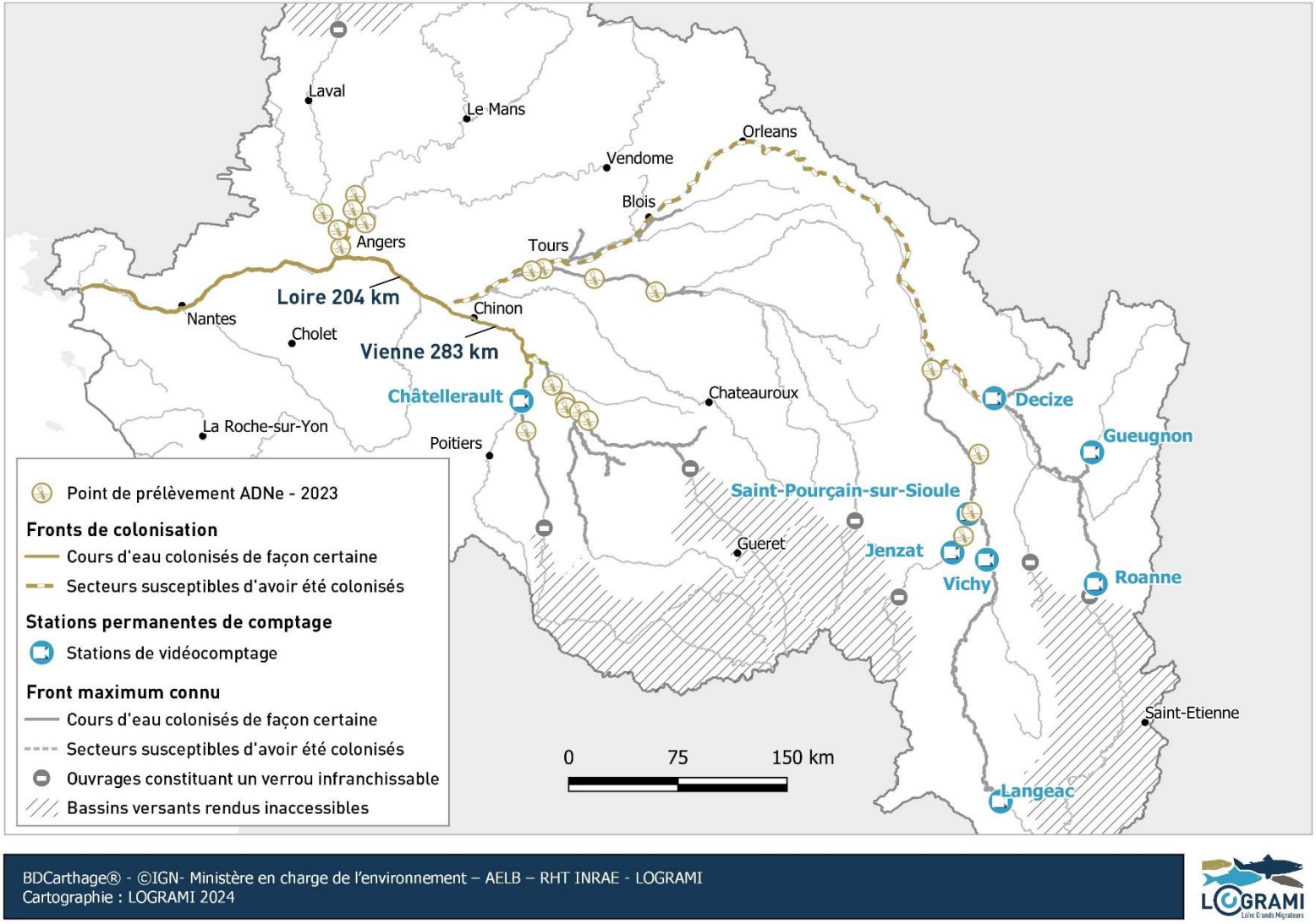


Figure 140 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la Lamproie marine en 2023

6.5. Conclusion

L'étude annuelle du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire permet de suivre l'évolution des effectifs de poissons migrateurs 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. Bien que des individus puissent être présents en aval de ces stations, la quasi-absence d'adultes observée en 2023 témoigne une nouvelle fois de la grande fragilité de la population par rapport au risque d'extinction.

En effet, la raréfaction de la Lamproie marine sur les parties amont du bassin et la diminution des effectifs résiduels sur le bassin de la Vienne se confirme en 2023 avec un nombre de 14 géniteurs observés sur l'ensemble des stations de comptage d'entrée d'axes et 20 géniteurs en prenant en compte l'estimation réalisée à Descartes (6 individus). Depuis le début des suivis à Châtellerault en 2004, une médiane de 15 939 individus est observée pour la Vienne et 15 142 individus pour la Creuse à Descartes de 2007 à 2021.

Concernant les facteurs environnementaux mesurés en 2023, les conditions de température pour la migration apparaissent légèrement plus favorables en période précoce pour la Creuse et l'Allier (mi-janvier à mi-mars) ou égales aux moyennes historiques (Châtellerault, Vichy). En revanche, elles ont été plus défavorables en période tardive (mi-avril à mi-juin) pour l'ensemble des stations comme par exemple à Vichy avec une diminution de plus de 16% du nombre de jours favorables à ces dates. A l'échelle du bassin de la Loire, le sous bassin Vienne-Creuse reste plus longtemps favorable à la migration de la Lamproie marine d'après le nombre de jours observés avec des températures comprises entre 7°C et 19°C (143 jours +/-8) contre 116 jours pour l'Allier sur 167 possibles (période janvier-mi-juin). Dans l'ensemble, la reproduction de la Lamproie marine a été limitée par la thermie. D'une part sur l'axe Vienne et Loire à cause de l'atteinte prématuré du seuil thermique de 19°C et sur l'Allier à cause du nombre limité de jours offrant des conditions de température optimales pour la reproduction.

En termes de débits, les indices hydrologiques ont été déficitaires sur l'ensemble des stations durant la période de montaison avec un indice de 0,5 (1 étant le niveau d'équilibre et >1 excédentaire). De même, les débits ont été faibles durant la période de reproduction. Ce paramètre abiotique a donc été globalement défavorable pour la migration et la reproduction de la Lamproie marine sur l'ensemble du bassin de la Loire

Bien que les conditions thermiques et hydrologiques de l'année 2023 à l'échelle du bassin Loire aient pu limiter la migration de montaison ainsi que la reproduction des géniteurs, le nombre d'individus s'engageant dans le bassin de la Loire est un autre élément qui explique la raréfaction, pour ne pas dire la disparition de l'espèce aux stations. La diminution constatée de juvéniles de l'année (0+) dans le bassin de la Vienne montre que lorsque les géniteurs n'arrivent pas jusqu'aux stations de comptage de Châtellerault et anciennement Descartes, la reproduction en aval est quasi inexistante.

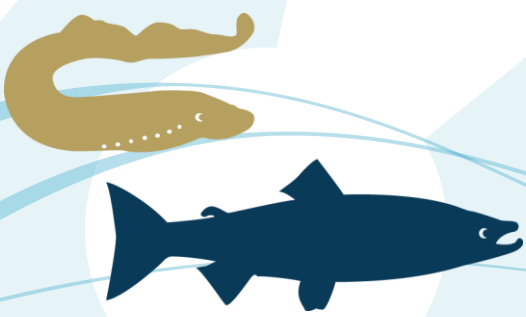
Le front de colonisation de la Lamproie marine sur la Loire ne peut être établi avec certitude que jusqu'à la confluence avec la Vienne (à 200 km de la mer), aucun indice de présence n'a pu être observé entre cette confluence et la station de comptage de Decize sur la Loire amont. Sur le bassin de la Vienne, avec 14 individus comptés à la station de Châtellerault, le front a été considéré au niveau de l'ouvrage de Châtellerault. Pour la Creuse, aucun nid ou observation directe, ni même un juvénile de l'année retrouvé ne permettent d'affirmer la remontée de migrateurs sur cet axe même si c'est fortement probable. L'ADN environnemental n'a pas permis de préciser davantage les fronts probablement en raison des dates de prélèvements trop tardives pour cette espèce dans le bassin Vienne-Creuse puisque l'étude visait les aloses. En revanche, l'absence de détection aux Guétins sur l'Allier n'est pas liée à la période de prélèvement et

montre l'absence de géniteurs aussi haut dans le bassin. La présence d'ammocètes n'est toutefois pas détectée via cette méthode d'inventaire alors que les échantillonnages attestent de leur présence.

Les structures en âges des ammocètes permettent d'identifier des constantes populationnelles ou au contraire des variations annuelles. Par le biais de mesures lors d'échantillonnages ciblés, ces structures démographiques ont pu être étudiées pour les juvéniles de Lamproies marines.

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 2023, d'échantillonner 265 Lamproies marines. Les densités sont comprises entre 0 et 18 ind./m^2. La variabilité est forte entre stations et un grand nombre d'entre elles possède peu d'individus (médiane de 4 ind./m^2). Cette densité est inférieure à la médiane observée depuis 2014 qui compte 5 ind./m^2. 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. Toutefois, 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 2023, la part relative du nombre d'individus 0+ est très faible (2,9%), et la majorité des individus (78%) ont une taille supérieure à 100 mm, correspondant aux individus 3+ et 4+. Avec l'étude des tailles moyennes, un vieillissement de la population d'ammocètes du genre *Petromyzon* est observé à l'échelle du bassin de la Vienne. En l'absence d'une reproduction efficace en 2024, les effectifs d'ammocètes pourraient baisser drastiquement. Passé l'artefact de 2020, c'est l'ensemble de la dernière population de Lamproie marine du bassin Loire qui risque de disparaître.

La dynamique d'une population repose essentiellement sur la capacité de ses géniteurs à atteindre leur zone de fraie ainsi que la survie de ses juvéniles post-reproduction. L'année 2023 montre avec les effectifs aux stations de comptage et le nombre de juvéniles issus de l'année que cette population est en train de disparaitre. Les conditions thermiques et hydrologiques ont été globalement défavorables en 2023 pour la montaison, la reproduction et la survie des ammocètes à l'échelle du bassin de la Loire. Ces conditions semblent progressivement devenir la norme à laquelle les lamproies devront faire face si aucune action de gestion n'est mise en place pour maintenir un débit, et donc une température, compatibles avec l'écologie de l'espèce. Le modèle de déplétion dans lequel la Lamproie marine est entrée depuis plus de 10 ans présage d'un avenir compromis pour l'espèce sur le bassin de la Loire si aucune action n'est entreprise.



7. La Lamproie fluviatile

7.1. Effectifs aux stations de comptage

Les Lamproies fluviatiles remontent les cours d'eau à une distance maximale de 273 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 par observation 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 Châtellerault 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 d'un poisson opposé à la caméra, peuvent ne pas être visibles. Les espèces hôtes sont toutes des migrateurs : l'alose, le saumon et le mulet (Figure 141).

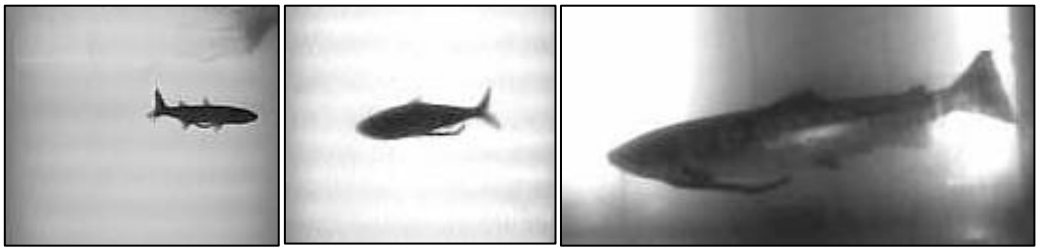


Figure 141 : Ilustrations de poissons hôtes parasités par des lamproies fluviatiles (de gauche à droite : Mulet porc à Descartes, Grande alose à Descartes et Saumon atlantique à Vichy) (Sources : LOGRAMI)

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 142).

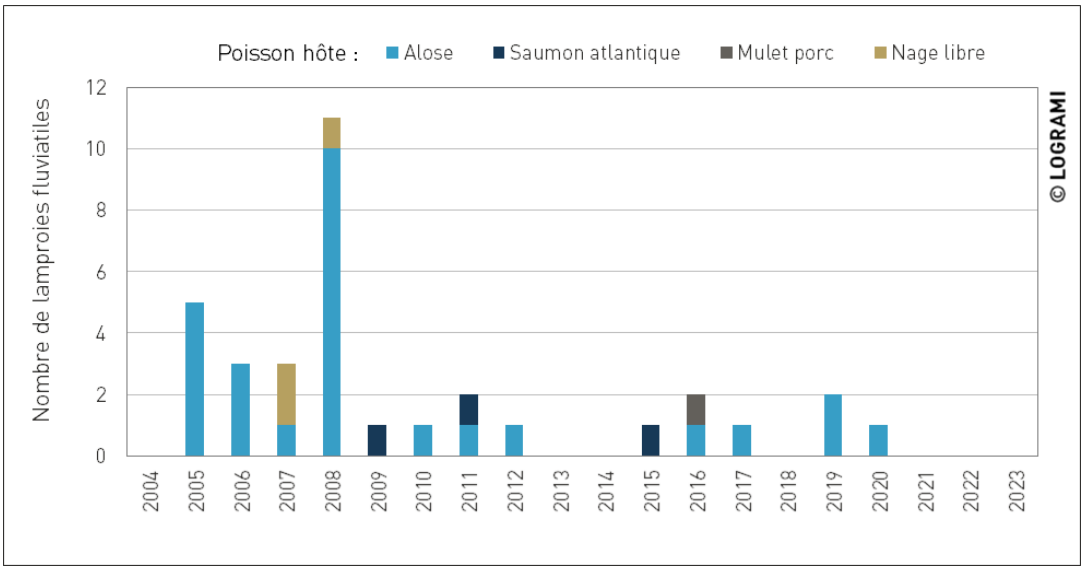


Figure 142 : Bilan des observations de Lamproies fluviatiles et de leurs modes de déplacement aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis

D'autre part, plus les effectifs d'aloses comptabilisés aux stations de comptage sont grands, plus les chances d'observer une Lamproie fluviatile augmentent. Cette relation est encore plus significative avec les effectifs d'aloses du bassin Vienne-Creuse puisque 94% des observations de Lamproies fluviatiles l'ont été à la station de Descartes sur la Creuse (17 individus) ou de Châtellerault sur la Vienne (15 individus). Avec seulement 137 aloses comptées **en 2023**, plus faible effectif à l'échelle du bassin de la Loire depuis le début des comptages en 1998, il n'est pas étonnant qu'**aucune Lamproie fluviatile** n'ait été **observée en migration portée**.

7.2. Ammocètes de lamproies du genre *Lampetra*

7.2.1. Identification

Depuis le début des échantillonnages par pêche électrique des ammocètes sur le bassin de la Vienne en 2014, 244 individus du genre *Lampetra* au total ont été échantillonnés dont 220 au cours de ces quatre 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 143). En 2023, 72 *Lampetra* ont été échantillonnées. Cette part représente 21 % du total des ammocètes tous genres confondus de l'année. Ce chiffre est probablement sous-estimé car en deçà d'une certaine taille (< 50 mm) et sans avoir observé très nettement une absence de mélanophores, les ammocètes ont été considérées comme appartenant au genre *Petromyzon* (§ 6.3.3.3). Les ammocètes du genre *Lampetra* sont potentiellement des juvéniles de Lamproie fluviatile, une espèce migratrice 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 à la station de comptage de Châtellerault et anciennement de Descartes.

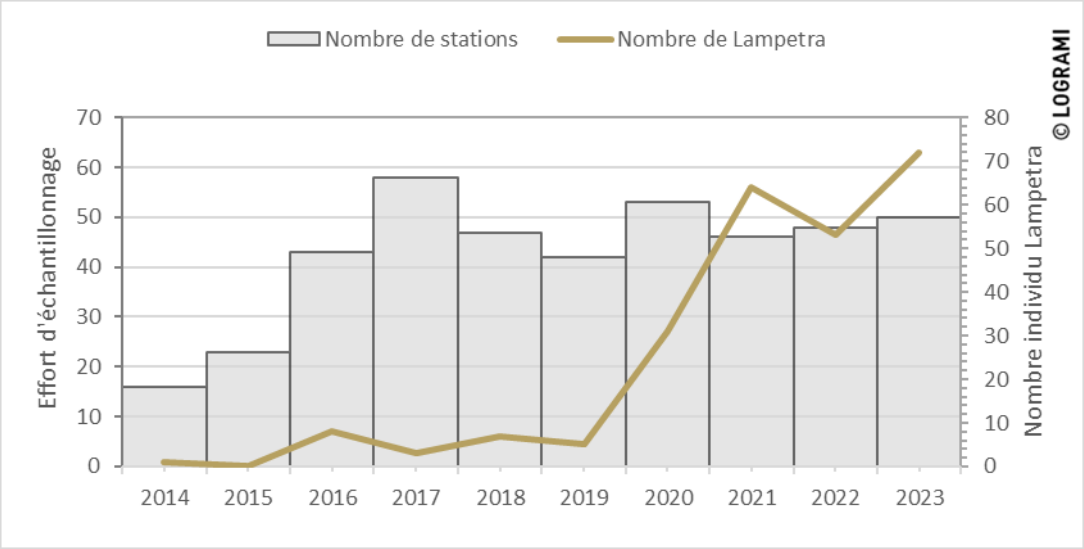


Figure 143 : Nombre d'individus du genre *Lampetra* échantillonnés de 2014 à 2023 et nombre de stations échantillonnées sur le bassin de la Vienne

7.2.2. 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 parait être le milieu le plus attractif des deux. En 2023, 6 individus ont été échantillonnés sur la Creuse. La plus amont se trouvait sur la commune de Descartes (Figure 144).

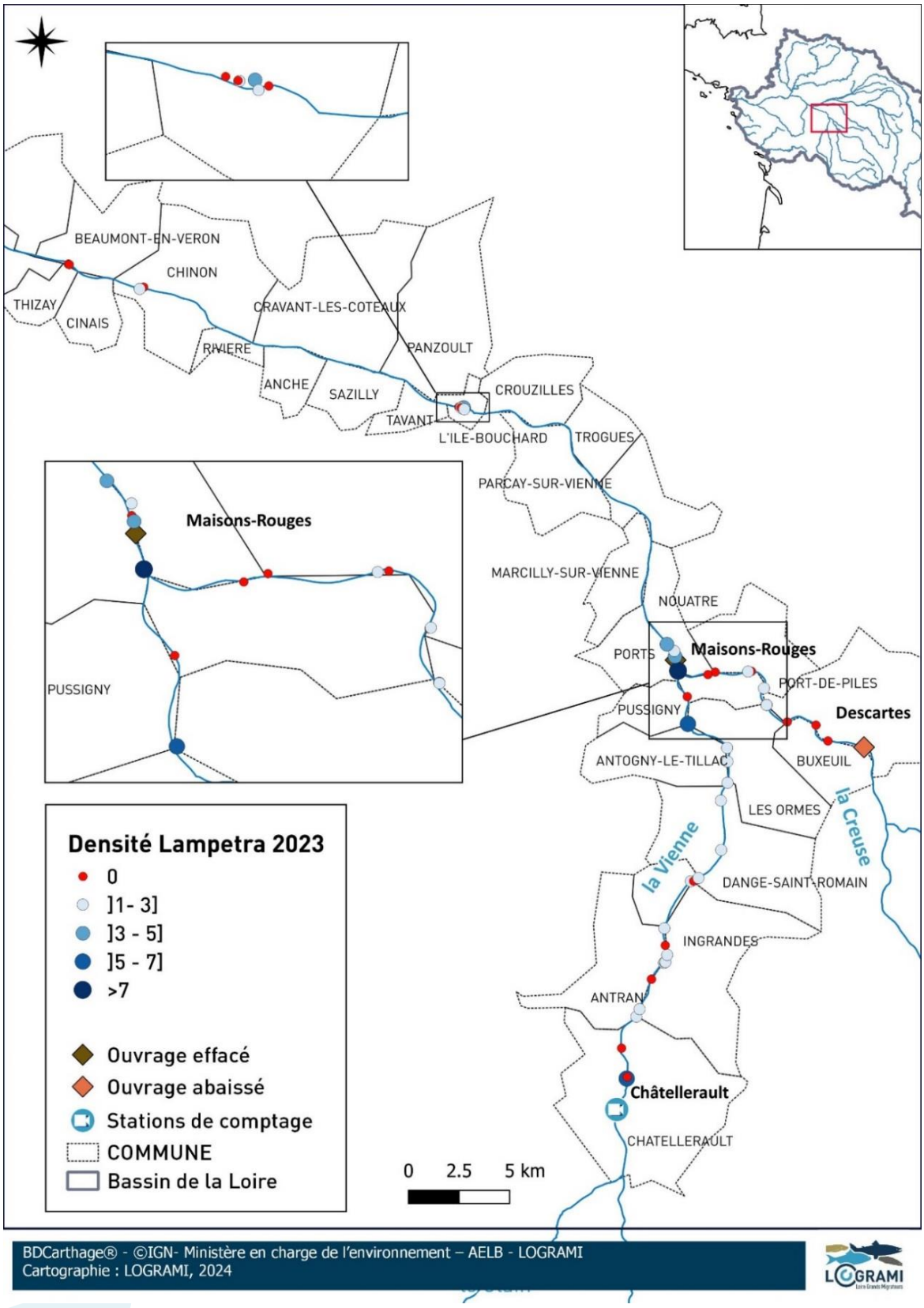


Figure 144 : Densités d'ammocètes du genre *Lampetra* en 2023 sur le bassin de la Vienne (limite d'étude à Châtellerault sur la Vienne et Descartes sur la Creuse)

En 2023, les densités les plus fortes sont observées au niveau de la confluence Vienne-Creuse à Ports-sur-Vienne, en aval de Châtellerault et sur la commune de Pussigny. Sur la Creuse, les *Lampetras* ont été retrouvées sur 4 stations en faible densité, sur les 11 échantillonnées (Figure 144).

L'étude génétique portant sur la distinction entre l'espèce *L. planeri* et *L. fluviatilis*, réalisée en 2021 et 2022 n'a pas été reconduite en 2023 puisque les résultats avaient été suffisants pour conclure sur la présence de la Lamproie fluviatile à l'échelle du bassin Vienne-Creuse et en Loire moyenne. De plus, le protocole, potentiellement invasif puisque nécessitant un prélèvement de fragment de nageoire caudale (sur individus de plus de 100 mm) n'a donc pas été reconduit afin de préserver au mieux l'intégrité des juvéniles capturés. La répartition spatiale de la Lamproie fluviatile est donc connue à l'échelle du bassin de la Loire. La Lamproie fluviatile est présente sur l'aval du bassin Vienne-Creuse ainsi que sur le cours de la Loire depuis le département du Maine et Loire (49) jusque dans le Loire et Cher (41) (Figure 145). Une étude similaire sera toutefois réalisée mais sur d'autres secteurs du bassin de la Loire dépourvu de donnée de présence de l'espèce.

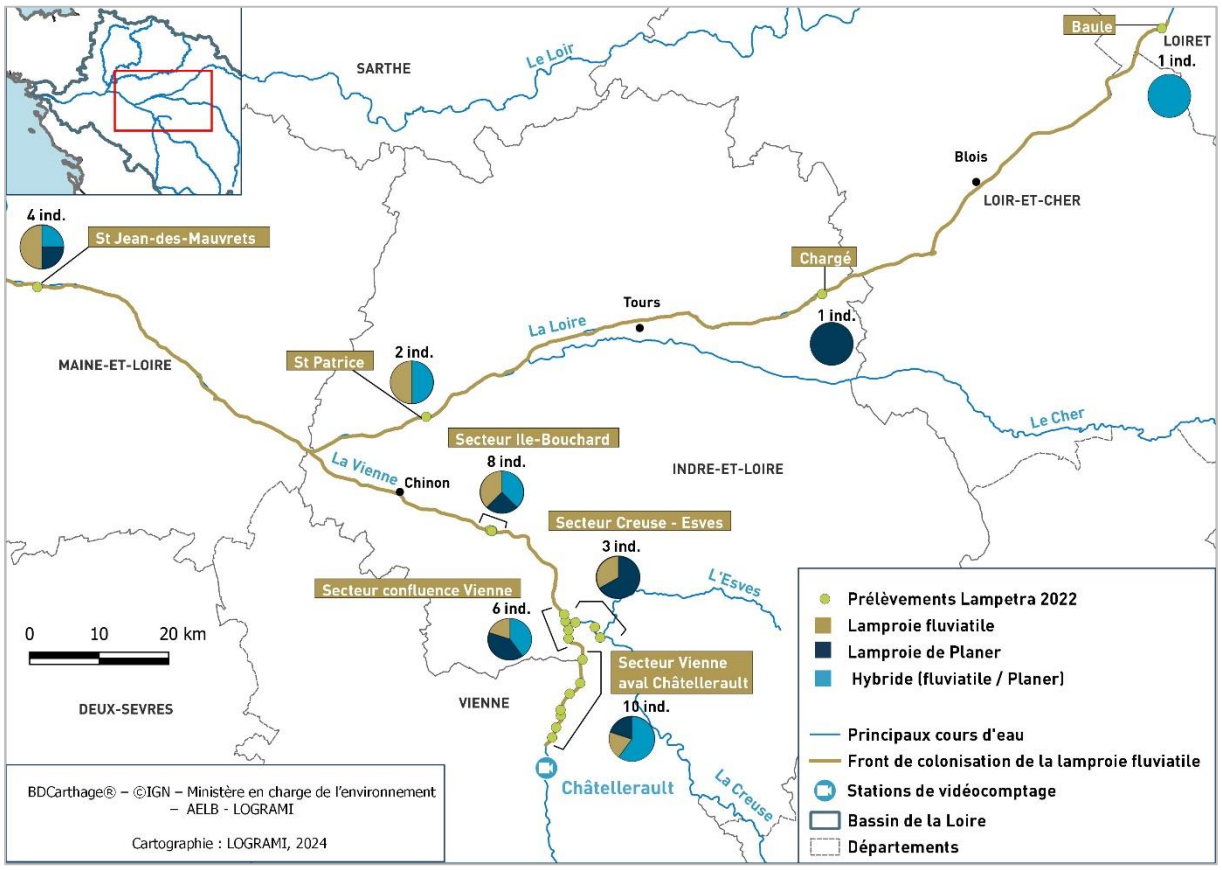


Figure 145 : Localisation des ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2022 sur le bassin de la Vienne et de la Loire

D'autre part, à l'échelle du bassin de la Loire aucune donnée issue de prélèvements ADNe ont révélé la présence de *Lampetra sp* en mai et juin 2023.

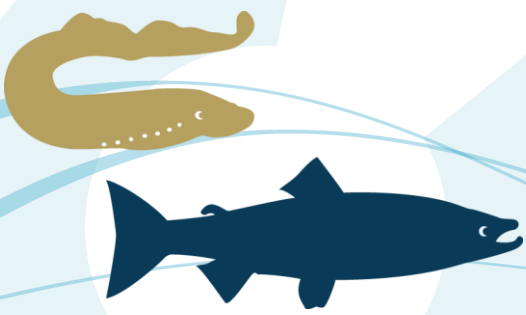
7.3. Conclusion

La Lamproie fluviatile en migration nagée n'est observée que de façon rarissime en raison de la distance à la mer trop importante des stations de comptage pour cette espèce. En revanche, elle peut réaliser une migration portée comme parasite de grand migrateur. Au niveau des stations de comptage, les observations montrent que l'espèce la plus utilisée est l'alose. En 2023, aucun individu n'a été observé dans les passes contrôlées du bassin de la Loire, et peut être mis en lien avec les très faibles effectifs d'aloses observés cette année.

Le nombre de juvéniles de *Lampetra* échantillonnés est en forte augmentation depuis le début des échantillonnages par pêche électrique des ammocètes sur le bassin de la Vienne en 2014. Au total, 244 individus du genre *Lampetra* ont été échantillonnés dont 220 au cours de ces quatre dernières années et 72 en 2023. Les secteurs de la confluence Vienne-Creuse et la commune de Châtellerault sont des zones préférentielles pour la reproduction des *Lampetra* dans le bassin de la Vienne.

L'étude génétique de 2021 et 2022 a montré la présence de juvéniles de Lamproie fluviatile dans la partie aval du bassin de la Vienne et sur le cours moyen de la Loire. Ces résultats ont, par voie de conséquence, avéré la reproduction d'adulte de Lamproie fluviatile à proximité des secteurs échantillonnés. La répartition équilibrée des effectifs permet de dire qu'il y a probablement eu des juvéniles de Lamproies fluviatiles parmi les 72 individus échantillonnés en 2023.

La durée du cycle de la Lamproie fluviatile pouvant atteindre huit ans (entre 4 et 6 ans en rivière et 1 à 2 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 connaitre la dynamique de la population ainsi que sa répartition plus précise à l'échelle du bassin de la Loire.



8. Les Aloses

8.1. Montaison des géniteurs

8.1.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie

8.1.1.1 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 18). 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 18 : Préférendum de températures pour la migration de l'alose (AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	T° < 7
Migration limitée	7 < T° < 10
Préférendum migration	10 < T° < 20
Migration limitée	20 < T° < 25
Pas d'activité migratoire	25 < T° < 30
Létal	T° > 30

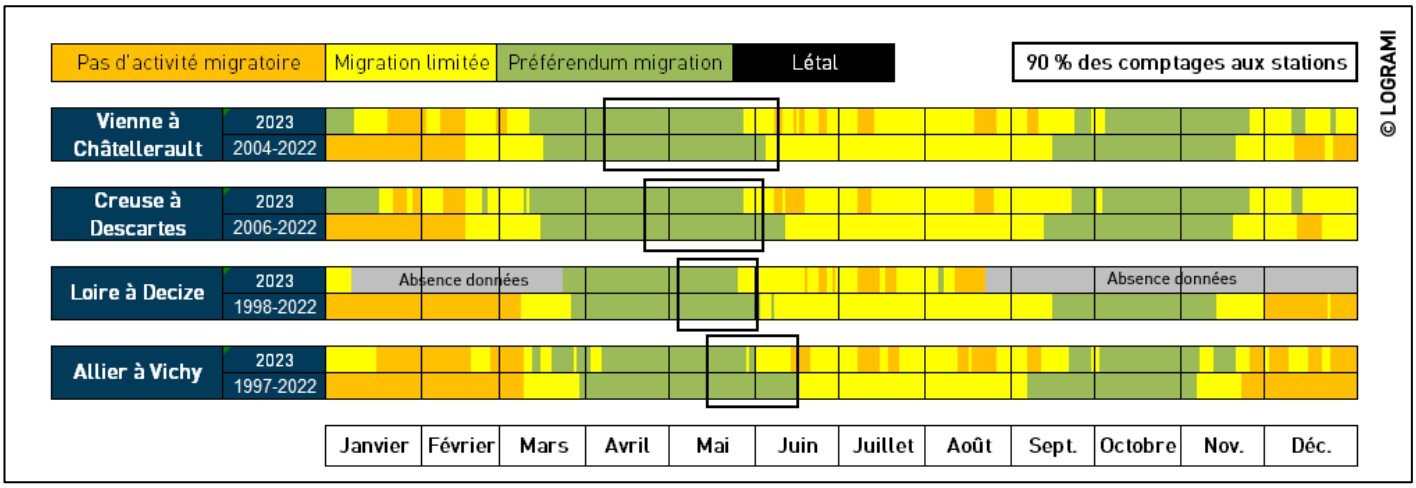


Figure 146 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'alose entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

A l'aide des données thermiques d'une part et des données de passages d'aloses aux stations de comptage d'autre part, nous pouvons :

1. qualifier l'année de migration par rapport aux préférendum thermique des aloses,

2. analyser les températures rencontrées par les aloses durant la migration de 90% des individus.

On note ainsi en 2023, que l'atteinte du seuil de 10 °C a été plus précoce de 7 jours +/- 6 pour l'ensemble des stations par rapport à ce qui est habituellement observé (Figure 146). Les conditions thermiques favorables à la migration des aloses ont donc été rencontrées plus tôt en 2023.

La durée de la fenêtre favorable à la migration (températures comprises entre 10 et 20°C) en 2023 est similaire à ce qui est habituellement observé sur l'ensemble des stations de comptage du bassin (en moyenne 77 jours +/- 5). Néanmoins, il existe des contrastes entre les stations. Ainsi, la fenêtre favorable à la migration à Vichy sur l'Allier a été plus courte que ce qui est habituellement observé à cette station (65 jours contre 70 jours +/-9) tandis qu'elle a été plus longue à Châtellerault sur la Vienne et à Descartes sur la Creuse (respectivement 4 et 10 jours plus longue)

Pour Decize, il manque des données de mi-janvier à mi-mars. Au regard des 65 jours favorables à la migration sur les 2/3 de la période, il parait raisonnable de penser que le nombre de jours favorables à la migration de l'alose aurait dépassé les 70 jours de moyenne.

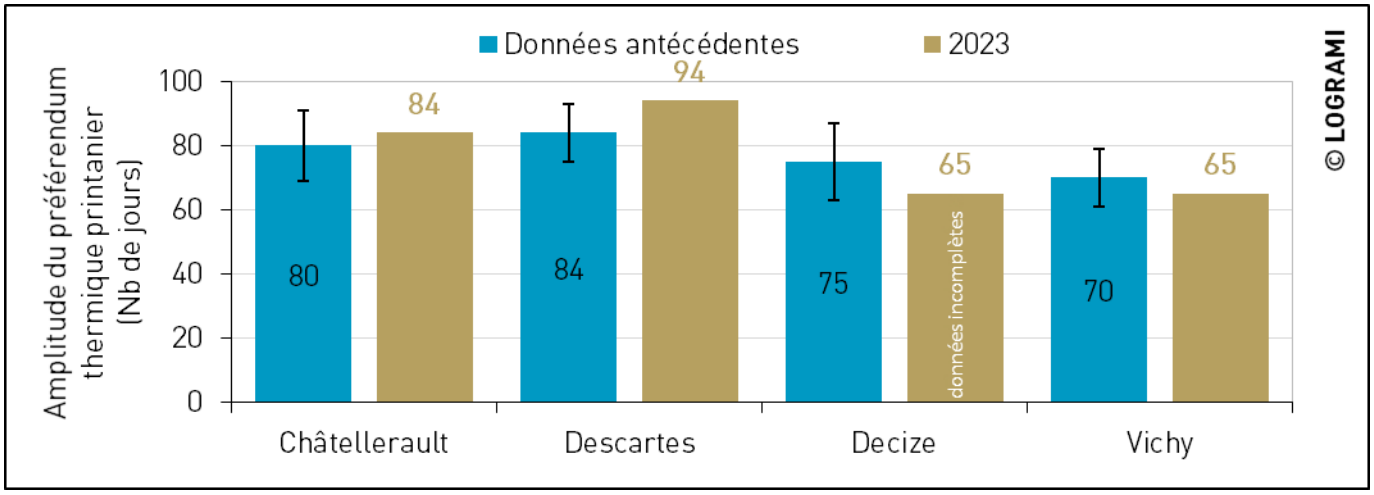


Figure 147 : Comparaison de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (période janvier à juin) entre 2023 et sur les données antérieures

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 % +/- 2 de la période de migration (Figure 148).

En 2023, les **amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration sont plus faibles que les années précédentes** avec en moyenne une amplitude de 55 % (+/- 10) sur l'ensemble des stations (hors Decize).

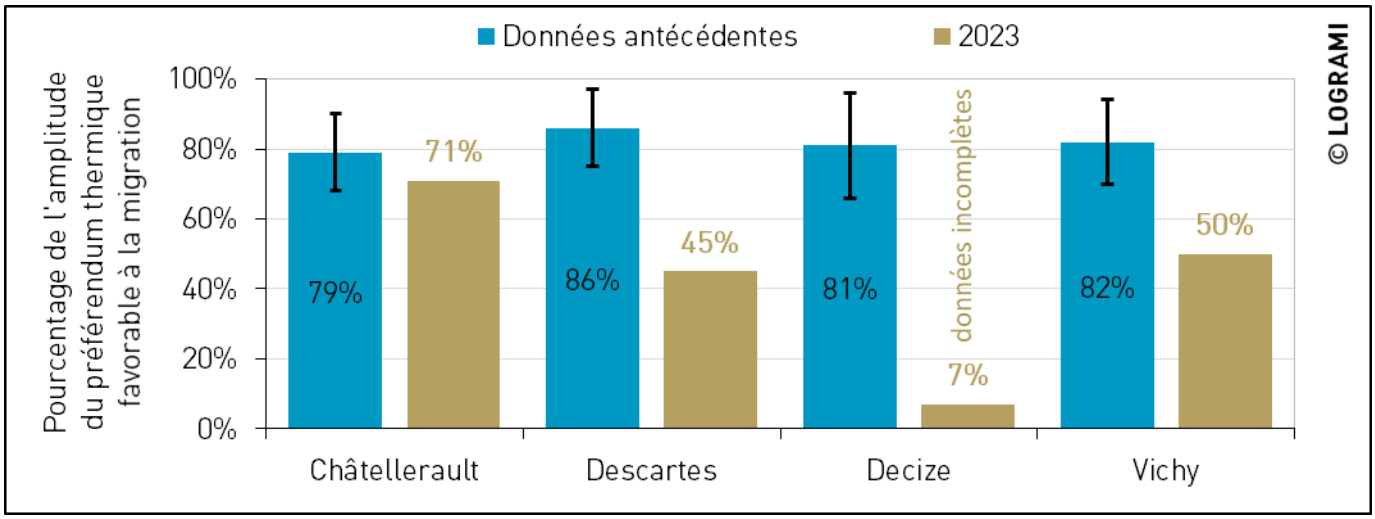


Figure 148 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique printanier favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (90 % de migration) entre 2023 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

8.1.1.2 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 2023, les **indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations** avec un indice moyen de 0,6 (+/- 0,1) (Figure 149).

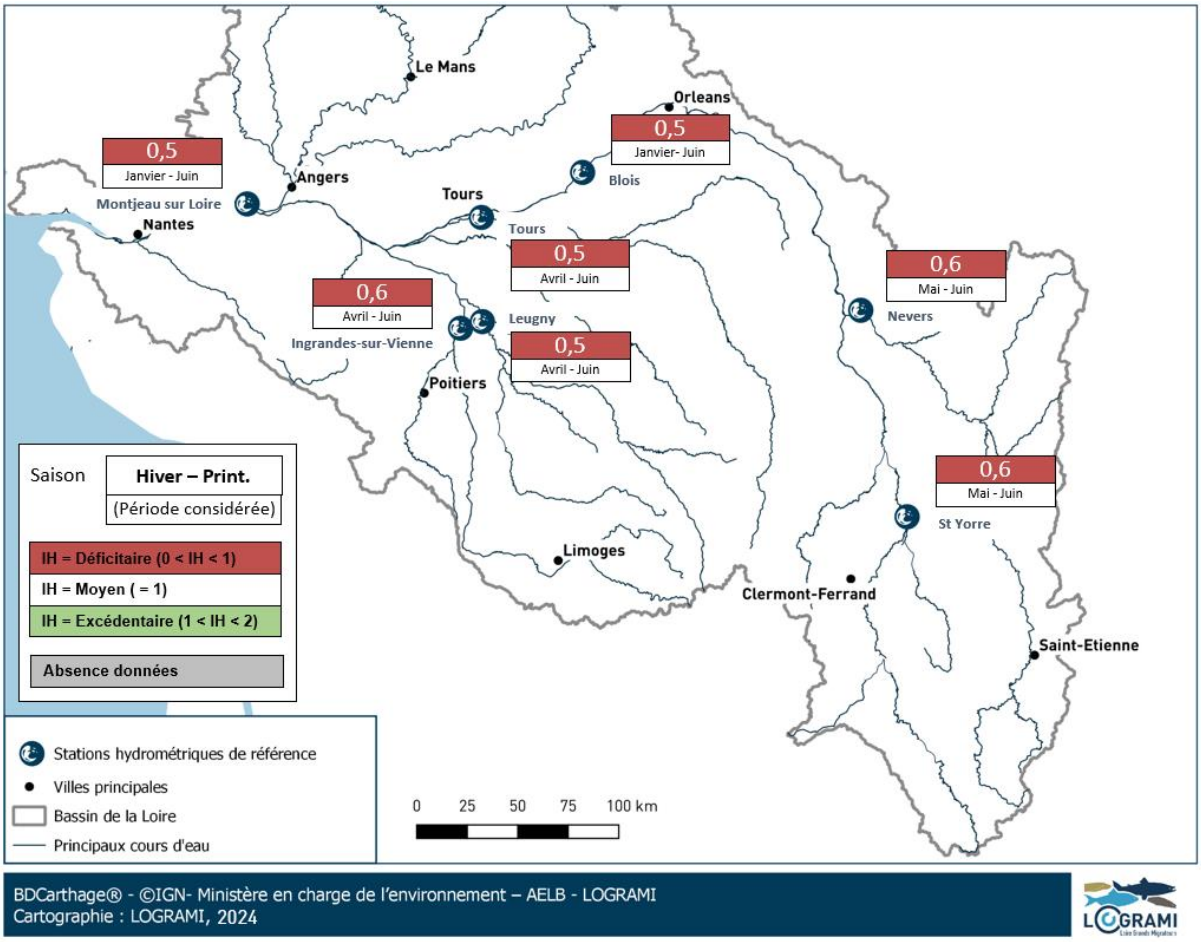


Figure 149 : Indices hydrologiques 2023 pendant la migration des aloses sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Pendant les 6 premiers mois de l'année, la station de Montjean-sur-Loire située à environ 100 km de l'estuaire enregistre des débits moyens mensuels 2 à 5 fois moins importants que les débits de référence calculés sur une moyenne de 160 ans. L'indice hydrologique calculé sur cette station de janvier à juin est très déficitaire (0,5) avec une valeur équivalente à celle observée en 2022. Pour la **5eme année consécutive, l'indice hydrologique calculé sur cette station durant la période de migration est déficitaire** (Figure 150).

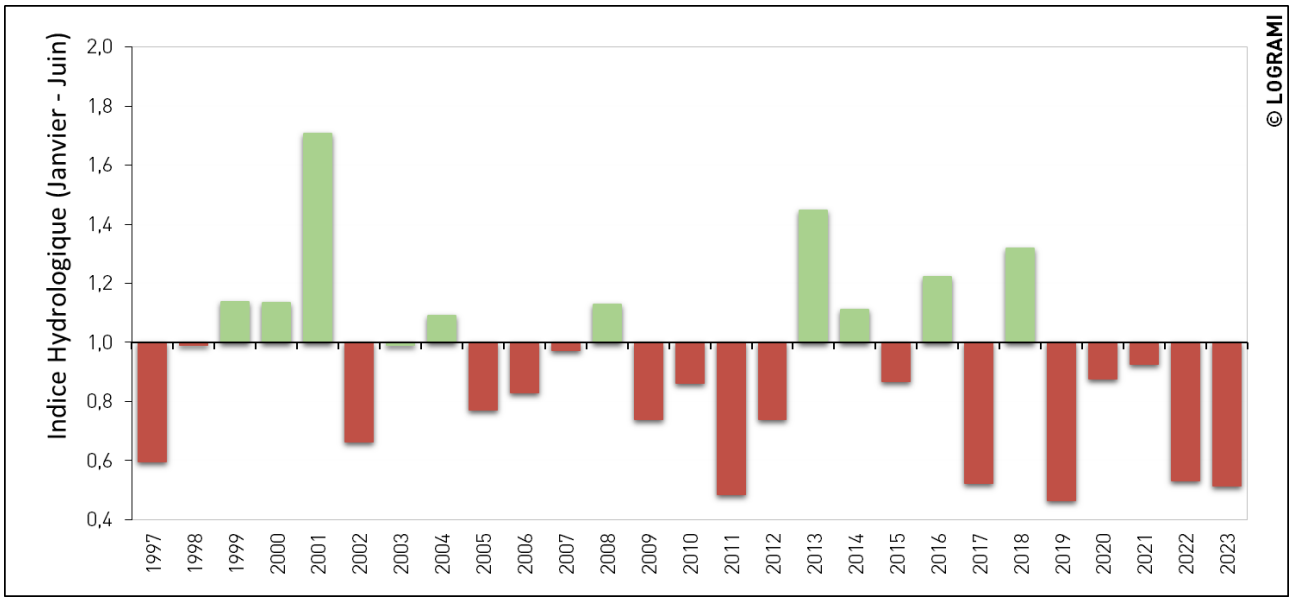


Figure 150 : Indices hydrologiques durant la migration printanière des aloses (janvier à juin) sur la station hydrométrique de Montjean-sur-Loire depuis 1997 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2023, le déficit de pluviométrie cumulé aux épisodes de forte chaleur printanière a conduit à une forte baisse des débits naturels. **Sur la période de janvier à juin 2023, les conditions de débits ont été « limitantes » pour la migration des aloses sur l'ensemble du bassin de la Loire.**

8.1.2. Effectifs aux stations de comptage

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 ou sur des axes non suivis, et ne soient 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*.**

Entre 2007 (année de mise en service de la station de Descartes) et 2021 (arrêts de comptages à Descartes), les observations sur le réseau des stations de comptage ont permis d'avoir une bonne image de la répartition des aloses dans le bassin de la Loire. Ainsi, la majorité des individus sont observés en migration dans le bassin de la Vienne (les stations de Châtellerault et de Descartes représentant 71 % des passages), tandis qu'une part non négligeable est recensé le long de l'axe Loire à la station de comptage de Decize (25 % des passages). L'unité restante est comptabilisée sur l'axe Allier avec seulement 4 % à Vichy (Figure 151).

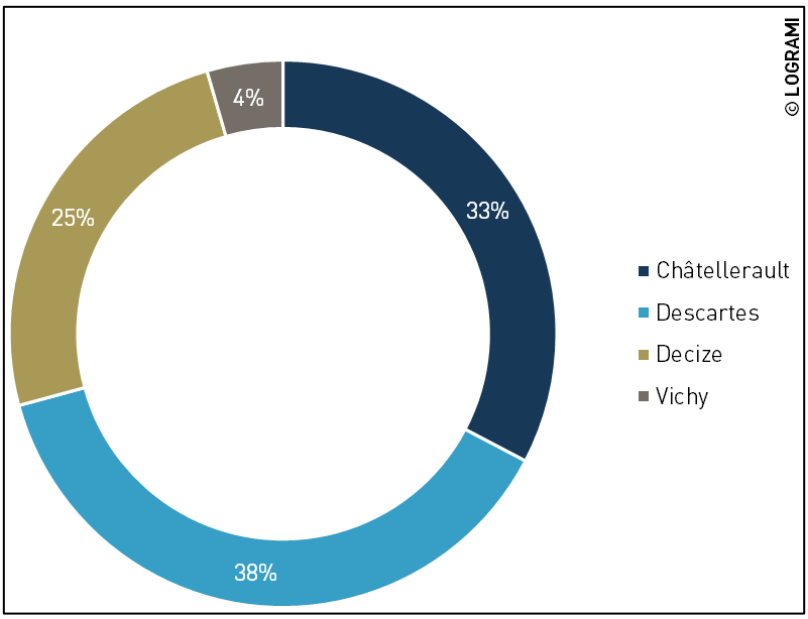


Figure 151 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2007 et 2021. Depuis 2021, la station de Descartes n'est plus en service.

En 2023, la population d'aloses comptabilisée aux stations de comptage du bassin de la Loire **totalise 137 individus.** La station de Châtellerault (sur l'axe Vienne) a permis de dénombrer 124 aloses soit 91 % des effectifs. Le comptage sur la Loire à Decize, représente 8 % avec 11 aloses décomptées, et celui de l'Allier 1 % avec 2 individus (Figure 152). Aucun individu n'a pu être compté à Descartes en 2023 (hors service) comme en 2022, habituellement cette station représente 38 % (+/- 22 %) des effectifs sur le bassin Loire (Figure 151). Une estimation réalisée grâce aux comptages précédents réalisés sur les sites de Châtellerault et Descartes durant 15 années, donne un ratio médian entre les sites de 0,513 en faveur des comptages à Châtellerault. Cette valeur permet d'estimer le nombre d'aloses passées à Descartes à 118 individus. **Sur l'ensemble des stations nous estimons l'effectif 2023 à 255 aloses**.

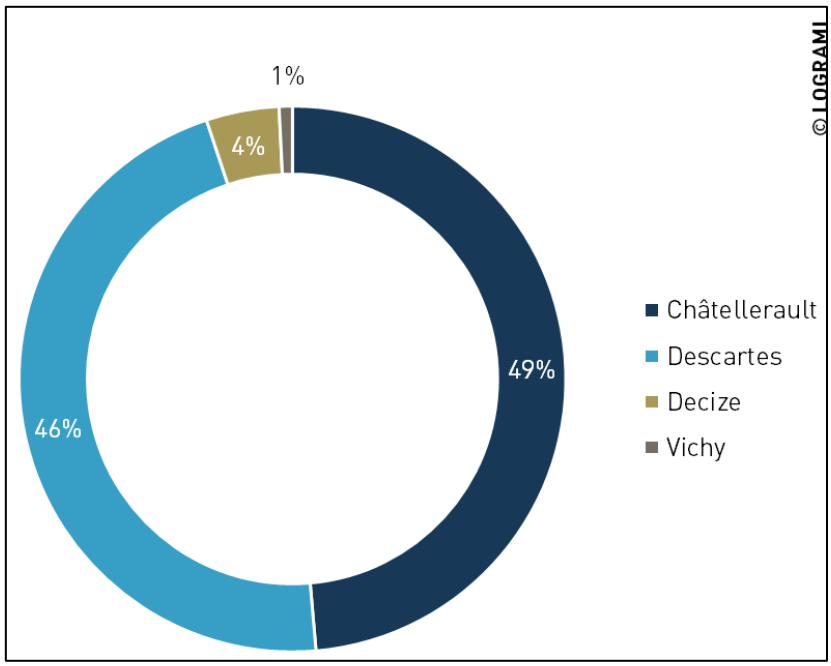


Figure 152 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 avec estimation de Descartes

L'effectif total de 2023 est extrêmement faible**, même dans le contexte d'effondrement de la population observé depuis 2008. Il est inférieur à la médiane interannuelle (1 651 aloses depuis 2007) et ne représente que 1,08 % du maximum comptabilisé (30 819 aloses en 2007).**

La répartition des effectifs en 2023 est similaire à celle de 2022 avec une quasi-absence d'alose sur la partie amont. 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, sur les parties amont du bassin de la Loire depuis 2017 (voir §6.1.2).

8.1.2.1 Descartes (Creuse)

Avec la mise à plat des clapets, la passe à poisson n'est plus alimentée et aucun comptage d'alose n'a pu être réalisé à la station de comptage de Descartes en 2023.

Le comptage à Châtellerault (sur l'axe Vienne) en 2023, permet d'estimer à 118 le nombre d'aloses qui auraient migré en amont de Descartes (Figure 153). Cette estimation a été réalisée en calculant le pourcentage médian sur la période 2007-2021 d'aloses migrant à Châtellerault et à Descartes par rapport à la somme des aloses migrants dans le bassin de la Vienne (addition des comptages à Châtellerault et Descartes). Ce pourcentage médian (respectivement 51,3 % et 48,7 % d'aloses à Châtellerault et à Descartes) a ensuite été utilisé pour estimer les passages d'aloses à Descartes, connaissant les effectifs passés à Châtellerault.

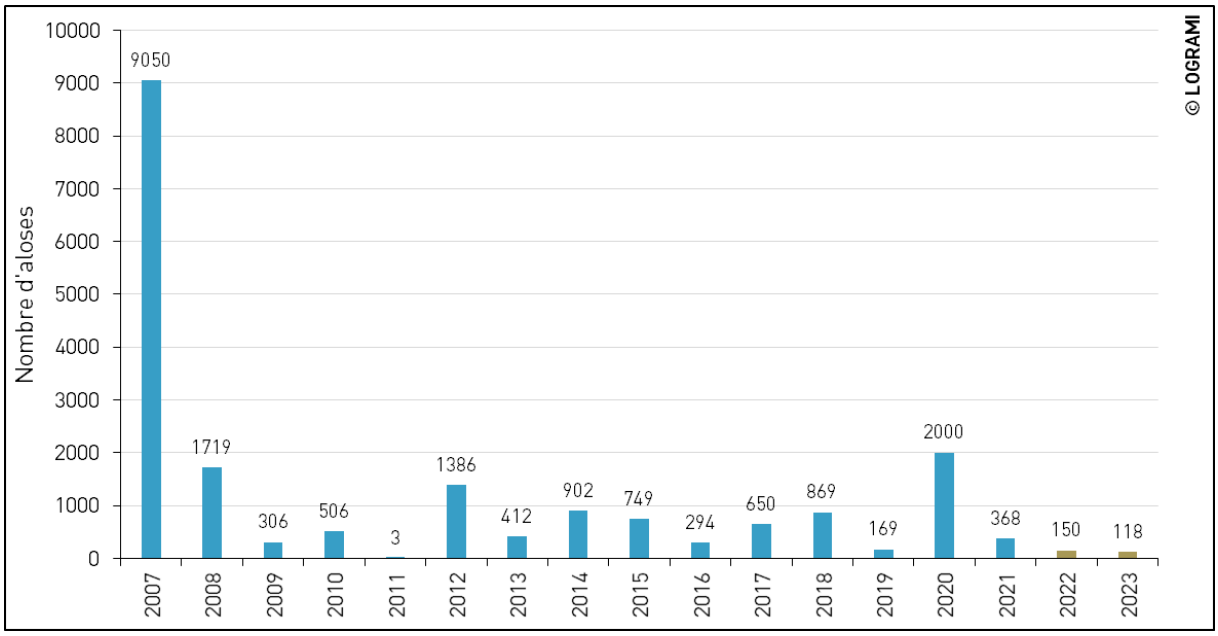


Figure 153 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (en bleu) et estimation en 2022 et 2023 (en marron)

8.1.2.2 Châtellerault (Vienne)

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 154). Comme à Descartes, l'année 2020 est marquée par une remontée d'aloses plus conséquente, augmentation liée au covid et à l'arrêt de la pêcherie. En 2023, seulement 124 individus ont été comptabilisés.

Cet effectif est le plus bas enregistré à la station depuis le début des comptages. **Il représente seulement 1,3 % du maximum connu à cette station de comptage (9 538 aloses en 2007) et 4,1 % de l'année 2020.**

Par rapport à la période 2008-2022 (période de diminution importante des effectifs à cette station et plus généralement dans le bassin de la Loire), les remontées 2023 à Châtellerault ne représentent que 18 % des remontées moyennes de cette période de faible abondance.

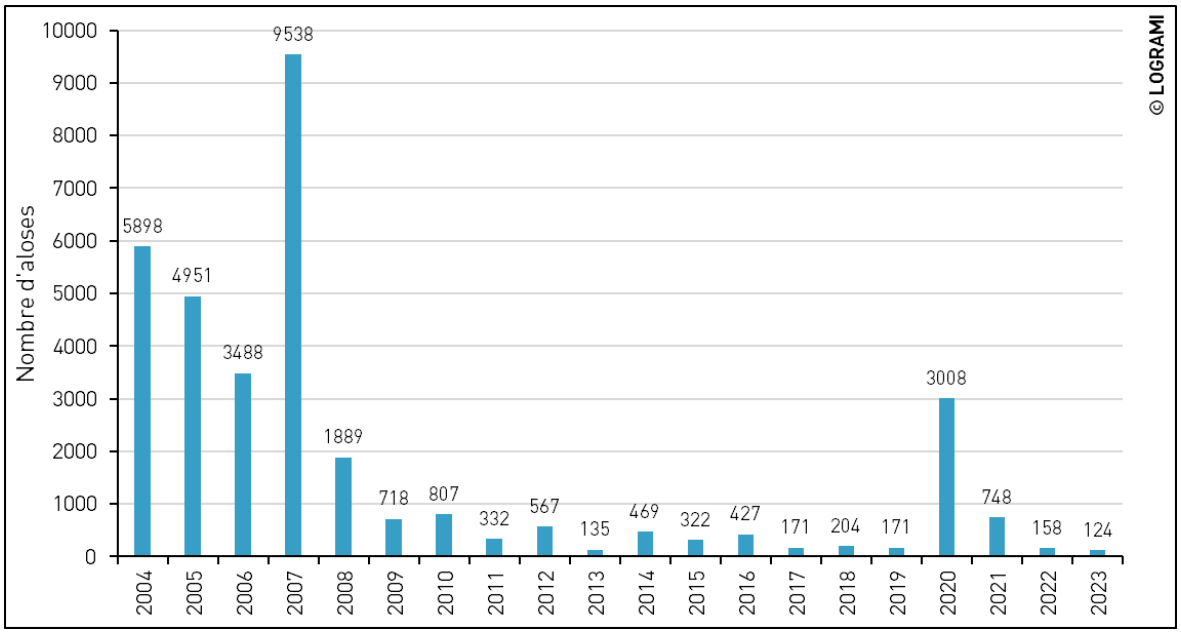


Figure 154 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

8.1.2.3 Decize (Loire)

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 11 aloses ont été comptabilisées en 2023. Depuis le comptage exhaustif débuté en 2010 à cette station, 302 aloses ont été contrôlées en moyenne (+/- 373 aloses) (Figure 155). Ainsi, la migration 2023 représente moins de 4 % de la migration moyenne observée entre 2010 et 2022.

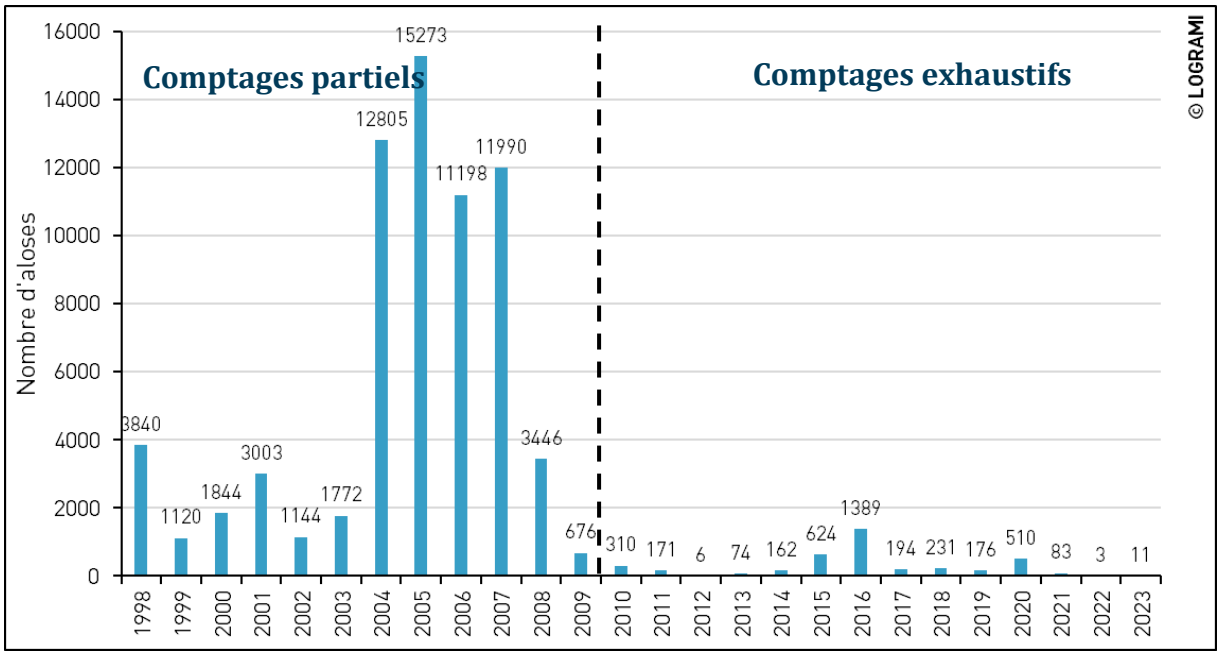


Figure 155 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998

** 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).*

8.1.2.4 Roanne (Loire)

Aucune alose n'a été comptabilisée à la station de comptage de Roanne en 2023. 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.

8.1.2.5 Gueugnon (Arroux)

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2023 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 156). Les résultats du suivi depuis 2006 laissent apparaître la migration d'un faible nombre d'aloses par rapport au contingent migrant observé à Decize, 103 km à l'aval sur l'axe Loire.

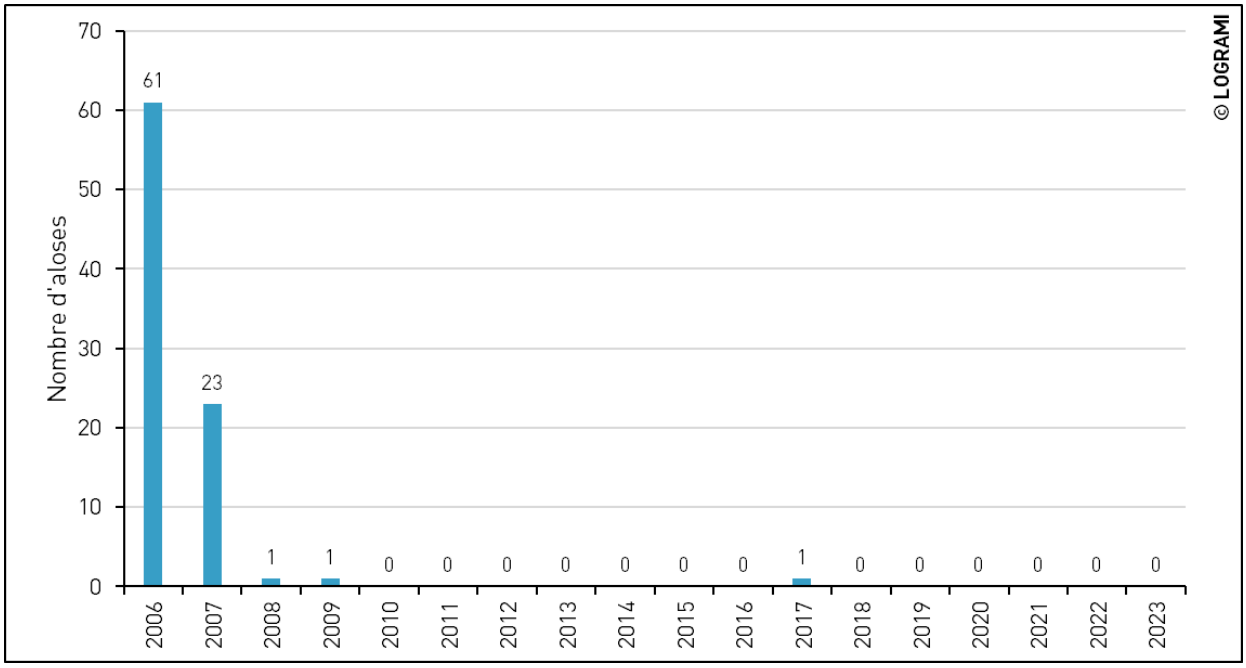


Figure 156 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006

8.1.2.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule (Sioule)

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2023 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 confirme que la Sioule peut représenter un intérêt migratoire pour cette espèce. Historiquement des géniteurs avaient été capturés par des pêcheurs à la ligne à l'aval de cet ouvrage.

8.1.2.7 Vichy (Allier)

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier, 2 aloses ont été observées en 2023 (Figure 157). Depuis la mise en service de la station de comptage en 1997, la moyenne interannuelle s'élève à 395 +/- 710 individus. Les fluctuations des passages sont importantes sur cette station. En effet, alors que 137 géniteurs avaient été observés en 2003, 3 066 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.

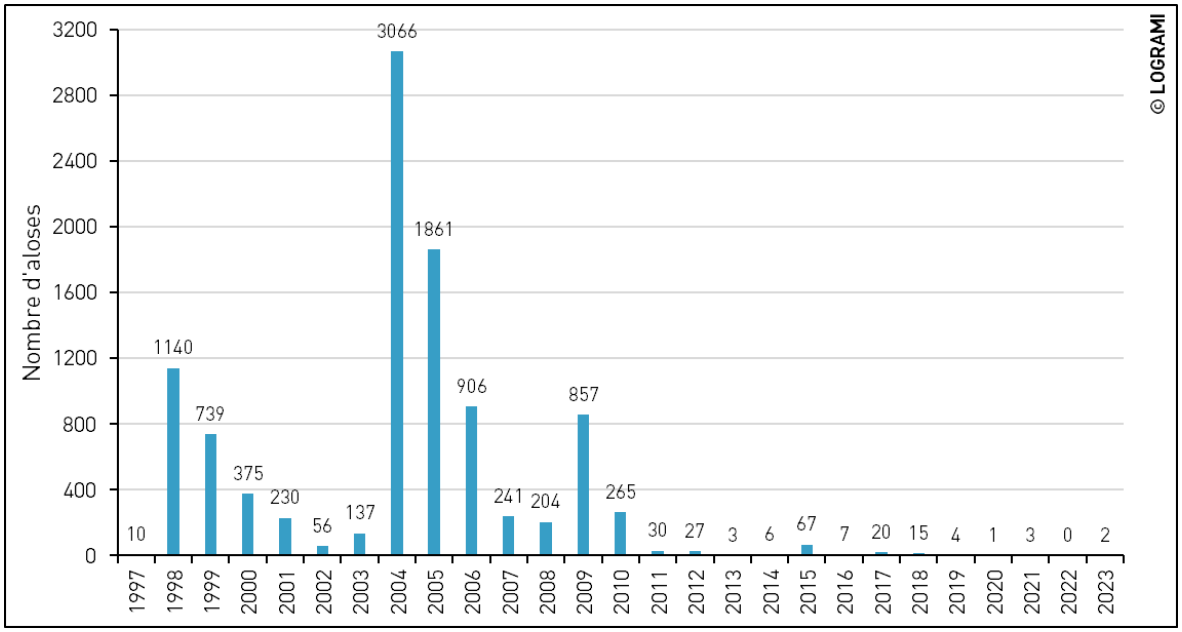


Figure 157 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997

8.1.3. Structure en âge

Le programme ALOSA, issu d'un partenariat Université de Tours (CITERES IPAPE) – Association des pêcheurs professionnels (AAPPBLB) a permis entre 1985 et 2019 d'âger 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 158).

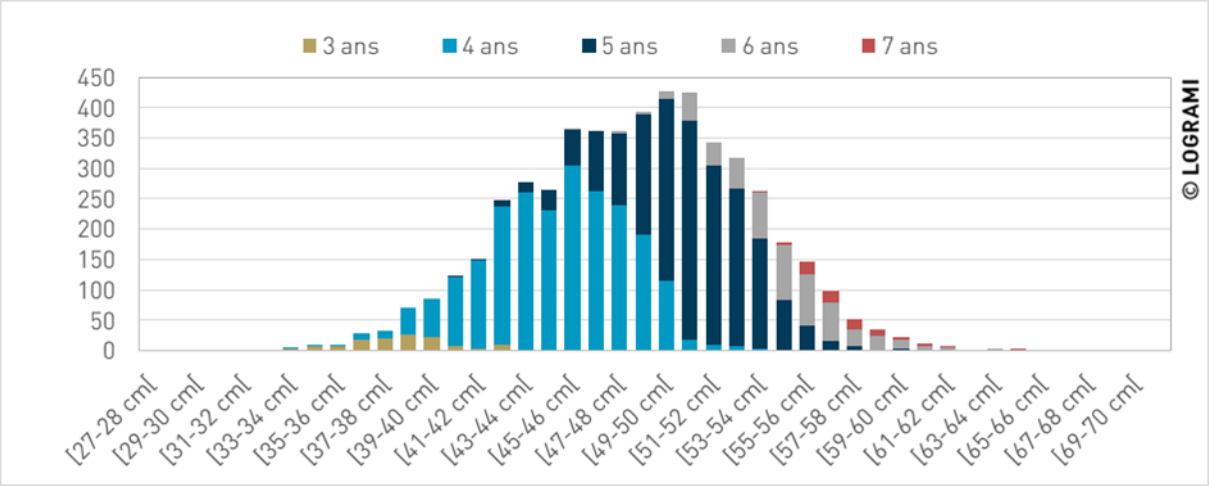


Figure 158 : Distribution en tailles par classes d'âges des aloses (n = 5 121) en Loire moyenne (Données issues du programme ALOSA produites par l'Université de Tours (CITERES IPAPE) et l'AAPPBLB)

Cette distribution des classes d'âges peut être appliquée aux distributions de tailles des aloses observées aux stations de comptage. Il est cependant important de noter qu'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 néanmoins 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 (Mennesson-Boisneau et al., 1986) :

$$Lf = 7{,}787 + 0{,}8772\ Lt\ (r = 0{,}963)$$

avec Lf : longueur de l'individu à la fourche, Lt : longueur totale de l'individu

Ainsi, en croisant les données du programme ALOSA et celles des stations de comptage, la répartition en classes d'âges des aloses comptées peut être établie (Figure 159). Cette répartition ne peut être effectuée qu'à partir de l'année 2010, première année où toutes les aloses ont été mesurées sur l'ensemble des stations.

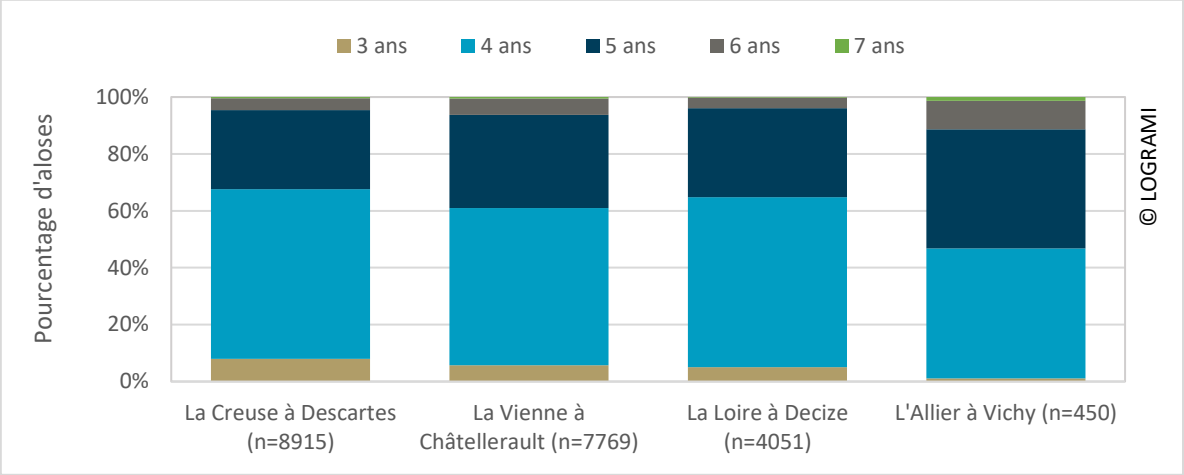


Figure 159 : Répartition par classes d'âges des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2010

Aux différentes stations du bassin de la Loire depuis 2010, les aloses auraient donc majoritairement entre 4 et 5 ans (88 % de l'effectif à Descartes, Châtellerault et Vichy, et 91 % à Decize). Sur l'Allier à Vichy, les aloses de plus de 5 ans représentent 11 % de l'effectif, soit environ deux fois plus qu'aux autres stations. A l'inverse, très peu d'aloses de moins de quatre ans sont comptabilisées à cette station (4 individus depuis 2010).

En 2023, sur la Vienne à Châtellerault, les aloses sont majoritairement âgées de 4 ans (77 %). Elles seraient donc issues de la reproduction de 2019, année durant laquelle seulement 520 aloses ont été comptées sur l'ensemble du bassin de la Loire. Ce résultat est supérieur à celui des années précédentes (en moyenne, de 2010 à 2022, 60 % des aloses +/- 11 ont 4 ans). A l'inverse, la proportion d'aloses de 5 ans est inférieure à celle des années antérieures (Figure 160). Des variations entre les classes d'âges sont notables d'une année à l'autre sans pour autant qu'une évolution claire ne se dégage.

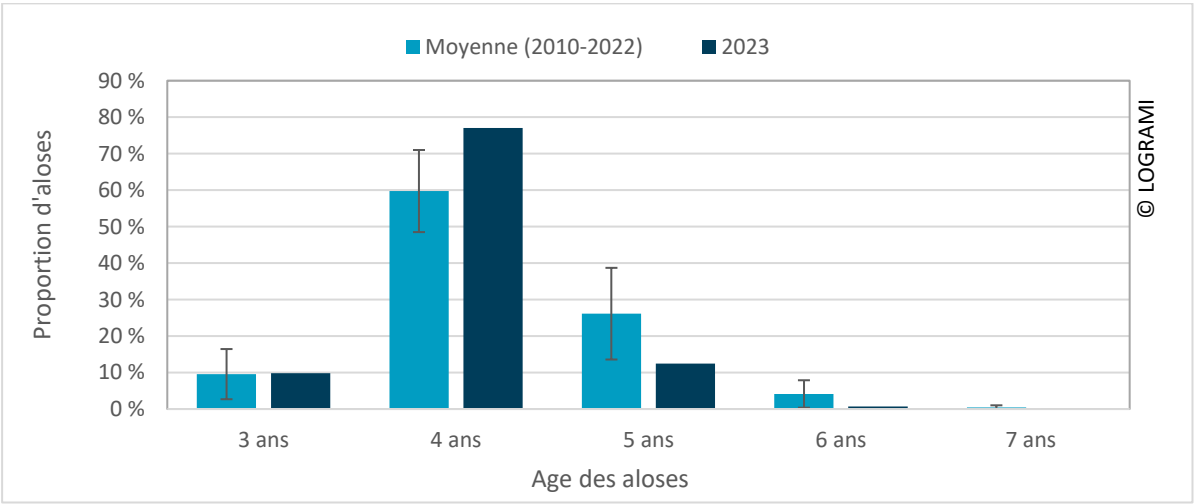


Figure 160 : Répartition par classes d'âges des aloses à la station de Châtellerault en 2023 et les années précédentes

L'estimation de l'âge des aloses, permet de déterminer leur année de naissance et ainsi de mettre en relation les retours avec les effectifs parents (effectifs parents de 2007 à 2018 pour des retours de 2010 à 2023). Il

n'existe pas de lien entre les effectifs parents et les géniteurs de retours aux stations de comptage. Les fortes migrations de 2007 et 2008 n'ont pas entrainé de retour important de géniteurs. A l'inverse, les années de reproduction 2015 et 2016 semblent être les plus productives (avec respectivement 2 572 et 3 867 aloses de retour 3 à 7 ans après). Ce dernier résultat s'explique par l'absence de pêcherie professionnelle en 2020, année durant laquelle plus de 5 500 géniteurs ont été comptés aux stations de comptage du bassin de la Loire (dont plus de 5 200 aloses avec un âge estimé de 4 ou 5 ans). Ces retours importants ne sont donc pas directement liés à un bon recrutement en 2016 mais plutôt à l'absence de pêche lors de leur retour en rivière (Figure 161).

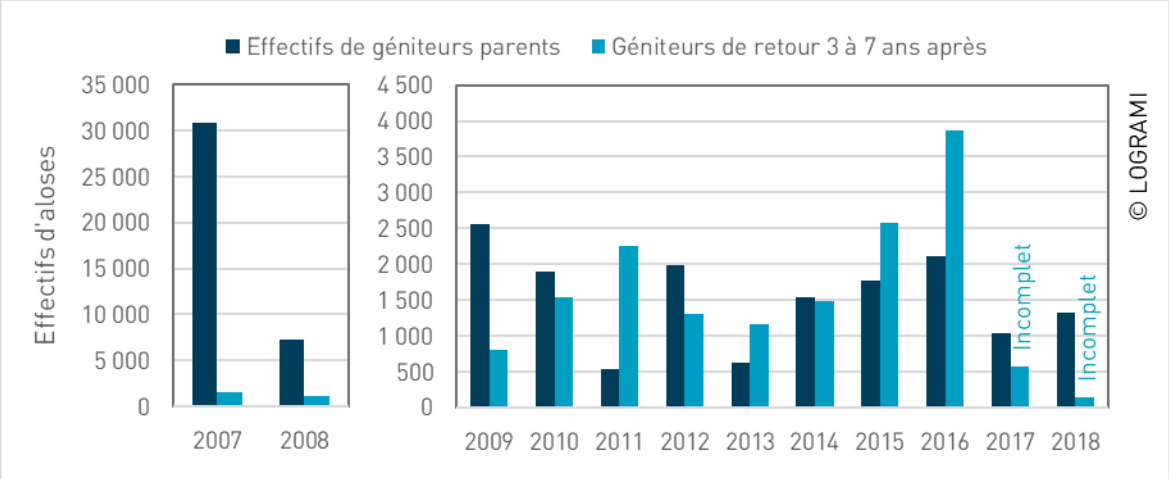


Figure 161 : Mise en relation des effectifs de géniteurs d'aloses parents avec les effectifs de géniteurs de retours issus de la reproduction de la même année sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire

D'autres facteurs influent sur le retour des géniteurs au niveau des stations de comptage. Les conditions environnementales défavorables, la dégradation de la continuité et les pressions anthropiques et naturelles sont aussi des variables pouvant jouer sur les retours des géniteurs.

8.1.4. Période de migration

8.1.4.1 Amplitude de la période de migration

Depuis le début des suivis aux stations de comptage, l'amplitude totale de migration des aloses est plus importante sur la Creuse à Descartes (99 +/- 34 jours) et sur la Vienne à Châtellerault (115 +/- 27 jours) que sur la Loire à Decize (55 +/- 15 jours) et sur l'Allier à Vichy (54 +/- 29 jours) où la migration est beaucoup plus concentrée.

En 2023, l'amplitude totale de migration à Châtellerault est similaire à celle des années précédentes (101 jours contre 115). Sur la Loire à Decize et l'Allier à Vichy, le faible nombre de passages a réduit la période à, respectivement, 30 et 7 jours (Figure 162).

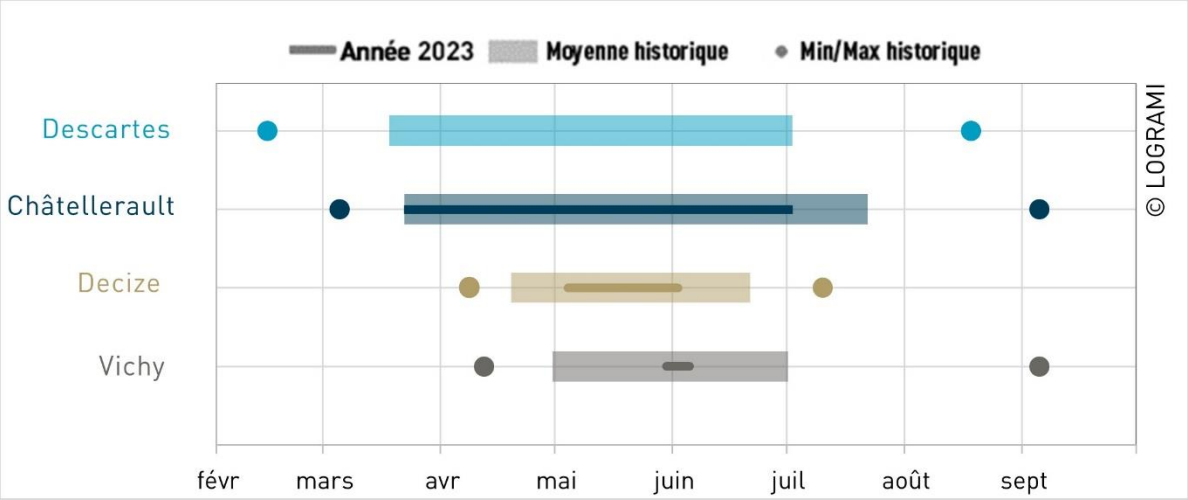


Figure 162 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis.

La comparaison interannuelle de l'amplitude peut également être faite en retirant les passages isolés précoces et tardifs. A Châtellerault, l'amplitude de migration est bien plus importante que celle des années précédentes puisque 90 % des aloses sont passées en 83 jours en 2023 contre 47 en moyenne de 2004 à 2022 (+/- 14 jours). Ces amplitudes sur 90 % de la migration sont en moyenne de 45 jours (+/- 16) à Descartes, 28 jours (+/- 14) à Decize, et 33 jours (+/- 17) à Vichy.

8.1.4.2 Dynamique migratoire

D'un point de vue de la dynamique migratoire, les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes. Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire (259 km). En moyenne, la moitié de la migration à Descartes a lieu dès le 8 mai (+/- 13 jours). À l'inverse, la migration est plus tardive à Vichy sur l'Allier, où 50 % de la migration a lieu au 28 mai (+/- 9 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 Châtellerault sur la Vienne (50 % des passages ont en moyenne eu lieu le 20 mai (+/- 11 jours) à Decize et le 19 mai (+/- 9 jours) à Châtellerault). En 2023, la période de migration des aloses sur la Vienne à Châtellerault est plus précoce que celle des années précédentes : 50 % des passages ont été effectués avant le 8 mai (soit 11 jours plus tôt que la moyenne interannuelle). La migration n'est donc pas concentrée sur le seul mois de mai (Figure 163).

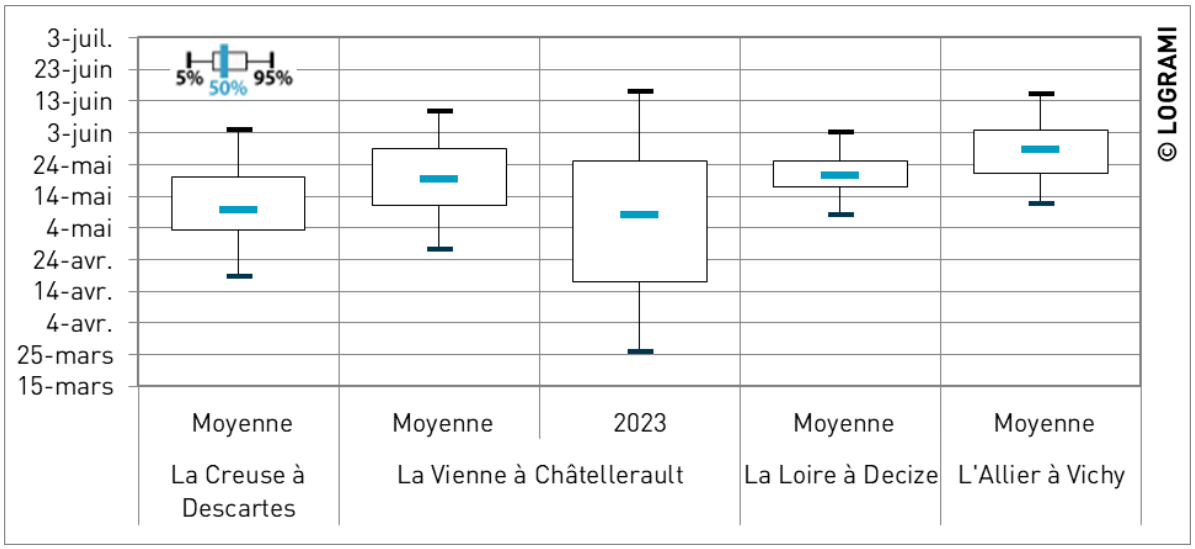


Figure 163 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

L'analyse du rythme migratoire montre que la migration des aloses à Châtellerault en 2023 est beaucoup plus précoce que celle des années précédentes (Figure 164). La baisse des températures constatée mi-mai a ralenti la migration, le rythme de 2023 s'est alors rapproché des moyennes des années antérieures. Ainsi, le décalage s'est réduit au fil de la saison, il est de 24 jours à 25 % de la migration, 11 jours à 50 % et 4 jours à 75 %.

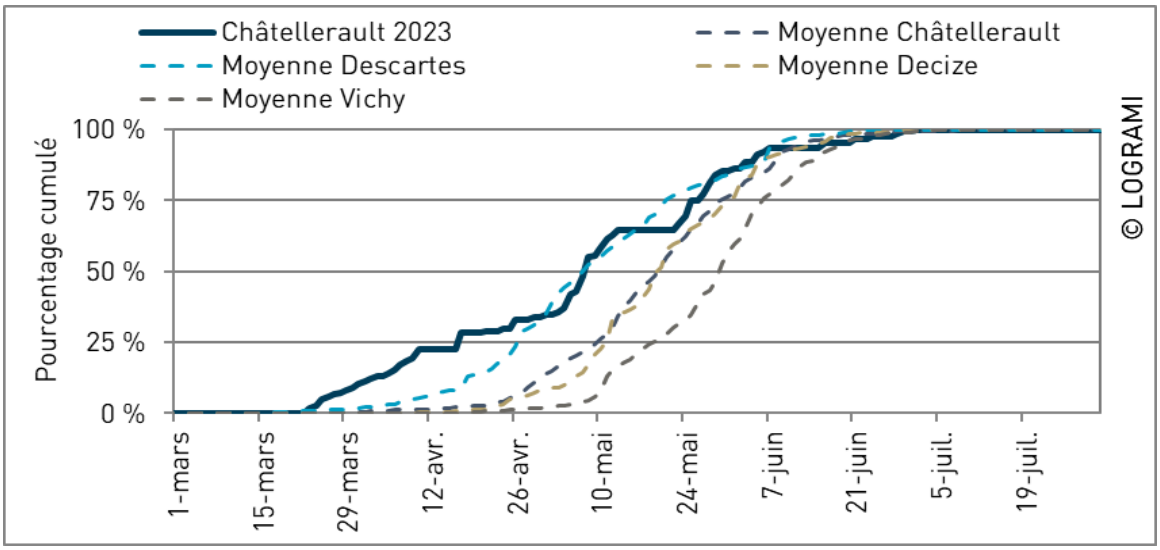


Figure 164 : Comparaison du rythme de migration des aloses en 2023 à Châtellerault sur la Vienne par rapport à la période 2004- 2022 des stations de comptage du bassin de la Loire

8.1.4.3 Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtellerault, la première alose a été comptabilisée le 23 mars. Les passages journaliers sont de faible ampleur durant toute la période de migration. Ils sont légèrement plus nombreux début mai avec un pic journalier le 8 mai (8 aloses comptabilisées soit 6 % de l'effectif annuel). La migration est ralentie puis stoppée par une baisse de température courant mai (baisse de 3,1°C entre le 8 mai et 19 mai).

Malgré les faibles débits, les passages sont réguliers entre le 23 mai et le 7 juin. Par la suite les franchissements sont beaucoup plus rares. La dernière alose a été observée le 1 juillet (Figure 165).

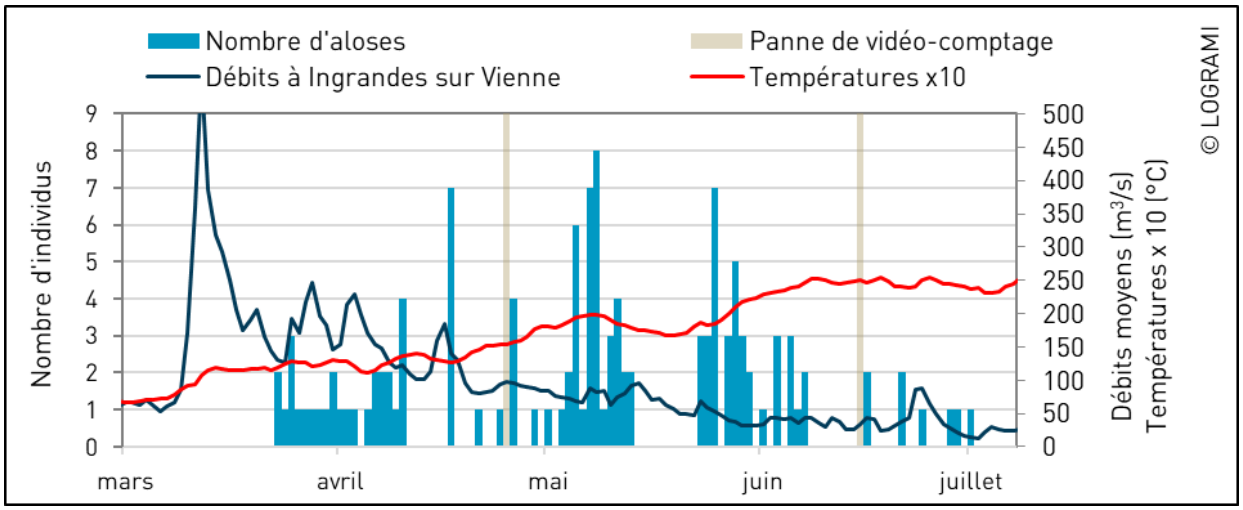


Figure 165 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2023 (n=124) (Source hydro : SCHAPI Hydroportail)

À la station de Decize sur la Loire en 2023, la première alose a été comptabilisée le 04 mai et les dernières le 02 juin (Figure 166). Ces 11 aloses ont été observées dans une gamme de débits comprise entre 61 m³/s et 204 m³/s (module = 173 m³/s à Nevers).

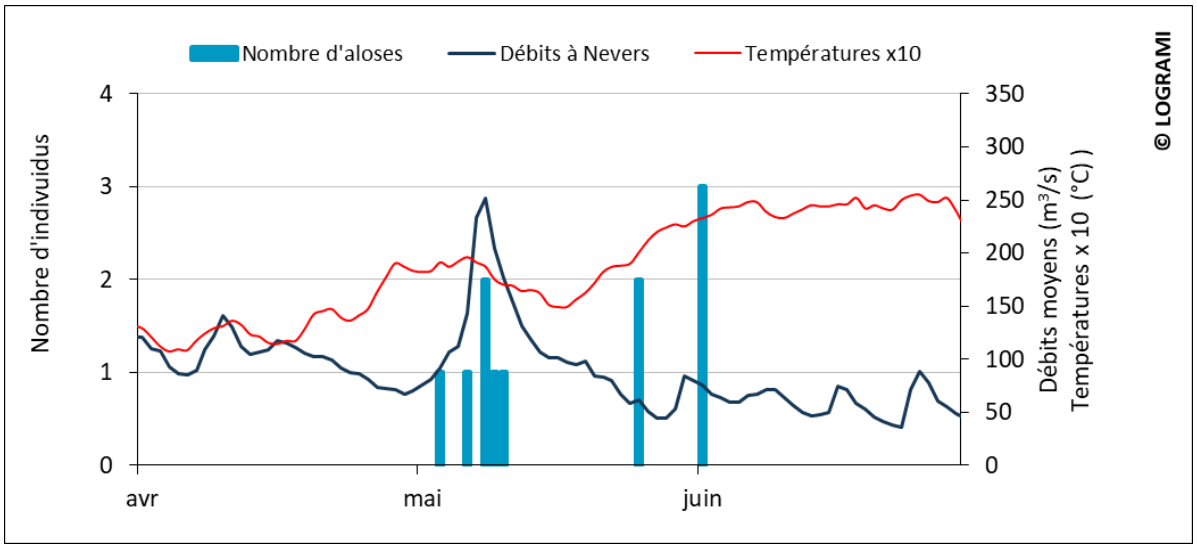


Figure 166 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec les débits de la Loire amont à Nevers en 2023 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les premiers individus sont arrivés sur une augmentation de débit de la Loire début mai, débit passant de 66 m³/s à 251 m³/s en 9 jours. Pour la température, l'amplitude de migration thermique est comprise entre 17 et 23,3 °C.

8.1.4.4 Rythme horaire de migration

Les migrations d'aloses sont essentiellement diurnes, 95 % des aloses ont en effet été comptées entre 05h et 20h UTC (Temps Universel Coordonné). 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 167).

Les passages horaires de l'année 2023, ne suivent pas le même profil : ils augmentent en début de matinée jusqu'à atteindre un pic entre 9h et 10 h UTC (14 % de la migration). Par la suite, les passages diminuent progressivement au fil de la journée Cette différence peut s'expliquer par la faiblesse des effectifs de l'année 2023. Les passages restent, comme les années précédentes, diurnes (100 % des passages ont lieu entre 05 et 19h UTC).

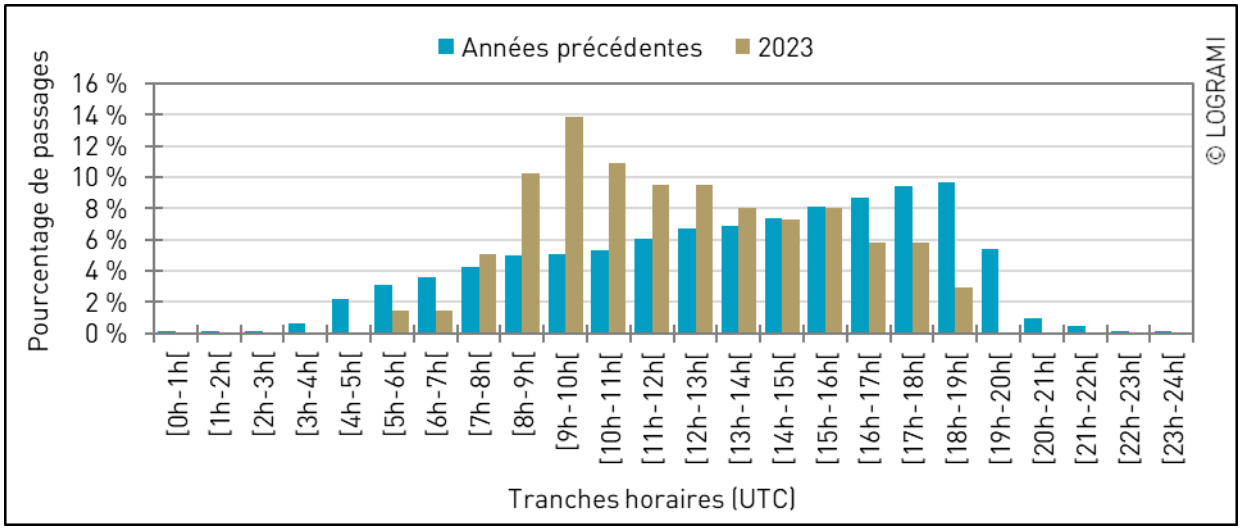


Figure 167 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé de 1997 à 2022 (n=131 996) et en 2023 (n=137)

8.2. Reproduction des géniteurs

8.2.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie

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.

8.2.1.1 Température

Les observations de terrain sur le bassin de la Loire attestent que les conditions de reproduction se situent entre 14 et 23 °C (Association LOGRAMI, 2020, 2021a, 2022).

En 2023, sur l'ensemble des stations de mesure (hors Decize), les températures favorables à la reproduction des géniteurs ont représenté en moyenne 47 % +/- 4 de la période de reproduction (Figure 168). Le

maximum est atteint à Descartes avec 52 %. Sur les bassins Vienne et Allier, ces températures favorables sont rencontrées respectivement durant 46 % et 44 % de la période de reproduction. Globalement les températures ont été très chaudes et ont rapidement dépassé les 23 °C.

En comparaison avec les conditions observées sur l'ensemble de la série de données, les températures en 2023 ont été moins favorables (47 % contre 68 % +/-9 sur l'ensemble de la série).

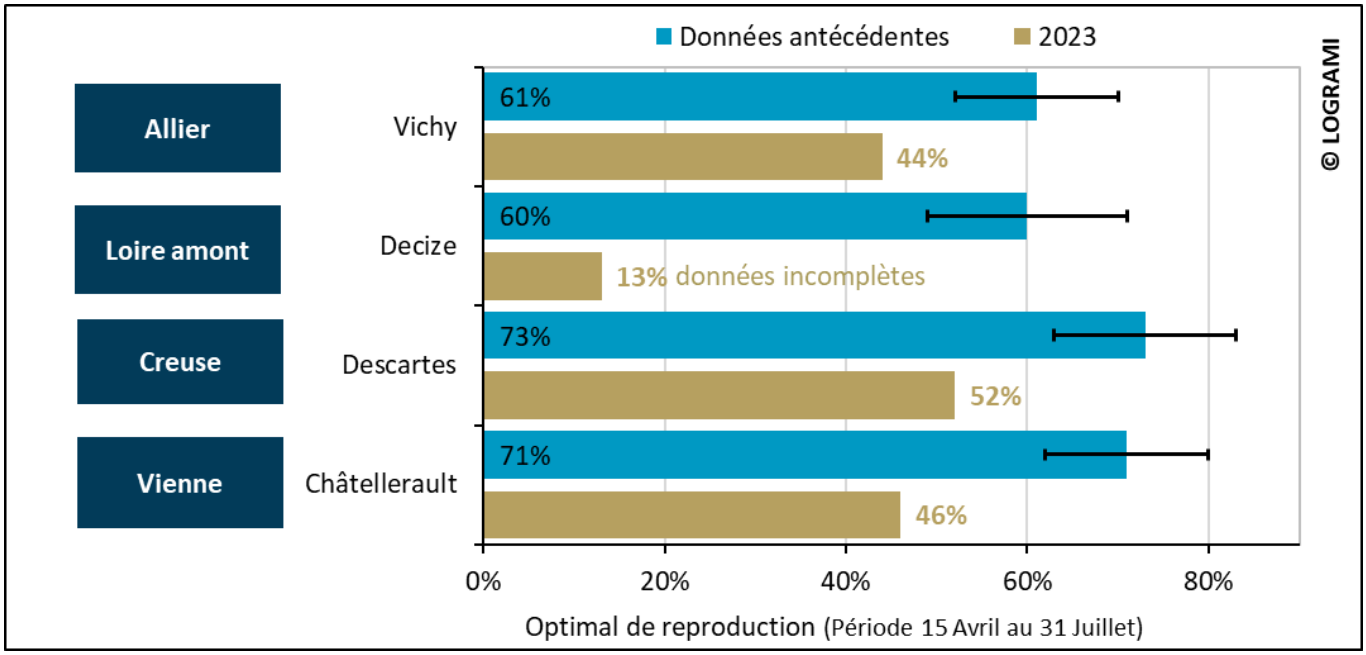


Figure 168 : Comparaison des conditions optimales de température (14 à 23 °C) pour la reproduction de l'alose (période 15 avril au 31 juillet) entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Vichy, Châtellerault et Descartes

8.2.1.2 Hydrologie

Depuis le début des suivis de reproductions de l'aloses et la bancarisation des données, des bulls ont été entendus avec des conditions de débits allant jusqu'à 2,54 fois le module. Pour caractériser les conditions hydrologiques lors de la reproduction 2023, nous considérerons qu'au-delà de 2,54 fois le module, il n'y a plus d'activité de reproductions (Figure 169).

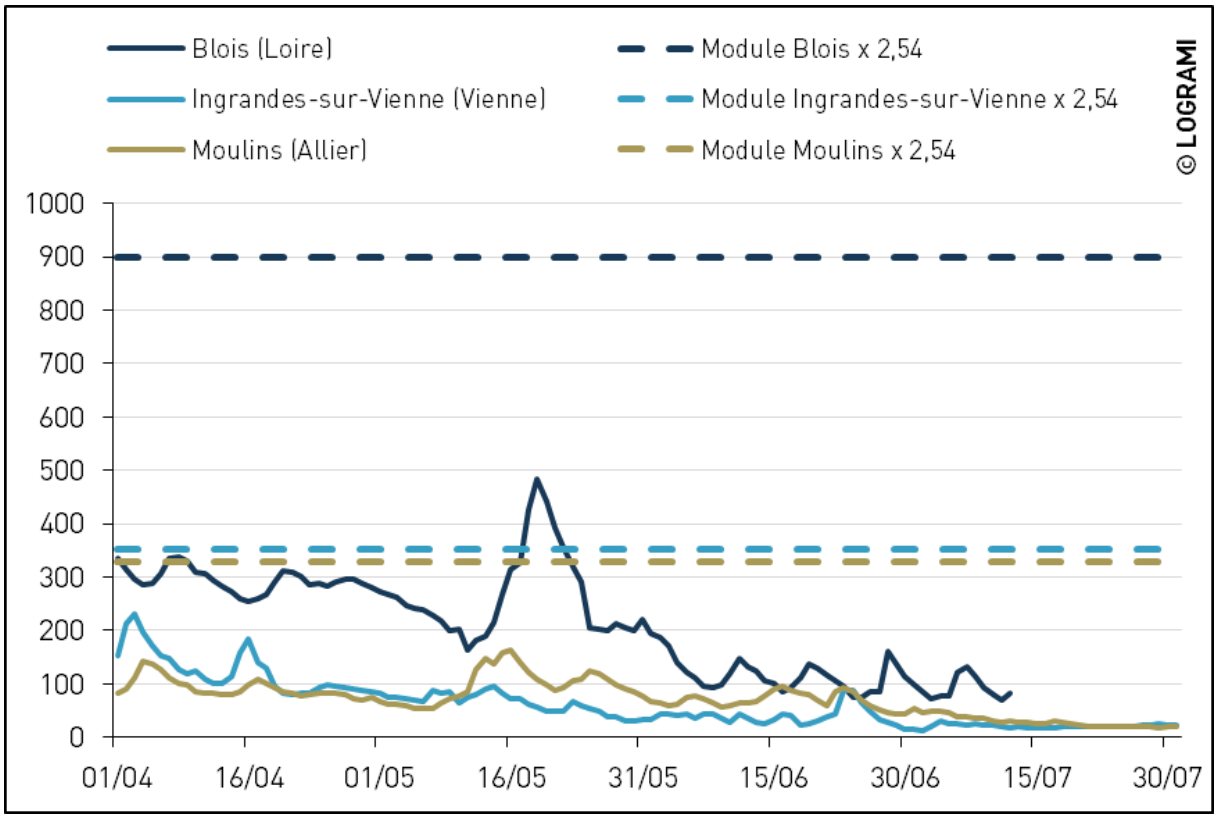


Figure 169 : Conditions de débits entre avril et juillet 2023 avec module x 2,54 sur la Vienne, l'Allier et la Loire

8.2.2. Protocole et secteurs suivis

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 est 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 optimale de reproduction des aloses débute lorsque les températures de l'eau atteignent 16 °C (généralement, entre les mois de mai et juin). Une fois ce seuil atteint, les aloses peuvent se reproduire tant que la température de l'eau est toujours supérieure à 12°C et le débit inférieur à 2,54 fois le module, valeurs seuils de référence sur le bassin de la Loire (Dolais, 2021). 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 entendus 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 avec un objectif minimum de trois nuits par

frayère suivie. Aussi, l'utilisation de système d'enregistrements audionumériques permet d'augmenter les capacités de suivi (Figure 170). 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 170 : Dispositif d'enregistrement audionumérique employé pour le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin de la Loire en 2023 (de gauche à droite : détail du dispositif, mise en place du dispositif, détail du spectre audio d'un bull depuis le logiciel Audacity®)

Ces dernières années, de nouveaux enregistreurs autonomes ont vu le jour. Ils permettent de réaliser des suivis acoustiques de l'avifaune et des amphibiens. Des plages horaires spécifiques peuvent être programmées et ils disposent d'une batterie à longue durée de vie. Ces dispositifs discrets peuvent ainsi être laissés sur une frayère et ne nécessitent pas le passage quotidien d'un opérateur pour poser et déposer les micros. Deux modèles permettant d'enregistrer les sons audibles à l'oreille humaine, sont proposés sur le marché : le Song Meter Micro (SMM) de Wildlife et l'Audiomoth de Open Acoustic Devices. En 2023, trois enregistreurs SMM ont été déployés sur des frayères de l'axe Creuse (Lilette, Leugny et celle en aval du Pont de la Gerche) (Figure 171). Les premiers résultats ont permis de montrer une qualité de son et une portée supérieure aux dictaphones utilisés les années précédentes. Leurs batteries ont une durée de vie de 92 heures d'enregistrements, soit environ 15 nuits de suivis aloses (avec 4 piles alcalines pour une fréquence de 96 kHz). A l'avenir ces enregistreurs seront privilégiés. Ils devraient permettre un comptage exhaustif.

Figure 171 : Dispositif d'enregistrement audionumérique Song meter micro de Wildlife employé pour le suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur la Creuse.

Le programme de suivi en 2023 comprend ainsi à la fois le réseau classique d'enregistreurs audiométriques et les trois nouveaux enregistreurs Song meter, de façon à suivre les frayères potentielles en aval des stations de comptage et de certains seuils. Six secteurs sont ainsi définis et suivis (Figure 172) :

- La Vienne en aval de Châtellerault ;
- La Creuse autour de l'ouvrage de Descartes (suivis en amont et en aval de l'ouvrage suite à l'arrêt des comptages) ;
- La Loire moyenne entre le bec d'Allier et Blois suite à la diminution des effectifs aux stations de comptage et à la baisse d'activité de la reproduction sur les frayères historiques suivies et situées plus en amont. Il s'agit de la 3eme année consécutive de suivi sur ce secteur ;
- Le Cher en aval des deux seuils situés en aval de Tours (à moins de 25 km de la confluence Loire – Cher) ;
- L'Allier en aval de Vichy, Moulins et des seuils des Guétins et des Lorrains ;
- La Loire amont en aval de Decize.

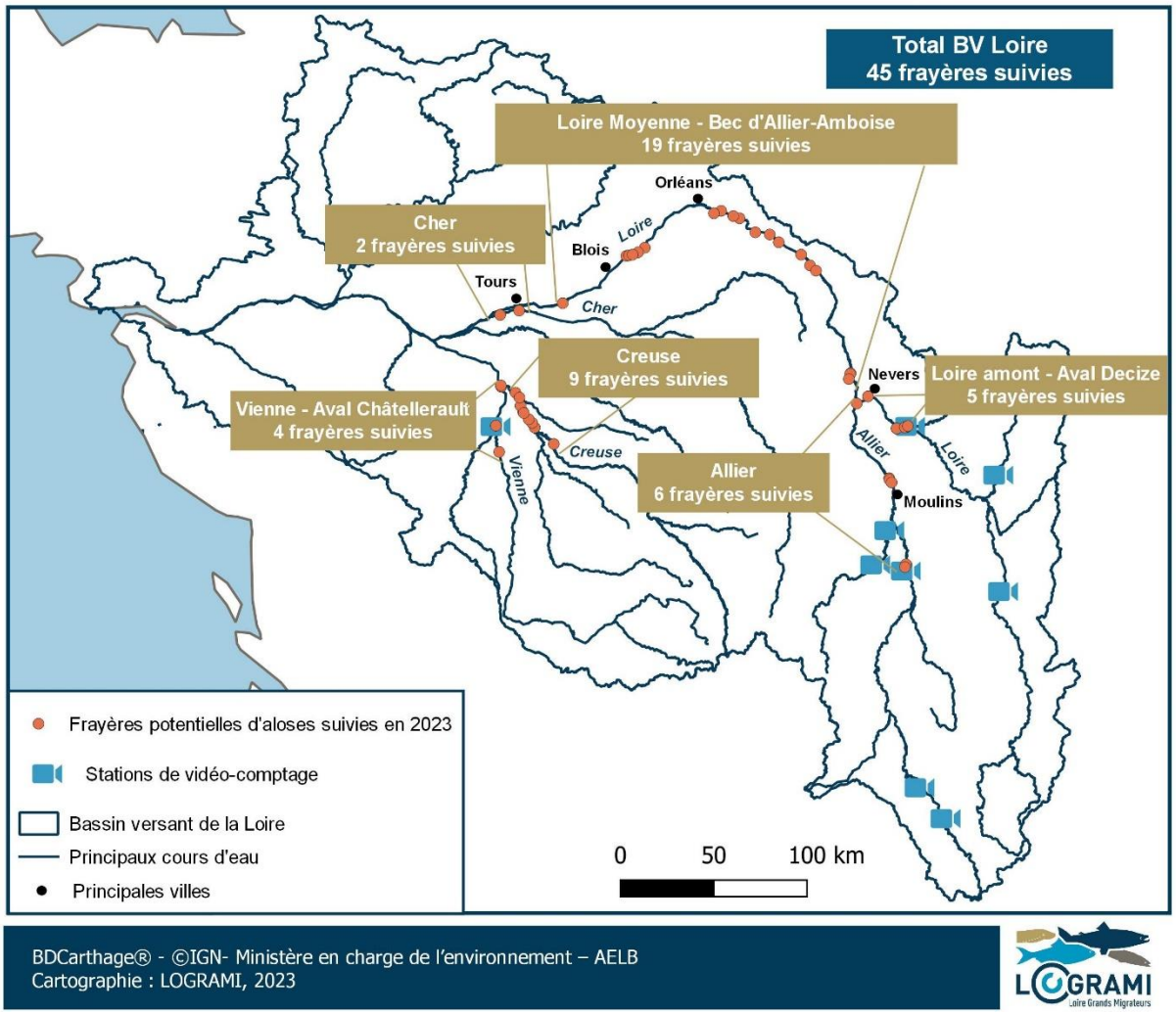


Figure 172 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur le bassin de la Loire

8.2.3. Amplitude de la période de reproduction de l'alose

La répartition du nombre de bulls au cours d'une nuit est classiquement représentée par quart d'heure (Figure 173). 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).

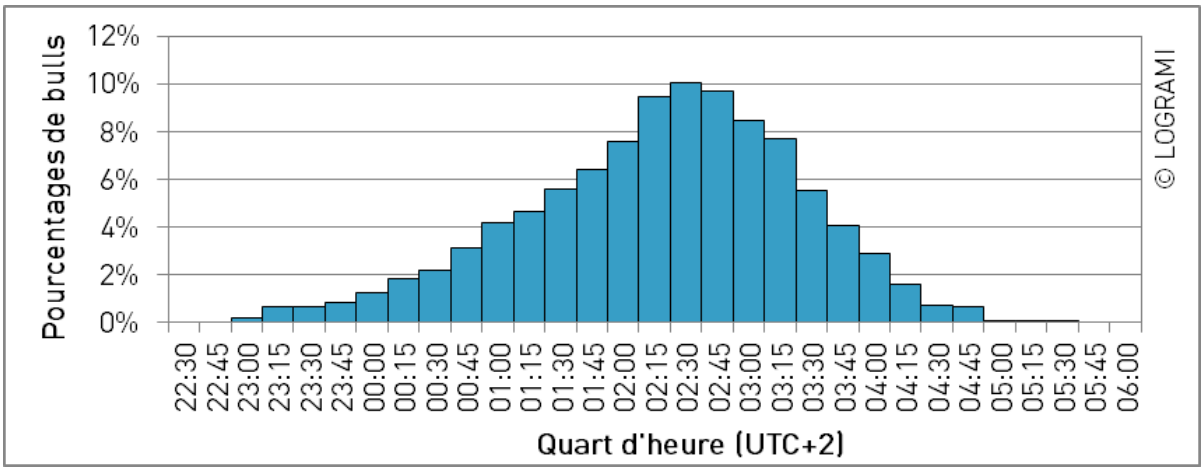


Figure 173 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls)

La distribution est proche d'une courbe de gauss mais elle ne suit pas une loi normale (test de shapiro-wilk : p-value<$1e^{-4}$). 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.

Sur cette station, 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 174).

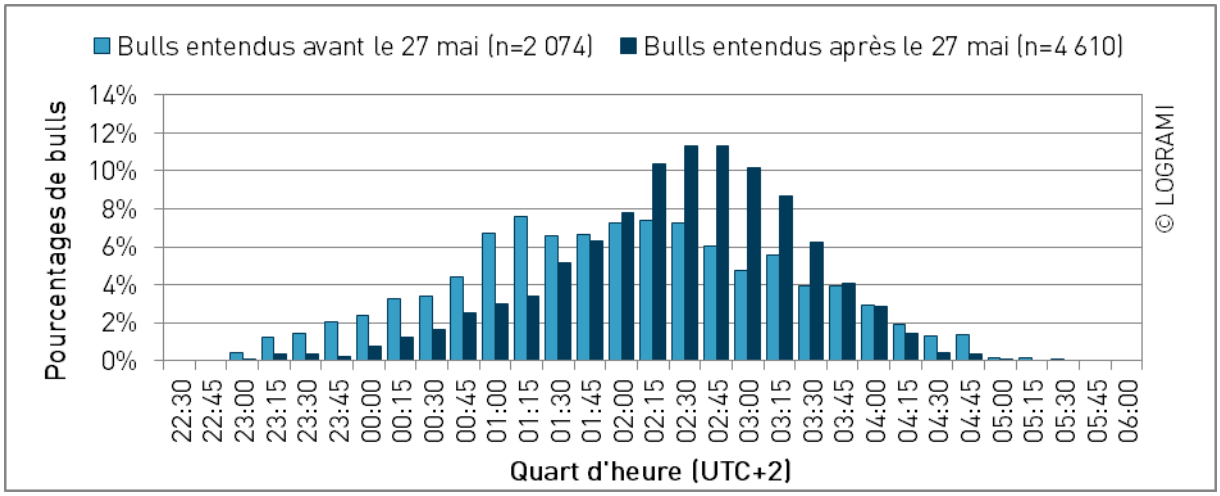


Figure 174 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur deux périodes en 2014 (n=6 684 bulls) sur la frayère de Châtellerault

En 2023, les nuits d'observations ont été en grande partie effectuées entre 22h30 et 4h30, ce qui correspond globalement à 98,5% de la reproduction sur une nuit (Figure 173 et Figure 174). 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 entre 1h et 2h30 ont été privilégiés car ils représentent 49 % de la reproduction.

8.2.4. Suivi de la reproduction des aloses

8.2.4.1 Sur la Vienne

Bilan 2023

En 2023 sur la Vienne, 7 suivis pour 4 frayères potentielles ont été réalisés lors de 6 nuits distinctes réparties entre le 04 mai 2023 et le 08 juin 2023. Le linéaire de Vienne borné par ces frayères est compris entre la confluence avec la Creuse et Bonneuil-Matours (86) (Figure 175). La frayère de référence « historique » « Centre-ville de Châtellerault » a été suivie 4 nuits tandis que les 3 autres ne l'ont été que lors d'une seule nuit chacune. Ces suivis totalisent 32h13 d'écoutes dont 7h00 d'enregistrement audionumérique sur une nuit de suivi sur une frayère.

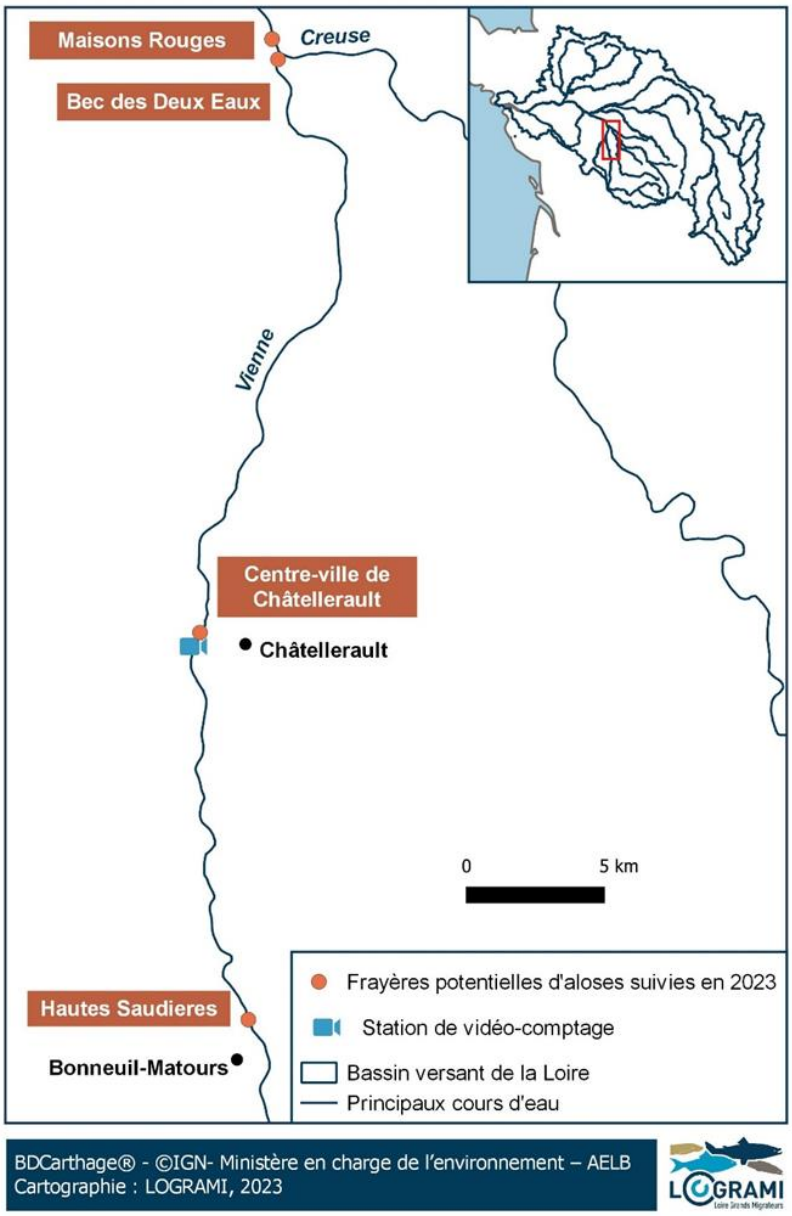


Figure 175 : Localisation de la frayère d'alose suivie en 2023 sur la Vienne

Tableau 19 : Récapitualtif du suivi 2023 sur l'axe Vienne

	Temps d'observation (h)	Nombre total de suivis	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nombre total de bulls
Maison Rouges	2:45	1	0	0
Bec des Deux Eaux	3:13	1	0	0
Centre-ville de Châtellerault	19:15	4	0	440
Hautes Saudières	7:00	1	1	0
Total	32:13	7	1	440

Les conditions thermiques et hydrologiques étaient favorables à la reproduction (température en hausse et supérieure à 16 °C et aucune augmentation de débit durant les nuits d'écoute) (Figure 176). Par ailleurs, les passages à la station de comptage indiquaient que les aloses, même si peu nombreuses, étaient présentes sur la Vienne avant la première nuit d'écoute.

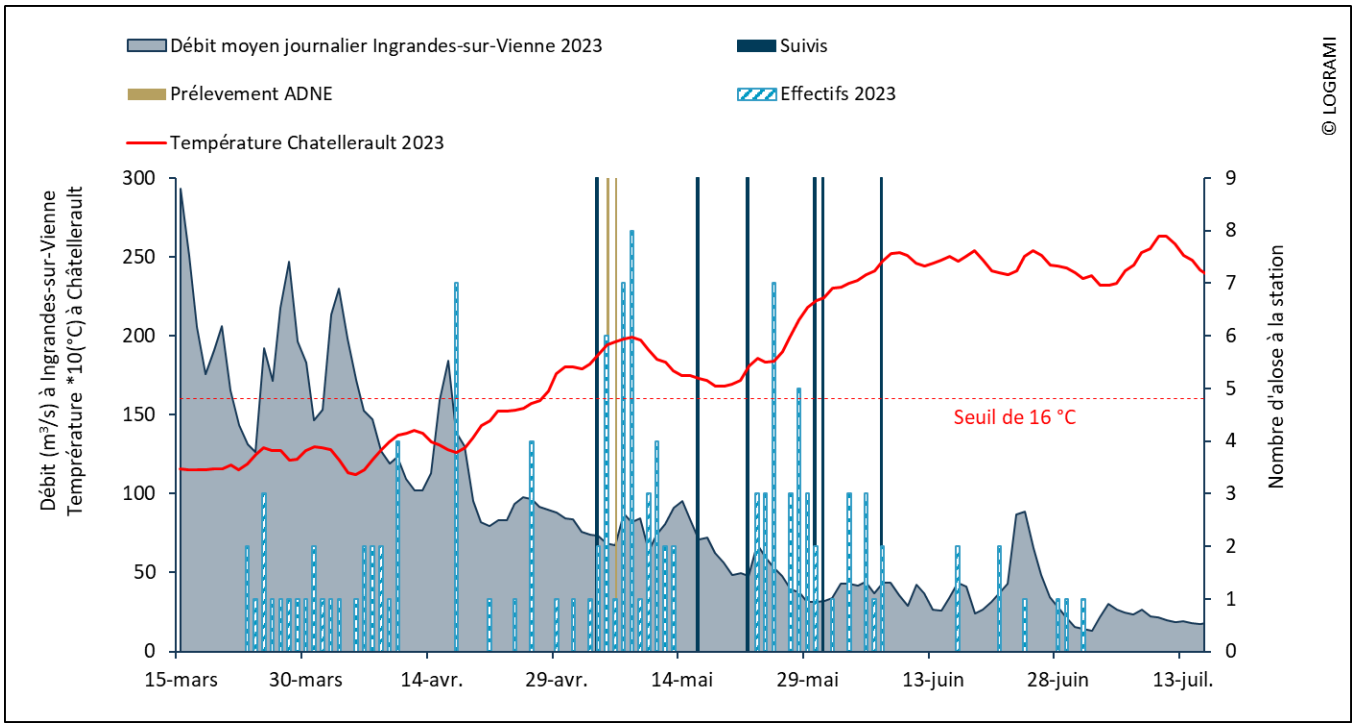


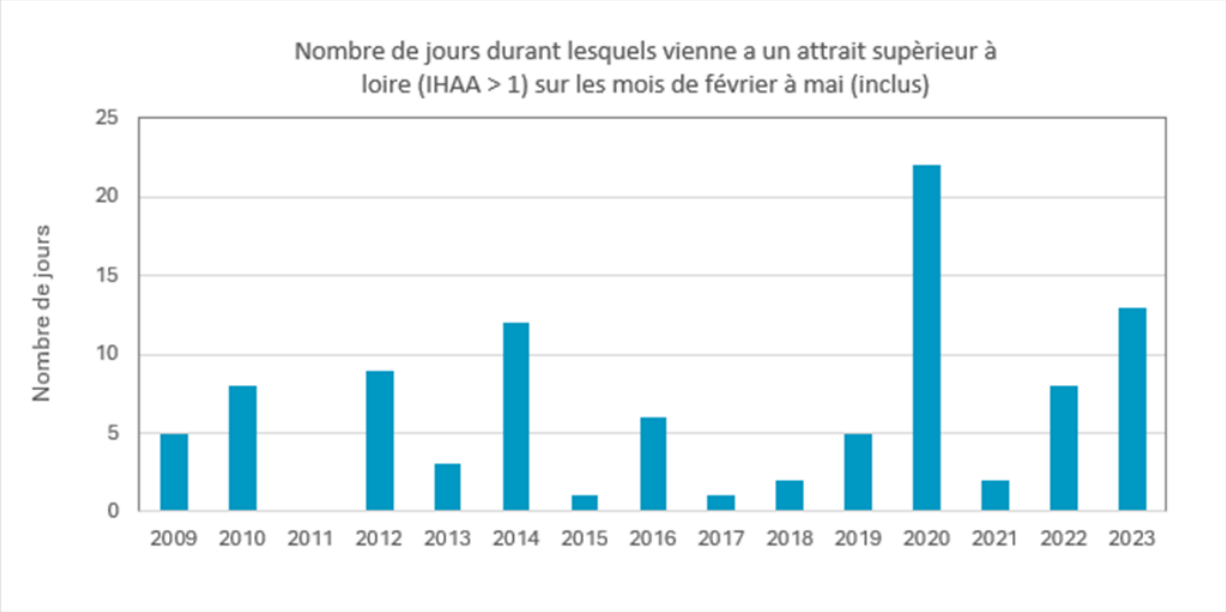
Figure 176 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l'alose en 2023 sur la Vienne en relation avec les passages à la station de comptage, la température estimée à Châtellerault et le débit à Ingrandes-sur-Vienne (Source hydro : SPCVCA Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Les 4 nuits d'écoute sur la frayère de Châtellerault ont été réalisées le 4, 16, 22 et 31 mai. La température a varié entre 17,6 et 23,0 °C, ce qui correspond à des conditions thermiques favorables à la reproduction. Durant ces suivis entre 62 et 182 bulls par nuit de suivi ont été entendus. Aucun bull n'a été entendu aux Hautes Saudières (30 mai) et le 7 juin au Bec des Deux Eaux et à Maison Rouge.

Comparaison interannuelle

L'année 2023 s'inscrit dans la lignée des années précédentes, excepté 2020 avec très peu d'individus présents à la station de suivi des migrateurs et peu de reproduction à l'aval. Pour comparer les années entre elles, 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 178). 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.

Du 1er février aux 31 mai, la Vienne était plus attractive que la Loire pendant 13 jours (Figure 177). Depuis 2009, c'est la deuxième meilleure année en termes d'activité de la Vienne. Pour autant, peu d'aloses ont été comptées à Châtellerault et l'activité de reproduction était faible. D'après la Figure 160, la cohorte 2023 était essentiellement composée d'aloses de 4 ans donc issus de la reproduction de 2019 qui n'avait pas été bonne. La prochaine année de migration 2024 correspondra aux retours de la reproduction de 2020. Nous pouvons nous attendre à des bons retours d'aloses si les conditions hydrologiques sont également favorables.



©LOGRAMI

Figure 177 : Nombre de jours durant lesquels la Vienne a eu un attrait supérieur à la Loire du 1er février au 31 mai

Malgré la faiblesse de l'échantillonnage de certaines années, **les nombres de bulls constatés à l'aval du barrage de Châtellerault semblent dépendants de l'effectif recensé à la station de comptage. Les faibles activités de reproduction de 2014, 2015 (nombre de nuits d'observation significatives), 2019, 2021, 2022 et 2023 confirment l'absence de replis sur la frayère lorsque nous constatons peu d'aloses à la station de Châtellerault.**

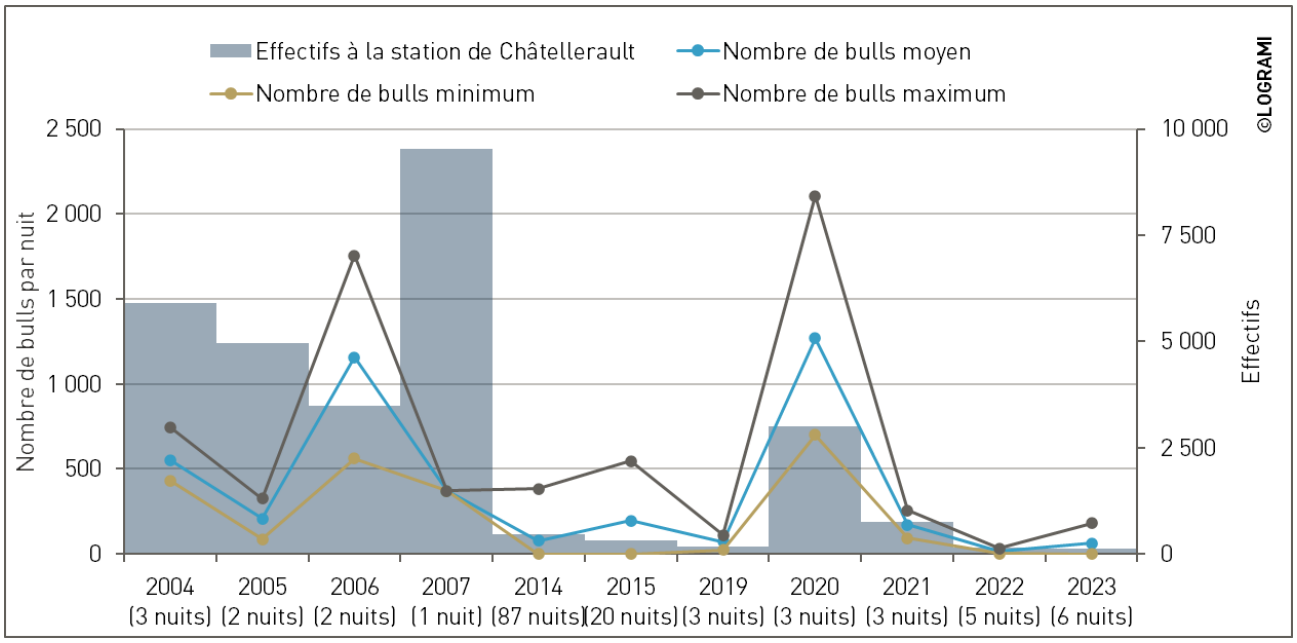


Figure 178 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère du centre-ville de Châtellerault sur la Vienne mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Châtellerault

Cette nouvelle campagne de suivi vient une nouvelle fois confirmer qu'une fracture s'est produite autour de l'année 2009 en termes de nombre de bulls constatés par nuit de suivi aux périodes de pic de l'activité de reproduction. D'après la Figure 179, nous savons que 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 est bien inférieur à ce qui était observé précédemment. Ainsi, avec une moyenne de 110 +/- 51 par nuit en 2023, le niveau d'activité de reproduction sur la frayère de Châtellerault est dans la continuité de ce qui a été observé depuis 2009 mais très 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 du contexte atypiques de l'année (covid ayant entraîné l'arrêt de la pêcherie) (Figure 179).

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. Toutefois malgré l'ensemble des données collectées pour cette frayère, l'estimation du nombre de géniteurs à partir du nombre de bulls comptabilisés n'est pas encore possible (Travail doctoral en cours).

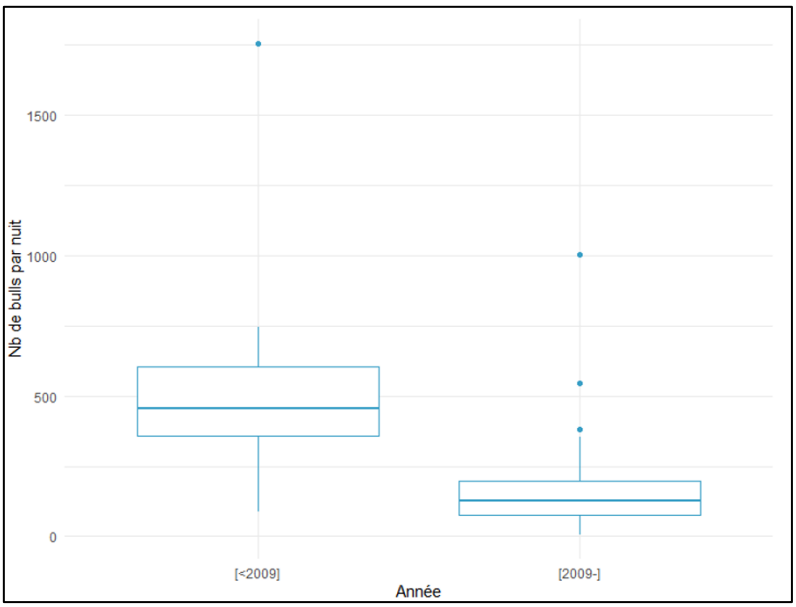


Figure 179 : Nombre moyen de bulls par nuit suivie durant la période 2001-2008 et après 2009 (sans 2020) jusqu'à 2021 sur la frayère du centre-ville de Châtellerault sur la Vienne

Historiquement, **la frayère du centre-ville de Châtellerault 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 Châtellerault, 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 de montaison.

8.2.4.2 Sur la Creuse

Tout comme en 2022, la Creuse a fait l'objet d'un suivi renforcé à la suite de l'absence de comptage à Descartes. Les deux frayères de références (Lilette sur la commune de Buxeuil et le stade de Leugny sur la commune de Leugny) ont été suivies durant 40 jours à l'aide d'enregistreurs autonomes. D'autres secteurs potentiels ont fait l'objet de prospection pour, notamment, identifier le front de colonisation (Figure 180).

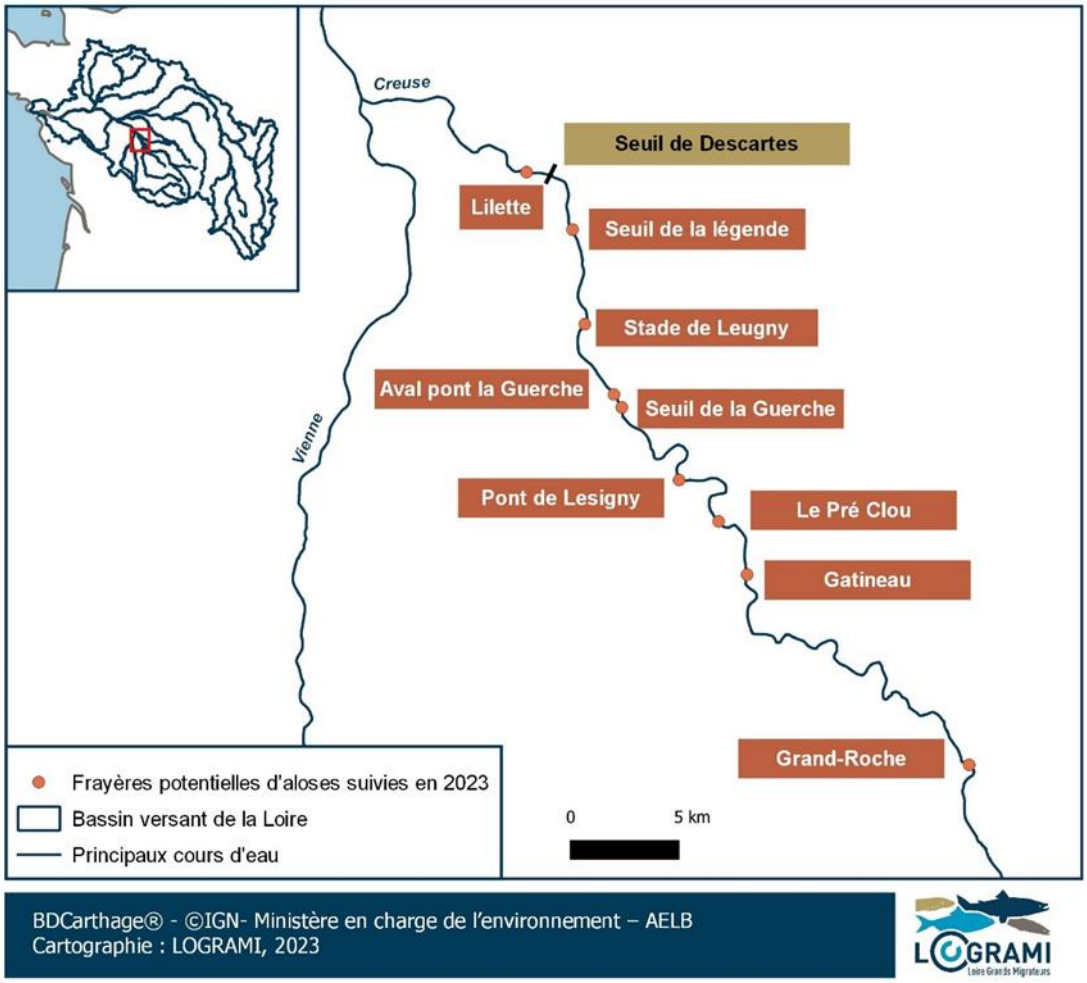


Figure 180 : Carte des frayères potentielles suivies en 2023 sur la Creuse

Suivi de la frayère de référence de Lilette (aval Descartes)

La frayère de Lilette, située sur la commune de Buxeuil, est une zone de reproduction forcée historiquement connue. Avant même que le barrage de Maisons-Rouges fût construit (1922), les aloses frayaient en foule sur le courant dit de « Lilette » situé en aval de l'ouvrage des papèteries de Descartes. La Creuse, en cet endroit, coulait sur un fond rocheux qui lui donnait une allure torrentielle. Des bancs d'aloses considérables étaient alors observées en dessous des vannes du barrage de Descartes (Le Clerc, 1941).

Cette frayère a été suivie durant 39 jours en 2023. Pour des raisons de disponibilité du matériel, l'enregistreur n'a pu être mis en place que le 12 mai et retiré le 21 juin. Le seuil de température de 16 °C, favorable à la reproduction, ayant été dépassé dès le 28 avril, 14 jours potentiels n'ont pas pu être suivis. Par ailleurs, un problème d'enregistrement (dysfonctionnement de la carte SD) a entrainé la perte des données de la nuit du 29 au 30 mai.

Du 12 mai au 21 juin, 604 bulls ont été entendus (dont 563 sur enregistrement). Trois nuits de présence humaine ont permis de calculer le taux de réception moyen de l'enregistreur (le 16 mai, 24 mai et 8 juin). 93 % des bulls entendus à l'oreille humaine sur ces nuits ont été restitués par le micro. Sur l'ensemble de la période, le nombre de bulls non restitués est ainsi estimé à 40. Au total, 644 bulls se seraient donc produits durant la période de suivi. L'activité journalière est faible avec en moyenne 16 bulls (+/- 11) par nuit. Le pic de reproduction est constaté le 28 mai avec un total de 45 bulls entendus. Il fait suite à une augmentation de la température passant de 18 à 21 °C en quatre jours. Après le 12 juin, l'activité de reproduction est très faible avec seulement 5 bulls comptabilisés en 8 nuits de suivi (Figure 181).

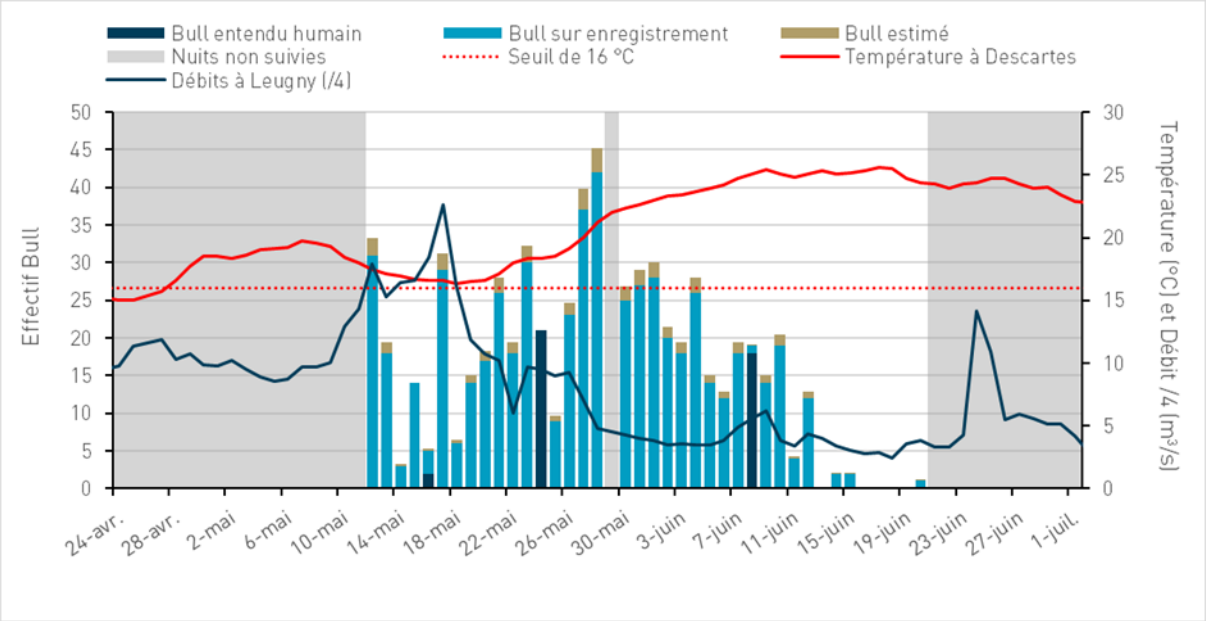


Figure 181 : Suivi quotidien de la reproduction de l'alose sur la frayère de Lilette sur la Creuse en 2023 (Données Hydro : SCHAPI)

L'application Alose_ABC (Tentelier, 2018) a été utilisée pour estimer le nombre de géniteurs. Cette application développée par l'INRAe permet d'estimer le nombre d'aloses femelles sur une frayère à partir du nombre de bulls détectés lors de chacune des nuits échantillonnées au cours de la saison de reproduction, de la température de l'eau et des bornes inférieure et supérieure *a priori* de l'effectif. Elle se base sur des hypothèses concernant le comportement reproducteur d'aloses observé sur la Nivelle en 2017. Pour la frayère de Lilette en 2023, 47 femelles auraient participé à la reproduction. En supposant que le sex-ratio mâle femelle est équivalent, 94 géniteurs d'aloses auraient ainsi fréquenté cette frayère. Le début de la reproduction n'ayant pas été suivi, ce chiffre est à considérer comme un minima.

Par ailleurs, la frayère de Lilette a été suivie sur l'ensemble de la saison de reproduction des années 2012 et 2013. Les résultats de ces suivis peuvent être comparés à ceux de 2023 (Tableau 20).

Malgré un nombre d'aloses probablement moins important sur l'ensemble de l'axe Creuse, la fréquentation de la frayère de Lilette en 2023 (94 géniteurs) est supérieure à celle de 2013 (46 géniteurs). Les conditions environnementales de l'année 2013 étaient cependant atypiques, avec des débits importants et une température faible durant le mois de mai. La température favorable à la reproduction n'a été atteinte que très tardivement (stabilisation au-dessus de 16°C qu'à partir du 5 juin 2013). La reproduction a donc été décalée dans le temps et la majorité des aloses présentes sur l'axe Creuse a continué leur migration vers l'amont. A l'inverse, le nombre de géniteurs estimés en 2023 est 1,6 fois plus faible que celle de l'année 2012 (156 géniteurs) et probablement bien inférieure à celle historiquement connue (non chiffrée mais décrite comme très abondante par Le Clerc en 1941).

Tableau 20 : Comparaison des résultats du suivi de la reroduction de l'alose sur la frayère de Lilette en 2012, 2013 et 2023 (Sources : LOGRAMI)

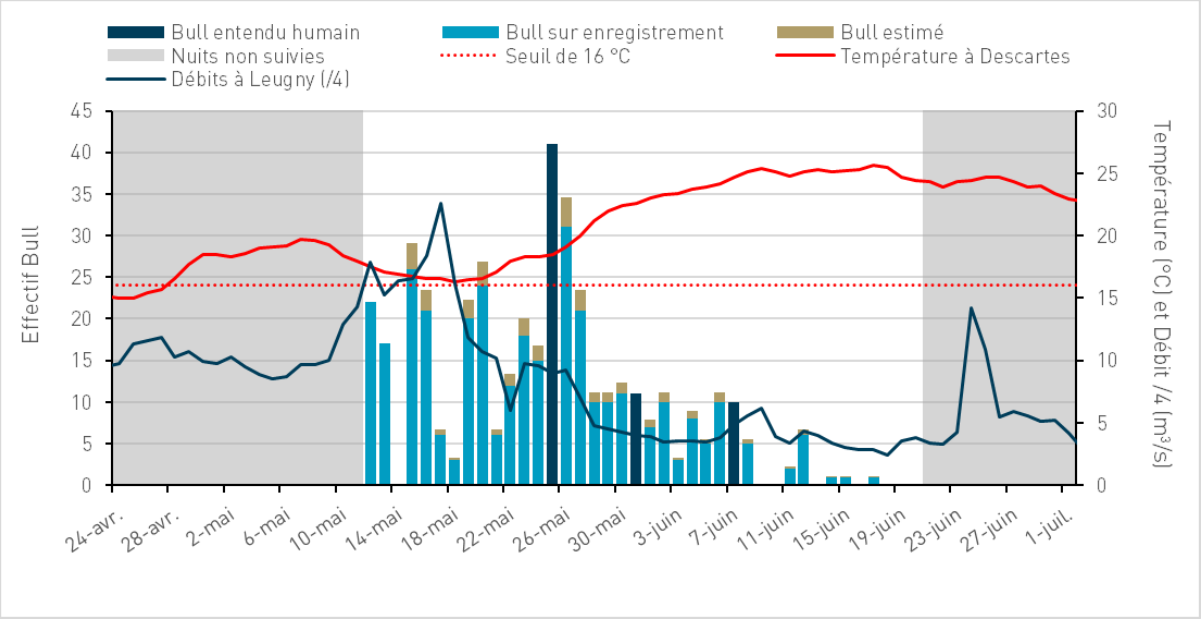
	2012	2013	2023
Début du suivi	12 mai	5 mai	12 mai
Fin du suivi	28 juin	16 juillet	20 juin
Nombre de nuits suivies	39	53	39
Nombre de bulls total	866	161	644
Nombre de bulls moyen par nuit	22 (+/- 23)	3 (+/- 3)	16 (+/- 12)
Nombre de géniteurs estimés (Résultats de l'application Alosa ABC * 2)	156	46	94
Nombre de géniteurs comptabilisés à la station de comptage de Descartes	1 386	412	118 (estimation basée sur les comptages de Châtellerault)

Suivi de la frayère de référence du stade de Leugny (amont Descartes)

Tout comme à Lilette, le début de la reproduction n'a pas pu être étudié sur la frayère de Leugny. Le seuil de température de 16 °C a été dépassé dès le 28 avril, alors que le suivi a débuté le 12 mai. L'enregistreur a été retiré le 21 juin. Seul 74 % de la période de reproduction a donc pu être suivie. Au total, la frayère a été étudiée durant 40 jours consécutifs, représentant plus de 230 heures d'écoute. Sur cette période 394 bulls ont été entendus (dont 332 sur enregistrement).

Trois nuits de présence humaine ont permis de calculer le taux de réception moyen de l'enregistreur (le 25 mai, 31 mai et 7 juin). 90 % des bulls entendus à l'oreille humaine sur ces nuits ont été restitués par le micro. Sur l'ensemble de la période, le nombre de bulls non restitués est ainsi estimé à 33 soit un total de 427 bulls.

Avec une moyenne de 11 bulls (+/- 11) par nuit (du 12 mai au 17 juin), l'activité est très faible. Le maximum est constaté le 25 mai avec 41 bulls entendus. L'intensité de la reproduction est en partie liée à la température. Ainsi, la baisse de température constatée le 15 mai a stoppé toute activité. A l'inverse l'augmentation et le franchissement des 18 °C le 25 mai a stimulé la reproduction. L'activité n'est plus continue dès le 9 juin et le dernier bull est constaté le 17 juin (Figure 182). L'activité est globalement similaire à celle de la frayère de Lilette située une dizaine de kilomètres en aval.



©LOGRAMI

Figure 182 : Suivi quotidien de la reproduction de l'alose sur la frayère du stade de Leugny sur la Creuse en 2023 (Données Hydro : SCHAPI)

Le nombre de bulls permet d'estimer le nombre de géniteurs ayant fréquenté la frayère de Leugny en 2023. Ainsi, en rentrant les données journalières de température et du nombre de bull sur l'application Alose_ABC (Tentelier, 2018), 34 femelles auraient participé à la reproduction sur la frayère du stade de Leugny en 2023. En supposant que le sex-ratio mâle femelle est proche de 1, alors 68 géniteurs d'aloses auraient fréquenté cette frayère. Ce chiffre est à considérer comme un minima compte tenu du fait que seul 74 % de la période favorable à la reproduction a été suivie. Il est faible mais cohérent par rapport au nombre d'aloses ayant fréquenté l'axe Creuse en 2023 (estimation de 118 aloses ayant franchi le barrage de Descartes (cf 8.1.2.1).

Huit suivis de plus de quatre heures ont été réalisés entre 2004 et 2007 sur la frayère de Leugny, en moyenne 268 bulls par suivi (+/- 213) ont été dénombrés (avec un maximum de 673 bulls le 4 juin 2004 et un minimum de 30 bulls le 16 juin 2006). Plus récemment en 2022, un total de 9 bulls a été observé sur 9 nuits suivis (soit en moyenne 1 bull par nuit). Avec un maximum de 40 bulls, et une moyenne de 11 bulls par nuit, la fréquentation de la frayère de Leugny en 2023 est supérieure à celle de l'année 2022 mais reste très inférieure aux suivis de 2004 à 2007. Ce résultat est cohérent, les effectifs d'aloses de ces dernières années étant beaucoup moins importants que ceux observés de 2004 à 2009.

Récapitulatif et bilan de l'ensemble des suivis sur la Creuse

En complément des deux frayères de référence, sept autres points d'écoute ont été prospectés. Au total, 9 frayères potentielles, réparties entre Lilette (1 km en aval du seuil de Descartes ; 10 km en amont de la confluence avec la Vienne) et Grand Roche (commune de Néons sur Creuse ; 56,6 km en amont de la confluence avec la Vienne), ont été suivies. Ces suivis représentent plus de 548 heures d'observation (sur une période de 40 nuits) (Tableau 21).

Tableau 21 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses sur l'axe Creuse en 2023 (Sources : LOGRAMI)

	Temps d'observation (h)	Nombre total de suivis	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nombre de bulls total	Nombre de bulls sur enregistrement
Lilette	232 :30	39	36	644	563
Seuil de Chisay	5 :30	1	1	5	5
Leugny	238 :15	40	37	427	332
Aval pont de la Guerche	54 :00	9	9	18	18
Aval seuil de la Guerche	4 :30	1	0	0	0
Pont de Lésigny	4 :30	1	1	0	0
Le pré clou	4 :00	1	0	0	0
Aval Gatineau	3 :00	1	0	0	0
Grand roche	2 :00	1	0	0	0

La frayère en amont du seuil de Chisay a ainsi été active (5 bulls durant la nuit du 8 juin 2023). Cette zone de reproduction a été découverte lors de la cartographie de l'ancienne retenue du barrage de Descartes. Elle fut aussi active en 2022 (4 bulls entendus le 18 mai 2022) (Association LOGRAMI, 2023). Malgré, le faible nombre de bulls, cette activité confirme le gain d'habitats obtenu après l'abaissement des clapets du barrage de Descartes.

En amont de Leugny, seule la frayère à l'aval du pont de la Guerche s'est révélée être active (suivi du 6 au 12 juin et du 19 au 20 juin). Le suivi en aval direct du seuil de la Guerche n'a pas montré de reproduction forcée. Les faciès d'écoulement de ce site ne correspondent cependant pas à ceux attendues pour la reproduction. En amont du seuil de la Guerche 4 frayères ont été suivies le 1, 2 et 7 juin. Aucun bull n'a été entendu sur ce secteur. Ce résultat est confirmé par les analyses ADNe réalisées sur cet axe, les quatre prélèvements situés en amont de cet ouvrage n'ont pas révélé la présence d'aloses. Le seuil de la Guerche constitue donc la limite de colonisation pour l'année 2023. En période de basses eaux, cet ouvrage est difficilement franchissable, seule une brèche située en son centre permet le passage des poissons.

L'ouverture du barrage de Descartes (depuis juillet 2021) facilite la montaison des migrateurs sur l'axe et limite donc le blocage forcé sur la frayère de Lilette (situé 1 km en aval de cet ouvrage). Le suivi des frayères en amont, notamment celle du stade Leugny, n'indique cependant pas une fréquentation plus élevée des sites de reproduction. Le nombre de géniteurs estimé sur la frayère de Leugny (68) est inférieur à celui de la frayère de Lilette (94). Les faibles débits et l'effet densité-dépendant explique en partie le fait que la majorité des aloses se cantonnent sur les frayères aval.

8.2.4.3 Sur le Cher

En 2023, la reproduction des aloses sur le Cher a fait l'objet de 2 nuits de comptage sur 2 frayères potentielles localisées en aval de deux ouvrages rencontrés par les géniteurs en aval de Tours (moins de 25 kilomètres de la confluence).

La frayère située en aval du seuil de Savonnières a été suivie les nuits du 20 et 21 mai 2023 (2h30 de suivi humain) et celle située en aval des ouvrages de Rochepinard au niveau du pont de Saint Sauveur la nuit du 21 mai 2023 (1h15 de suivi humain) (Figure 183).

Seuls 2 bulls ont été comptabilisés en aval du seuil de Savonnières la nuit du 20 mai 2023.

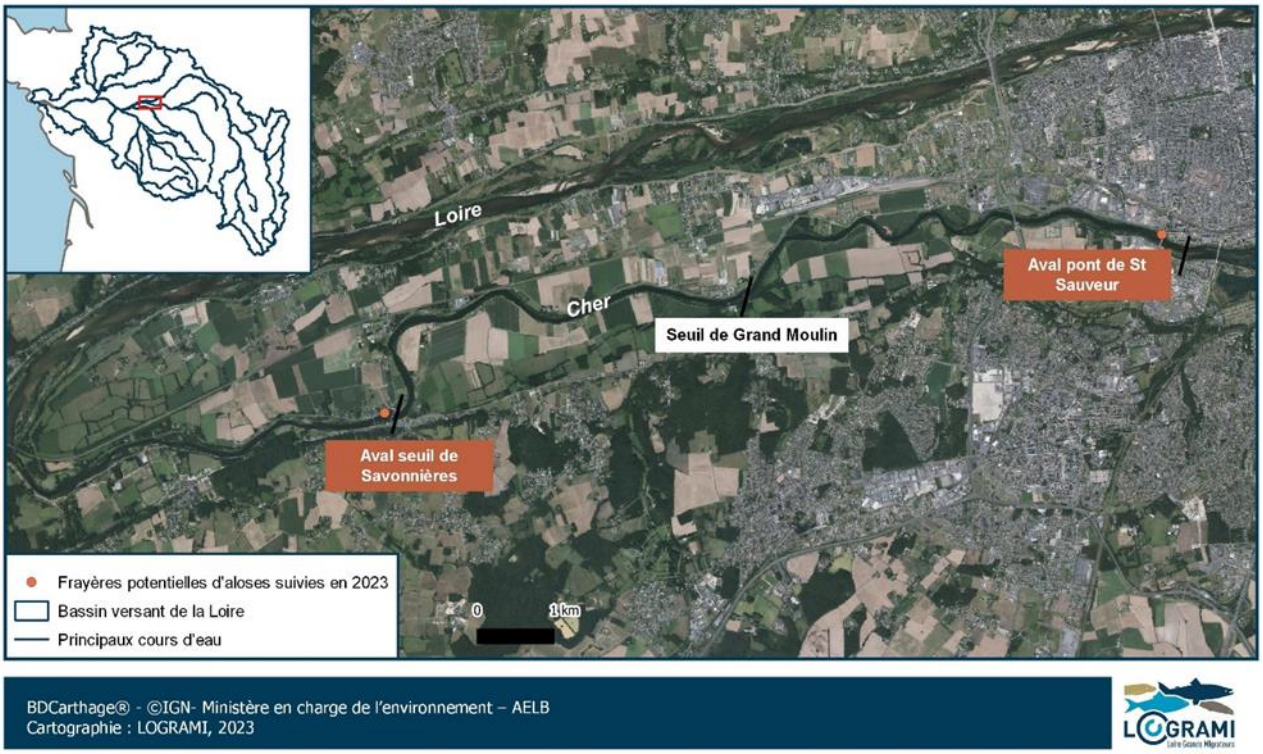


Figure 183 : Carte des frayères potentielles suivies en 2023 sur le Cher

8.2.4.4 Sur l'Allier

Effort de prospection sur l'Allier en 2023

Sur l'Allier et sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose en 2023, 15 suivis ont été réalisés (8 comptages humains et 7 enregistrements audionumériques) lors de 7 nuits d'observations sur 6 frayères potentielles (Figure 184). Pour optimiser les déplacements, plusieurs sites ont été suivis lors d'une même nuit. Sur les 59 heures 19 minutes de suivi dont 30 heures et 04 minutes d'enregistrements, **seuls 4 bulls d'aloses ont été comptabilisés à « Avermes amont » la nuit du 01 juin 2023** lors d'un comptage humain (Tableau 22).

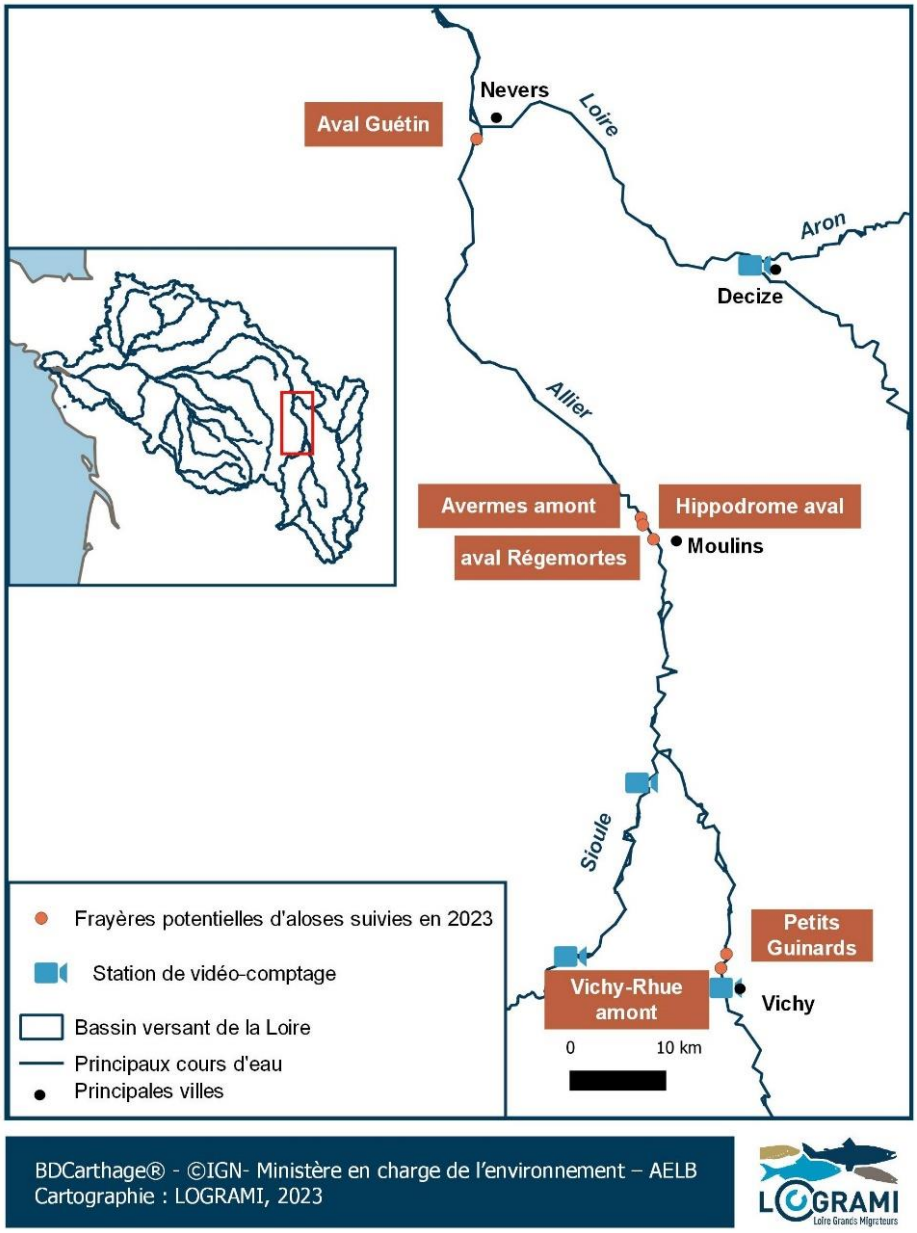


Figure 184 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur l'Allier

Tableau 22 : Récapitualtif du suivi 2023 sur l'axe Allier (Sources : LOGRAMI)

	Temps d'observation (h)	Nombre total de suivis	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nombre total de bulls	Nombre de bulls sur enregistrement
Aval Guétin	07:30	2	1	0	0
Avermes amont	11:45	3	0	4	0
Hippodrome aval	8:45	2	1	0	0
Aval Régemortes	17:55	4	3	0	0
Petits Guinards	7:09	2	2	0	0
Vichy-Rhue amont	6:15	2	0	0	0
Total	59:19	14	7	4	0

Suivi en aval de l'ouvrage des Lorrains et du Guétin

Bilan 2023

À l'aval des ouvrages du Guétin, 2 suivis « nuit/frayère » ont été réalisés le 24 mai et le 08 juin 2023 pour un total de 7h30 d'écoute. Les températures de l'eau étaient largement au-dessus des 16 °C durant les nuits suivis, entre de 18,4 °C à 24,2 °C. Aucun bull n'a été entendu.

Comparaison interannuelle

L'effort annuel de suivi sur cette portion de l'Allier est en lien avec les données observées à la station de Vichy. En effet, si peu d'aloses sont observées aux stations de comptages de Vichy et de Decize, l'effort de prospection est en conséquence faible. L'aval du Guétin et des Lorrains est suivi depuis 2011 mais pas toutes les années. Le maximum de bulls entendus sur ce secteur est constaté en 2020 avec 102 bulls sur la frayère en aval des Lorrains. En retirant l'année 2020 des suivis, en moyenne 3 bulls +/- 5 sont entendus par suivi.

Suivi en aval de Moulins

Bilan 2023

Trois frayères ont été suivies dans la zone située en aval du seuil du pont de Régemortes à Moulins : la frayère de référence (forcée) en aval du pont de Régemortes et deux frayères situées juste en aval (Figure 185).

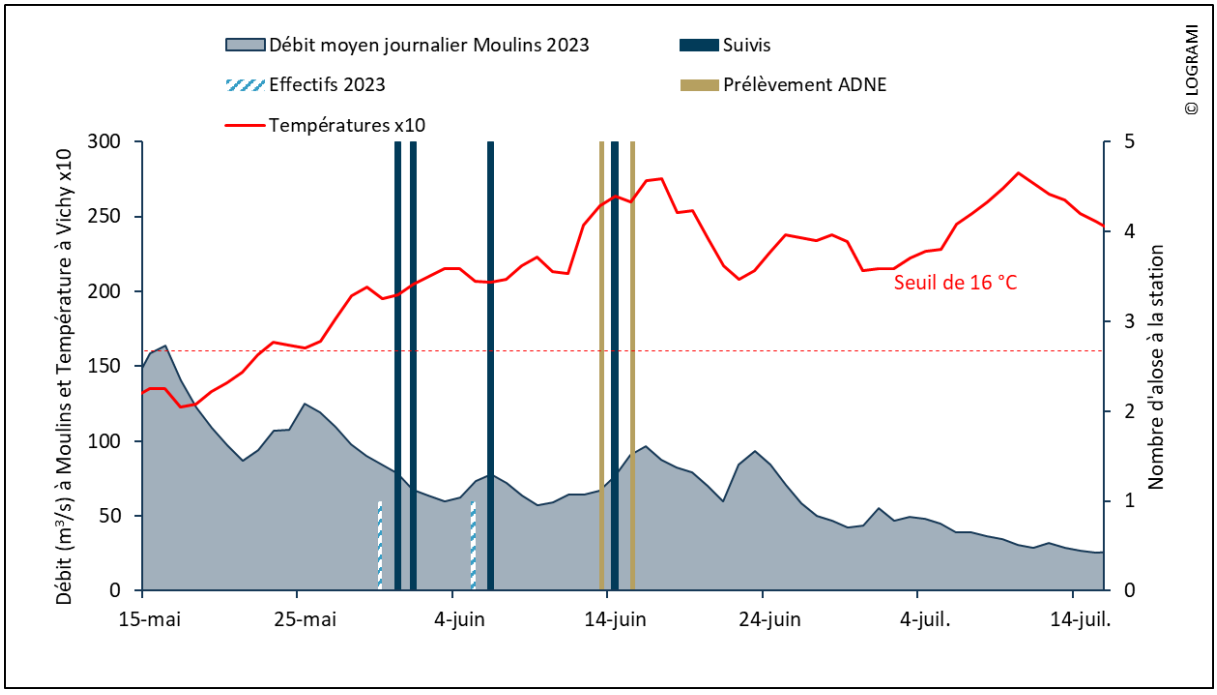


Figure 185 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur l'Allier dans le secteur « aval Moulins » en relation avec la température à Vichy et les débits de l'Allier à Moulins (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Sur **les 4 nuits suivies sur ce secteur (30 mai, 1er juin, 06 juin et 14 juin), seuls 4 bulls d'aloses ont été comptabilisés à « Avermes amont » la nuit du 1er juin 2023** lors d'un comptage humain.

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 2010, 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 par suivi de 6 +/- 10 est très faible 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 deux nuits, 15 et 200 bulls ont été comptabilisés (Figure 186).

Depuis 2021, avec la faiblesse des effectifs à Vichy et la faible activité de reproduction sur la frayère historique de Régemortes, l'activité de la frayère d'Avermes a été ajoutée à l'analyse. En 2021, les deux zones avaient été faiblement actives. C'est la frayère au niveau de la commune d'Avermes sur laquelle le plus de bulls avaient été comptabilisés : **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 mai avec 21 bulls en 3h20 d'écoute.

En 2023, seulement 4 bulls sont entendus lors des 4 nuits suivis sur les 2 frayères. Ce faible résultat est à mettre en relation avec les faibles effectifs observés à la station de comptage de Vichy (observation de 2 aloses).

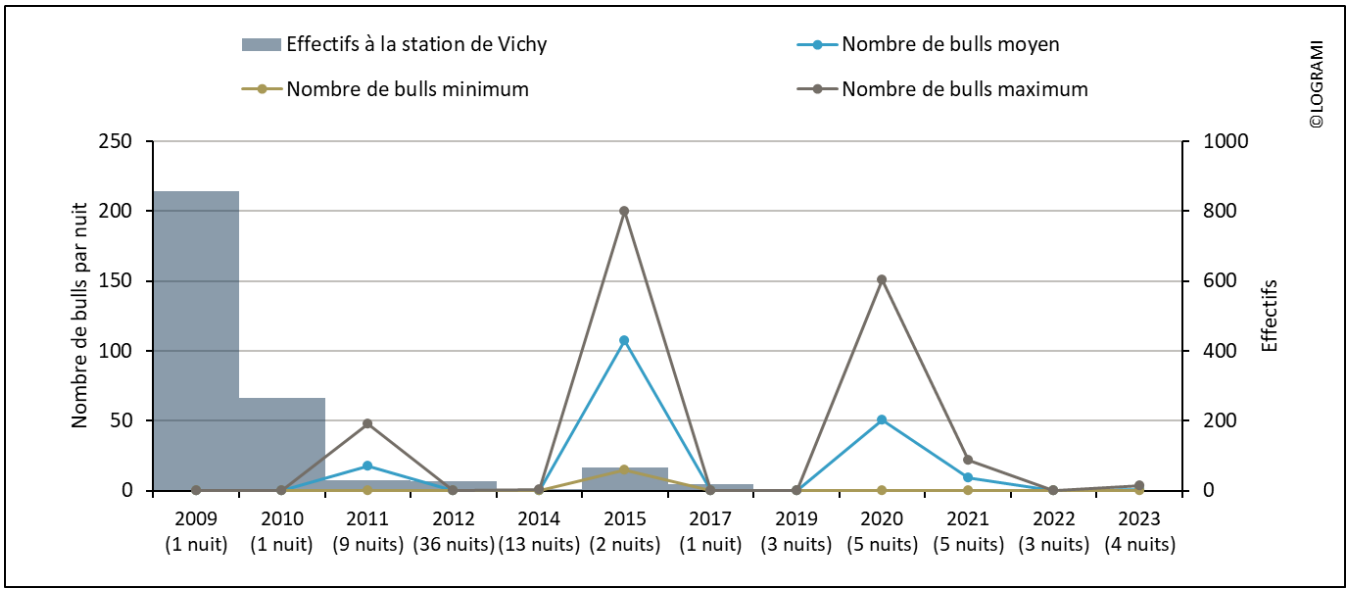


Figure 186 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur les frayères en aval du pont de Régemortes à Moulins sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy

Suivi en aval de Vichy

Bilan 2023

À l'aval du barrage de Vichy, 2 frayères potentielles ont été suivies (Petits Guinards et Vichy-Rhue amont) lors de 2 nuits (1er juin et 13 juin 2023) totalisant 13h24 d'écoute. La frayère « Vichy-Rhue amont » a fait l'objet de 2 suivis humains tandis que celle « Petits Guinards » a uniquement été suivie par enregistrement audionumérique (Figure 187). **Aucun bull n'a été compté sur ces deux sites**.

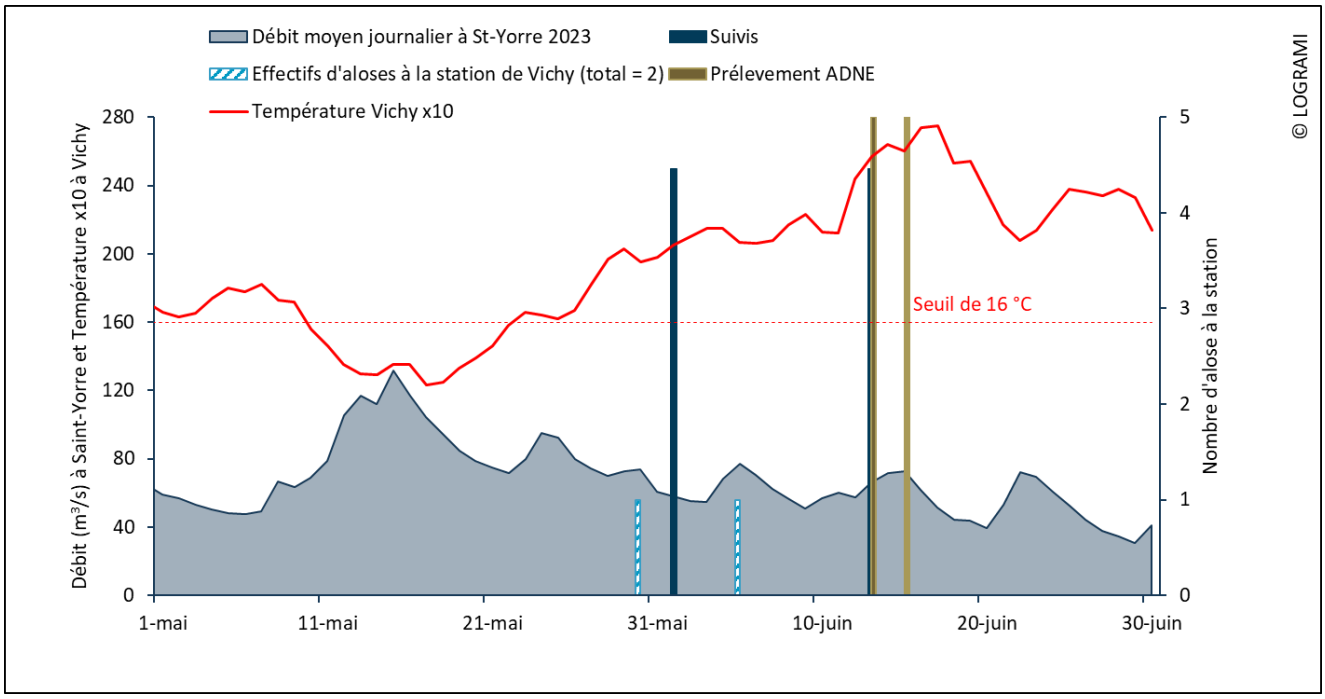


Figure 187 : Contextualisation des deux nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur l'Allier dans le secteur « aval Vichy » en relation avec la température à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Comparaison interannuelle

La frayère des « Petits Guinards » 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 de 2011 à 2014. Le nombre d'aloses comptabilisées à la station de Vichy était faible lors de ces années (Figure 188). En moyenne, 17 +/- 14 aloses ont été observées à la station de comptage. Le nombre de bulls moyen par suivi 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, 27 aloses sont passées au barrage de Vichy. Sur les 52 nuits d'écoutes, un maximum de 86 bulls a été entendu. Le nombre de bulls moyen était 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.

Depuis 2021, aucun bull n'a été comptabilisé. **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 concentre plus en aval notamment dans le secteur de Moulins**.

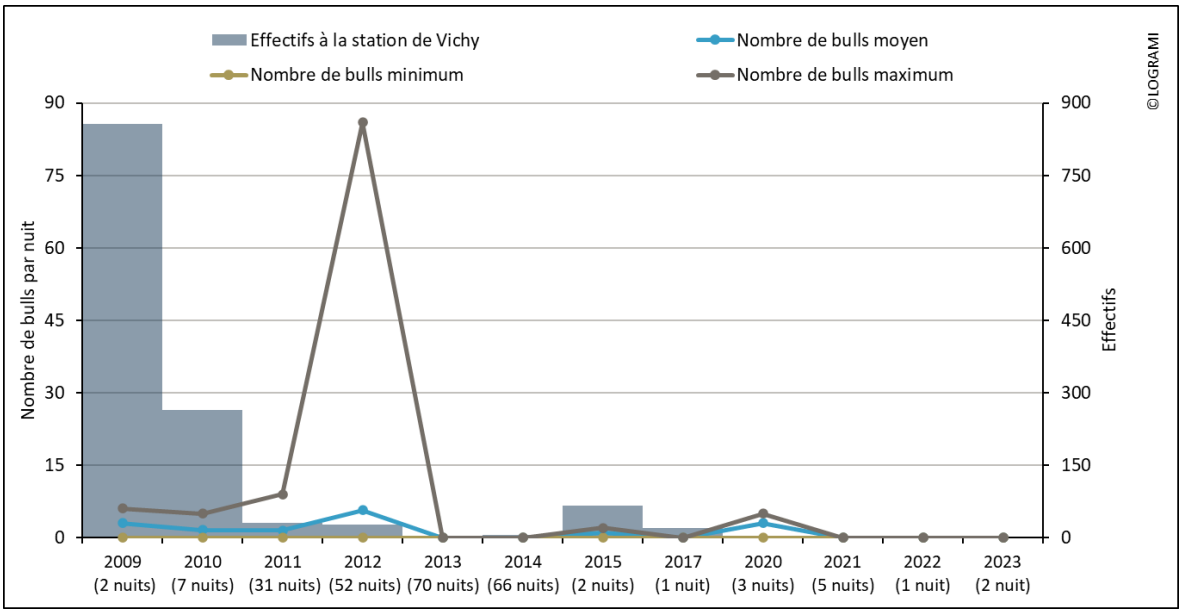


Figure 188 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère des petits Guinards sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage

8.2.4.5 Sur la Loire amont

Bilan 2023

Sur la Loire amont en 2023, 10 suivis « nuit/frayère » ont été réalisées entre le 22 mai et le 15 juin, sur 5 frayères potentielles réparties entre Nevers (58) et l'aval du barrage de Decize (Figure 189). Ils totalisent 41h10 d'écoutes dont 32h40 d'enregistrements audionumériques (7 nuit/frayère) (Tableau 23).

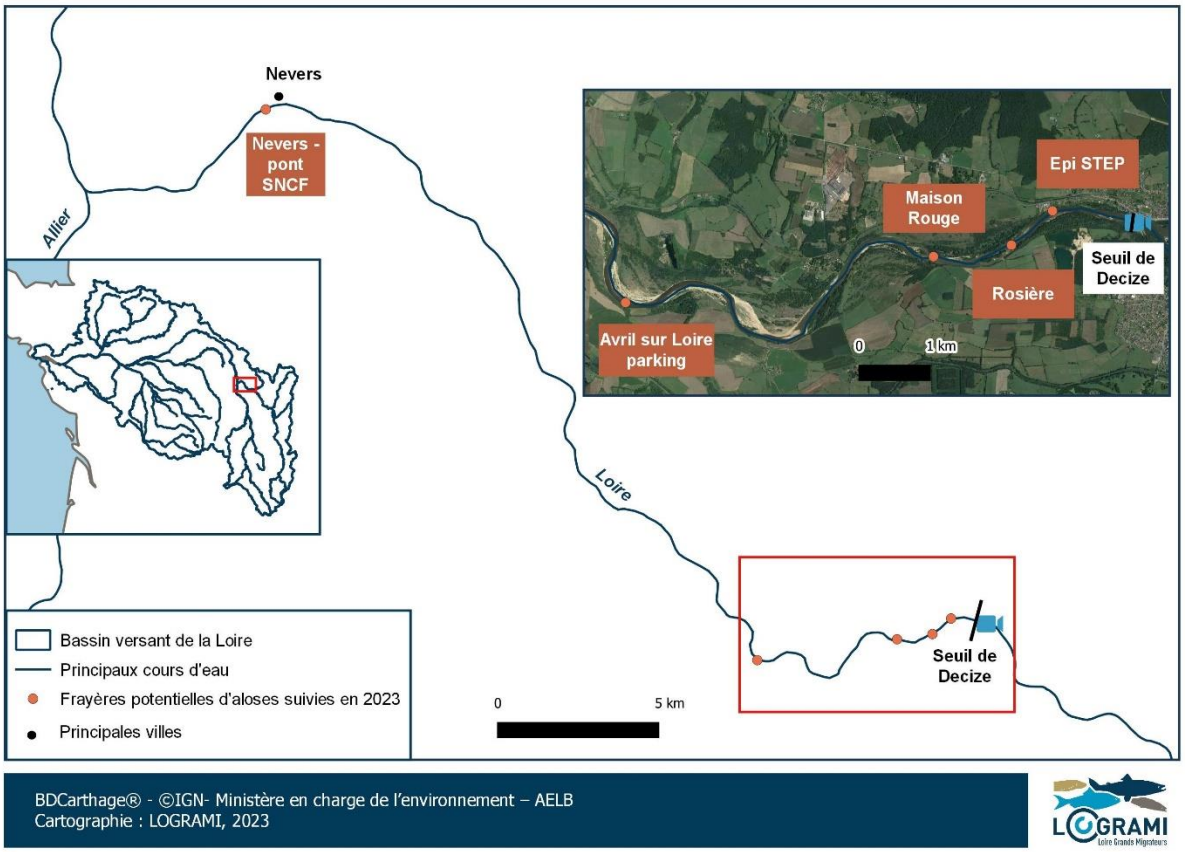


Figure 189 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur la Loire en aval de Decize

Tableau 23 : Récapitualtif du suivi 2023 sur la Loire amont (Sources : LOGRAMI)

	Temps d'observation (h)	Nombre total de suivis	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nombre total de bulls	Nombre de bulls sur enregistrement
Nevers- pont SNCF	03:00	1	0	0	0
Avril-sur-Loire parking	14:45	3	3	0	0
Maison Rouge	13:00	3	2	2	2
Rosière	06:00	2	1	1	1
Epi STEP	04:25	1	1	0	0
Total	41:10	10	7	3	3

En complément des effectifs très faible à Decize, il apparaît important de souligner les très faibles débits de cette année (Figure 190). En avril à la station de Nevers, les débits étaient plus de deux fois inférieurs aux valeurs attendues et près de 5 fois inférieurs pour le mois de mai. Dans ces conditions, la migration a été fortement perturbée et peu d'aloses ont dû fréquenter l'aval de Decize pour se reproduire.

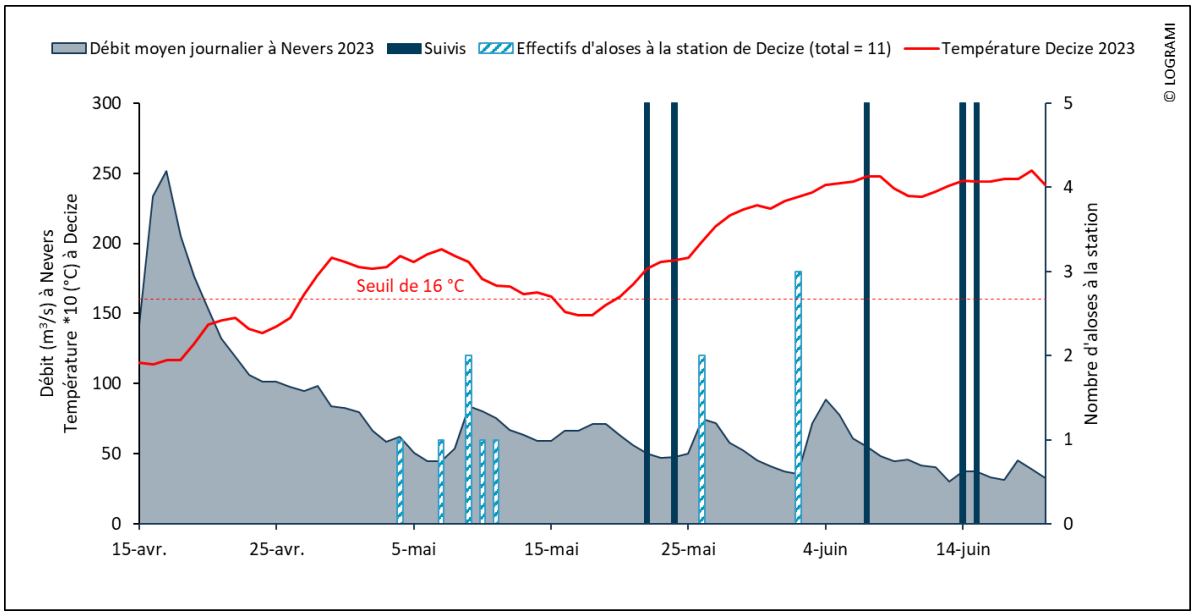


Figure 190 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur la Loire amont en relation avec la température à Decize et les débits de la Loire à Nevers (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Comparaison interannuelle

Les données de reproduction et de migration récoltées cette année sont les plus basses enregistrées depuis le démarrage du suivi. Il est toutefois important de noter que les valeurs sont très faibles depuis 2017, à l'exception de l'année 2020 (Figure 191). En 2021, 151 bulls avaient été détectés en 12 nuits sur les 15 prospectées. En parallèle, les effectifs à la station de comptage de Decize étaient également très faibles avec seulement 83 aloses. Toutefois, des données historiques de 1988 sur la première frayère en aval du barrage de Decize, « Epi STEP » permettent de mettre en lumière le contraste avec les données actuelles (P. Boisneau et al., 1990). 72 343 bulls avaient été comptabilisés du 2 mai au 27 juillet 1988 sur cette même frayère, équivalente à 86 jours (ce qui rapporte à une moyenne de 841 bulls par nuit). **Cette même frayère**, qui a été ponctuellement suivie entre 2009 et 2023 (16 suivis en 8 années), **n'a été qu'occasionnellement active en 2020 et 2021 et n'a plus été active depuis**.

Dans ce secteur, la frayère d'Avril-sur-Loire était considérée comme la frayère de référence en aval du barrage 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 était très faible (74 en 2013 et 162 en 2014), le nombre de bulls moyen par suivi était également faible malgré les nombreuses nuits d'écoutes (9 +/- 18 en 2013 et 0,03 +/- 0,28 en 2014).

En 2023, aucun bull n'a été entendu sur la frayère historique d'Avril-sur-Loire. Cette année, uniquement 3 bulls ont été entendus en aval du barrage de Decize, 1 bull sur le site de Rosière et 2 sur celui de Maison Rouge.

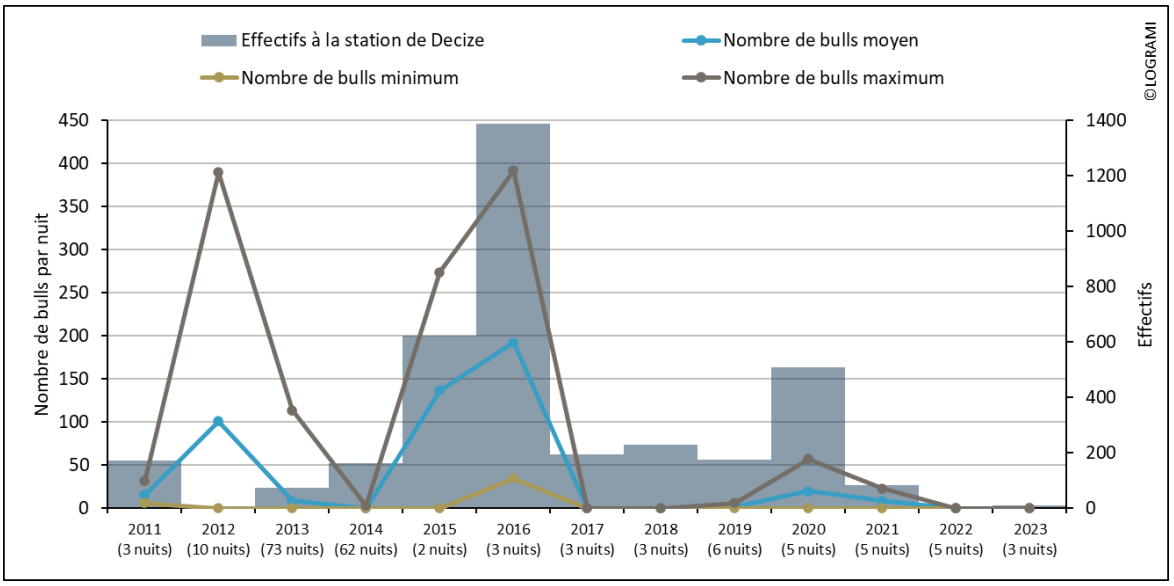


Figure 191 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'Avril-sur-Loire sur la Loire mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Decize

8.2.4.6 Suivi de la reproduction sur la Loire moyenne

Le secteur de la Loire moyenne s'étale depuis le bec d'Allier jusqu'à la confluence de la Vienne. 19 frayères potentielles y ont été suivies dont 3 nécessitant à minima 2 points d'écoute (« Muides sur Loire », « Camping de l'amitié » et « Ousson-sur-Loire ») (Figure 192). Le linéaire couvert en 2023 s'étend d'Amboise (37) à Marseille les Aubigny (18).

Sur ce secteur, 4 linéaires n'ont pas fait l'objet d'un suivi :

- Amboise - Montlivault : 44 km
- Seuil Saint-Laurent-des-Eaux – Bou : 52 km
- Seuil Dampierre – Saint-Martin-sur-Ocre : 14 km
- Seuil Belleville-sur-Loire – Beffes : 54 km

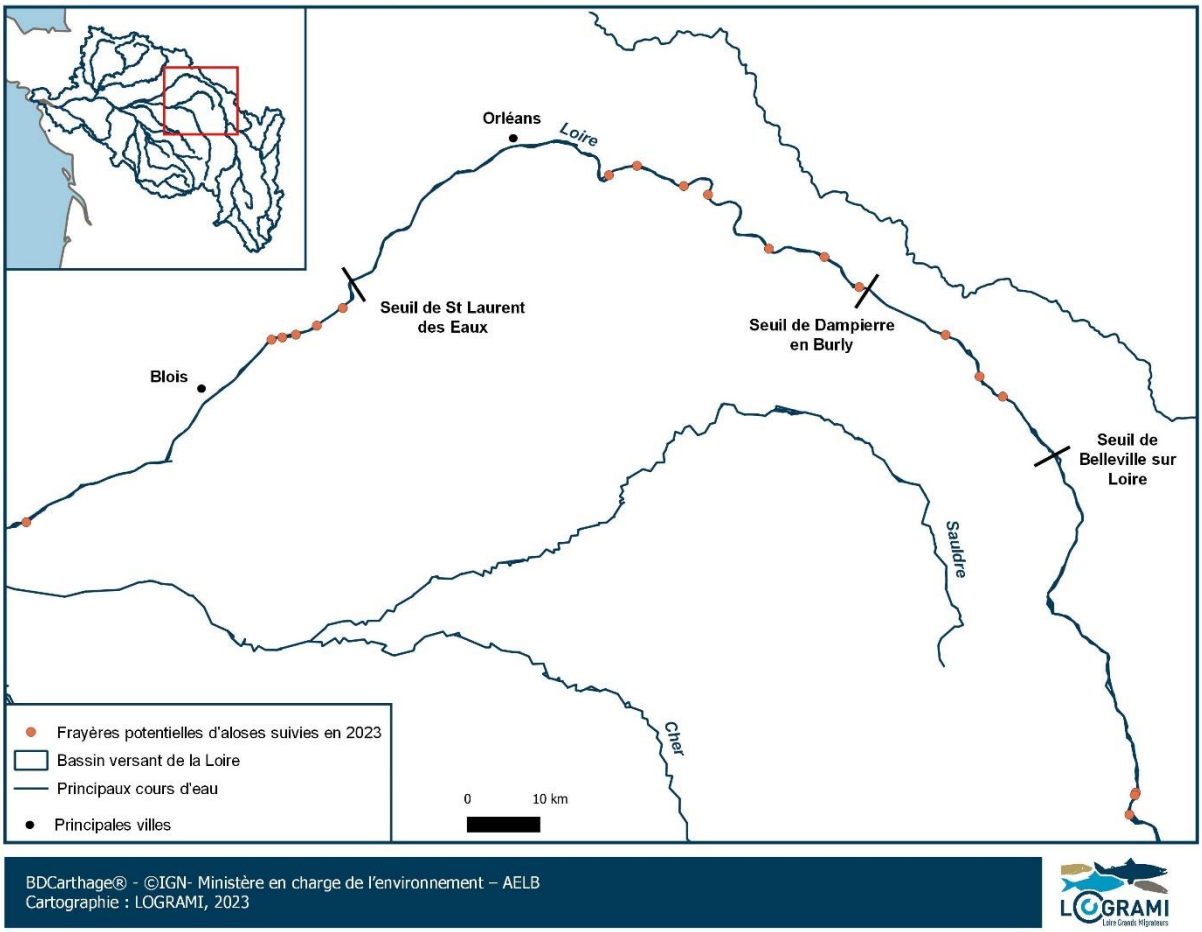


Figure 192 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur la Loire moyenne

La première sortie nocturne a été réalisée le 21 mai et la dernière le 8 juin. Entre ces 2 dates, 13 nuits ont été suivies et sur une même nuit, plusieurs frayères ont été suivies (Figure 193). Au total, 77 nuits « nuit/frayère » ont été réalisées. Toutes ces écoutes ont été réalisées dans des conditions thermiques et hydrologiques favorables à la reproduction des aloses. En effet la température de l'eau était toujours supérieure à 16 °C et le débit inférieur à 2,54 fois le module, valeurs seuils de référence sur le bassin de la Loire (Dolais, 2021).

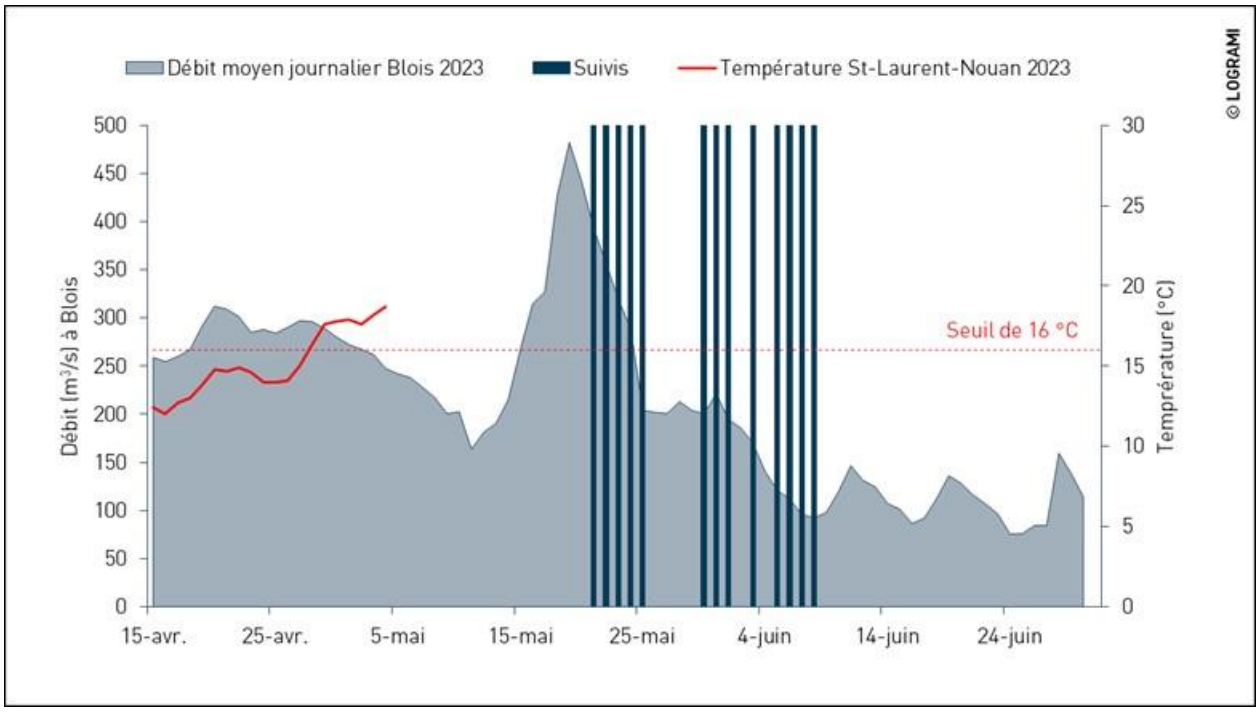


Figure 193 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur la Loire moyenne en relation avec la température à St-Laurent-Nouan et les débits de la Loire à Blois (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Seules 6 frayères ont été actives sur les 19 frayères suivies (Tableau 24 et Figure 194). Les nuits suivies ont permis de comptabiliser 1349 bulls dont 176 détectés grâce aux enregistrements audionumériques. L'activité de reproduction a été constatée dès la première nuit suivie (22 mai) et jusqu'à la dernière (06 juin).

Tableau 24 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction des aloses « brutes » constatée sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2023 (Sources : LOGRAMI)

		Temps d'observation (h)		Nombre total de suivis		Nombre de « nuits » d'enregistrement		Nb total de bulls		Nb bulls sur enregistrement	
Le Cul de Four - Montlivault		19:55		4		2		194		46	
Saint-Dyé sur Loire aval		16:45		4		2		68		23	
Muides sur Loire		24:13		6		1		462		35	
Camping de l'amitié	200 m amont radier	67:41	18:45	12	3	6	1	548	141	72	17
	400 m amont radier		25:00		5		2		260		24
	600 m amont radier		23:26		4		3		147		31
Sigloy		12:30		3		0		56		0	
Ousson-sur-Loire	Aval embarcadère	12:00	8:15	3	2	1	0	21	15	0	0
	Amont embarcadère		3:45		1		1		6		0
Total		**153:04**		**32**		**12**		**1349**		**176**	

La détermination de taux de réception moyens des dispositifs d'enregistrement audionumérique a pu être réalisée pour 6 points d'écoutes localisés sur 4 frayères potentielles (Tableau 25). Ces taux sont compris entre 17 % et 57 %.

Tableau 25 : Détail des calculs de taux de reception moyens des dispositifs d'enregistrement audionumérique pour les points d'écoutes des frayères d'aloses actives de la Loire moyenne ayant pu faire l'objet d'une calibration en 2023 (Sources : LOGRAMI)

	Nb bulls enregistrement	Nb bulls écoute directe	Taux réception	Taux moyen retenu
Le Cul de Four - Montlivault	32	109	29 %	57 % +/- 40
	33	39	85 %	
Saint-Dyé sur Loire aval	21	45	47 %	47 %
Muides sur Loire	51	111	46 %	29 % +/- 15
	28	124	23 %	
	16	88	18 %	
Camping de l'amitié 200 m amont radier	30	99	30 %	27 % +/- 4
	6	25	24 %	
Camping de l'amitié 400 m amont radier	56	126	44 %	53 % +/- 12
	62	102	61 %	
Camping de l'amitié 600 m amont radier	20	116	17 %	17 %

Cas particulier de la frayère « Camping de l'amitié » sur la commune de St Laurent Nouan

En 2022, après 2 nuits actives constatées sur un même et unique point d'écoute (Camping de l'amitié), les 09 mai 2022 et 10 mai 2022, l'activité sur cette frayère potentielle était tellement étendue qu'un 2ème point d'écoute s'est avéré nécessaire pour la suivre de manière la plus exhaustive possible. **En 2023, au regard de l'activité encore plus étendue, la frayère a été découpée en 3 points d'écoutes**.

Ces 3 points d'écoute n'ont pas toujours été simultanément suivis en 2023. Cependant, à partir de 3 nuits communes (Tableau 26), nous avons pu estimer le nombre de bulls durant les 2 nuits où seulement une partie des points d'écoute ont été suivis.

Tableau 26 : Répartition de l'activité de reproduction des aloses sur les 3 points d'écoute de la frayère « Camping de l'amitié » sur la Loire lors de 3 nuits communes en 2023 (Sources : LOGRAMI)

	Nb bulls entendus ou estimés		
	Camping de l'amitié 200 m amont radier	Camping de l'amitié 400 m amont radier	Camping de l'amitié 600 m amont radier
22 mai 2023	99	126	116
30 mai 2023	63	30	65
05 juin 2023	25	15	12
Ratio moyen point d'écoute / frayère	39 % +/- 10	28 % +/- 9	33 % +/- 9

Au final, le Tableau 27 résume le nombre de bull pour les points d'écoutes non suivis lors des 3 nuits non communes.

Tableau 27 : Estimation du nombre de bulls (en rouge) sur les points d'écoutes non suivis sur les nuits non communes grâce au ratio moyen d'activité du point d'écoute de la frayère « Camping de l'amitié » (Sources : LOGRAMI)

	Nb bulls entendus ou estimés		
	Camping de l'amitié 200 m amont radier	Camping de l'amitié 400 m amont radier	Camping de l'amitié 600 m amont radier
24 mai 2023	99	71 +/-23	84 +/-23
1er juin 2023	11 +/-3	8	9 +/-3

Le nombre total de bulls détectés pendant la campagne de suivi 2023 sur ces 6 frayères de ce secteur « Loire moyenne » a donc été ajusté à **1902 bulls** pour 21 « nuits/frayère » actives (Tableau 28). Le niveau de reproduction moyen sur une frayère active de ce secteur est donc de l'ordre de 75 bulls +/- 74 par frayère et par nuit active sur ce secteur.

Tableau 28 : Bilan de l'estimation de l'activité de reproduction des aloses sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2023 (Sources : LOGRAMI)

		Taux de réception moyen	Nb bulls sur enregistrement corrigés	Nb bulls entendus par humain	Nb total bulls	Nb total de « nuits » actives	Nb bulls/nuit active
Le Cul de Four - Montlivault		57 %	81	148	229	4	57
Saint-Dyé sur Loire aval		47 %	49	45	94	3	31
Muides sur Loire		29 %	121	427	548	4	137
Camping de l'amitié	200 m amont radier	27 %	63 290	234 766	297 1056	5	211
	400 m amont radier	53 %	45	323	368		
	600 m amont radier	17 %	182	209	391		
Sigloy		-	-	56	56	3	19
Ousson-sur-Loire	Aval embarcadère	-	-	15 21	21	2	11
	Amont embarcadère	-	-	6			
Total		**Moy : 38 +/- 16**	**541**	**1181**	**2004**	**21**	**466 Moy : 78 +/- 79,7**

Hormis les frayères de Sigloy et Ousson-sur-Loire qui sont situées en amont du 1er seuil de centrale nucléaire de la Loire (Saint-Laurent-des-Eaux) et qui ont présenté une faible activité, toutes les frayères constatées comme actives en 2023 sur la Loire Moyenne sont toutes situées dans un secteur compris entre 5 km et 16,3 km en aval du seuil de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux (Figure 194).

Concernant l'activité de reproduction en aval du seuil de centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux, l'essentiel de la reproduction s'est effectué sur les 2 frayères les plus proches du seuil. En effet, la frayère

la plus active a été la frayère du « Camping de l'amitié » avec 211 bulls/nuit active est distante de l'ouvrage de 5 km puis celle de Muides-sur-Loire avec 137 bulls/nuit active (9,5 km).

Tous ces résultats révèlent que l'essentiel de la reproduction des aloses sur la Loire moyenne s'est **déroulé en aval quasi immédiat du seuil de Saint-Laurent-des-Eaux**. Il est plus que probable que face aux conditions hydro climatiques extrêmement « chaudes et sèches » du printemps 2023 (donc peu favorables à la migration lointaine vers l'amont et notamment au franchissement d'ouvrage), **les géniteurs d'aloses se sont en majeure partie retrouvés bloqués en aval du seuil de Saint-Laurent-des-Eaux, alors qu'ils avaient atteint leur maturité sexuelle probablement dès le début du mois de mai (voire mi-avril)**.

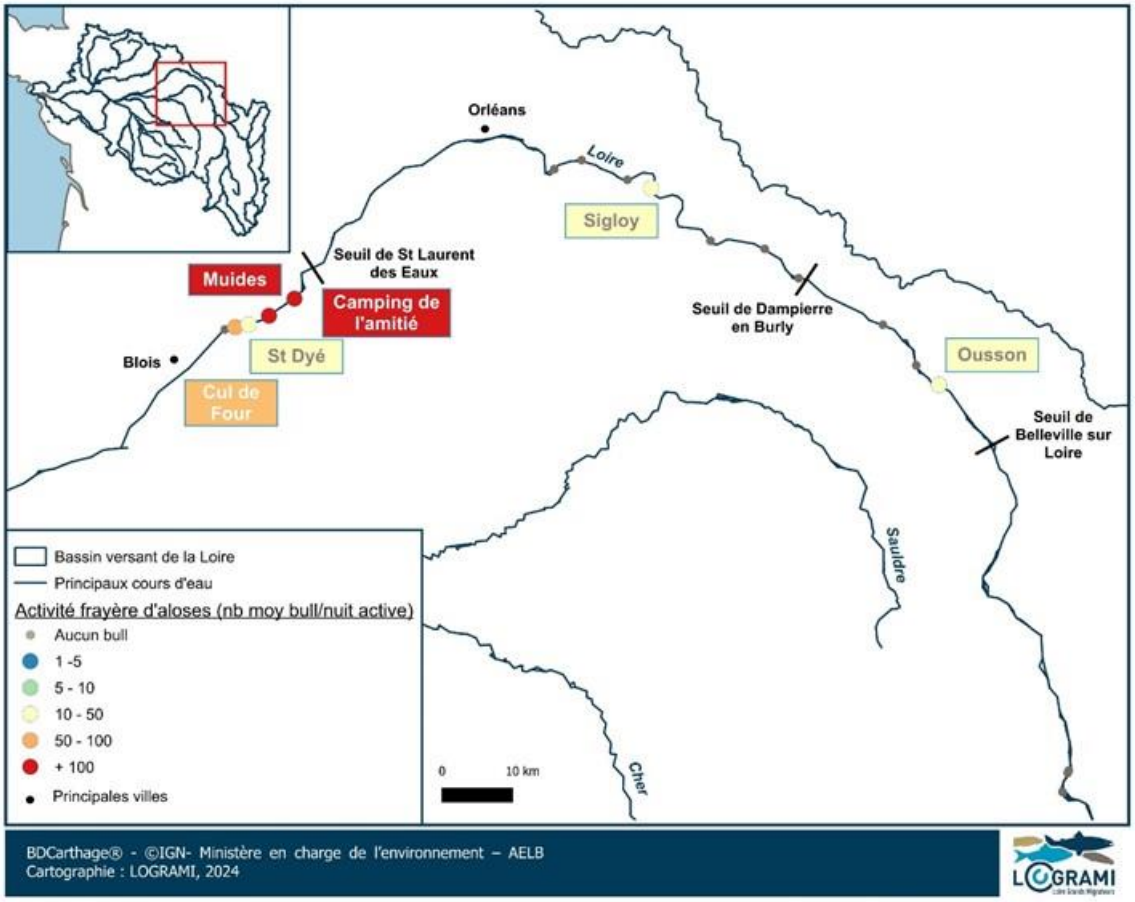


Figure 194 : Activité moyenne de reproduction des frayères d'aloses suivies en Loire moyenne en 2023

La mise en place de cette campagne de suivi depuis 2020 s'est imposée à la suite du constat de raréfaction des effectifs aux stations de comptage sur la Loire amont et l'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, et de la quantifier.

8.2.5. Bilan inter-secteurs

8.2.5.1 Résultats 2023

Afin de comparer le niveau d'activité de reproduction entre les différents secteurs suivis sur le bassin de la Loire en 2023, la somme du nombre moyen de bulls par nuit active de l'ensemble des frayères suivies sur chaque secteur a été choisie. Le suivi s'est échelonné du 4 mai au 20 juin. Le suivi renforcé sur la Creuse avec le nouveau système de micro a permis de mettre en évidence une activité continue entre le 9 mai et le 20 juin (Tableau 29).

L'intérêt de suivre simultanément la Loire moyenne, la Loire amont, la Vienne, la Creuse et l'Allier est de mieux se rendre compte de l'ampleur de l'activité de reproduction dans des conditions quasiment identiques.

Tableau 29 : Bilan spatio-temporel de l'activité de reproduction des aloses sur les différents secteurs du bassin de la Loire suivis en 2023

	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21	S 22	S 23	S 24	S 25
Vienne	/	Actif	/	Actif	Actif	Actif	Inactif	/	/
Creuse	/	/	Actif	Actif	Actif	Actif	Actif	Actif	Actif
Cher	/	/	/	Actif	/	/	/	/	/
Loire Moyenne aval St Laurent des Eaux	/	/	/	Inactif	Actif	Actif	Actif	/	/
Loire Moyenne aval Dampierre	/	/	/	/	Inactif	Actif	Actif	/	/
Loire Moyenne aval Belleville	/	/	/	/	Actif	Actif	Inactif	/	/
Loire Moyenne aval Bec d'Allier	/	/	/	/	/	/	Inactif	/	/
Loire Amont	/	/	/	/	Actif	/	Actif	Inactif	/
Allier aval Lorrains	/	/	/	/	Inactif	/	Inactif	/	/
Allier aval Moulins	/	/	/	/	/	Actif	Inactif	Inactif	/
Allier aval Vichy	/	/	/	/	/	Inactif	/	Inactif	/

S 17 : du 24 avril au 30 mai – S 18 : du 1er au 7 mai – S 19 : du 8 au 14 mai – S 20 : du 15 au 21 mai – S 21 : du 22 au 28 mai – S 22 : du 29 mai au 4 juin – S 23 du 5 au 11 juin – S 24 du 12 au 18 juin – S 25 du 19 au 25 juin

Au final, sur les frayères actives du bassin de la Loire que nous avons pu suivre en 2023, **la Loire moyenne montre une activité plus importante** avec 451 bulls/nuit (nombre moyen de bull sur les nuits actives) pour 6 frayères actives sur les 19 suivies. L'activité de reproduction sur la Vienne et la Creuse a été moins forte avec 110 bulls/nuit pour la Vienne et 42 bulls/nuit pour la Creuse (Figure 195).

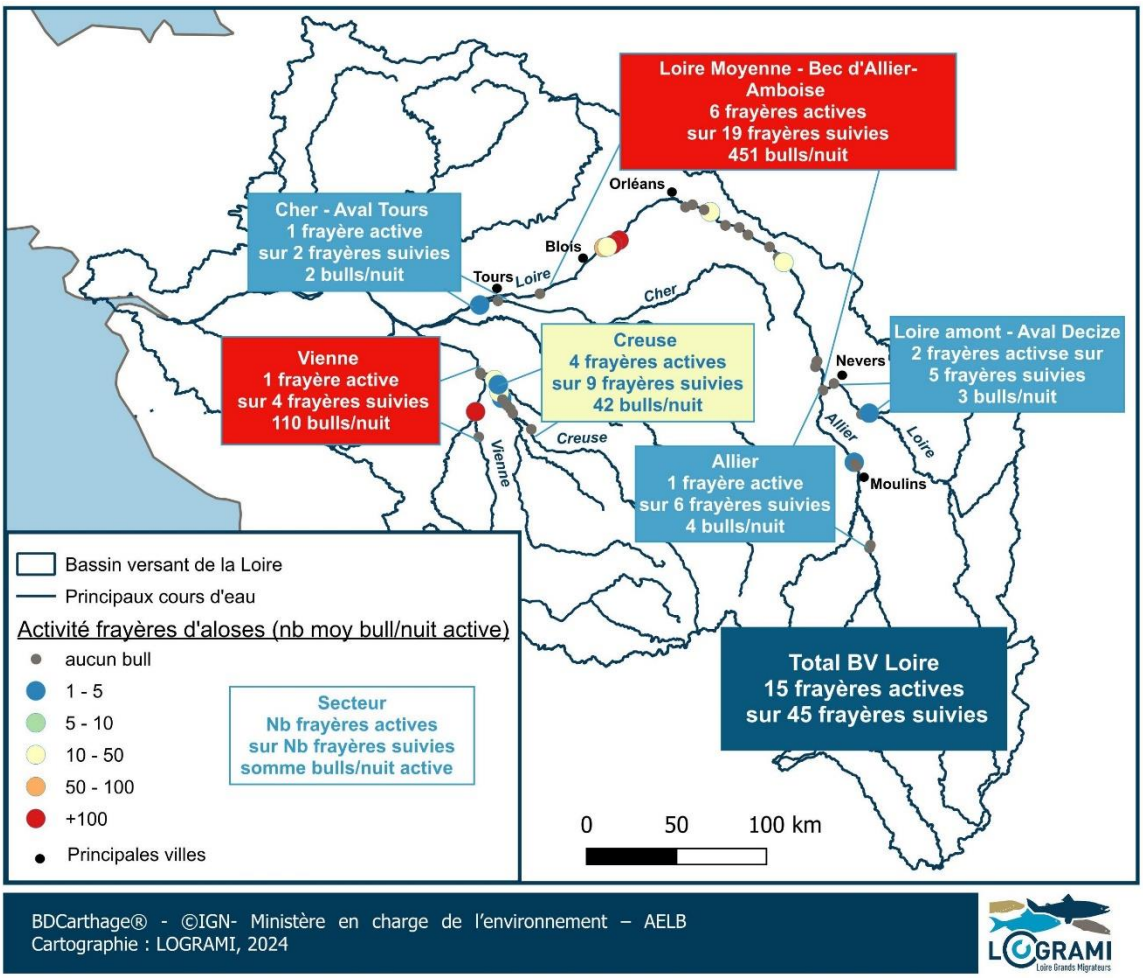


Figure 195 : Bilan de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les différents secteurs du bassin de la Loire en 2023

8.2.5.2 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 parait 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 entre 2012 et 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 la fraie. Les suivis ont commencé dès 2001 notamment sur l'axe Vienne, la Figure 196 présente les données pour les trois axes suivis historiquement par LOGRAMI.

L'affluent qui montre la plus grande activité de reproduction est la Vienne avec au maximum 178 bulls/heure en 2020 et en moyenne toutes les années confondues 34 bulls/heures +/- 46.

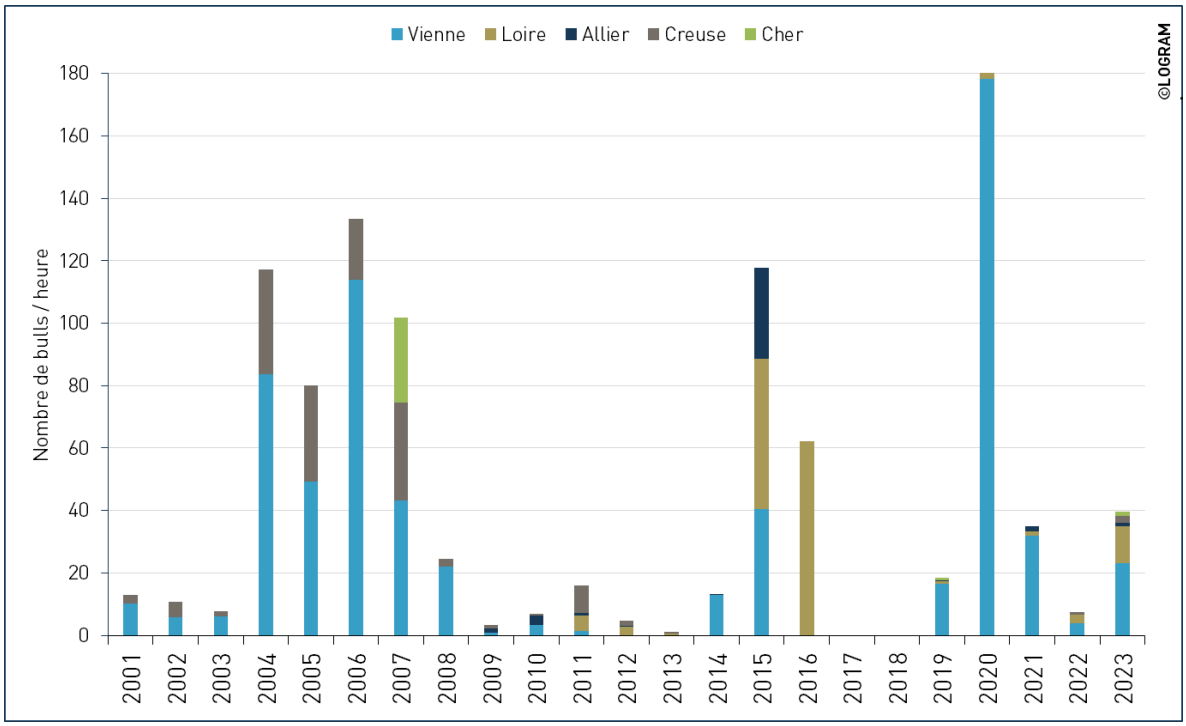


Figure 196 : Nombre de bulls d'aloses par heure et par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2023

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 2023 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 2023 est édifiante 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 2023 les conditions de débit étaient défavorables et l'activité de pêche présente. **En témoigne le nombre de géniteurs de retour à la station de Châtellerault sur la Vienne avec 5 008 aloses comptées en 2020 contre 124 en 2023, ou à Decize sur la Loire où 510 aloses sont remontées en 2020 contre seulement 11 en 2023.** De façon plus générale, la moyenne interannuelle du nombre de bulls par heure sur la Vienne avant 2009 est de 42 bulls (+/- 40) contre 23 en 2023. Tout axe confondu, le nombre de bulls par heure est respectivement de 21 (+/- 17) et de 12 (+/- 22) entre 2001 et 2008, et entre 2009 et 2022. En 2023, le nombre de bulls par heure moyen sur l'ensemble des cours d'eau suivis est encore plus mauvais et est de 7,9 +/- 9,7.

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.

Les Figure 197 et Figure 198 présentent le nombre de suivis par an ainsi que le nombre de suivis par saison. Depuis 2021, l'effort d'échantillonnage s'intensifie (comparativement à la période 2015-2020). Ainsi, le nombre moyen de suivis réalisés entre 2015 et 2020 est de 20 suivis (+/- 15) pour 9 sites (+/- 5) tandis qu'il est depuis 2021, de 145 suivis (+/- 45) pour 49 sites (+/- 7). **Malgré cette augmentation, le nombre de bull/heure est en diminution et confirme la diminution de l'activité de reproduction**.

Afin de mieux appréhender le biais que peut engendrer l'échantillonnage dans les données d'analyse, les 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) a été réalisée. 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 197). 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. Avec la raréfaction des aloses sur la partie haute du bassin de la Loire, l'effort de prospection sur la Loire (en aval de confluence avec l'Allier) a fortement augmenté.

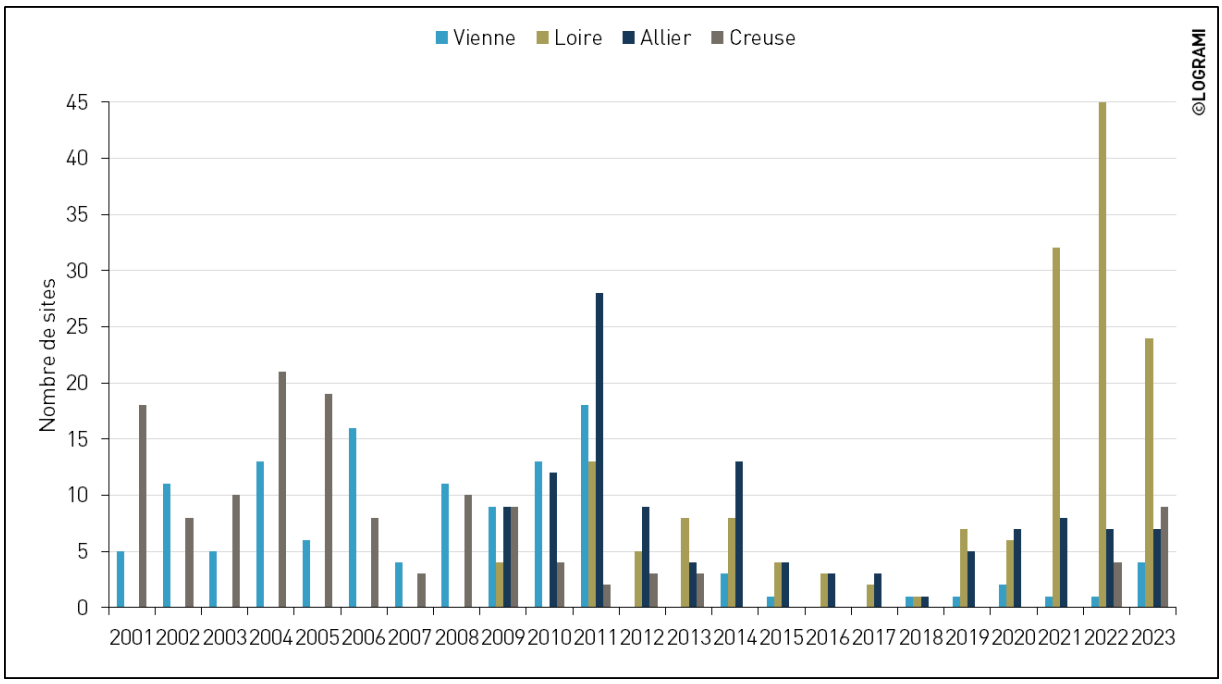


Figure 197 : Évolution interannuelle du nombre de sites de reproduction de l'alose suivis par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2023

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 audionumériques sur l'ensemble du bassin de la Loire (Figure 198). En 2023, 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. La Creuse, avec la mise en place du suivi avec les nouveaux enregistreurs audionumériques, a fait l'objet de 93 suivis.

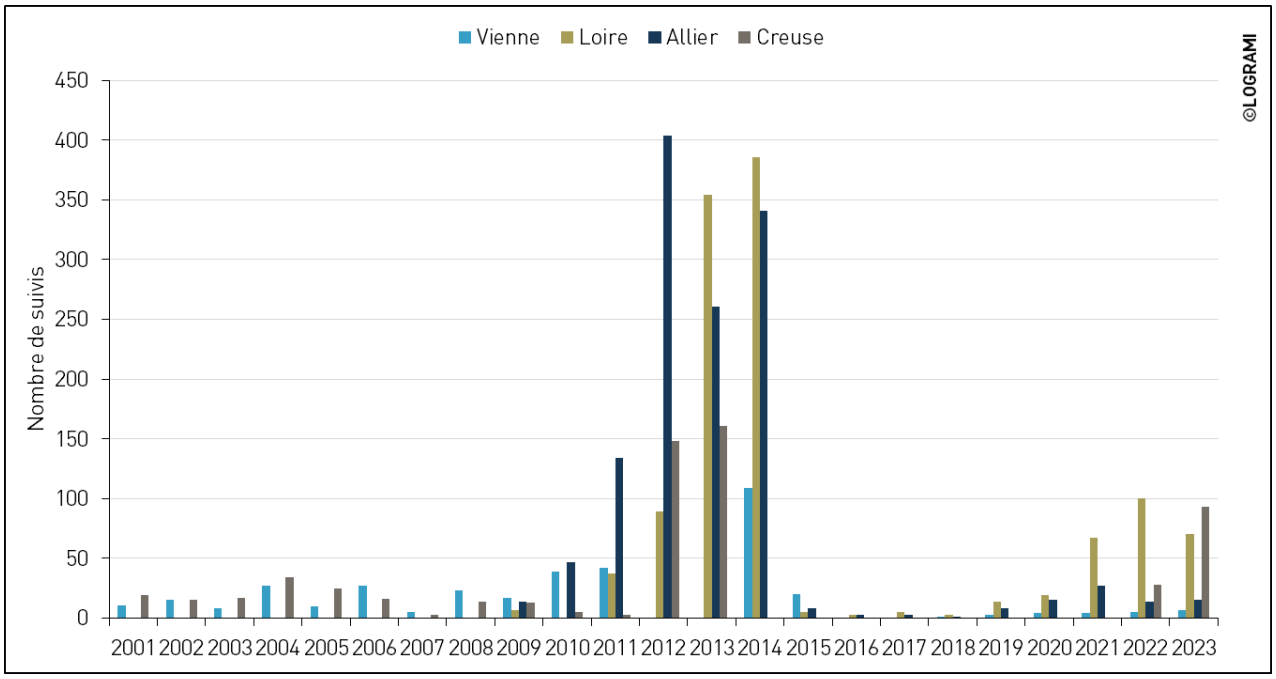


Figure 198 : Évolution interannuelle du nombre de nuits suivies pour la reproduction de l'alose par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2023

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.

Les investigations en Loire moyenne vont se poursuivre en 2024 pour confirmer ou non ce que les années 2021 à 2023 semblent 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 susceptibles de maintenir l'espèce.**

8.2.6. Reproduction de l'alose et perturbations liées aux silures

La perturbation du silure sur les aloses lors de la reproduction est un phénomène que LOGRAMI suit de plus prêt depuis 2021. Avant cette date, des observations avaient été faites mais pas de manière quantitative. La récurrence de ces observations de prédation/dérangement de ces dernières années montre qu'il est intéressant de quantifier ce phénomène.

Le silure est potentiellement présent sur toutes les frayères d'aloses suivis en 2023. Sur l'Allier, sur les 4 bulls d'aloses comptés à Avermes aucun n'a été dérangé/prédaté (Figure 199). Sur la Creuse, en 2022, le pourcentage de bulls dérangés/prédatés était de 3 %. En 2023, ce pourcentage est passé à 15 % soit 5 fois plus. Sur la Loire, le dérangement/prédation du silure est en augmentation et atteint 8 % en 2023. Pour finir sur la Vienne, la prédation/dérangement du silure en 2023 a doublé par rapport à 2022 (8 % contre 4 %). **Nous avons actuellement peu de recul sur la quantification de ce phénomène.**

Ce pourcentage est très probablement sous-estimé. En effet, d'après l'étude réalisée en 2020 par (Boulêtreau et al., 2021), 12 % des 1 074 bulls entendus lors de la campagne de suivi de reproduction ont été perturbés par des silures en se basant sur une simple écoute directe. Cependant, en se basant cette fois

sur le système de caméra infrarouge qui survolait les frayères lors de ces mêmes nuits de suivi, le nombre de bulls dérangés pouvait atteindre 37%, soit le triple par rapport aux écoutes directes.

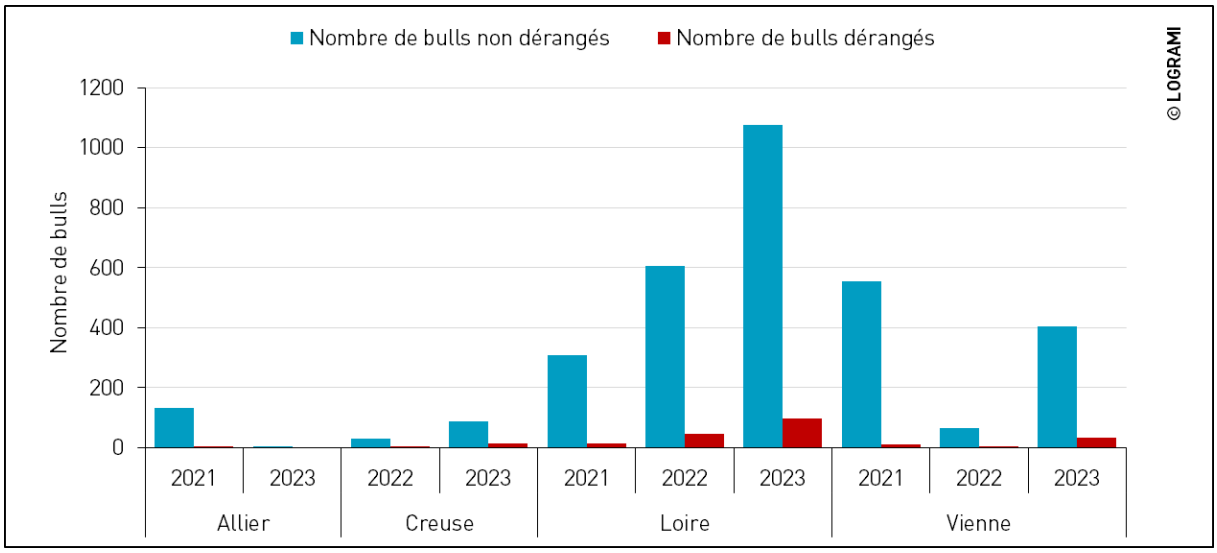


Figure 199 : Nombre de bulls dérangés par le silure sur les différentes frayères actives suivies depuis 2021 sur la Loire et ses affluents

8.3. Le front de colonisation

8.3.1. Méthodes de recherche par ADN environnemental

L'ADN environnemental (ADNe) se définit par l'ensemble des fragments d'ADN extractible depuis un échantillonnage environnemental (prélèvement d'eau, sol…). Il a pour objectif d'établir une liste d'espèces présentes dans le biotope échantillonné sans avoir besoin de capturer l'espèce ciblée. L'ADN provient de ce qui est libéré dans l'environnement par l'individu (mucus, fèces, peau, écailles…). Sitôt relâchés, les fragments sont dégradés par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques, ce qui limite leur disponibilité dans l'environnement. En milieu aquatique, l'ADNe ne persiste qu'entre 1 et 25 jours, la durée exacte étant dépendante entre autres de l'environnement, de l'exposition aux rayons UV, de l'acidité, de la température de l'eau et de la présence d'endo ou d'exonucléases (Dejean et al., 2011). Deux méthodes d'analyses des échantillons sont possibles, le barcoding qui permet d'attester la présence d'une espèce cible et le métabarcoding qui dresse la liste de tous les taxons d'un groupe présents dans le prélèvement. L'enjeu de l'inventaire par analyse ADNe est donc de **bien cibler les espèces ainsi que les périodes de prélèvement** pour augmenter la probabilité de détection de l'espèce recherchée. Ceci prévaut d'autant plus lorsque l'échantillonnage est réalisé en milieu aquatique courant, et que les grands migrateurs sont recherchés. Aucune donnée quantitative n'est possible avec ce type d'analyse, le nombre, la taille ou le sexe des individus n'est pas observable pour l'instant avec l'ADNe. De plus, si les effectifs d'une espèce sont très faibles et libèrent proportionnellement peu d'ADN, le risque de ne pas détecter la présence de l'espèce est grand. Ce qui est une limite majeure lors de la recherche des fronts de colonisation.

8.3.1.1 Choix des sites échantillonnés

Pour cette deuxième année d'échantillonnage, les sites ont été déterminés afin de préciser au mieux les fronts de colonisation de l'alose (deux espèces confondues) sur le bassin de la Loire. **Les prélèvements d'eau ont été réalisés en aval immédiat des frayères potentielles connues ou des seuils pouvant créer une accumulation de géniteurs.** L'inventaire par recherche ADNe a été utilisé en complément des observations aux stations de comptage. Ainsi, avec 11 aloses à la station de Decize sur la partie amont de la

Loire, et 2 individus comptés à la station de Vichy sur l'Allier, aucun point n'a été réalisé plus haut considérant le front de colonisation à Decize pour la Loire et Vichy pour l'Allier.

Dans certains cas, les prélèvements ont eu pour objectif de mettre en évidence les difficultés de franchissement que pouvaient représenter les ouvrages pour la migration de montaison. C'est le cas sur la Creuse où le seuil de la Guerche peut, selon les débits et malgré son échancrure, constituer un obstacle. C'est pourquoi un point de prélèvement a été réalisé en aval du seuil et plusieurs en amont. De plus, avec l'abaissement de la retenue de Descartes et la mise hors d'eau de la station de comptage, la méthode de recherche par ADNe présentait un grand intérêt pour pallier l'absence de comptage sur ce cours d'eau.

Bien que certains bulls aient été entendus en aval de Vichy lors de suivis de reproduction, deux prélèvements ont été réalisés afin de voir la sensibilité de la méthode ADNe pour la détection des géniteurs d'alose lorsqu'ils sont présents en faible quantité (station d' Avermes et Billy).

Au total, 20 sites ont été échantillonnés par la méthode de recherche ADNe en 2023 (Figure 200).

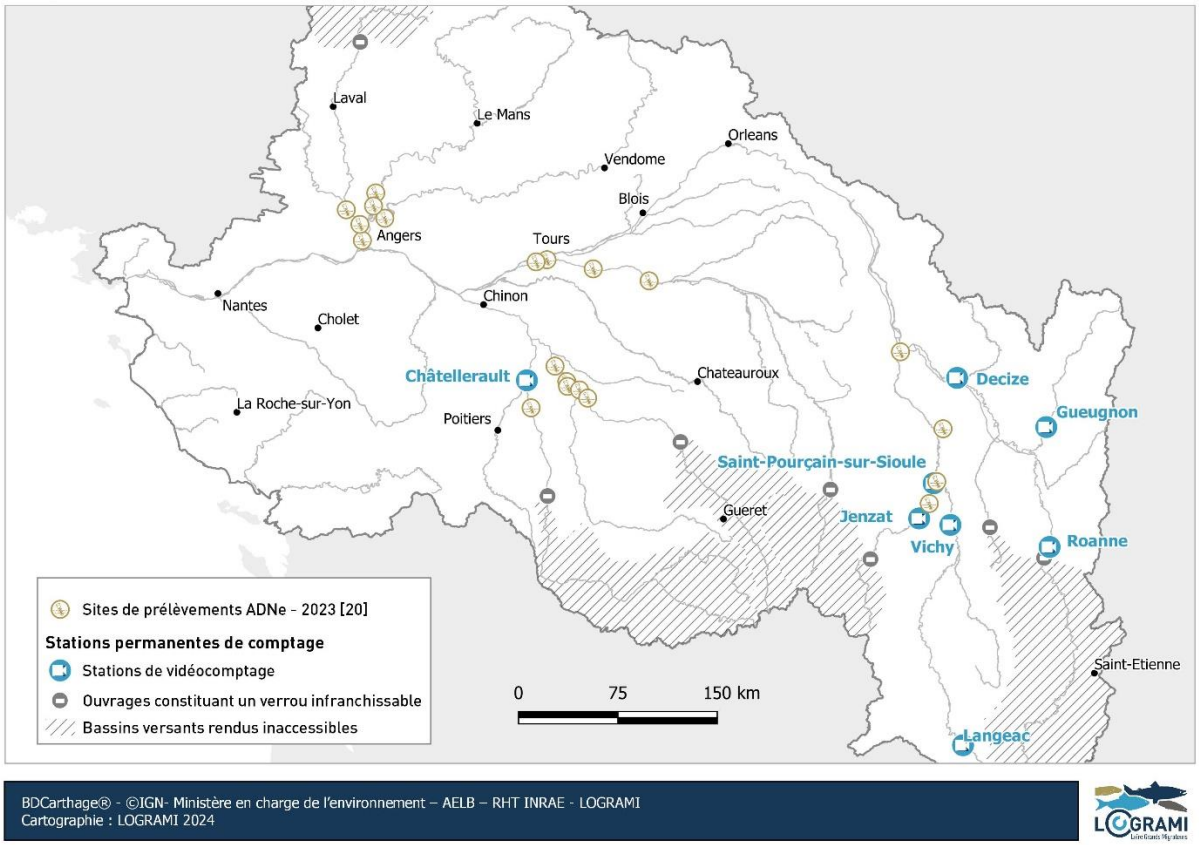


Figure 200 : Sites de prélèvement ADNe en 2023 sur les cours d'eau du bassin de la Loire (n=20)

8.3.1.2 Dates de prélèvement

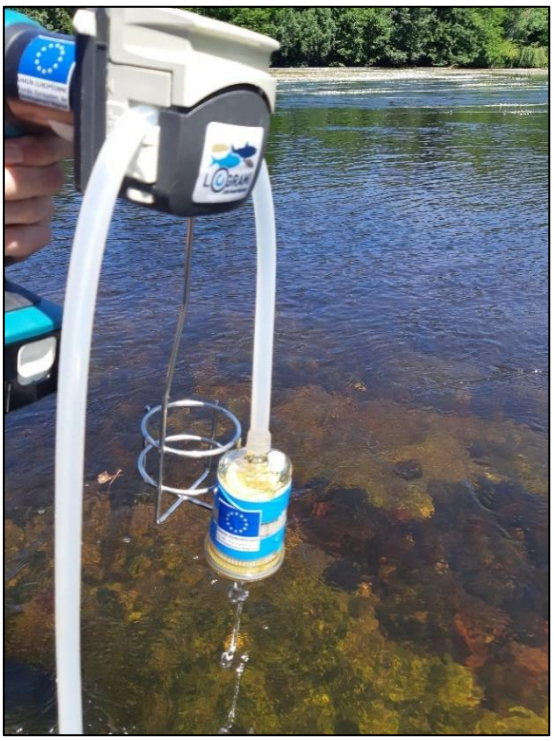
Afin de retrouver l'alose dans les prélèvements, le choix de la période d'échantillonnage est primordial pour détecter la présence de l'espèce. Le pic de reproduction de l'alose s'étalant en moyenne de mi-mai à mi-juin à l'échelle du bassin de la Loire, les échantillonnages ont été réalisés sur 7 jours répartis du 22mai au 15 juin (Tableau 30).

Tableau 30 : Stations échantillonnées sur les cours d'eau du bassin de la Loire par la méthode de recherche ADNe en 2023 (Sources : LOGRAMI)

Cours d'eau	Nom du site	Date d'échantillonnage
Vienne	Bonneuil-Matours	22/05/2023
Creuse	La Guerche	22/05/2023
Creuse	Gatineau	23/05/2023
Creuse	La Roche Posay	23/05/2023
Creuse	Tournon St Martin	23/05/2023
Creuse	Varennes	23/05/2023
Cher	Bléré	24/05/2023
Cher	Le Grand Moulin	24/05/2023
Cher	St Aignan	24/05/2023
Cher	Tours-Pont-St-Sauveur	24/05/2023
Sarthe	Boire de la Vidange	25/05/2023
Sarthe	Châteauneuf-sur-Sarthe	25/05/2023
Mayenne	Montreuil	25/05/2023
Maine	Seuil Maine	25/05/2023
Loir	Villevêque	25/05/2023
Mayenne	Grez Neuville	26/05/2023
Allier	Billy	13/06/2023
Sioule	Contigny	13/06/2023
Allier	Avermes	15/06/2023
Allier	Guétin	15/06/2023

8.3.1.3 Méthode d'échantillonnage

En milieu courant, l'échantillonnage consiste à filtrer, grâce à une pompe péristaltique, 30 litres d'eau par une capsule de filtration VigiDNA® possédant une maille 0,45 µm (Figure 201). Deux réplicas par station sont réalisés afin de diminuer le risque d'avoir un échantillon défectueux et d'augmenter le nombre de séquences ADN analysées. Sitôt la filtration terminée, le filtre est vidé de son eau et rempli d'une solution tampon (VigiDNA® CL1 Buffer) qui permet la bonne conservation de l'ADN, le filtre est alors agité durant une minute afin de mettre en suspension les fragments collectés, puis envoyé en laboratoire pour analyse.



©LOGRAMI

Figure 201 : Prélèvement d'ADNe réalisé à l'aide d'une pompe péristaltique (à gauche) et conservation de l'ADN grâce à la solution tampon VigiDNA® CL1 Buffer (à droite)

Afin de ne pas polluer le prélèvement avec de l'ADN humain, les recommandations sanitaires préconisées par le laboratoire Spygen ont été respectées, en utilisant des gants lors de la manipulation des filtres, en prélevant toujours face au courant et en remontant la rivière lors des déplacements transversaux. L'aval des zones d'accélération où les écoulements étaient les plus turbulents et où l'essentiel de l'eau amont semblait visuellement converger ont été ciblées. Lorsque les profondeurs ne permettaient pas de traverser le cours d'eau, la filtration a été réalisée en canoë. La crépine (dispositif de captation de l'eau) était située à 50 cm sous la surface en moyenne.

En milieu courant, la distance minimale entre deux points de prélèvement est un élément important afin que les résultats de présence ne se chevauchent pas et faussent la donnée du front de colonisation. Une étude a montré que la distance de détection de l'ADN dépendait notamment de l'hydrologie (vitesse du courant et profondeur) ainsi que du volume d'ADN rendu disponible dans l'eau par les organismes recherchés. Dans de petits cours d'eau, la distance de détection est de l'ordre de quelques kilomètres (Civade, 2016) et de plusieurs dizaines de kilomètres pour des rivières majeures ou fleuves comme la Loire (Pont et al., 2018). Ainsi, la distance entre deux points sur un même cours d'eau a été dans la mesure du possible de 10 km au minimum.

8.3.1.4 Analyses génétiques

Après le prélèvement d'eau, les filtres désormais chargés de fragments d'ADN sont envoyés au laboratoire Spygen afin d'obtenir la liste des taxons présents sur le site. Le processus d'identification des espèces se fait en plusieurs étapes (Figure 202).

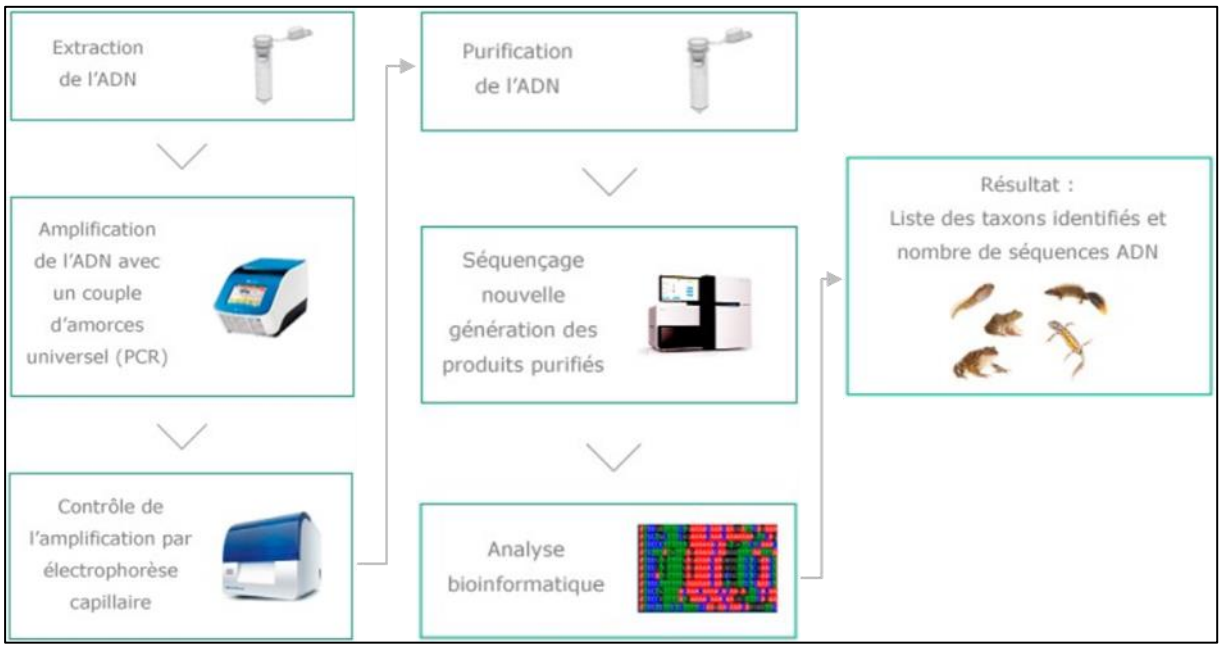


Figure 202 : Schéma des étapes de l'analyse d'un échantillon ADNe en métabarcoding de l'extraction jusqu'à la liste de taxons (Source : Spygen©)

Lors de l'analyse bio-informatique, l'ADN amplifié est comparé à plusieurs bases de référence, celles propres à Spygen mais également Genbank©, une base de référence publique. Ces dernières sont renseignées par des échantillons de nageoires issus d'espèces clairement identifiées et venant de nombreux cours d'eau de France et d'ailleurs.

Malgré la recherche de marqueurs permettant d'identifier spécifiquement les deux espèces d'alose : la Grande alose et l'Alose feinte, la proximité génétique ainsi que l'existence d'hybrides rendent pour le moment impossible l'identification à l'espèce. Ainsi, dans l'ensemble des résultats ADNe présentés, l'alose est citée de façon générale en regroupant les deux espèces.

Conditions hydrologiques et thermiques des prélèvements ADNe

Les conditions hydrologiques et thermiques ont permis un échantillonnage optimal puisque le seuil des 16°C avait été atteint plusieurs semaines auparavant sur l'ensemble des 20 sites. De plus, les conditions d'écoulement ont permis un accès relativement simple aux cours d'eau puisque les niveaux étaient très bas comparés aux moyennes historiques des débits sur l'ensemble des stations. En outre, aucun épisode de crue n'a été constaté avant ou pendant la période d'échantillonnage (cf. § 8.2.1 Influence de la thermie et de l'hydrologie).

Résultats

La présence de l'alose a été identifiée au niveau de 8 stations sur 20 échantillonnées par LOGRAMI (Figure 203). D'autres grands migrateurs ont également été détectés, même s'ils n'étaient pas spécifiquement visés, c'est l'intérêt d'une recherche d'espèces par prélèvement ADNe en métabarcoding. Les poissons thalassotoques comme le mulet ou l'anguille ont pu être inventoriés puisqu'ils grandissent en eau douce durant plusieurs années consécutives. Aucune Lamproie marine ou fluviatile n'a en revanche été détectée, ce qui n'est pas étonnant au vu de la période d'échantillonnage et des effectifs comptés à l'échelle du bassin de la Loire (14 individus). Idem pour le Saumon atlantique, la rareté des géniteurs rend presque impossible sa détection via cette méthode.

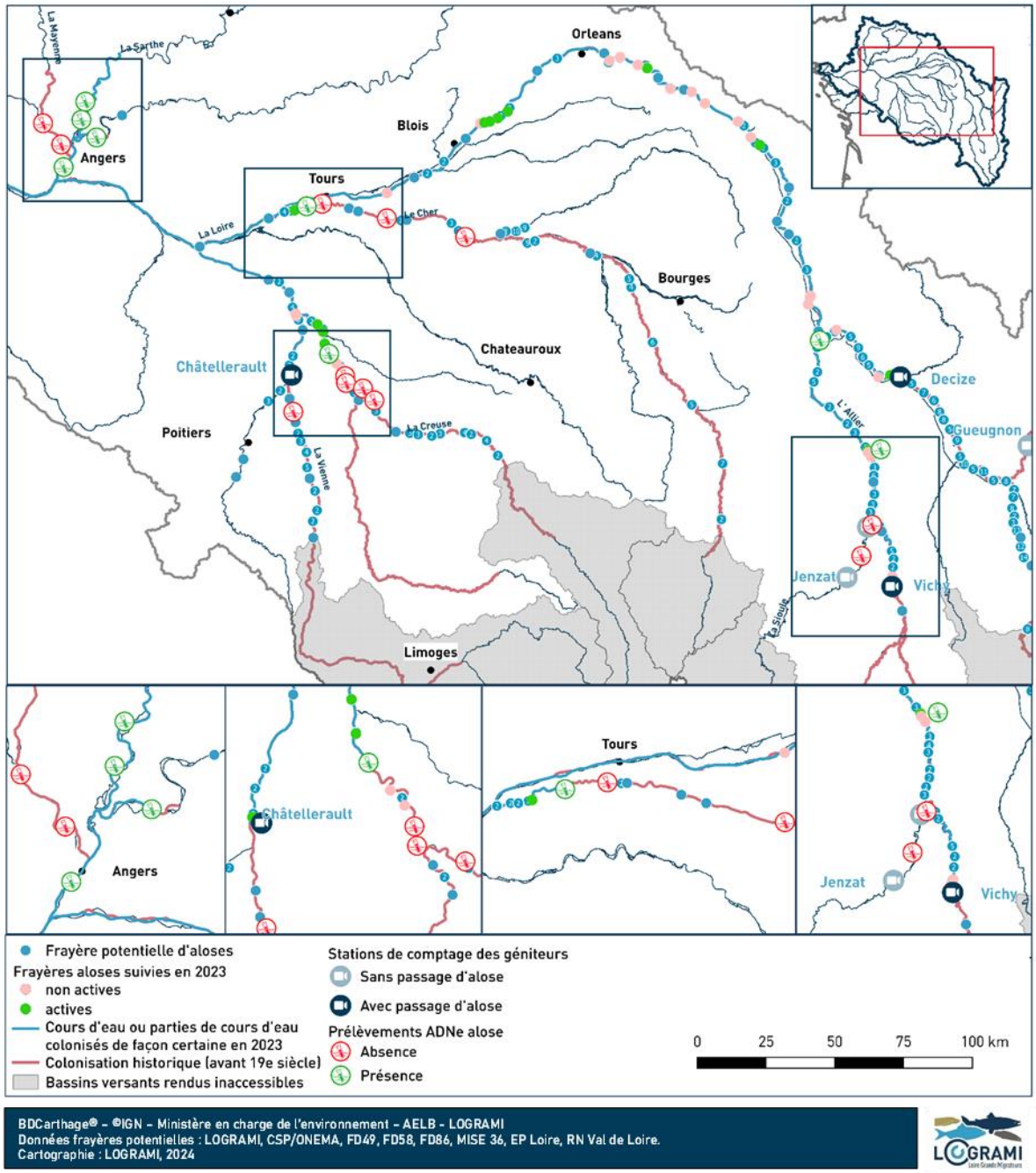


Figure 203 : Résultats de présence de l'alose en 2023 par la détection ADNe à l'échelle du bassin de la Loire (Source : prélèvements LOGRAMI, séquençage et détermination Spygen)

Sur la Creuse, la présence de l'alose est confirmée en amont de Descartes sur la commune de la Guerche. Le prélèvement positif a été réalisé en aval immédiat du seuil de la Guerche en revanche aucune détection pour les 4 stations plus en amont (Gatineau, La Roche-Posay, Varennes, Tournon-St-Martin). Cette observation n'est pas surprenante au vu du faible nombre de bulls entendus sur la frayère de Leugny située quelques kilomètres en aval. Ces informations nous permettent d'obtenir le front de colonisation et mettent en évidence que le maillage resserré des prélèvements sur cet axe était plutôt bon. D'autre part, cela met en évidence le blocage que représente le seuil de la Guerche qui malgré son échancrure est probablement moins un obstacle pour un saumon que pour une alose, et à plus forte raison avec les faibles débits observés durant l'été 2023.

Sur la Vienne, le prélèvement réalisé en amont de la station de comptage de Châtellerault sur la commune de Bonneuil-Matours ne contenait pas d'ADN d'alose. **Le front de colonisation se situe donc très probablement en aval du seuil de Bonneuil**. Il est intéressant de voir que sur 124 individus ayant franchi le barrage de Châtellerault, aucun n'a été détecté. En effet, 80 avaient déjà été comptabilisés à la station de comptage de la Vienne dont 39 dans les 20 jours précédant le prélèvement du 22 mai 2023. Cette information peut donner une idée des effectifs minimum pour être détecté via la méthode ADNe. Avec un seul point sur l'axe, il est également possible que les aloses n'aient pas été bien captées. Un second point sur la Vienne aurait probablement permis d'avoir une idée plus précise.

Sur le Cher, l'alose s'est bien engagée sur cet axe, **la station de Grand-Moulin a permis de mettre en évidence la présence de l'alose sur cet axe**. En revanche, **aucun géniteur n'a été détecté au niveau de Tours** (à l'aval du pont Saint-Sauveur) ni à Bléré ou encore St Aignan. L'ouvrage de Grand-Moulin, pourrait avoir empêché la remontée de l'alose. Le doute est permis puisque malgré l'ouverture partielle d'un de ses clapets, aucun dispositif permettant le franchissement de façon certaine pour l'alose n'est installé. Les observations concernant la colonisation sont à 7 kilomètres près les même qu'en 2022 pour l'alose. Toutefois, sa présence avait été confirmée en amont de l'ouvrage de Savonnières, nouvellement équipé d'une rivière de contournement en 2022.

Sur la Loire, aucun prélèvement n'a été réalisé étant donnée la présence de géniteurs (11) à la **station de Decize.**

Concernant le bassin de l'Allier, aucune détection pour le site de Contigny sur la Sioule, en revanche l'alose s'est bien engagée sur l'Allier puisque la **station de Guétin** proche de la confluence avec la Loire a capté quelques séquences d'ADN. La détection est seulement présumée à Billy mais avérée au niveau de la commune d'**Avermes**.

Sur la Maine, l'alose a été détectée dès l'entrée du bassin au niveau de l'ancien seuil de Maine (effacé). La présence à ces dates aussi aval sur le bassin peut permettre de penser qu'une frayère se trouve à proximité.

Sur la Sarthe, l'alose a été détectée aux deux points de prélèvement réalisés **à Cheffes et Châteauneuf-sur-Sarthe** (département du Maine-et-Loire). La déclaration d'une capture par un pêcheur amateur a permis d'établir le front 30 km encore plus en amont sur la commune de **Sablé-sur-Sarthe** (département Sarthe). Un réajustement sera nécessaire en 2024 pour mieux déterminer le front sur ce cours d'eau.

Sur la Mayenne, **aucune détection** n'est effectuée malgré les deux points réalisés à Montreuil-Juigné ainsi que Grez-Neuville plus en amont.

Sur le Loir, le seul point effectué a été positif, puisque l'alose a été détectée au niveau de **l'ouvrage de Villevêque situé** quelques kilomètres en amont du boire des corbières, site échantillonné en 2022 sans présence d'alose (Figure 204).

Les résultats des prélèvements sont transmis avec le nombre de séquences d'ADN qui ont permis d'identifier chaque espèce. Il n'y a pas de corrélation systématique entre le nombre de séquences ADN et les effectifs d'une espèce.

D'autre part, le maillage des sites d'échantillonnages ont été optimum afin de déterminer le front de colonisation de l'alose notamment pour la Creuse, le Cher, la Mayenne et la Sioule. En revanche, la Sarthe, la Vienne ainsi que l'Allier et le Loir mériteraient d'être densifié en termes de point de prélèvements ADNe pour le suivi 2024. La période de prélèvement semble avoir été bien définie puisque les aloses ont été captées relativement haut dans le bassin de la Loire (Avermes) en complément des observations aux stations de comptage et des suivis de reproduction.

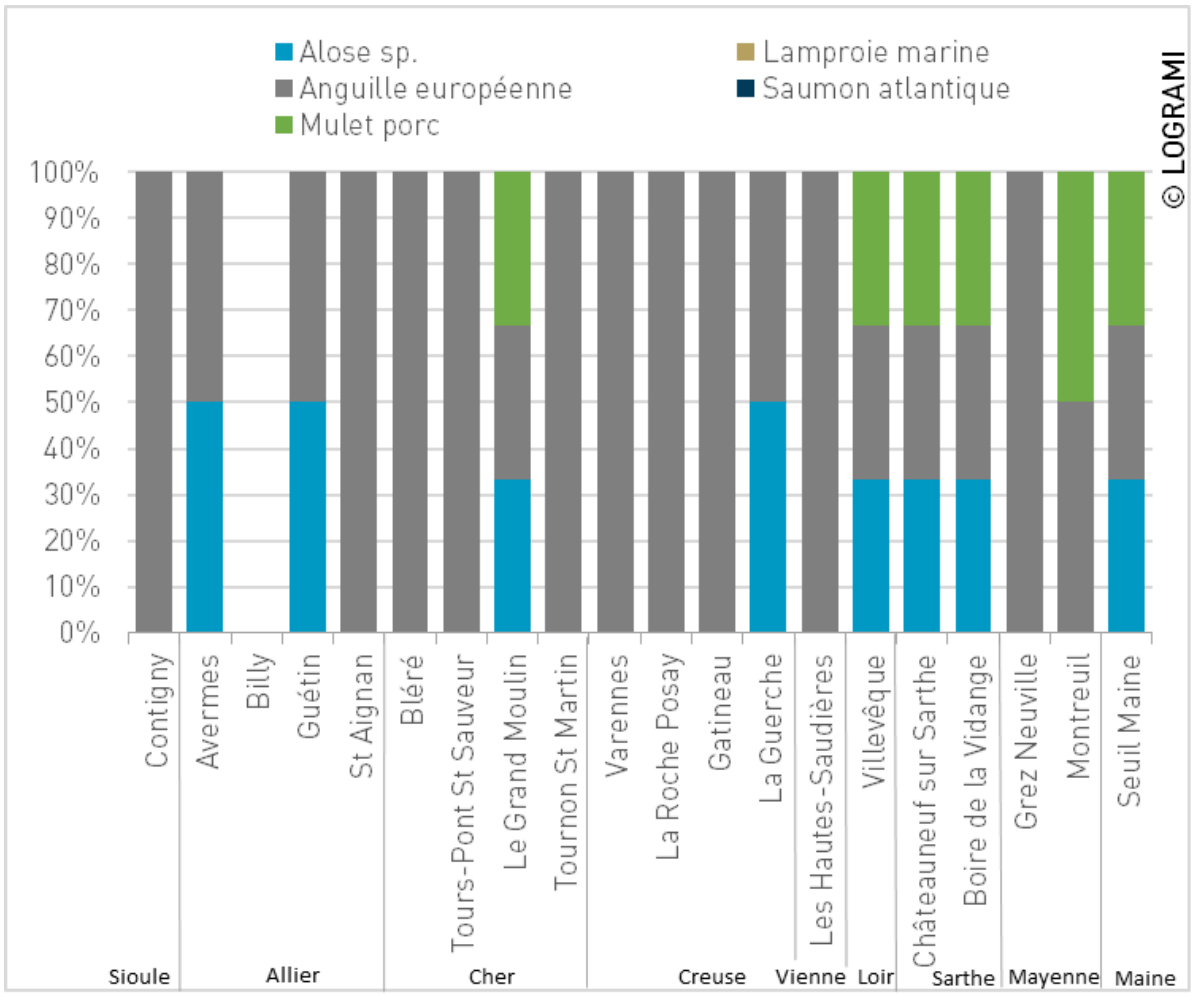


Figure 204 : Espèces amphihalines dont l'ADN a été détécté via les ammorces « téléostéens » et « vertébrés », confondues pour chaque station selon le gradient amont-aval (Source : prélèvements LOGRAMI, séquençage Spygen)

Sur l'ensemble des sites échantillonnés, (excepté Guétin) l'amorce « vertébrés » identifie presque deux fois plus de séquence d'ADN d'alose pour un même site. Les 7 sites où l'alose a été détectée par l'approche « téléostéen », l'ont également été via l'amorce « vertébrés ». Un huitième site a même été identifié uniquement avec l'amorce « vertébrés ». C'est le cas pour la station d'Avermes sur l'Allier. L'analyse via les deux approches semble complémentaire pour maximiser nos chances de détecter la présence de l'alose sur l'ensemble des sites où des géniteurs sont récemment passés. Cette observation avait été faite lors de la comparaison des résultats de la campagne de prélèvement réalisée par Natexplorers en 2022 dans le cadre du programme Loire sentinelle. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé en 2023 de tester le premier prélèvement d'un site par l'amorce « téléostéen» (pratiqué exclusivement jusque-là) et le second réplica via l'amorce « vertébrés ». Les résultats présentés portent sur les grands migrateurs détectés lors de la campagne ADNe de LOGRAMI.

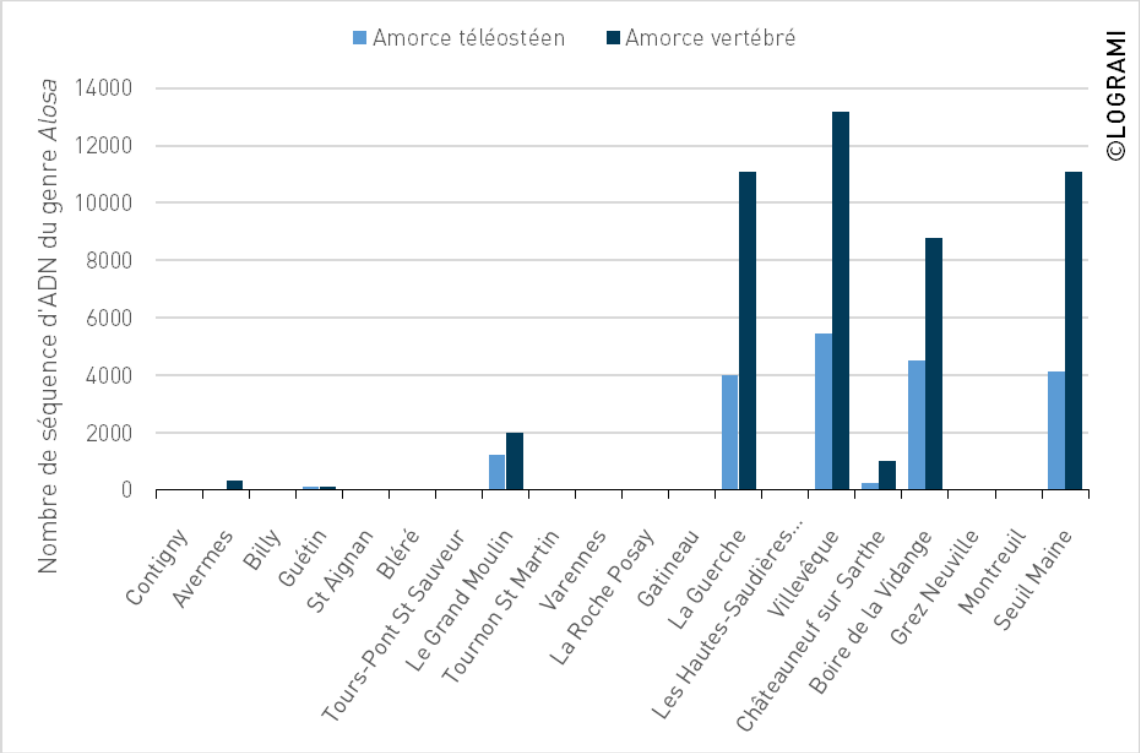


Figure 205 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour le genre Alosa en fonction du type d'amorce, téléostéen ou vertébré, par station en 2023 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire

L'anguille est l'espèce la plus souvent retrouvées dans les échantillons (19 sites sur 20 avec l'amorce « vertébrés ». Seulement 12 sites sont identifiés avec l'amorce « téléostéens ». Le seul site où l'amorce « vertébrés » n'a pas détecté d'anguille (Billy) est également négatif via l'amorce « téléostéens » (Figure 206).

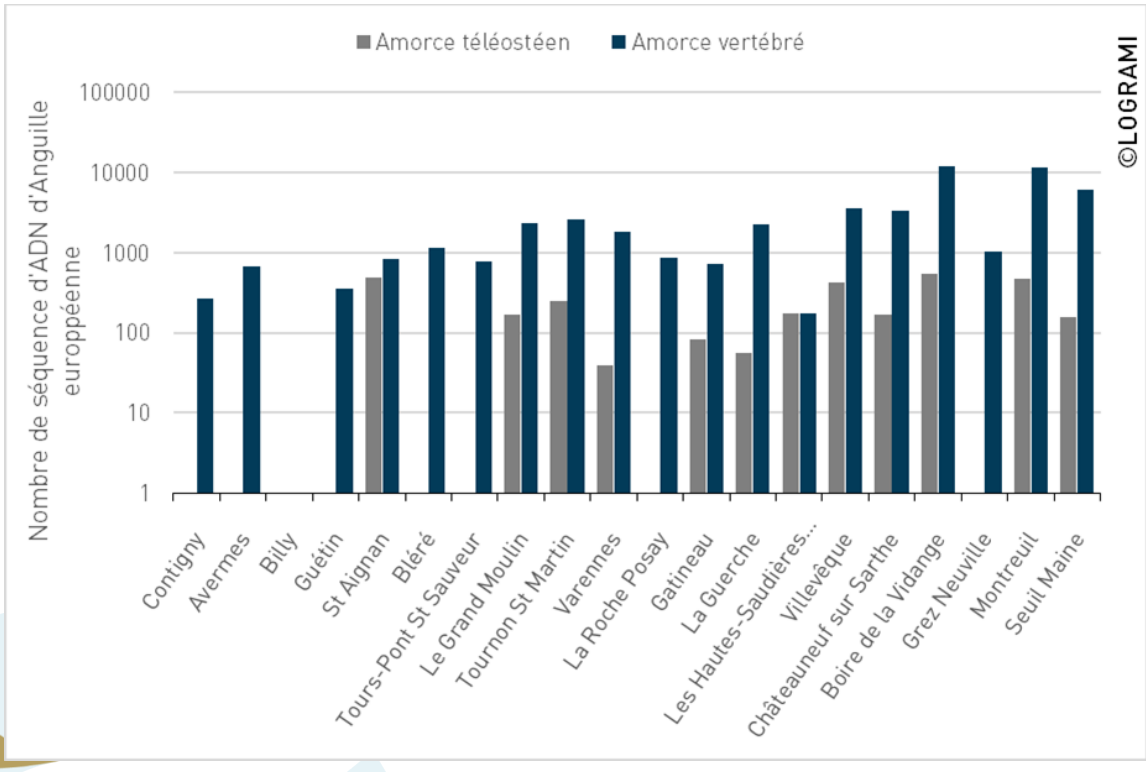


Figure 206 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour l'Anguille européenne en fonction du type d'amorce, téléostéen ou vertébré, par station en 2023 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire (Echelle des ordonnées en logarithme de base 10)

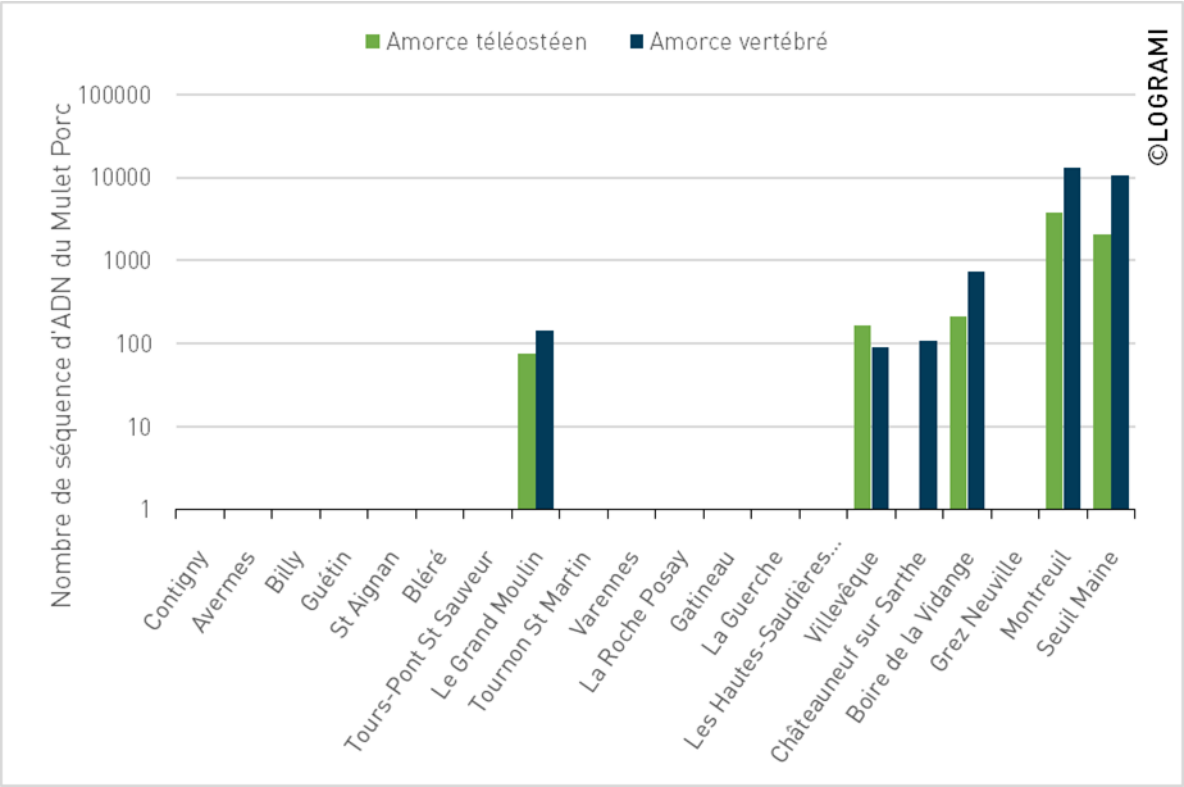


Figure 207 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour le Mulet porc en fonction du type d'amorce, téléostéen ou vertébré, par station en 2023 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire (Echelle des ordonnées en logarithme de base 10)

Plusieurs autres espèces de cyprinidés ne sont toutefois pas détectées en « vertébrés ». Il paraitrait donc ambitieux de baser uniquement les analyses via cette amorce même si concernant les espèces de grands migrateurs, après deux campagnes d'étude, il semblerait que tous les résultats de présence essentielle pour la détermination des fronts de colonisation aient été retrouvés via cette amorce. Toutefois, les données de présence des espèces de cyprinidés étant transmises aux fédérations de pêche, le maintien de l'analyse via l'amorce téléostéen parait pertinent pour une plus grande exhaustivité

8.3.2. Front de colonisation sur le bassin Loire

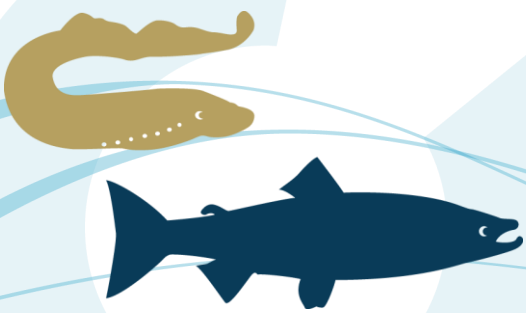
En 2023, la recherche du front de colonisation des aloses a été réalisée via les effectifs aux stations de comptage, la recherche par la technique ADNe ainsi que des observations ponctuelles sur certains affluents précisant les limites de colonisation.

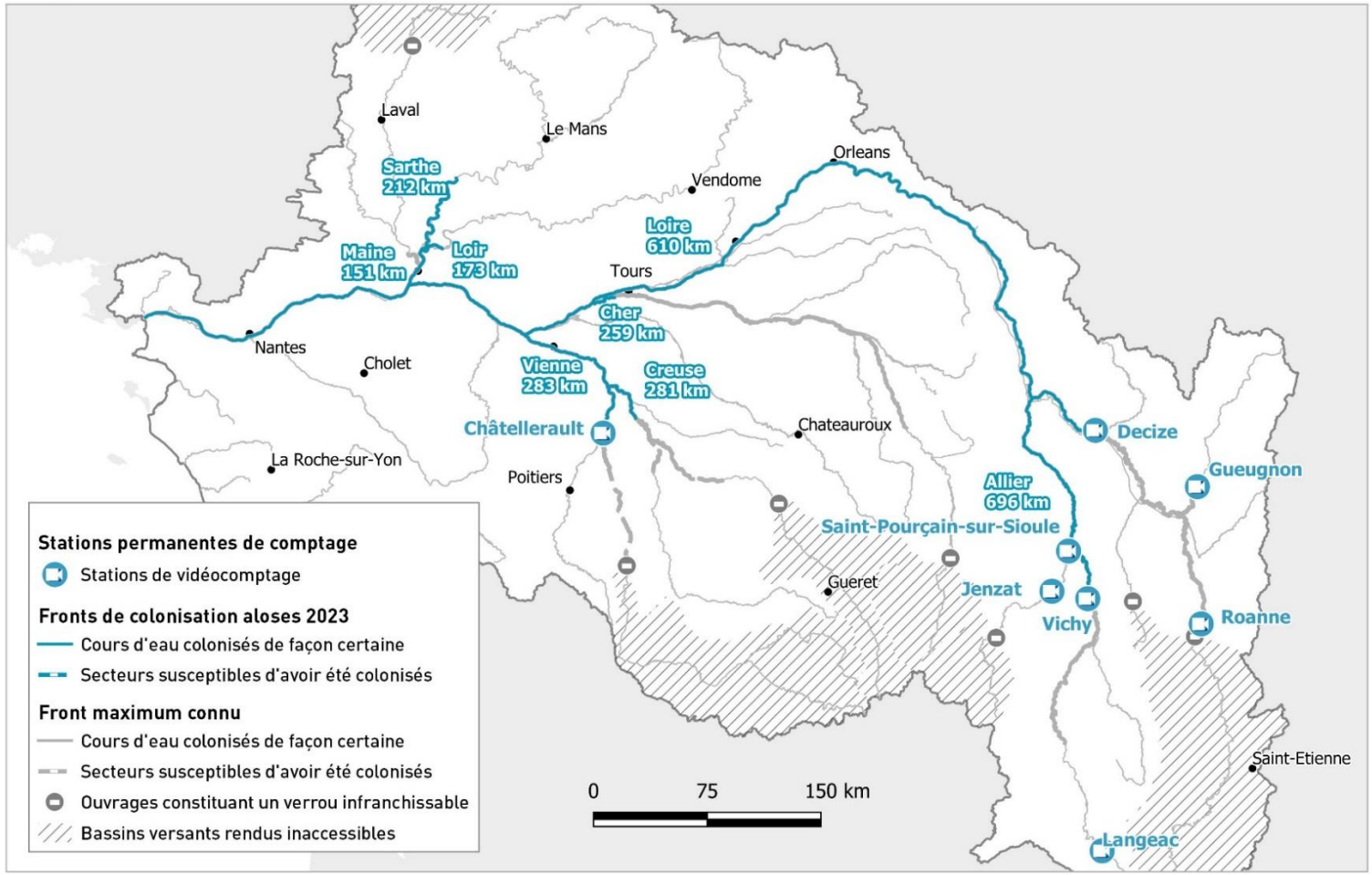
Ainsi sur la Loire, le front de colonisation se situe entre Decize (11 aloses comptabilisées) et Roanne (0 alose), soit à au moins 610 km de la mer (Figure 208).

Concernant les principaux affluents :

- **Sur le bassin de la Vienne**, le front de colonisation sur **la Vienne** se situe à Châtellerault à la station de comptage (124 aloses) soit à environ 283 km de la mer ou au maximum 15 kilomètres en amont puisque le point ADNe de Bonneuil-Matours s'est révélé négatif ;

- Pour **l'axe Creuse**, le front de colonisation certain est au niveau de la commune de la Guerche (en amont de Descartes) soit à environ 281 km de la mer ;
- **Sur l'Allier**, la présence de 2 géniteurs à la station de comptage de Vichy permet d'estimer le front de colonisation à 696 km de l'estuaire pour cet axe ;
- Sur le bassin Maine**, la Sarthe** a accueilli une population d'aloses à minima jusqu'à Sablé-sur-Sarthe (212 km de l'estuaire) et **le Loir** au minimum jusqu'à 173 km ;
- **Sur le Cher**, la présence d'alose est avérée à Grand-Moulin, soit à 259 km de l'estuaire.





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB – RHT INRAE - LOGRAMI
Cartographie : LOGRAMI 2024

208 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2023

En termes de répartition des géniteurs, l'année 2023 présente une diminution du linéaire colonisé de 55% pour le bassin Vienne-Creuse et 28% pour le secteur Loire-Allier (Figure 209) par rapport à la moyenne 2001-2022. Le bassin du Cher a été peu colonisé par les aloses (6%). Seul le bassin de la Maine (Sarthe, Loir et Mayenne) est à 100% de la colonisation maximum connue en 2022. Toutefois, avec seulement deux années de suivi dans ce bassin, nous ne disposons pas d'un recul suffisant pour estimer une évolution de la dynamique de colonisation. Le bassin de la Maine, dont la confluence avec la Loire est la plus proche de l'estuaire (135 km) par rapport aux autres cours d'eau étudiés et sur lequel un programme ambitieux de restauration de la continuité écologique a été entrepris, présente un intérêt certain pour l'alose et fera l'objet de davantage de suivis par LOGRAMI à l'avenir.

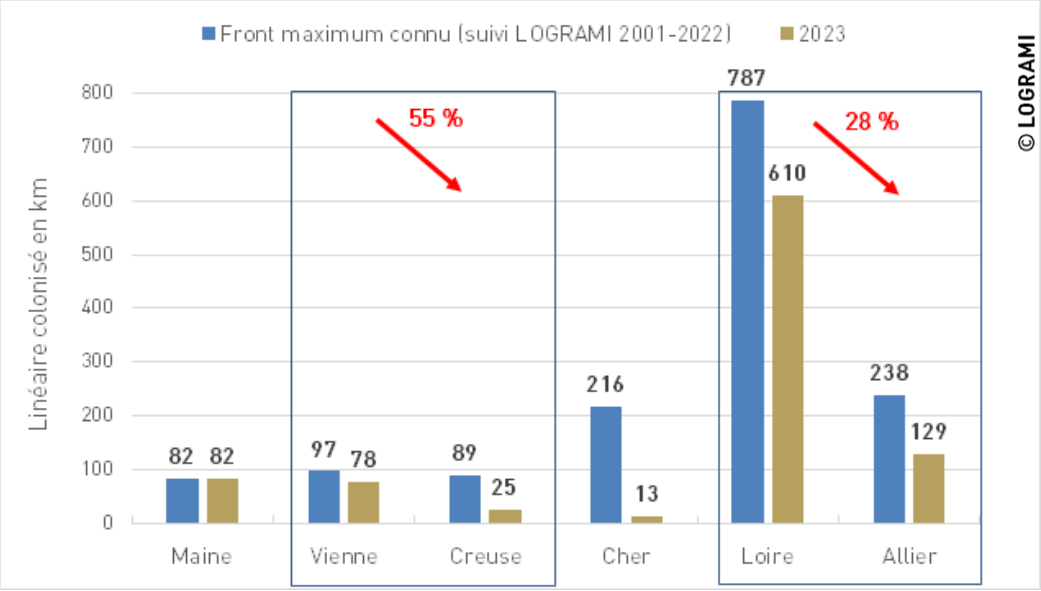


Figure 209 : Front de colonisation des aloses sur les principaux axes migratoires du bassin de la Loire en 2023 comparés à la période 2001-2022

8.4. Développement et dévalaison des alosons

Même si la majorité de l'activité de reproduction se situe en aval des stations de comptages, aucun aloson n'a été observé aux stations de comptage depuis le début des suivis, contrairement aux smolts.

L'enchainement des stades œufs, larves puis alosons est très court. Une fois la ponte effectuée, dans une eau à 20 °C, les œufs se développent rapidement et éclosent au bout de 4/5 jours (Jatteau et Charles, 2010). Environ 20 jours après l'éclosion les larves se métamorphosent. Les alosons restent moins de 3 mois en eau douce avant de dévaler vers l'estuaire où ils ne restent en moyenne que 13 jours (Lochet, 2006).

8.4.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie

8.4.1.1 Température

Le développement des œufs et la croissance des larves jusqu'au stade aloson sont influencées par la température et la quantité d'oxygène dissous 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).

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 cette période, la température de l'eau est favorable à la survie des alosons en moyenne 89 % +/- 4 du temps sur l'ensemble des sites (Figure 210). Même si nous avons peu de données sur les alosons en Loire, il semblerait que la température de l'eau sur l'ensemble des sites de la Loire pendant la période de développement ne soit pas un facteur limitant.

Comparativement aux années précédentes, **la fenêtre de température favorable à la survie des alosons est moins grande en 2023 sur l'ensemble des stations (moyenne = 73 % +/- 11).**

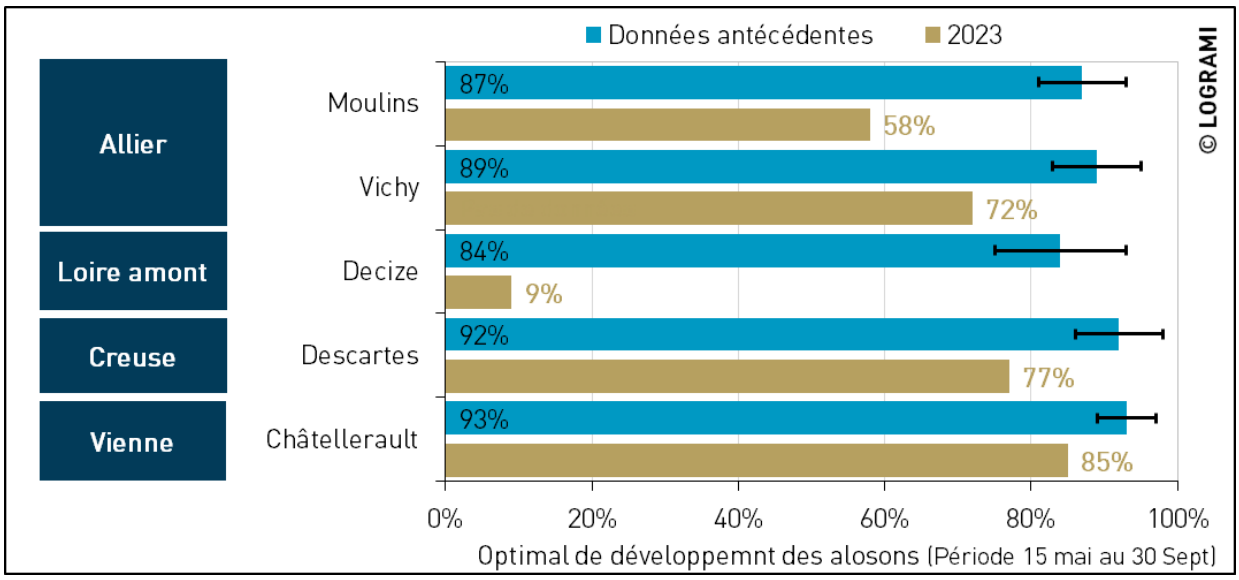


Figure 210 : Comparaison des conditions optimales de température (13,5 à 25 °C) pour le développement des alosons (période du 15 mai au 30 septembre), entre 2023 et les données antérieures sur les stations de températures de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes

8.4.1.2 Hydrologie

Le débit peut également nuire directement ou indirectement au succès du recrutement. En effet, Baglinière & Élie (2000) indiquent que d'un point de vue mécanique, un débit élevé peut :

- Augmenter l'abrasion des œufs sur un substrat dur ;
- Transporter les embryons et les larves vers des habitats inappropriés de faible densité de nourriture et d'abondance de prédateurs ;
- Augmenter la turbidité qui va interférer avec la capacité d'alimentation des alosons ;
- Réduire la température de l'eau, retardant ainsi le développement des œufs et larves.

En 2023, sur la période de développement des alosons (œufs, larves puis alosons), aucune crue ou pic de débit significatif n'est à noter. Nous pouvons supposer que pour la période œufs et larves, il n'y a pas eu de dégât lié au débit. Néanmoins, concernant la dévalaison des alosons, de trop faibles débits peuvent réduire les capacités des individus à rejoindre l'estuaire.

8.4.2. Caractérisation de la dévalaison sur le bassin de la Vienne

La dévalaison des juvéniles d'aloses est peu documentée sur le bassin de la Loire. Les connaissances et données sont peu nombreuses. Ceci s'explique, par la difficulté à les observer sur une période de dévalaison

très courte, d'environ deux mois. La compréhension de ce stade est pourtant essentiel pour appréhender la dynamique de la population des aloses du bassin de la Loire.

Pour améliorer ces connaissances, LOGRAMI a en 2023 mené une action permettant de tester l'efficacité de la méthode développée par l'association Migrateurs Garonne Dordogne (MIGADO) afin de tenter pour la première fois d'échantillonner des alosons sur le bassin de la Vienne. Le secteur d'échantillonnage est situé à la sortie du système fluvial, en dessous de toutes les frayères colonisées par les géniteurs. Ceci dans le but d'avoir une quantification plus précise de la migration de dévalaison en aval des frayères. Des études similaires ont été menées de 1991 à 2019 sur la Loire moyenne par les pêcheurs professionnels et l'université de Tours (C. Boisneau, 2015, 2018, 2020; Lecerf, 2001). Les variabilités méthodologiques et les faibles captures annuelles n'ont malheureusement pas permis de créer un indicateur quantitatif

Cette action pourra être reconduite dans les années futures afin d'évaluer la dévalaison des alosons à la sortie des frayères de la Vienne. Les données recueillies pourraient à termes être utilisées comme un indicateur de l'espèce et alimenter le modèle stock –recrutement de l'alose, actuellement en cours de construction.

8.4.2.1 Protocole d'échantillonage

La capture d'aloses juvéniles de l'année en milieu naturel est particulièrement délicate. En effet, les retours d'expérience sont peu nombreux concernant des techniques efficaces. Cependant, les suivis effectués par MIGADO sur le bassin de la Garonne ont permis de mettre en place un protocole efficace. Il est ainsi apparu que la technique la plus appropriée est celle de la senne de plage (Bouyssonnie et al., 2022). Cette technique permet de prospecter des zones à la bathymétrie faible à moyenne (50 cm à 3 m) et de standardiser l'effort d'échantillonnage d'un site à l'autre. Elle permet de cibler des petits individus et donc d'avoir un bon taux de capture sur les alosons. Les espèces non-ciblées peuvent être relâchées sans blessures.

La méthode retenue pour réaliser les échantillonnages sur la Vienne sera donc la capture à la senne de plage. Au vu du retour d'expérience, il est important d'effectuer ces échantillonnages en fin de nuit, là où la probabilité de capture est la plus forte. Effectivement, il semblerait que les alosons aient une assez bonne facilité à éviter la senne au cours de la journée.

La senne de plage utilisée a une longueur de 100 mètres et une hauteur maximale en pêche de 3 mètres, Sa maille est de 8 mm et ne possède pas de nœuds pour ne pas blesser les poissons. La partie haute est équipée de flotteur et la ligne de fond à un plombage de 250 gr/mètre. La mise en œuvre de l'échantillonnage est simple. Une extrémité de la senne est ancrée à la berge, le filet est déployé en bateau sur un tiers de sa longueur vers la berge opposée, le second tiers en direction de l'aval et le dernier tiers vers la berge pour fermer la boucle. Le filet est ensuite ramené sur la berge pour concentrer les prises dans des poches. Les poissons peuvent enfin être triés et comptés par espèce. Pour limiter la manipulation des poissons, aucune stabulation n'est effectuée. Durant une nuit, plusieurs coups de senne sont réalisés sur un même secteur d'un linéaire de quelques kilomètres.

La senne de plage est inappropriée pour échantillonner les zones de courant, d'autant plus que le maillage fin augmente la portance de l'engin. Ainsi, les zones prospectées correspondent à des faciès où la vitesse d'écoulement est nulle et où le substrat est fin et homogène. De plus, la berge doit être accessible et, idéalement, en pente douce pour remonter le filet. Il s'agit d'habitat de transition durant la dévalaison des alosons.

Cinq stations de capture, répondant à ces caractéristiques, ont été retenues sur le secteur de Saint-Germain-sur-Vienne. Elles sont espacées de moins de 5 kilomètres (Figure 211). La frayère potentielle d'alose la plus proche est située à environ 20 km sur la commune de l'Ile Bouchard. Les frayères les plus actives du bassin sont-elles plus lointaines à environ 50 km sur la Creuse (frayère de Lilette) et 55 km sur la Vienne (frayère de Châtellerault).

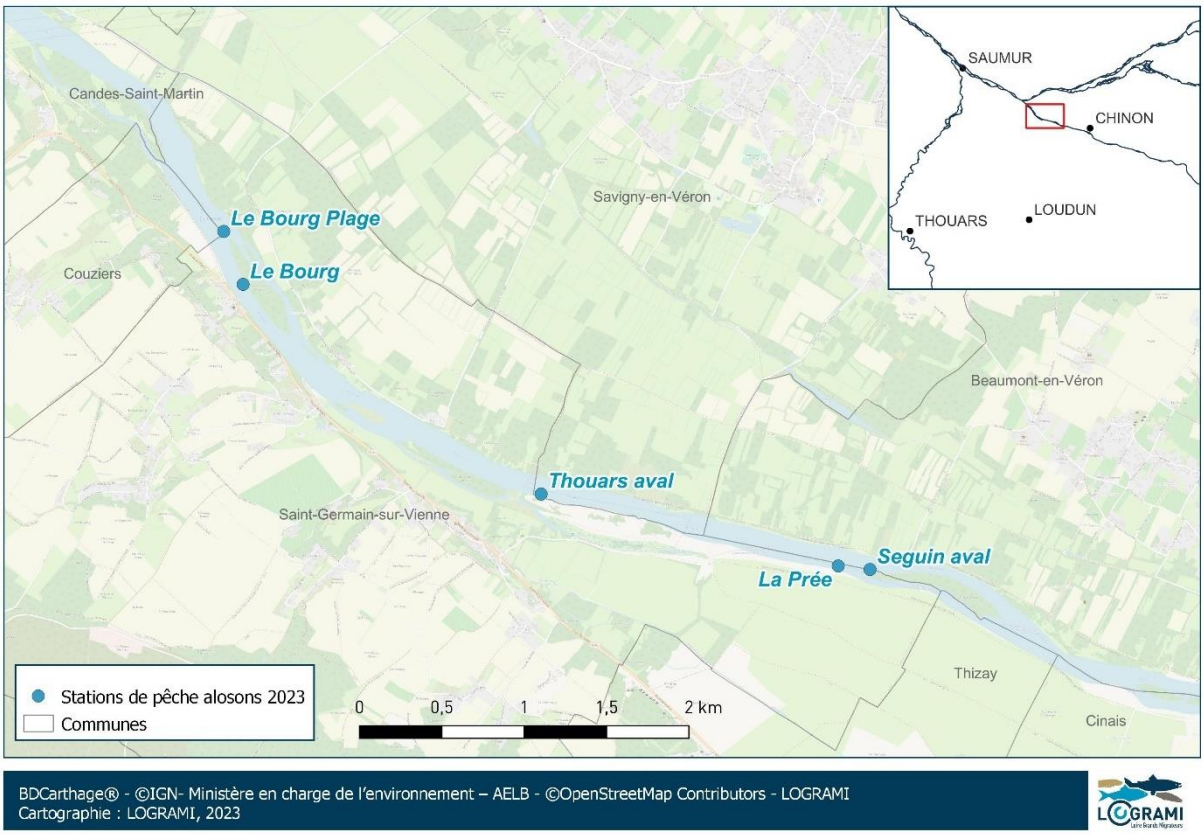


Figure 211 : Localisation des stations de pêche alosons en 2023 sur la Vienne

8.4.2.2 Résultats

Cinq nuits d'échantillonnages ont été réalisées : trois début septembre (1er, 5 et 8 septembre) et deux fin septembre (27 et 29 septembre). La période a été définie en fonction des résultats du suivi réalisé sur le bassin Garonne – Dordogne où le pic de dévalaison semble se situer sur le mois de septembre (Bouyssonnie et al., 2022). Contrains par les moyens humains et la disposition du matériel de capture, seul le début et la fin du mois de septembre ont pu être échantillonnés.

Durant ces cinq nuits, certains coups de sennes n'ont pas pu être finalisées à la suite d'une dérive du filet et / ou d'une accroche de la ligne de plomb à un encombrant. Au total 21 coups de senne sont considérés comme efficaces. La présence de courant au centre du chenal et la faible longueur de berge accessible n'ont jamais permis de déployer la totalité de la senne. Ainsi, en moyenne 41 mètres (+/-9) ont été utilisées. La surface de cours d'eau échantillonnée a pu être estimée à partir d'un GPS placé sur le bateau. Elle est d'environ 4 000 m^2. La Figure 212 détaille les dates, stations et surfaces échantillonnées de chaque coup de senne. Les échantillonnages ont tous été réalisés de nuit ou au lever du jour entre 3h et 7h30

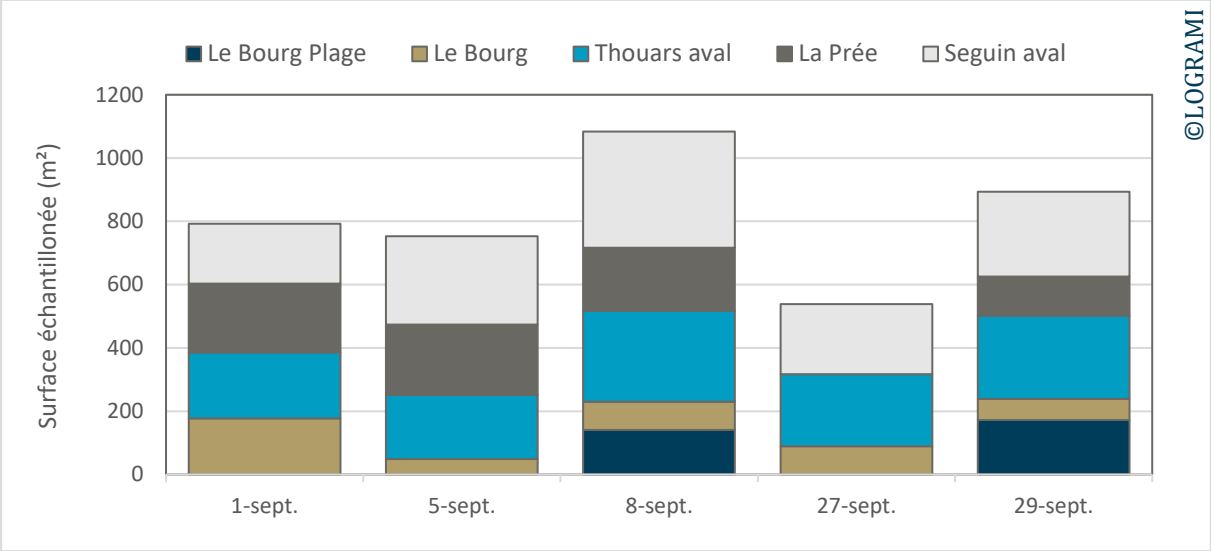


Figure 212 : Surfaces échantillonnées par station et par nuit de pêche alosons

L'ensemble des conditions climatiques ont été favorables pour le bon déroulement des captures et la survie des poissons échantillonnés. Les jours d'échantillonnages, les températures de l'eau étaient comprises entre 19,3 et 25,0 °C (sonde température de Nouâtre) et les débits entre 24 et 28 m3/s (données SCHAPI à la station hydrométrique de Nouâtre).

Aucun aloson n'a été capturé. Plus de 2 000 autres poissons ou écrevisses appartenant à 18 espèces différentes ont été identifiées (comptage approximatif permettant de limiter la manipulation). Les trois espèces les plus représentées sont le gardon (39 %), l'ablette (39 %) et la brème commune (11 %) (Figure 213). Ces résultats témoignent de l'efficacité de la technique de capture à la senne.

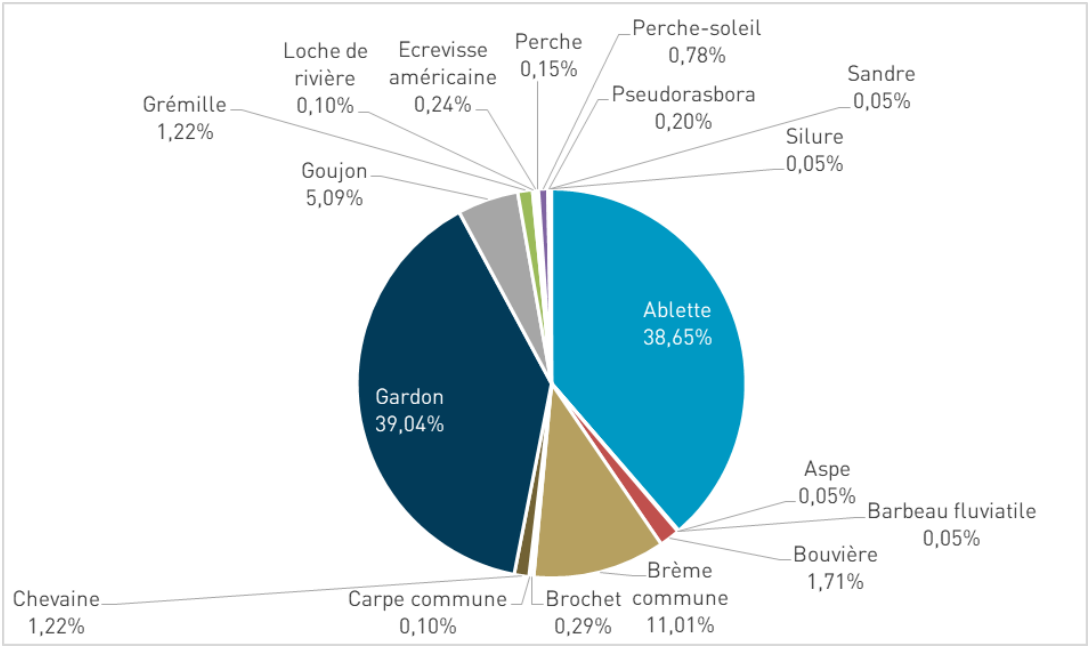


Figure 213 : Proportions des différentes espèces échantillonnées lors du suivi alosons 2023

Compte tenu de la faiblesse des effectifs et de la reproduction de l'alose sur le bassin de la Vienne en 2023, l'absence d'aloson n'est pas illogique. Elle interroge toutefois sur la période d'échantillonnage et sur la localisation des stations d'échantillonnage.

La période a été fixée en fonction des résultats des précédentes études réalisées sur le bassin Garonne-Dordogne. Sur ce bassin l'observation des rythmes de migration sur quatre ans (2019-2022) montre une

dévalaison assez rapide des alosons dès juillet avec un pic en août/septembre et une fin en octobre/novembre (Bouyssonnie et al., 2022). Sur la Loire, dans le cadre du dernier programme alosa réalisé par l'université de Tours, la majorité des alosons ont été capturés fin août début septembre (en 2018 et 2019 au filet dérivant à proximité de la commune de Mareau-aux-Près dans le département du Loiret) (C. Boisneau, 2020). Des suivis plus anciens menés par les pêcheurs professionnels en partenariat avec l'université de Tours, montrent cependant des prises plus précoces avec des périodes de captures limitées sur les mois de juillet et d'août (Boisneau, 2015, 2018; Lecerf, 2001).

Concernant le secteur, tous les sites de reproduction connus sur le bassin de la Vienne sont situés en amont des stations de capture. Tous les alosons issus de la reproduction de ce bassin transitent donc par ce secteur avant de rejoindre la Loire et l'océan. Cependant, les habitats échantillonnés sont des habitats de transition, les juvéniles d'aloses y restent peu de temps. Ils sont fréquentés essentiellement la nuit, lorsque les poissons recherchent des zones de repos. Les chances de capturer des alosons sont donc faibles. La confluence Loire – Vienne est par ailleurs éloignée de la limite de la marée dynamique, lieu où la concentration en juvéniles est probablement plus importante.

En 2024, d'autres secteurs, situés sur l'aval du bassin de la Vienne, pourront être explorés. Le nombre de stations de capture ayant les caractéristiques nécessaires pour le déploiement de la senne est cependant très faible. La période d'échantillonnage pourra, par ailleurs être étendue sur les mois de juillet et d'août, permettant de cibler l'ensemble de la période de dévalaison.

8.5. Conclusion

En termes d'effectif d'aloses, l'année 2023 est dans la continuité de l'année 2022 avec des effectifs très faibles. Sur la station de Châtellerault, 124 aloses ont été dénombrées. Le haut du bassin est une nouvelle fois délaissé par ces dernières puisque seulement 11 aloses ont été vues à Decize et 2 à Vichy. Avec l'antériorité des stations de comptages du bassin de la Vienne, nous pouvons estimer 118 aloses à Descartes en 2023, ce qui porterait le contingent migrant en 2023 à 255 individus pour l'ensemble du bassin de la Loire.

Concernant les conditions de migrations, notamment les débits, les aloses ont une nouvelle fois été confrontées à des niveaux très bas. Sur la station de Montjean-sur-Loire, pour la 5ème année consécutive l'indice hydrologique est inférieur à 1 et est de 0,5 en 2023 sur les 6 premiers mois de l'année. Ces résultats témoignent du sévère manque d'eau sur la partie basse de la Loire avant et pendant la migration. En s'intéressant à la station de Châtellerault, on peut estimer que les aloses sont majoritairement âgées de 4 ans (77 %). Les aloses de retour en 2023 seraient donc issues de la reproduction de 2019, année durant laquelle seulement 520 aloses ont été comptées sur l'ensemble du bassin de la Loire. Même s'il n'existe pas de homing stricte ou fort pour cette espèce, au regard de la production d'alosons de 2019 sur la Loire, nous ne nous attendions pas à de forts retours en 2023.

Pour la 3ème année consécutive, en lien avec les faibles effectifs aux stations et la présence de frayères sur ce secteur, la Loire Moyenne a fait l'objet d'un suivi renforcé. Avec des conditions de migrations similaires à 2022, le secteur en aval du 1er seuil de centrale nucléaire (Saint-Laurent-des-Eaux) a été plus longuement suivi. Les frayères de Muides-sur-Loire et du Camping de l'amitié ont été les plus actives avec respectivement 137 et 211 bulls par nuits actives, en moyenne. Sur la Loire Moyenne, 2 autres frayères en amont du 1er seuil de centrale nucléaire se sont montrées actives mais dans des proportions nettement plus faibles (Sigloy avec 19 bulls/nuits actives et Ousson-sur-Loire avec 11 bulls/nuits actives). Les secteurs amont à l'image des stations de comptages ont montré une activité de reproduction très réduite avec seulement quelques bulls entendus à Avermes sur l'Allier et sur la Loire en aval de Decize. La frayère historique de Châtellerault a montré une activité de 110 bulls par nuit active en moyenne, bien loin des standards de ces dernières années.

La Creuse, en lien avec l'absence de comptage à Descartes, a fait l'objet d'un suivi renforcé avec la pose de micros disposant de batteries longue durée. Les frayères de Lilette et du stade de Leugny ont pu être suivis pendant 40 jours soit 230h d'écoutes. Sur la frayère de Lilette, du 12 mai au 21 juin, avec 644 bulls estimés et l'application Alose_ABC, 47 femelles auraient participé à la reproduction. En supposant que le sex-ratio mâle femelle est équivalent, 94 géniteurs d'aloses auraient ainsi fréquenté cette frayère. Sur la frayère de Leugny, avec un total de 427 bulls estimés. Nous estimons que 34 femelles auraient participées à la reproduction et toujours en supposant que le sex-ratio mâle femelle est proche de 1 alors 68 géniteurs d'aloses auraient fréquenté cette frayère.

Pour la 2ème année consécutive, la méthode d'échantillonnage par ADNe a été utilisée en compléments des suivis reproduction et des données aux stations de comptages. Ainsi, le bassin Maine, dépourvu de stations de comptage et de suivi reproduction a été suivi par plusieurs points d'échantillonnage par ADNe. Les résultats ont montré que la Sarthe a accueilli une population d'aloses à minima jusqu'à Sablé-sur-Sarthe (212 km de l'estuaire) et le Loir au minimum jusqu'à 173 km de l'estuaire. Ces résultats sont de nature à encourager de futurs suivis sur ce bassin.

En 2024, la majorité des retours d'aloses seront issus de la reproduction des géniteurs de 2020. Pour rappel, l'absence de pêches professionnelles avec des débits favorables à la montaison avaient permis de comptabiliser 5008 aloses dans le bassin de la Vienne et 511 à Decize sur la Loire. Le suivi reproduction sur les parties amont avait également montré des résultats encourageants. Nous pouvons nous attendre à avoir une meilleure activité de montaison au niveau des stations de comptages et lors de la reproduction si les autres facteurs limitants la remontée des aloses ne sont pas omniprésents.

Concernant la dévalaison des juvéniles d'aloses, celle-ci est peu documentée sur le bassin de la Loire. La compréhension de ce stade est pourtant importante pour comprendre la dynamique de la population des aloses du bassin de la Loire. Inspiré par les études réalisées par l'association Migrateur Garonne Dordogne (MIGADO), LOGRAMI a en 2023 mené pour la première fois une étude de la dévalaison des alosons sur le bassin de la Vienne. Cependant, aucun aloson n'a été capturé pendant ce suivi. Ce résultat est décevant mais cohérent avec la faiblesse de la reproduction constatée en 2023. Cette première année d'étude n'a donc pas permis de caractériser la dévalaison. Elle valide cependant l'efficacité de la méthode de pêche à la senne. L'action pourra être renouvelée en 2024 sur de nouveaux secteurs et avec une période d'échantillonnage rallongée.

9. La Truite de mer

Aucune population de Truite de mer n'est installée sur le bassin de la Loire. Les affluents proches de l'estuaire ont peu de potentiel pour les salmonidés. Des observations ponctuelles de l'espèce aux stations de comptage ou des prises accidentelles par des pêcheurs amateurs ont toutefois été réalisées.

9.1. Effectifs aux stations de comptage

En 2023, 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 Châtellerault depuis 2004, 31 à Descartes entre 2007 et 2021 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 214).

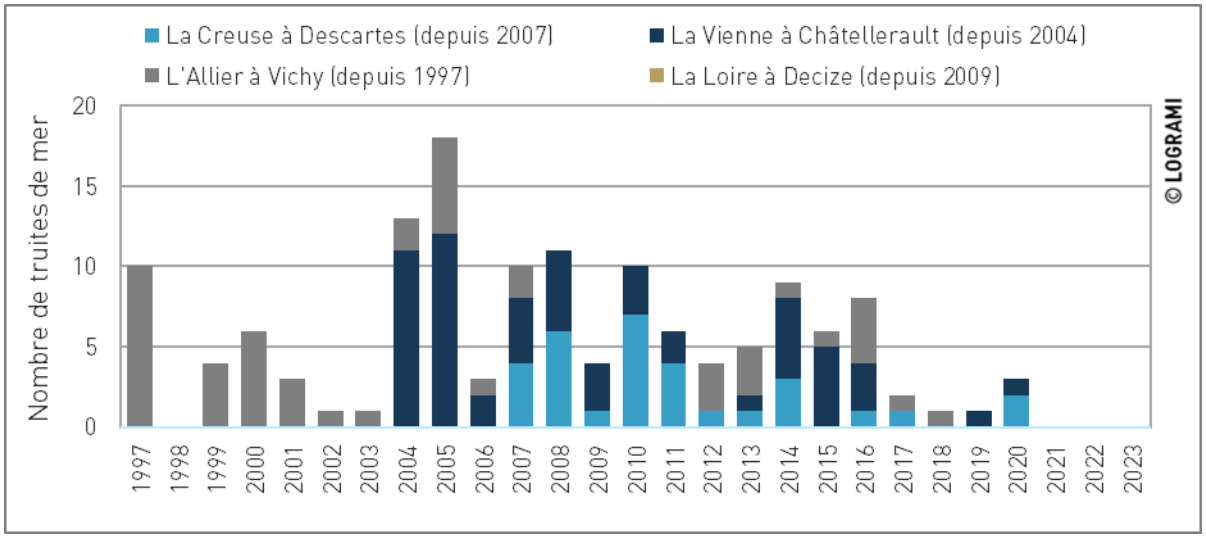
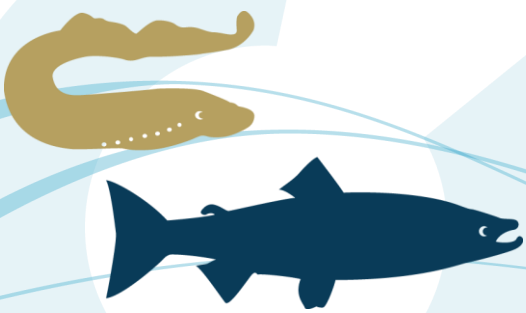


Figure 214 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997

9.2. Autres observations

Régulièrement, des informations de captures accidentelles de Truite de mer sont transmises par les pêcheurs amateurs à la ligne aux fédérations de pêche. Ces prises ont essentiellement lieu sur la partie aval du bassin de la Loire. En 2023, aucune information de prise accidentelle nous a été transmise.



10. Le Saumon atlantique

10.1. Migration de montaison des géniteurs

10.1.1. Effectifs aux stations de comptage

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 d'entrée d'axe.**

En 2023, **113 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire** au niveau des quatre stations (Châtellerault, Decize, Jenzat et Vichy) situées à l'entrée des axes principaux (Vienne, Loire amont, Sioule et Allier). Les passages de la station de Jenzat sont utilisés pour la Sioule car ils permettent d'avoir un comptage exhaustif (15 individus) contrairement à l'ouvrage de Saint Pourçain-sur-Sioule où il existe une seconde voie de passage non contrôlée par vidéo au niveau de la passe à poissons du seuil (seulement 9 individus comptabilisés à la station de comptage). Le plus fort effectif a été enregistré sur l'Allier à Vichy avec 96 individus (Figure 215).

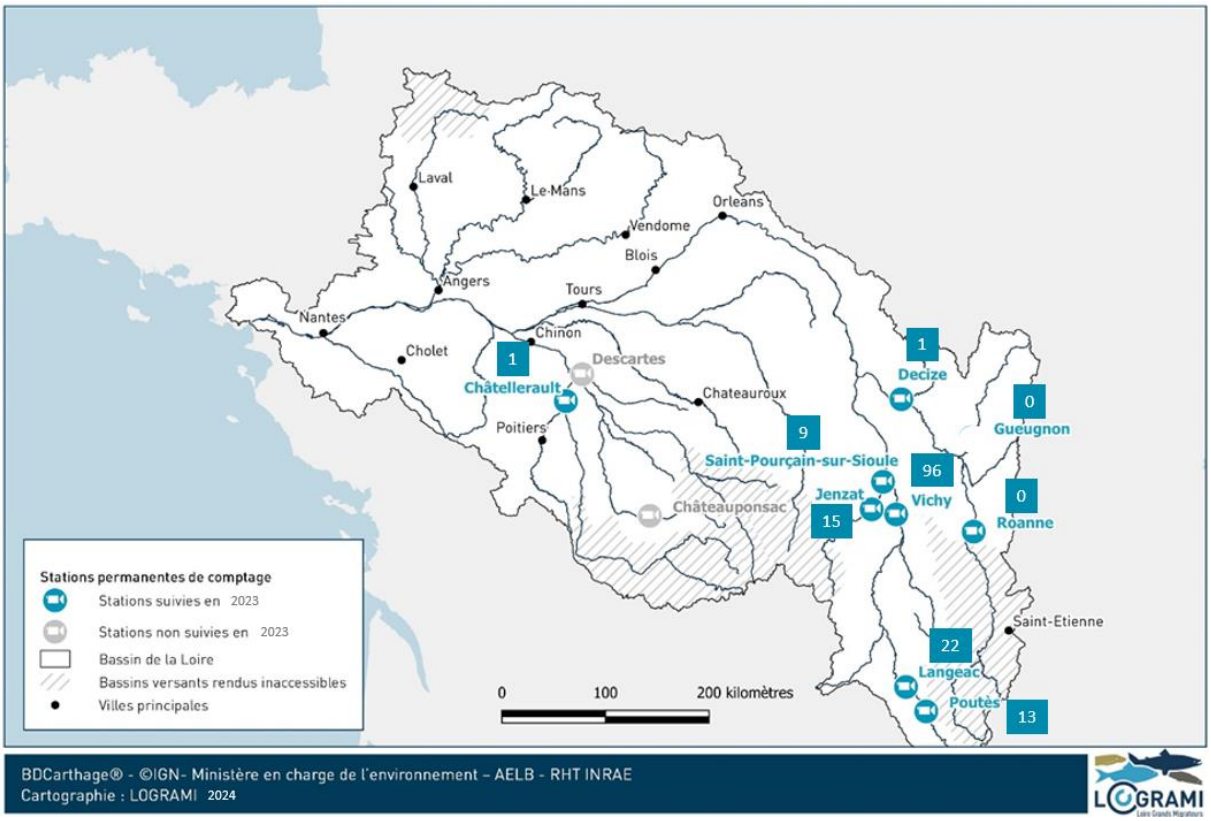
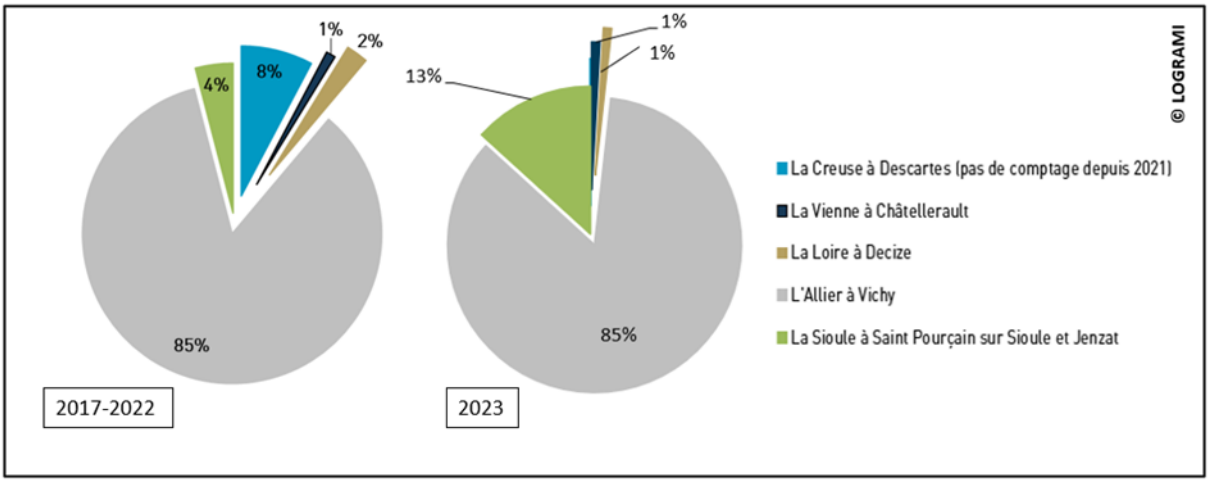


Figure 215 : Effectifs de saumons compatbilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 (Sources : LOGRAMI)

Avec 85 % des passages, l'essentiel du contingent s'est orienté sur l'Allier. Pour rappel, aucun comptage n'a été effectué cette année sur la Creuse à Descartes (cf 3.2 Système de comptage). L'axe de migration secondaire est la Sioule qui a accueilli 13 % des saumons du bassin. Enfin, quelques individus ont été observés sur la Vienne à Châtellerault (1 %) et sur la Loire à Decize (1 %) (Figure 216).



*En 2023, les passages de la station de Jenzat ont été utilisés pour la Sioule car c'est la seule station exhaustive de l'axe

Figure 216 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire de 2017 à 2022 (à gauche) et en 2023 (pas de comptage à Descartes) (à droite) (Sources : LOGRAMI)

Avec 85 % des comptages de l'année 2023, la part des saumons observés sur l'Allier à Vichy est similaire à la période 2017-2022 (85 % +/- 4). Ce constat est également relevé pour la station de Châtellerault sur la Vienne (1 % contre 1 % +/- 1) et de Decize sur la Loire (1 % contre 2 % +/- 0,4)

Sur la Sioule, la proportion est plus importante que les années antérieures (13 % en 2023 contre 4 % +/- 2 % de 2017 à 2022). Cette augmentation s'explique par l'absence de comptage à la station de Descartes en 2023.

10.1.1.1 Axe Vienne

Châtellerault

En 2023, 1 seul saumon a franchi l'ouvrage de Châtellerault. Ce passage a eu lieu le 7 août. Le nombre de saumons observés à cette station est généralement très faible, la moyenne interannuelle de 2005 à 2022 est de seulement de 9 +/- 4 saumons (Figure 217). La provenance des saumons comptés à Châtellerault 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 la 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 leur reproduction, la présence de ces saumons divaguant confirme l'intérêt de l'espèce pour cet axe migratoire historique.

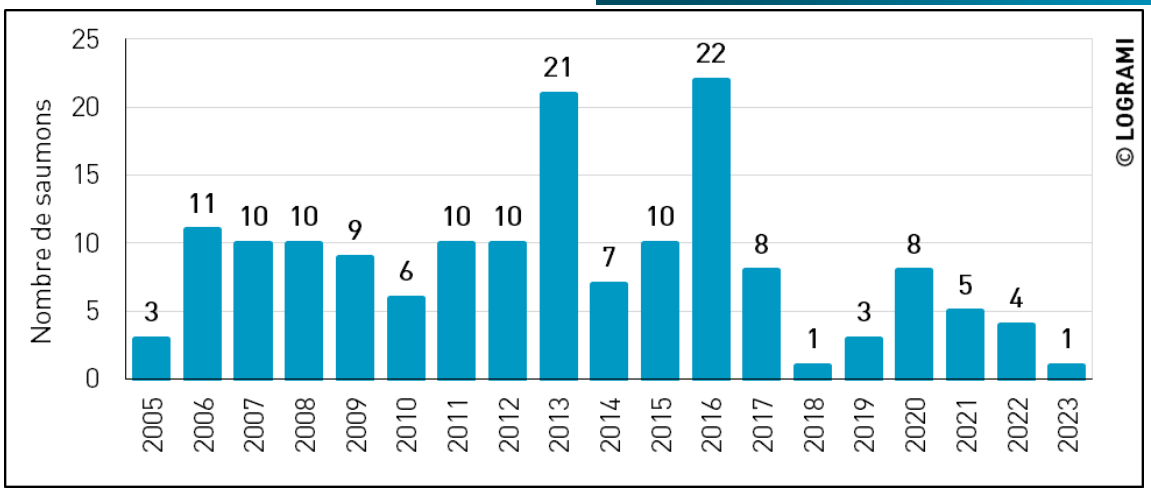


Figure 217 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2005

10.1.1.2 Axe Creuse-Gartempe

Descartes

Sur la Creuse, en moyenne 77 saumons +/- 40 franchissent chaque année l'ouvrage de Descartes. Les effectifs ont fortement augmenté entre 2011 et 2017, avec une moyenne de 125 saumons (+/- 40) comptabilisés. Depuis, la dynamique est à la baisse en lien avec les modifications des plans de déversements et des quantités déversées. En 2023, aucun comptage n'a été effectué sur cette station (Figure 218). Pour rappel, suite à une crue de la Creuse survenue le 14 juillet 2021, les deux clapets du barrage de Descartes sont abaissés et ne sont plus manœuvrables. En conséquence, la passe à poissons et la station de comptage de Descartes ne sont plus fonctionnelles mais la continuité écologique est assurée par l'ouverture des deux pertuis situés à proximité de la passe.

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.

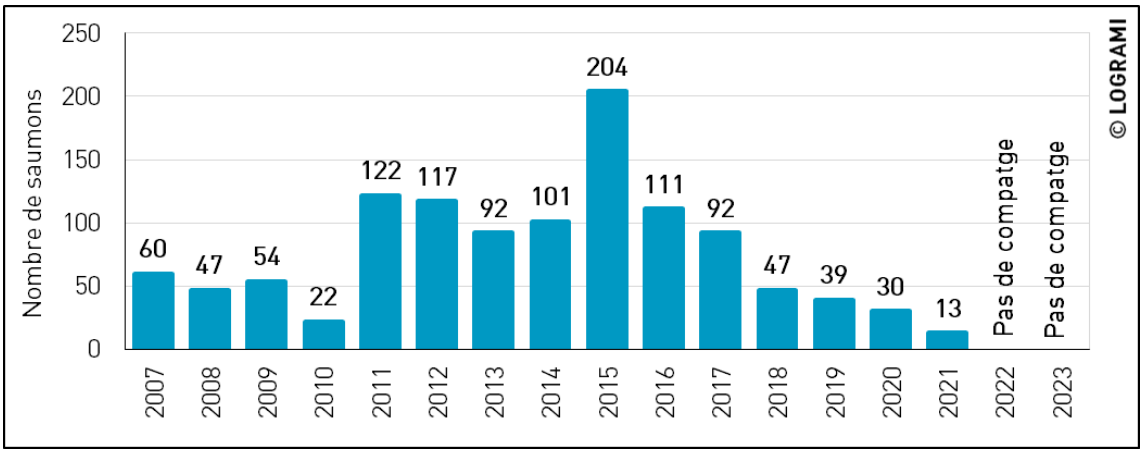


Figure 218 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

Châteauponsac

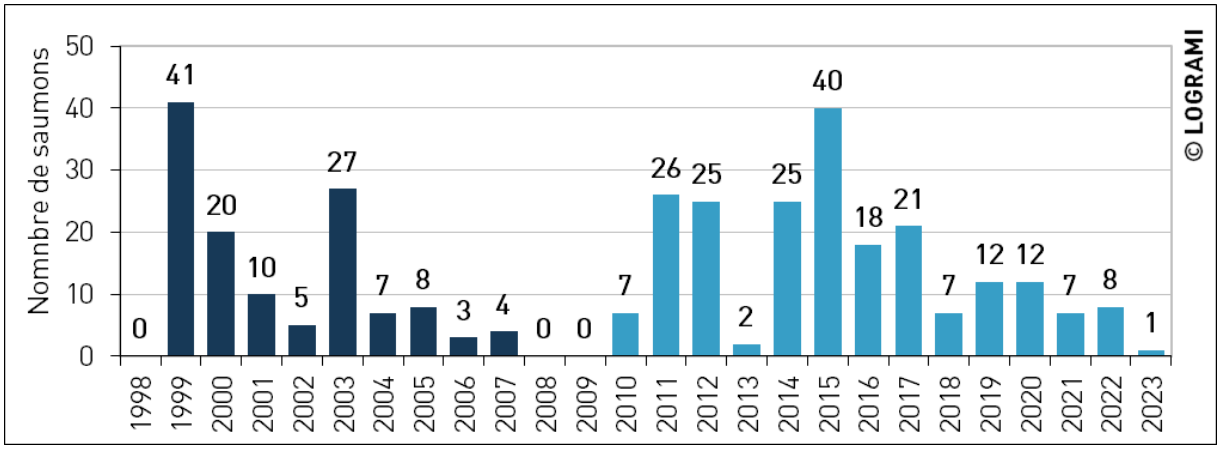
La station de comptage de Châteauponsac est située sur la Gartempe, 148 km en amont du seuil de Descartes. Cette station n'était pas en fonctionnement en 2023, aucun saumon n'a donc pu être comptabilisé. Compte tenu des problèmes de continuité rencontrés sur la Gartempe et des faibles débits présents au printemps en 2023, 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.

10.1.1.3 Axe Loire – Arroux

Decize

Sur la Loire amont, à la station de comptage de Decize, en moyenne 13 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 2009-2022 est de 15 individus contrôlés +/- 9. En 2023, un seul individu a été comptabilisé.

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 droite en amont de la station de comptage) sur lequel des déversements d'alevins ont été réalisés mais aussi à l'incubateur de terrain implanté en 2015 sur le Renaison à Riorges (région roannaise ; 42). Les derniers déversements sur l'Arroux ont été effectués en 2019, il peut donc être attendu des retours de géniteurs issus de ces déversements 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. En bleu foncé : station à visualisation par le dessus, en bleu clair : station à visualisation latérale.

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, quand l'ouverture intégrale ou partielle de celles-ci le permet, sans pour autant être comptabilisés à la station de comptage. Les comptages à la station de Decize doivent donc être considérés comme des minimas pour cette espèce.

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 2022, 50 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 3 poissons +/- 2) (Figure 220).

En 2023, aucun individu n'a été comptabilisé à Gueugnon. Ces faibles résultats obtenus depuis 2006 interrogent sur la pertinence de la réintroduction du saumon sur ce bassin entre 1998 et 2019. Il semblerait que la problématique des habitats d'accueil et des températures particulièrement élevées mettent à mal la survie d'une éventuelle progéniture.

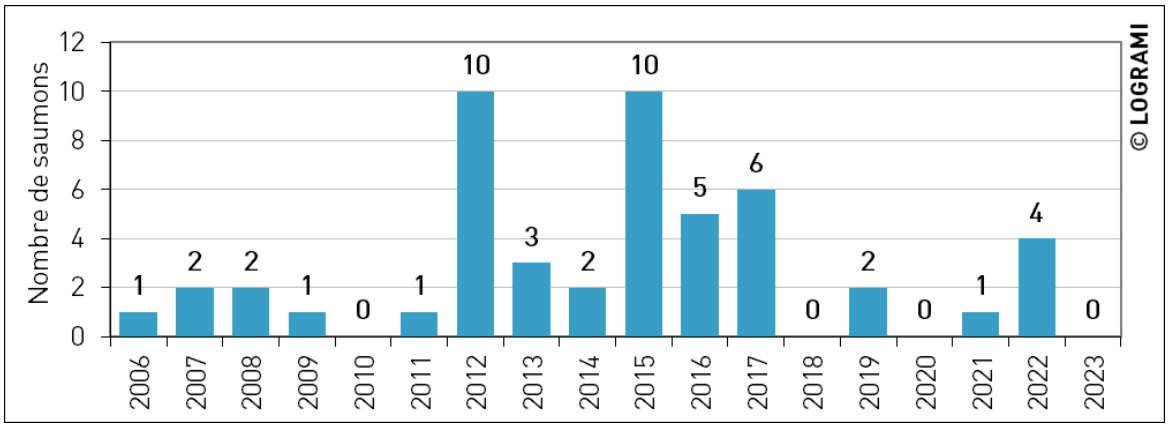


Figure 220 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006

Roanne

En 2023, aucun saumon n'a été observé à la station de comptage de Roanne. Pour rappel, depuis 2012, 8 individus ont été comptabilisés à cette station (Figure 221). 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 témoignent de la ténacité de ces poissons et mettent en lumière un facteur majeur de pression pour cette espèce, à savoir la perte d'habitat induite par la construction des grands barrages au 19eme et 20eme siècle.

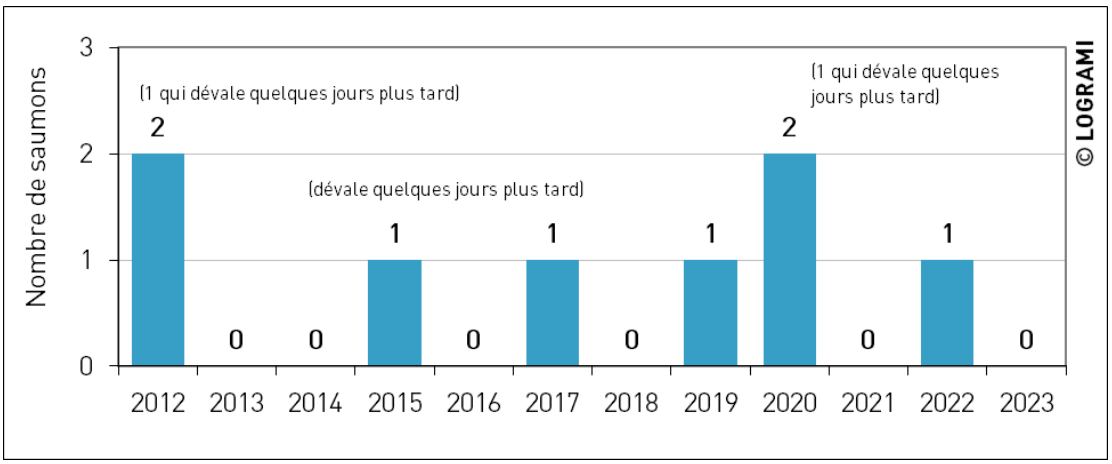
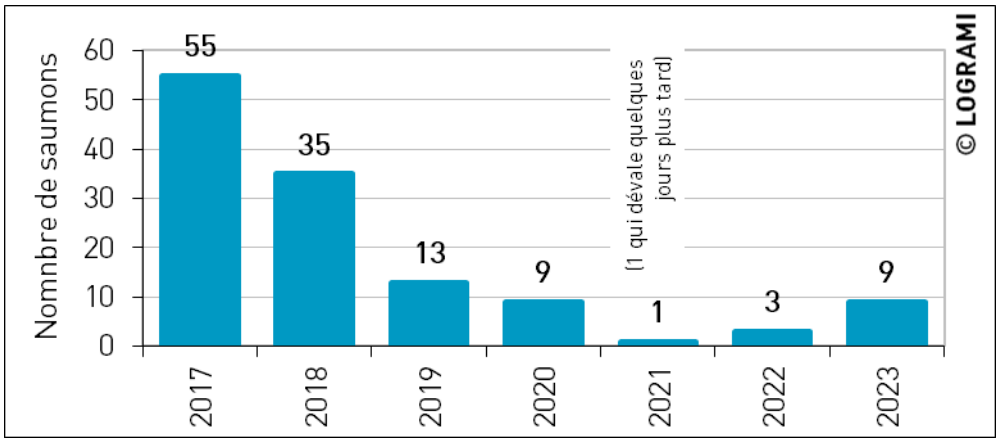


Figure 221 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012

10.1.1.4 Axe Sioule

Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2023, 9 individus ont été comptabilisés à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 222). L'effectif comptabilisé en 2023 est faible au regard de la moyenne interannuelle calculée depuis 2017 (moyenne 2017-2022 = 19 individus +/- 17). 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 15 saumons à la station de comptage de Jenzat en 2023 située 30 km en amont attestent de ce comptage partiel.



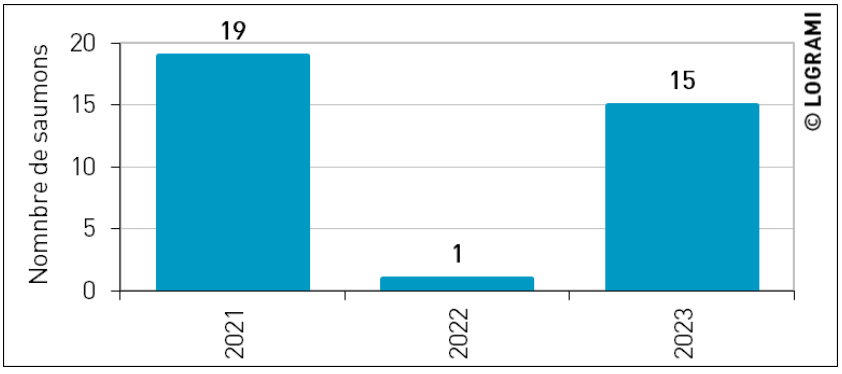
* Le comptage à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017 est non exhaustif (installation du dispositif de vidéo-comptage le 17 mai)

Figure 222 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017

Jenzat

La nouvelle station de comptage de Jenzat se situe à la limite aval des premières zones de frayères sur la Sioule. Elle permet d'estimer le nombre de géniteurs de façon exhaustive sur l'axe. Cette station a été mise en service le 27 mai 2021.

En 2023, 15 individus ont été comptabilisés à Jenzat contre 9 à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 223).



* Le comptage à la station de Jenzat en 2021 est non exhaustif (installation du dispositif de vidéo-comptage le 27 mai)

Figure 223 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Jenzat sur la Sioule depuis 2021

10.1.1.5 Axe Allier

Vichy

En 2023, 96 saumons ont été comptabilisés à la station de Vichy. **C'est le plus faible effectif enregistré depuis le début du suivi de la station de comptage en 1997 (Figure 224).** La moyenne interannuelle s'élève à 564 individus +/- 211. La meilleure année est enregistrée en 2003 avec 1 238 individus. Depuis 2018, l'effectif comptabilisé annuellement est 2,3 fois moins important que sur la période 2011-2017 (776 saumons +/- 151).

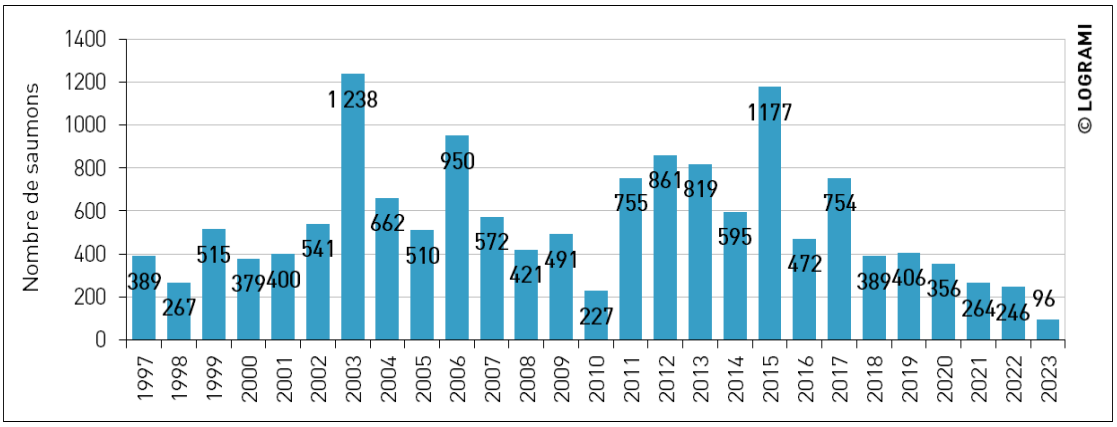


Figure 224 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997

Pour mener à bien le programme de déversement de juvéniles de pisciculture, des captures de saumons sont réalisées chaque année sur le bassin de l'Allier (Figure 225). Avant 2008, la totalité des captures était capturée au niveau du seuil de la Bageasse (Vieille Brioude, 43 ; ROE 9867). 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 (Conservatoire National du Saumon Sauvage). En moyenne, entre 1997 et 2022, 36 individus +/- 17 (6,5 % +/- 2 des saumons en migration) par an sont capturés pour participer au programme de soutien d'effectifs. En 2023, 7 géniteurs (7,3 % des saumons en migration) ont été prélevés dans l'Allier pour le programme de déversement.

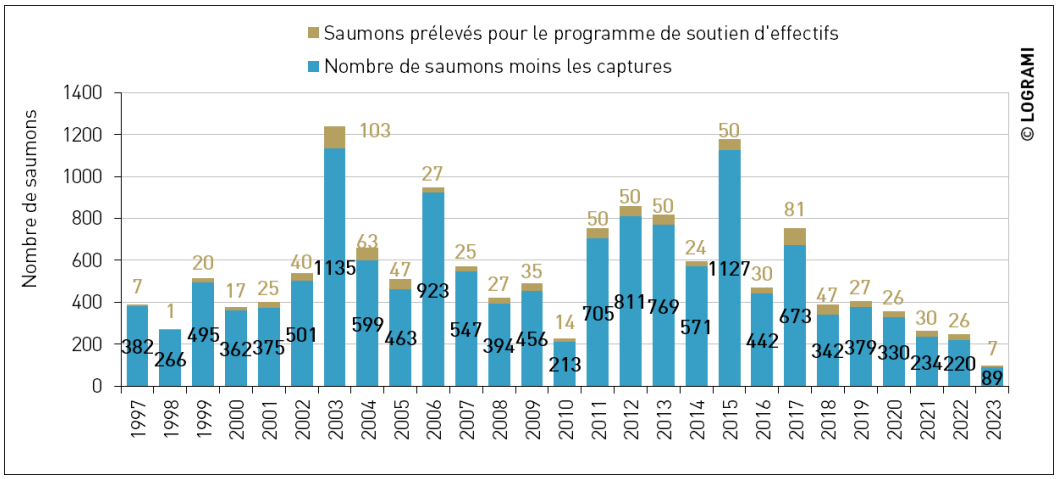


Figure 225 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier et des captures pour le programme de soutien d'effectifs (tous sites de piégeage confondus) depuis 1997 (Données : LOGRAMI et CNSS)

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 127 +/- 63 individus contrôlés. Avec un effectif de 21 individus (Figure 226), l'année 2023 est la saison qui enregistre **les comptages les plus faibles depuis le début du suivi** de la station en 2003.

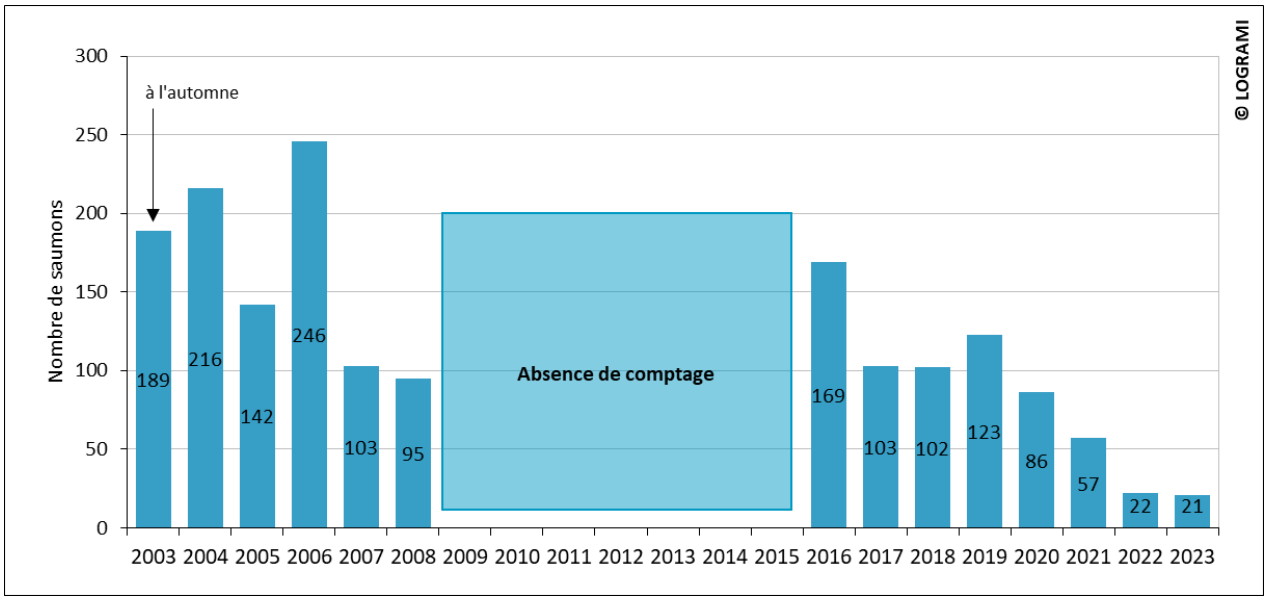


Figure 226 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Données : LOGRAMI et CNSS)

** 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

Depuis la mise en place de périodes de transparences au barrage de Poutès, les comptages à l'ascenseur sont partiels. En 2023, **2 saumons ont été comptés à l'ascenseur**, le 1er saumon est passé quelques jours avant la transparence printanière et le 2ème en décembre. Pour évaluer le bénéfice de la transparence EDF R&D a installé une caméra acoustique pour quantifier le nombre de saumons franchissant l'ouvrage. À ce jour, ce dispositif a permis de mettre en évidence des passages de saumons mais pas de façon exhaustive.

Afin d'affiner ces estimations d'effectif et de se rapprocher de la dynamique migratoire annuelle, **ces données sont utilement complétées par le comptage des frayères qui apporte une information précise sur la répartition des poissons**. En 2023, 13 frayères ont été comptées en amont du barrage de Langeac dont 8 en amont du barrage de Poutès soit 62 %.

Ce taux de transfert permet d'estimer que 13 saumons ont franchi le barrage de Poutès en 2023 soit 11 pendant la transparence (Figure 227).

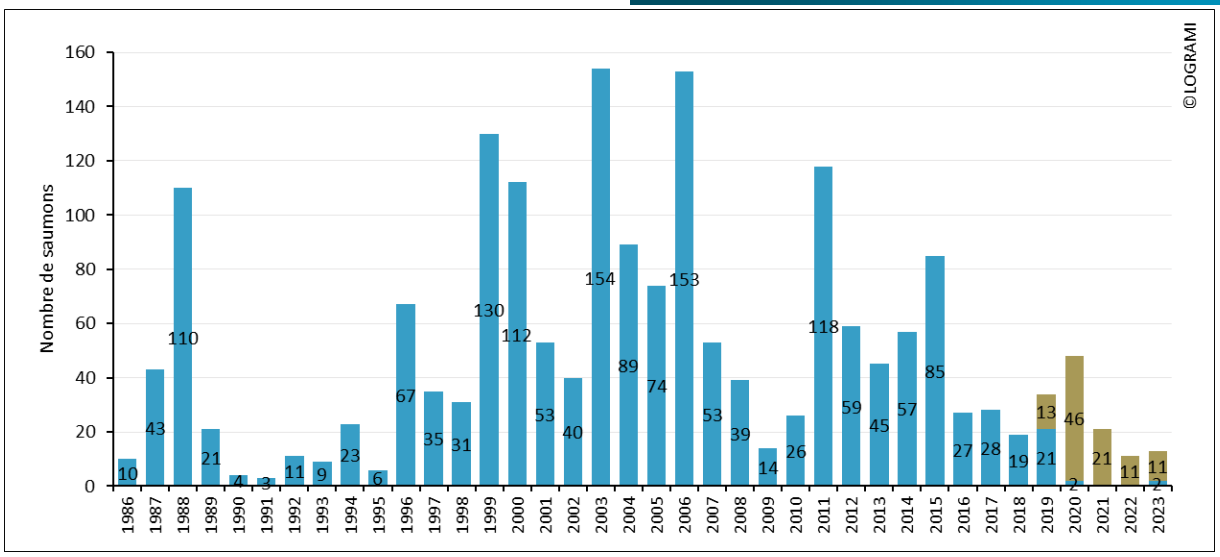


Figure 227 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986. En bleu : effectifs comptés à la station. En brun : effectifs estimés.

10.1.2. Périodes de migration

Le nombre de saumons migrant sur la Vienne à Châtellerault, sur la Loire amont à Roanne et sur l'Arroux à Gueugnon étant très limité, les périodes de migration sur ces trois stations n'ont pas été analysées. Pour la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule, la période de migration n'est pas prise en compte étant donné qu'il y existe une seconde voie de passage non contrôlée sur cet ouvrage.

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. Ainsi, la période de migration à cette station a été définie à partir de l'année 2009.

10.1.2.1 Amplitude de migration générale

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 228). Elle s'élève en moyenne à 228 jours +/- 62 à Descartes, 104 jours +/- 62 à Decize et 255 jours +/- 57 à Vichy.

En 2023, l'amplitude de migration n'a été que de 82 jours à Vichy (du 12 mars au 1er juin). A la station de comptage de Decize sur la Loire amont en 2023, un seul individu a été comptabilisé le 16 avril. A Descartes, en raison de l'ouverture du barrage, l'amplitude de migration n'est pas connue en 2023.

Les données de comptages depuis la mise en place des stations de Langeac et de Poutès montrent des amplitudes respectives moyennes de 225 jours +/- 17 et de 199 jours +/- 42. En 2023, à Langeac, l'amplitude totale est de 208 jours. Elle est donc proche de celles des années précédentes. A Poutès en 2023, en raison de la règle de transparence avec l'ouverture des vannes pendant 91 jours et des deux seuls comptages à l'ascenseur à poissons (13 mai et 8 décembre 2023), l'amplitude de migration peut être définie à partir de ces deux observations et donc estimée à 210 jours.

En 2023, à la station de comptage de Jenzat sur la Sioule, l'amplitude de migration s'élève à 163 jours. Pour rappel en 2021, une amplitude migratoire de 134 jours a été constatée. 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.

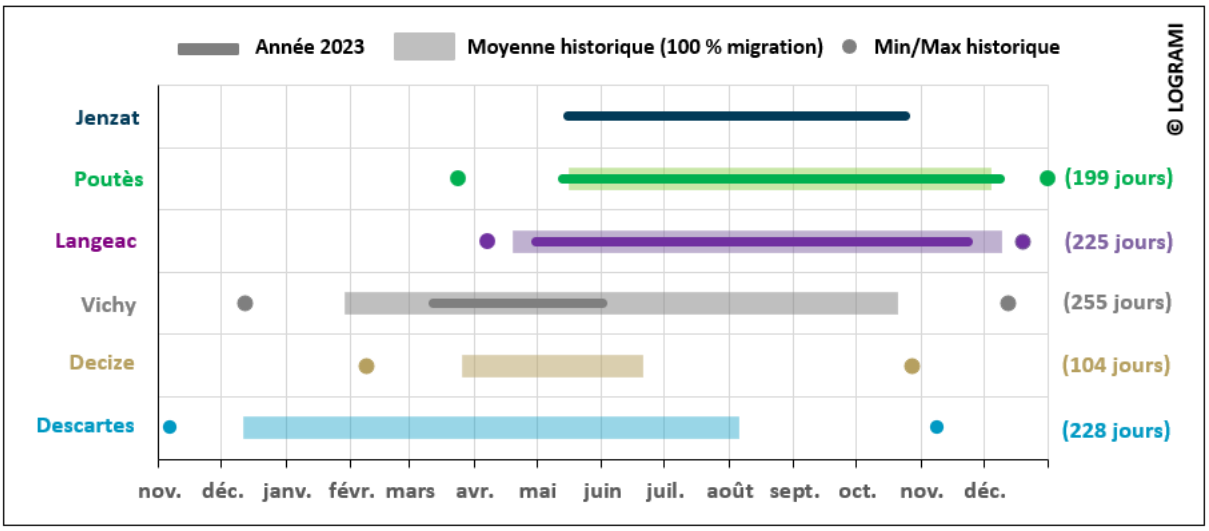


Figure 228 : Comparaison des amplitudes totales de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne (défini par un nombre de jours) depuis le début des suivis

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 (Figure 228).

Sur l'Allier aval, 90 % des saumons sont passés en 66 jours à Vichy en 2023 contre 95 jours +/- 41 en moyenne sur la période 1997 à 2022.

Sur le haut Allier, en raison de l'arrêt estival des saumons, la migration est étalée sur deux périodes, l'une printanière et l'autre automnale.

- Ainsi à Langeac (depuis 2004), l'amplitude totale de la période de migration de montaison est de 225 jours +/- 17. 90 des saumons migrent sur une période de 192 jours +/- 11. En 2023, 90 % des saumons ont franchi le seuil de Langeac en 183 jours.
- A Poutès, depuis 1986, les saumons migrent pour la plupart en 199 jours +/- 42. 90 des saumons en montaison migrent sur une période de 178 jours +/- 43. En 2023, tous les saumons ont franchi le seuil de Poutès en 210 jours.

En 2023 sur la Sioule, 90 % des saumons sont passés en 163 jours à Jenzat contre 134 jours en 2021 (1 seul poisson compté en 2022 le 13 mai 2022).

10.1.2.2 Passages journaliers

Amplitudes des passages journaliers sur la Sioule

Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2023 à Saint-Pourçain-sur-Sioule, les 9 saumons en montaison ont été comptabilisés entre début-mars et fin-juin (Figure 229). Les passages ont eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 8,6 °C et 16,5 °C et un débit compris entre 9,3 m^3/s et 32,4 m^3/s (module = 24 m^3/s à Saint-Pourçain-sur-Sioule). Les passages sont diffus et isolés, aucune tendance ne peut être montrée.

Pour rappel, depuis la mise en service de la station en 2017, des géniteurs potentiels sont observés en dévalaison à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule. Ces observations confirment les difficultés importantes pour franchir le barrage du Moulin de la Ville et les problèmes d'efficacité ou d'attractivité des dispositifs de franchissement.

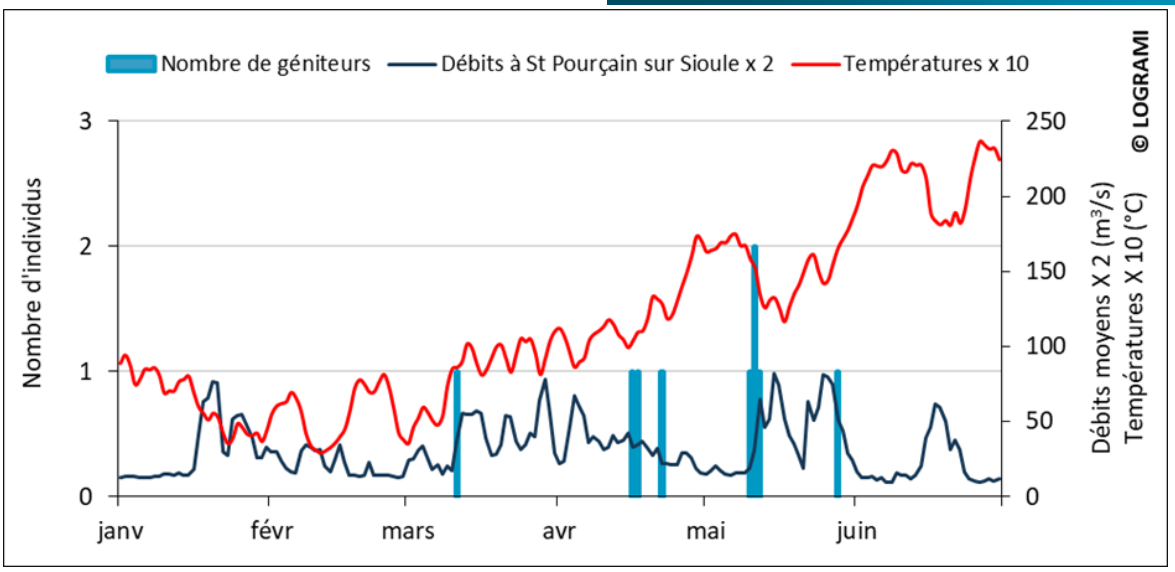


Figure 229 : Passages journaliers de saumons à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

De 2017 à 2023, 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 (31 % des passages). La comparaison de l'occurrence des débits pendant la période de migration avec les passages de saumons montre, que pour des débits inférieurs à 5 m³/s ou supérieurs à 30 m³/s, les fréquences de passages sont disjointes des occurrences de débit révélant un moindre passage des poissons pour ces gammes de débit. Les passages deviennent nuls pour des valeurs dépassant 400 m³/s (Figure 230). Pour rappel, le complexe de Saint-Pourçain-sur-Sioule dispose également d'un système de franchissement non pourvu de système de comptage des migrations sur la rive opposée à l'usine hydroélectrique. Il semblerait que cette voie de passage soit plus attractive pour des débits inférieurs à 5 m³/s (usine arrêtée) et pour des débits dépassant les 40 m³/s (débit turbiné inférieur au débit dans le tronçon court-circuité). Les comptages à l'usine ne sont donc pas exhaustifs.

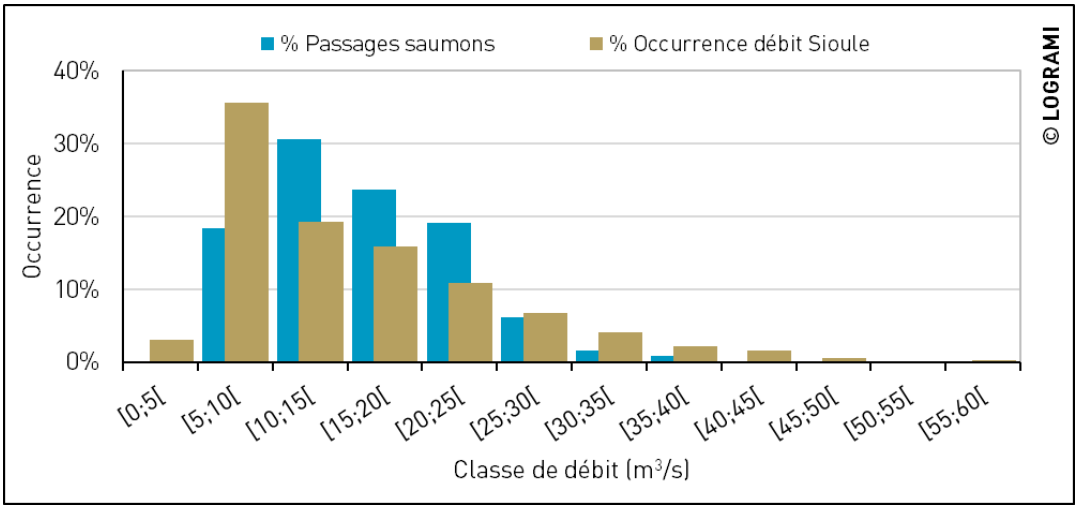


Figure 230 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (module = 24 m3/s) depuis 2017 (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Jenzat

En 2023 à Jenzat, les saumons en montaison ont été comptabilisés entre le 15 mai et le 24 octobre 2023 (Figure 231). Les passages ont eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 11,5 °C et 17 °C et un débit compris entre 6,6 m³/s et 39,2 m³/s (module = 19 m³/s à Ebreuil).

Une panne du logiciel de comptage est survenue entre le 10 et le 15 mai. Ainsi, des saumons ont pu franchir l'ouvrage par la passe à poissons pendant cet événement.

Les débits durant la migration printanière ont été relativement bas : 14 m³/s en moyenne en avril et 17 m³/s en mai contre 22 m³/s en moyenne sur cette période (52 ans). On note que les saumons ont profité des différents coups d'eau de la Sioule avoisinant les 40 m³/s pour franchir l'ouvrage au printemps et ce sont contentés de coups d'eau plus modestes à l'automne. L'évolution du flux migratoire permet de dégager une période de plus forte activité comprise entre le 15 et le 29 mai avec 9 saumons soit 60 % de la cohorte annuelle.

Deux individus ont été aperçus devant la vitre de comptage en dévalaison (avant de remonter) le 8 et 28 juin. Il semblerait qu'ils aient rencontrés des problèmes de progression liés aux très faibles débits enregistrés début-juin et fin-juin. Durant ces périodes, le débit mensuel est en moyenne 5 fois moins important que le débit mensuel de référence calculé sur 52 ans.

Pendant la période de migration automnale, 3 individus ont été comptabilisés à la station de Jenzat. Les quelques hausses de débit fin octobre ont favorisé la progression des saumons sur la partie aval de Sioule. Les températures élevées rencontrées durant les périodes estivale (+ 1,9°C) et automnale (+ 1,2°C) ont pu cependant pénaliser la survie de certains géniteurs.

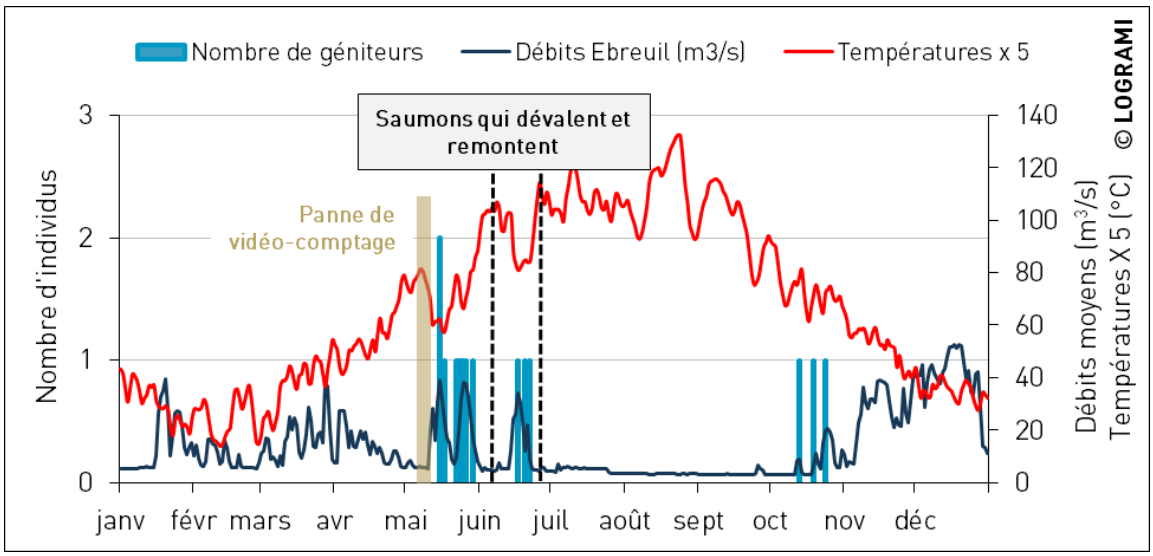


Figure 231 : Passages journaliers de saumons à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Amplitudes des passages journaliers sur l'Allier

Vichy

En 2023 à Vichy, le début d'année est caractérisé par des niveaux d'eau très bas. Un coup d'eau hivernal est toutefois constaté le 12 mars avec 213 m³/s. Dès lors les passages de géniteurs débutent en même temps que la température de l'eau dépasse les 10 °C (Figure 232). L'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 8,9 °C et 20,5 °C.

Les débits durant la migration printanière ont été relativement bas : 70 m³/s en moyenne en avril et 73,5 m³/s en mai contre 126 m³/s en moyenne sur cette période (57 ans). Sur l'ensemble de la migration

printanière entre le premier (12 mars) et le dernier passage (1er juin), le débit moyen journalier était de 78,5 m³/s (module = 92 m³/s à Saint-Yorre).

L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager une période de plus forte activité migratoire comprise entre le 20 mars et le 24 avril avec 60 saumons soit 62 % de la cohorte annuelle. Les pics journaliers sont enregistrés le 16 et le 23 avril avec 5 individus comptabilisés pour chaque journée (5 % de la cohorte). A partir de fin-avril, les passages ont été fortement réduits. Seulement 20 saumons sont comptabilisés au mois de mai.

Pendant la phase de migration automnale, aucun individu n'a été comptabilisé à la station de Vichy. Les faibles débits et les températures élevées rencontrées durant les périodes estivale et automnale ont très certainement pénalisé la survie et la progression des saumons sur la partie aval de l'Allier.

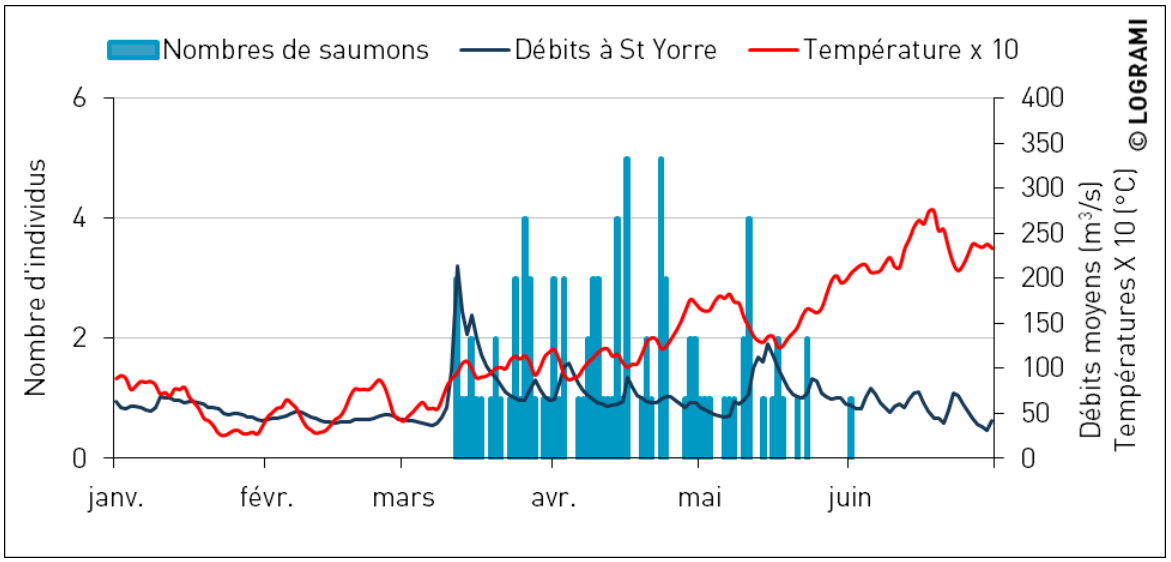


Figure 232 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Langeac

À Langeac en 2023, la migration printanière s'est étendue sur 40 jours (du 30/04 au 08/06) (Figure 233), avec 18 jours d'intervalles entre le 1er et 2ème saumon. Avant l'arrivée du pic de migration printanière, 2 augmentations de débits sont enregistrées (32,7 m³/s le 7 mai et 35,7 m³/s le 16 mai). Compte-tenu des très faibles débits observés avant l'arrivée des saumons à Langeac (9,8 m³/s +/- 1,4 en avril), il est certain que les poissons ont profité de ce petit coup d'eau pour migrer en amont. En lien avec l'augmentation de débit, une diminution de température est enregistrée dans le même temps (17,5 °C le 6 mai à 11,3 °C le 14 mai).

Durant l'été, la température moyenne journalière n'a jamais dépassé le seuil de risque de mortalité situé à 25 °C (maximum le 11 juillet avec 24,7 °C). Aucune augmentation de débit n'a été enregistrée.

Le premier saumon de l'automne est arrivé le 7 octobre. Avant son arrivée le débit était stable mais très bas (5,6 m³/s sur les 7 derniers jours), le poisson a dû réagir à la baisse des températures les jours précédant son passage (-3,8 °C en 7 jours). La période de migration automnale s'étale sur 48 jours et seulement 6 poissons ont franchi l'ouvrage soit 29 % de la migration totale. Pendant cette période, une seule augmentation de débit est à noter, le 30 octobre avec un débit moyen journalier de 25 m³/s.

Quelques dysfonctionnements se sont produits au niveau du vidéo-comptage. Durant le dysfonctionnement vidéo printanier, des saumons ont pu franchir le barrage sans être comptabilisé. Même s'il est question de 1 ou 2 individus, ce manque de données peut avoir une influence sur les estimations effectuées avec l'effectif à Langeac (taux de transfert Langeac-Poutès, estimation effectif à Poutès, etc.).

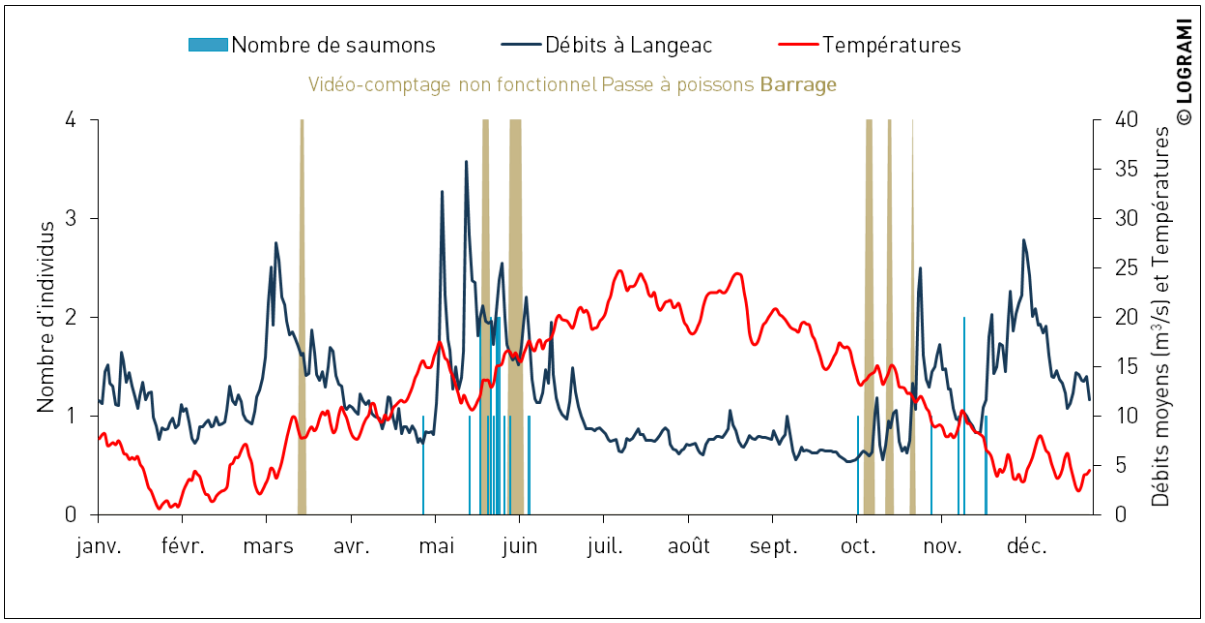


Figure 233 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac et les débits de l'Allier à Langeac en 2023 (Données : LOGRAMI, DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Poutès

La sonde température du barrage de Poutès depuis sa reconstruction est implantée en rive gauche proche de la restitution de la goulotte de dévalaison.

Bien que la sonde soit implantée dans une zone courante, les températures au barrage de Poutès pendant l'été ont été chaudes avec des températures moyennes journalières proches des 25 °C (maximum enregistré : 24,4 °C le 19 juillet) (Figure 234).

Le 1er saumon est passé le 13 mai. Le 7 mai, la température moyenne journalière était de 17,4 °C, les jours suivants la température a progressivement baissé pour passer à 11,84 °C lors du passage du poisson. Pendant ce temps, les débits étaient constants (entre 3,2 et 3,8 m³/s) entre le 7 et le 12 mai. Le saumon est passé sur une augmentation de débit (9,1 m³/s). Ce saumon était probablement arrêté ou en migration ralentie et a repris sa migration avec la chute des températures et l'augmentation de débit.

Le 2ème saumon est passé le 8 décembre. Ce poisson, probablement un mâle a franchi l'ouvrage lorsque la température de l'eau était de 3,3 °C (moyenne journalière de 3,0 °C). Il a franchi l'ouvrage sur une augmentation de la température de l'eau. La veille de son passage la température moyenne journalière était de 2,0 °C. A partir de ce moment la température a continuellement augmenté pour atteindre 7,6 °C le 13 décembre.

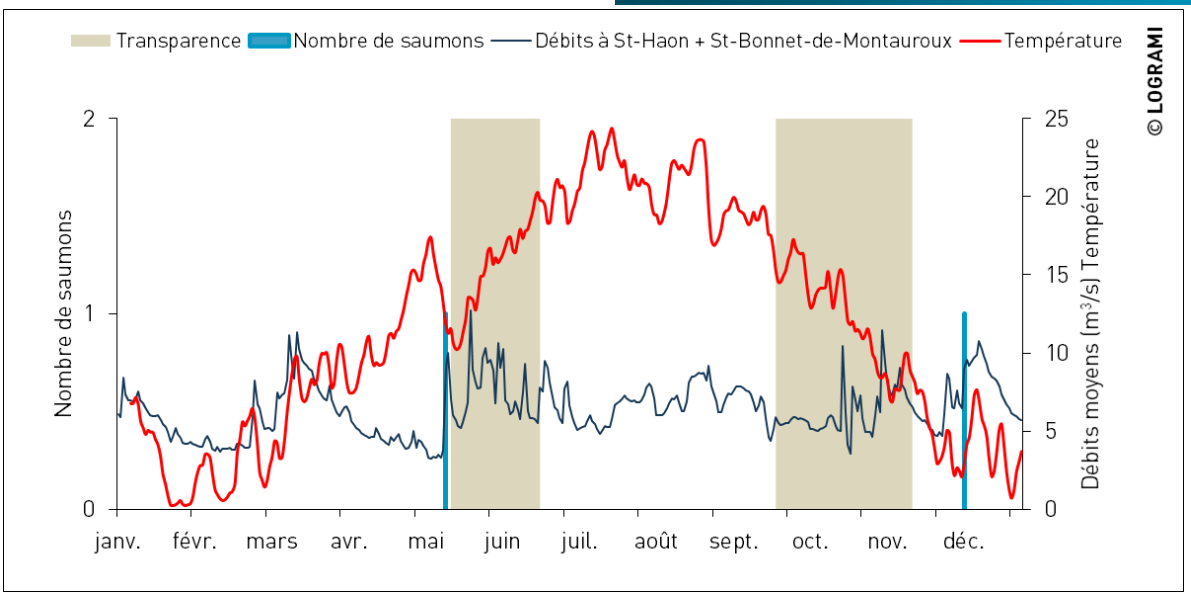


Figure 234 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau à Poutès et les débits de l'Allier à Poutès en 2023 (Données : LOGRAMI, DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

10.1.2.3 Dynamique migratoire printanière

Influence de la thermie et de l'hydrologie

Température

Les températures extrêmes peuvent influencer les mouvements de montaison des saumons (Tableau 31). Ainsi, autour de 3-10 °C et 20-25 °C, les mouvements du saumon sont limités. En outre, 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 ainsi entre 10 et 20 °C (AEAG, 2018).

Dans cette partie, l'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 20) pour la migration printanière du saumon va être analysée sur chaque station pendant les 6 premiers mois de l'année ainsi que pendant l'amplitude moyenne de migration des géniteurs (90 % de migration) (Figure 235).

Tableau 31 : Préféremdum de températures pour la migration du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	T° <3
Migration limitée	3 < T° < 10
Préférendum migration	10 < T° < 20
Migration limitée	20 < T° < 25
Risque mortalité	25 < T° < 27,5
Létal	T° > 27,5

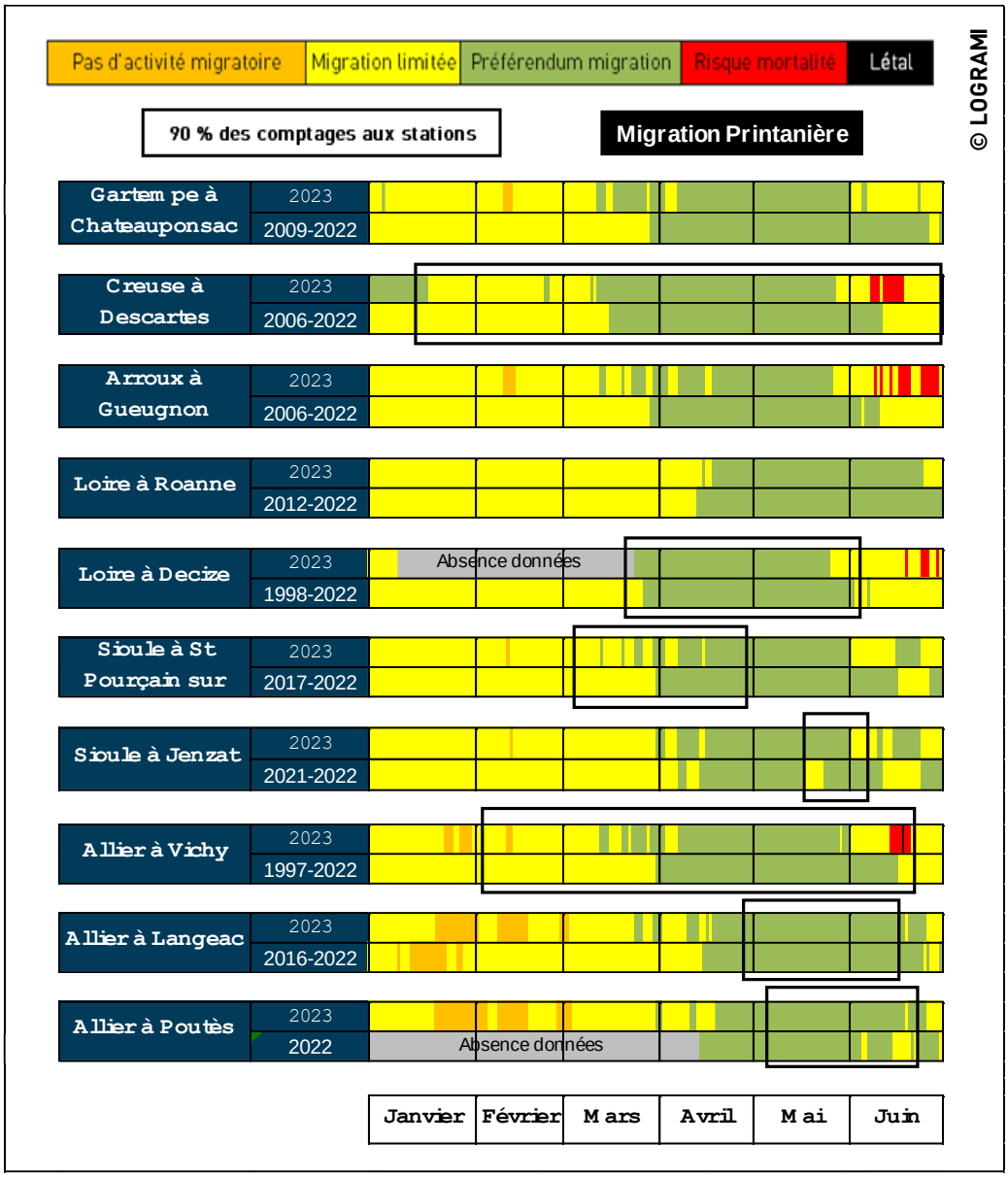


Figure 235 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration printanière du Saumon atlantique entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Durant la migration printanière en 2023, l'atteinte du seuil thermique de préférendum migratoire de 10 °C toutes stations confondues est plus précoce de 12 jours par rapport aux moyennes des données antérieures (18 mars +/- 6 jours contre 30 mars +/- 6 jours en moyenne). Toutefois, il est plus tardif pour la station de Roanne de 5 jours (18 avril contre 13 avril +/- 6 jours en moyenne) dont la thermie de l'eau est influencée par la nature de l'eau (plus fraiche) provenant de la retenue de Villerest et restituée en aval par la centrale hydro-électrique du même nom.

Contrairement aux autres stations du bassin, une précocité de l'atteinte de ce seuil par rapport aux données antérieures est observée à la station de Descartes pendant les 15 premiers jours de janvier.

L'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 20) pour la migration printanière du saumon s'élève en moyenne depuis le début des mesures, toutes stations confondues, à 73 jours +/- 7 (Figure 236). En 2023, cette amplitude est similaire avec une moyenne de 73 jours +/- 8.

En 2023, les amplitudes printanières du préférendum thermique (matérialisées par les barres vertes dans la Figure 235) pour la migration du saumon ont été globalement identiques aux années précédentes pour

les stations de Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 236). Pour les stations de Châteauponsac, Gueugnon et Roanne, les amplitudes sont réduites de près de 8 % +/- 1 par rapport aux données précédentes. A contrario, les amplitudes sont allongées pour les stations de Descartes (9 %) et Langeac (18 %).

Cependant, tous les seuils thermiques enregistrés sur ces stations au printemps ont été atteints précocement et ont présenté des températures limitantes (> 20 °C) pour la migration des individus de fin de cohorte.

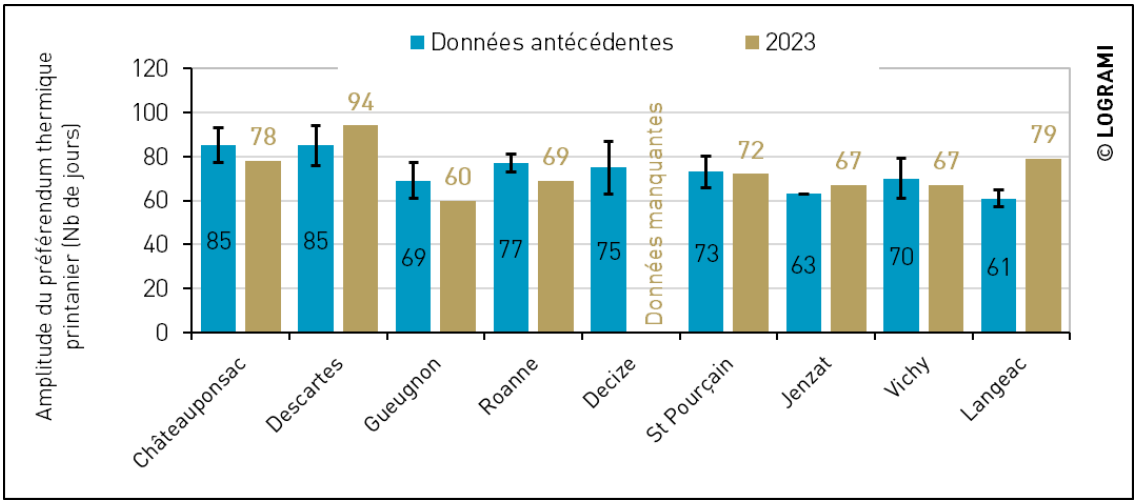
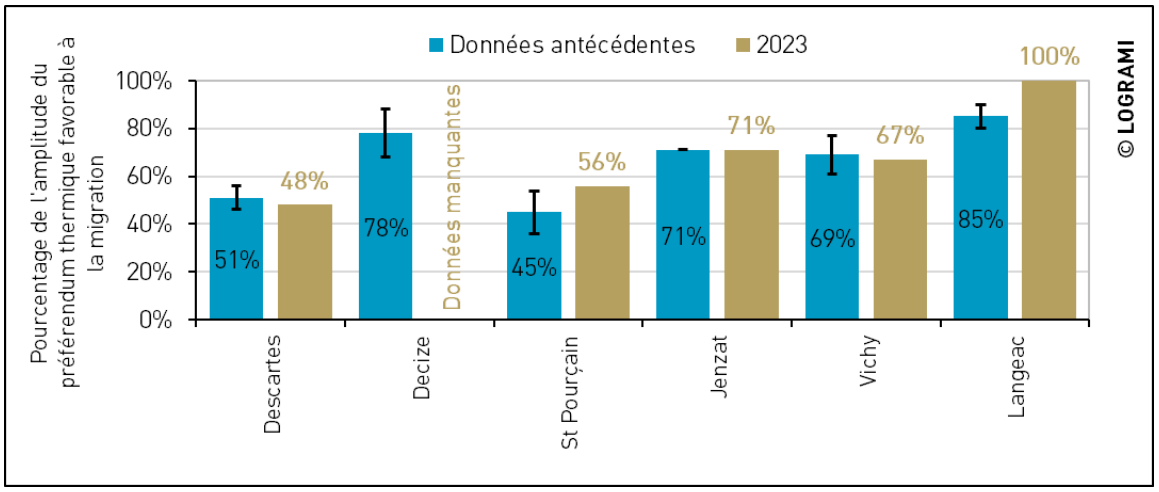


Figure 236 : Comparaison de l'amplitude moyenne des préférendums thermiques printaniers (janvier à juin) pour la migration du Saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures

Considérant 90 % de l'amplitude migratoire printanière 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 67 % +/- 12 de la période de migration printanière (Figure 237). Elles indiquent que, quelles que soient les années, les températures ne sont pas entièrement compatibles avec les exigences écologiques du saumon. Certains axes, notamment aval, présentent des compatibilités avec les capacités migratoires du saumon limitées de façon chronique comme la Creuse à Descartes et la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule.

En 2023, les amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration printanière sont similaires aux années précédentes pour les stations de Descartes (48 % contre 51 % +/- 5), Jenzat (71 % contre 71 % +/- 0,1) et Vichy (67 % contre 69 % +/- 8).

Ces dernières sont supérieures aux années précédentes pour les stations de Saint-Pourçain-sur-Sioule (56 % contre 45 % +/- 9) et Langeac (100 % contre 85 % +/- 5). Sur ces stations, le réseau de sondes met en évidence des températures dans les normales de saison sur la période de mars à mai compatibles avec l'activité de migration des saumons (10 à 20 °C).



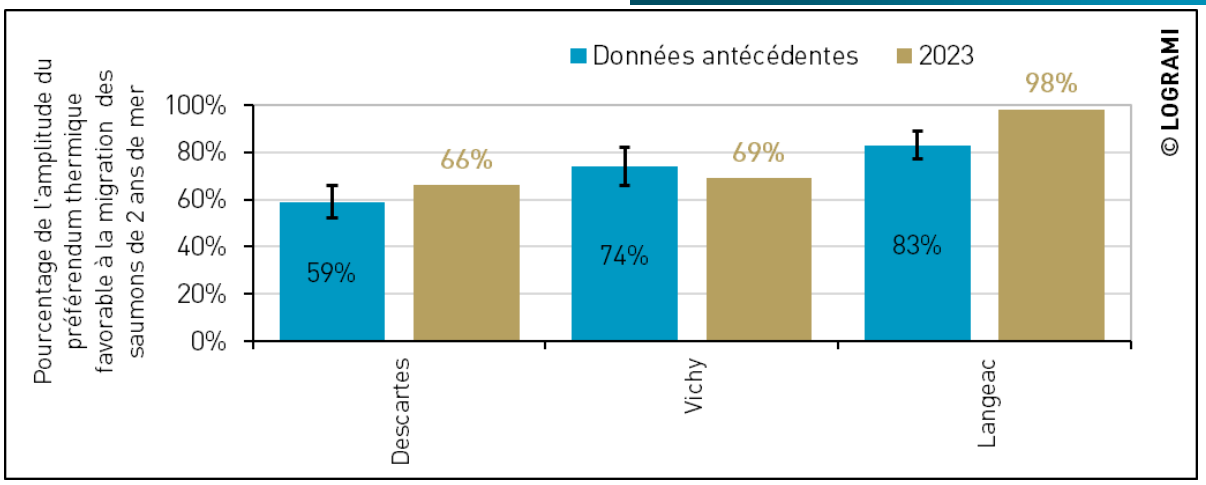
* Les 90 % de migration n'ont pas été étudiés pour Châteauponsac, Roanne et Gueugnon compte-tenu du faible nombre de saumons sur ces sites de comptage.

Figure 237 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration printanière du Saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures

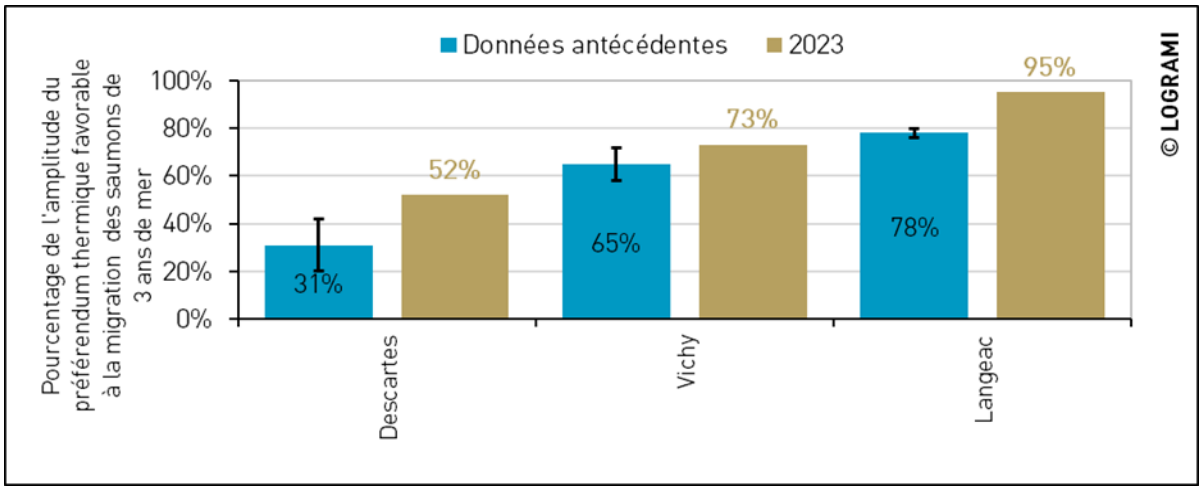
Les températures favorables à la migration mesurées au printemps en fonction de l'âge de mer des saumons, depuis le début de la mise en place des sondes thermiques montrent que les optimums thermiques couvrent en moyenne 72 % +/- 9 de la période de migration des individus de 2 ans de mer et 58 % +/- 18 de la période de migration des individus de 3 ans de mer (Figure 238). Un gradient amont-aval du préférendum thermique est observé pour les deux classes d'âge. En effet, plus les stations sont proches des sources (T° plus fraiches) et plus les conditions de température sont compatibles avec l'activité de migration des saumons (10 < T° < 20).

En 2023, les amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration sont globalement supérieures aux années précédentes pour les individus de 2 ans de mer (moyenne des sites à 78 % +/- 14 du temps) et de 3 ans de mer (moyenne 73 % +/- 14 du temps).

Toutefois en 2023, l'amplitude du préférendum thermique pour 90 % de la migration est inférieure pour les 2 ans de mer à la station de Vichy sur l'Allier. Les températures chaudes du mois de juin (+ 2,9 °C) sur ce bassin ont écourté la fenêtre thermique optimale de migration pour cette classe d'âge (69 % du temps contre 74 % +/- 8 en moyenne).



2 ans de mer



3 ans de mer

Figure 238 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration printanière du Saumon atlantique par classes d'âge aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées durant les six premiers mois de l'année (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 Châtellerault), le mois de décembre de l'année n-1 est également pris en compte car des géniteurs de saumons y sont régulièrement observés.

Ainsi en 2023, les indices hydrologiques sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,6 (+/- 0,1) (Figure 239). Le plus faible indice est enregistré à Leugny sur la Creuse avec une valeur de 0,46. Le début d'année est caractérisé par une absence de grande crue hivernale et printanière. Le mois de février est le mois qui enregistre l'indice hydrologique le plus déficitaire de l'année avec une valeur moyenne sur l'ensemble des stations de référence de 0,3 +/- 0,1.

Sur la Maine à Angers, contrairement aux autres stations du bassin, les débits sont excédentaires au mois d'avril (137 m^3/s) par rapport aux débits de référence calculés sur une moyenne de 9 ans (120 m^3/s). Un pic printanier a eu lieu le 15 avril avec une valeur de 250 m^3/s à Angers.

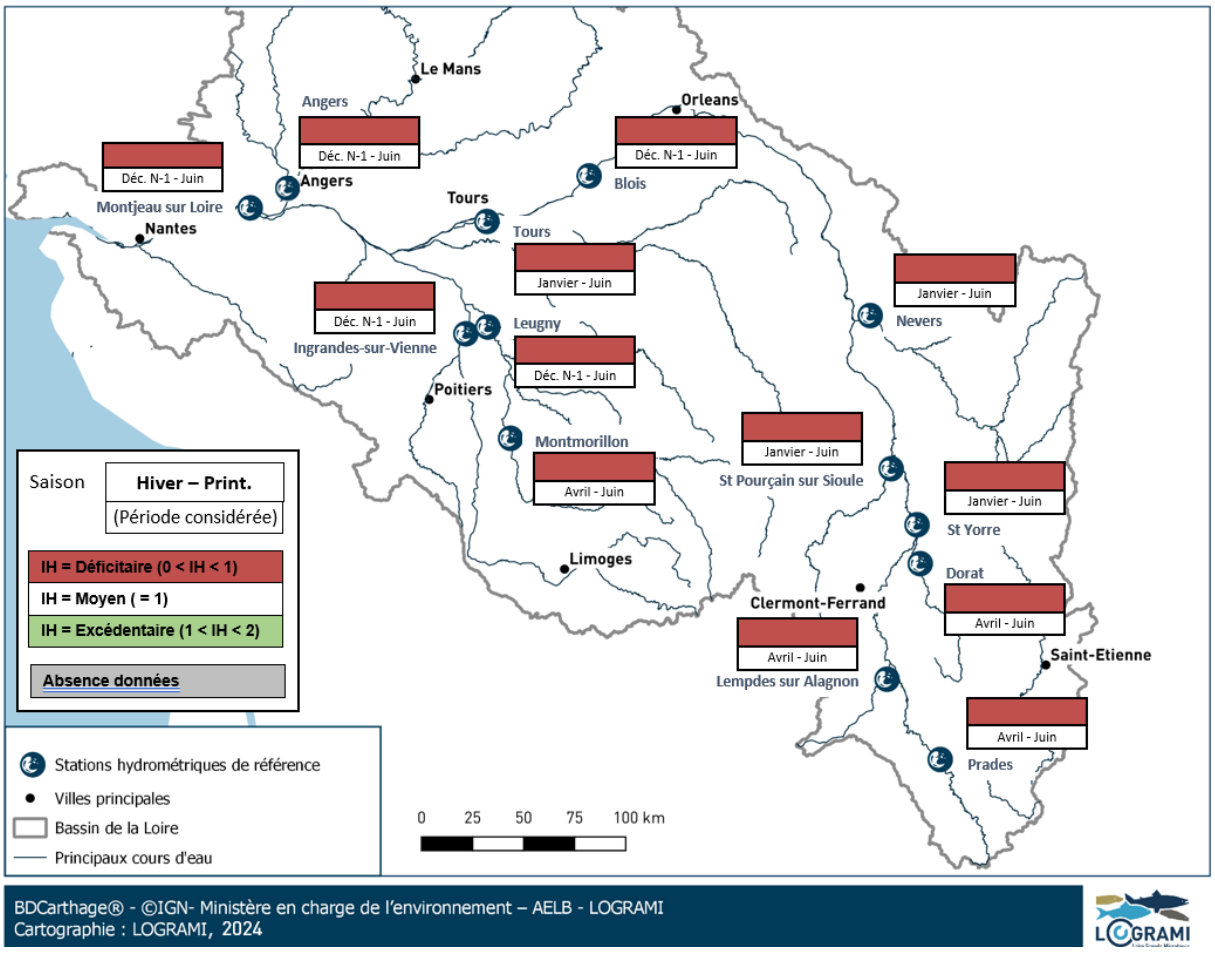


Figure 239 : Indices hydrologiques 2023 durant la migration printanière des saumons (janvier à juin) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Une corrélation presque parfaite existe entre les débits mensuels de la Loire aval à Montjean-sur-Loire et les débits mensuels sur la Vienne (Nouâtre), la Creuse (Leugny) et l'Allier (Cuffy) (Figure 240) pris indépendamment. Ainsi, les débits à Montjean-sur-Loire permettent de qualifier l'hydrologie mensuelle sur les différents axes d'intérêt et étudiés pour le Saumon atlantique.

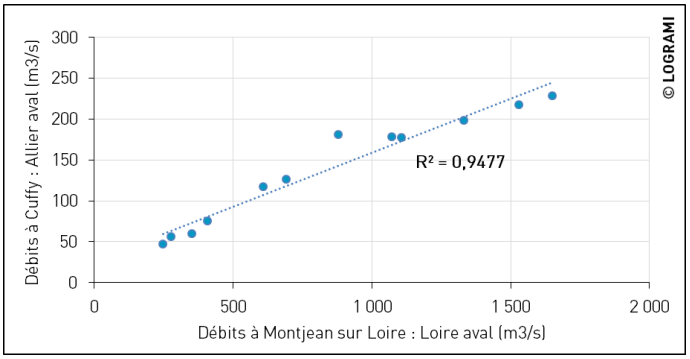


Figure 240 : Corrélation entre les débits moyens mensuels à Monjean sur Loire sur la Loire aval et les débits moyens mensuels à Cuffy sur l'Allier aval sur la période 1955-2023 (Données hydro : DREAL / Hydro – MEDD/DE)

En 2023, durant les 6 premiers mois de l'année, la station de Montjean-sur-Loire située à environ 100 km de la mer enregistre des débits moyens mensuels 2 fois moins importants que les débits de référence calculés sur une moyenne de 160 ans. L'indice hydrologique calculé sur cette station de décembre n-1 à juin est très déficitaire (0,5) avec une valeur équivalente à celles observées 2017, 2019 et 2022 (Figure 241).

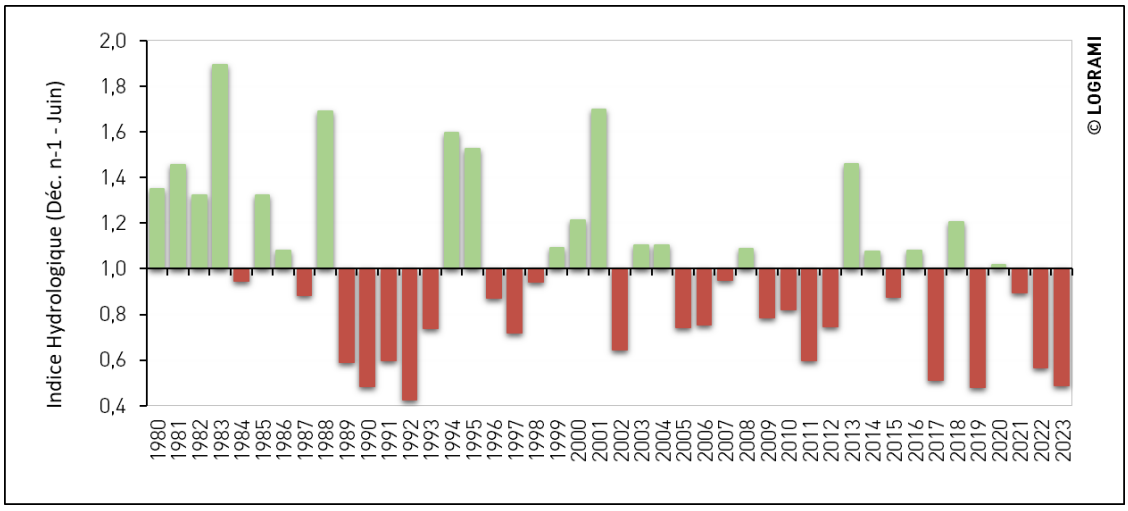


Figure 241 : Indices hydrologiques durant la migration printanière des saumons (décembre n-1 à juin) sur la station hydrométrique de Montjean-sur-Loire depuis 1980 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les indices hydrologiques calculés sur les 20 dernières années sur cette station mettent en évident une récurrence des faibles débits rencontrés pendant la première partie de l'année. Les HI déficitaires sont enregistrés 14 fois sur 21 sur la période 2002-2023 contre 10 fois sur 22 sur la période 1980-2001.

En 2023, le déficit hydrologique cumulé lors des épisodes de chaleur printanières a conduit à une forte baisse des débits naturels. **Sur la période de décembre 2022 à juin 2023, les conditions de débits ont été « défavorables » à la circulation des saumons sur l'ensemble du bassin de la Loire. Ainsi, le manque d'eau de la première moitié de l'année a pu limiter la progression des géniteurs sur les différents axes.**

Sur les 19 dernières années (2005-2023), on note que l'occurrence des mauvaises années est plus forte que sur le début de période (1980-2004 ; 25 ans). Ainsi, depuis 2005 nous observons en moyenne 1 bonne année hydrologique à Montjean-sur Loire tous les 2,16 ans alors qu'on en observait une tous les 0,78 an en moyenne en début de période.

Dynamique migratoire printanière observée aux stations de comptage

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 à Descartes alors que 50 % de la migration est réalisée le 23 avril +/- 9 jours à Decize sur la Loire (21 jours plus tard) et le 26 avril +/- 6 jours à Vichy sur l'Allier (24 jours plus tard) (Figure 242).

Par ailleurs, la migration est plus étalée à Descartes qu'aux autres stations situées à l'aval des axes (168 jours +/- 43). 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 avant l'été, 36 % +/- 10 des poissons franchissent le seuil de Langeac et 25 % +/- 13 le barrage de Poutès (calculé sur les années avec la station de Langeac fonctionnelle et avant les travaux au barrage de Poutès).

- A Langeac depuis 2004 avant l'été, 90 % des saumons en montaison migrent en 44 jours +/- 13 entre le 1er mai +/- 8 et le 13 juin +/- 11.
- A Poutès depuis 1986 avant l'été, 90 % des saumons migrent en 46 jours +/- 16 entre le 7 mai +/- 14 et le 21 juin +/- 17.

Sur la partie amont de la Sioule à Jenzat, la migration est également fractionnée par l'arrêt estival des saumons. Toutefois, les données incomplètes en 2021 (installation de la station de 27 mai) ne permettent pas pour le moment de calculer une amplitude migratoire historique.

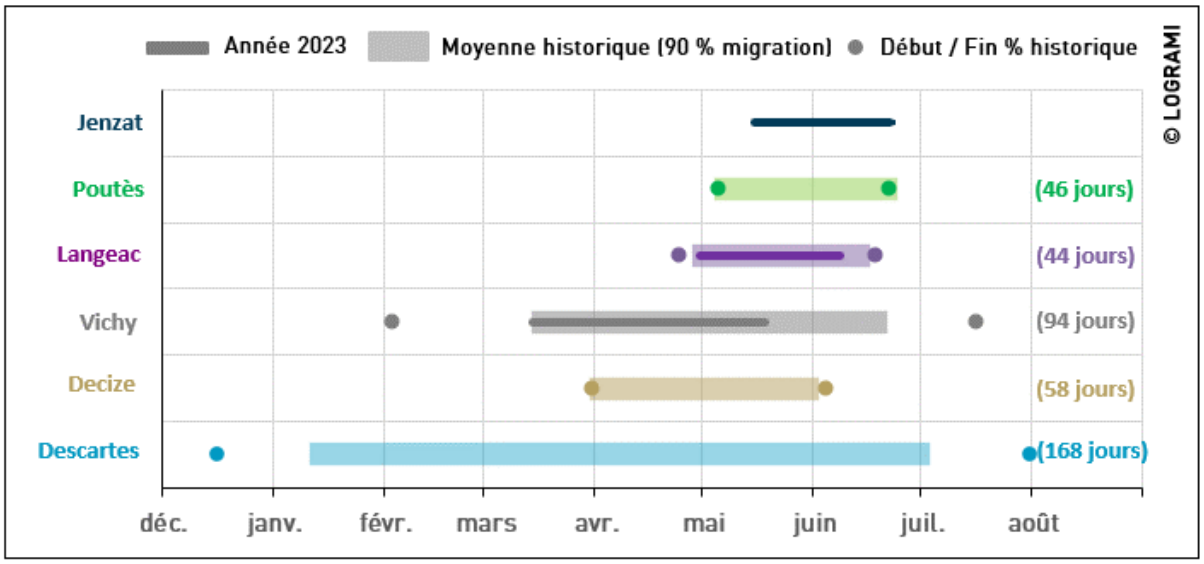


Figure 242 : Comparaison des périodes de passages printaniers des saumons en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

Particularité de la dynamique migratoire printanière en 2023

Sur la Sioule à Jenzat, l'ensemble des saumons arrivés au printemps ont franchi le seuil de Jenzat du 15 mai au 22 juin. 50 % des passages printaniers de l'année 2023 ont été réalisés au 25 mai (Figure 242).

Sur la partie amont de l'Allier à Poutès, en raison de la règle de transparence avec l'ouverture des vannes pendant 91 jours et de l'unique comptage printanier à l'ascenseur à poissons (13 mai 2023) la dynamique de migration n'est pas connue en 2023.

Sur l'Allier à Vichy, l'intégralité des passages ont eu lieu au printemps entre le 12 mars et le 1er juin. La moitié des passages a eu lieu le 13 avril (Figure 243). La migration est donc plus précoce de 13 jours par rapport à la moyenne interannuelle (26 avril +/- 6 jours). L'atteinte du seuil thermique de préférendum migratoire de 10 °C plus précoce de 10 jours à Vichy (20 mars) par rapport à la moyenne des données antérieures (30 mars +/- 9) a stimulé l'arrivée des premiers saumons (3 ans de mer). Cette précocité des passages est également liée à un manque important d'individus de 2 ans de mer migrant en fin de cohorte (26 % en 2023 contre 57 % +/- 40 pour la période 1997-2022) (cf 10.1.3 Structure en âge de la population). En outre, les températures chaudes du mois de juin (+ 2,9 °C) sur ce bassin ont écourté la fenêtre thermique optimale de migration pour cette classe d'âge (69 % du temps contre 74 % +/- 8 en moyenne)

Sur la partie amont de l'Allier à Langeac, l'ensemble des saumons arrivés au printemps ont franchi le seuil de Langeac du 30 avril au 8 juin (Figure 243). La migration printanière s'est étendue sur 40 jours (61 jours +/- 6 en moyenne) et a débuté tardivement (30 avril contre 23 avril +/- 9 en moyenne). La fin de migration enregistrée le 8 juin a été à l'inverse très précoce alors qu'historiquement les saumons migrent jusqu'au 21 juin (+/- 5 jours).

50 % des passages printaniers de l'année 2023 ont été réalisés au 25 mai, ce qui est plus tardif de 7 jours par rapport à la moyenne interannuelle (18 mai +/- 5 jours). Le manque d'eau sur l'Allier amont au printemps a retardé et écourté la migration des saumons.

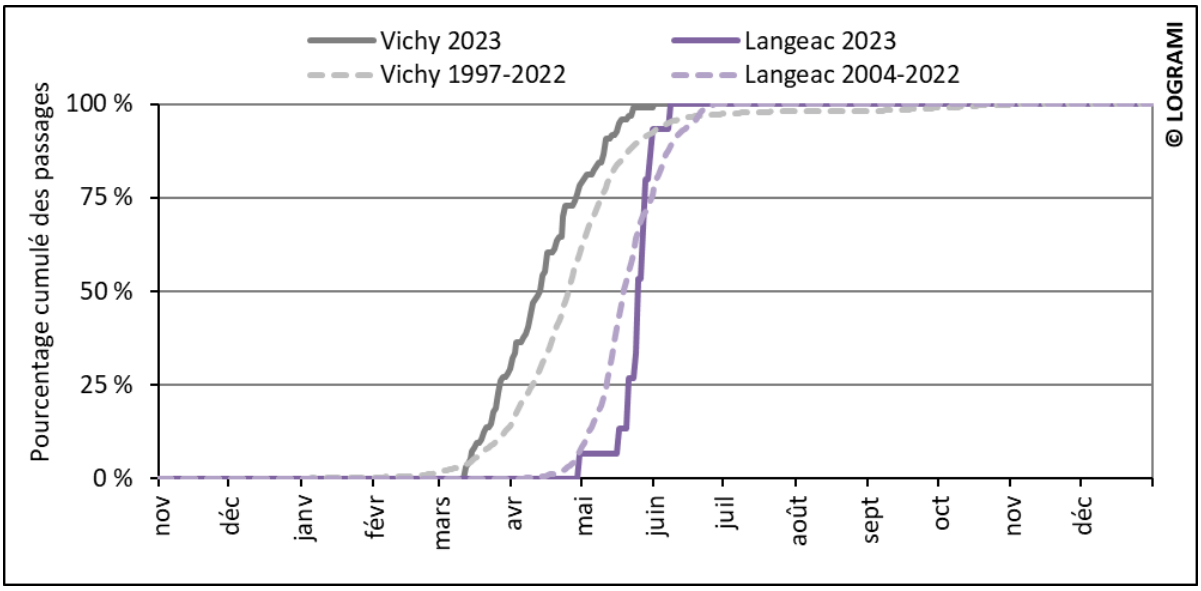


Figure 243 : Comparaison des rythmes de migration de saumons au printemps en 2023 avec les périodes observées depuis la mise en place des stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier

10.1.2.4 Survie estivale des géniteurs

Les géniteurs adoptent un comportement migratoire spécifique à l'arrivée des chaleurs estivales. Ces derniers se regroupent préférentiellement dans des endroits plus 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 fraie. Les enregistreurs thermiques et hydrométriques étant implantés en eau courante (pas dans des pools), le caractère « favorable » ou « défavorable » à la survie estivale des géniteurs est applicable à la rivière dans sa globalité mais exclut les zones de refuges thermiques particulières.

Influence de la thermie et de l'hydrologie

Température

La température influence de nombreux mécanismes biotiques chez le Saumon atlantique telle que la survie estivale (Tableau 32). Le risque de mortalité pour les géniteurs intervient à partir de 25 °C (Cohendet, 1993). Le seuil létal pour les géniteurs des saumons est de 27,5 °C (Crisp, 1993). La durée d'exposition à ces températures élevées constitue un risque accru de mortalité.

Depuis plusieurs années, la récurrence des faibles débits printaniers associés à des printemps chauds provoque un réchauffement rapide de l'eau et une attient du seuil de 25°C dès le mois de juin.

Tableau 32 : 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**
Létal	**T° > 27,5**

Figure 244 : Amplitude des préférendums thermiques pour la survie estivale du Saumon atlantique en 2023 sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

En 2023, le seuil des 25 °C est atteint très précocement dès le début du mois de juin sur la Creuse à Descartes (8 juin), sur l'Arroux à Gueugnon (9 juin) et sur la Loire à Decize (19 juin). Le seuil létal (27,5 °C) pour les géniteurs de saumons a été atteint lui aussi précocement dès le 18 juin sur l'Allier à Vichy (Figure 244). Des températures supérieures à 25 °C ont été observées fin août sur les zones de reproduction au niveau de Châteauponsac sur la Gartempe et Jenzat sur la Sioule. A contrario, ces seuils ne sont pas atteints sur la Loire à Roanne et sur l'Allier à Langeac et Poutès. La précocité des températures élevées couplée aux faibles débits a donc probablement causé une mortalité estivale des géniteurs de saumons.

Le seuil de 25 °C

Le dépassement du seuil de 25 °C peut être analysé sur l'ensemble du réseau de sondes de température du bassin de la Loire. Durant la période estivale (juin à septembre) ce seuil est en moyenne pour les années étudiées fréquemment dépassé sur :

- La Loire amont à Decize (14 % du temps +/- 7),
- L'Arroux à Gueugnon (14 % du temps +/- 8),
- L'Allier aval à Moulins (11 % du temps +/- 5), Vichy (9 % du temps +/- 6) et Limons (10 % du temps +/- 6),
- La Sioule aval à Contigny (Saint Pourçain-sur-Sioule) (6 % du temps +/- 5),
- La Creuse aval à Descartes (7 % du temps +/- 6),
- La Vienne aval à Nouâtre (8 % du temps +/- 7) et Châtellerault (9 % du temps +/- 7).

Sur les dix dernières années, ce seuil de risque de mortalité de 25 °C a été dépassé :

- 8 années sur la Loire à Decize, l'Arroux à Gueugnon, l'Allier à Moulins,

- 7 années sur la Creuse à Descartes et sur la Vienne à Châtellerault.

A contrario, sur la série chronologique de données, ce seuil de 25 °C n'est jamais atteint sur le Renaison, le Clain, l'Ardour, la Dore, la Sioule amont, l'Alagnon amont, l'Allier amont et la Loire à Roanne (Tableau 33).

Comparativement aux données antécédentes, en 2023 le seuil de 25 °C a été largement dépassé l'Arroux, l'Allier aval et amont (Brioude), la Sioule aval, la Creuse aval et la Vienne aval. En moyenne, ces températures représentent 16 % +/- 6 du temps de la période estivale (juin à septembre). **Les conditions de survie des géniteurs en 2023 ont été « défavorables » sur ces secteurs.**

Toutefois, un passage de saumon de 1 an de mer a été constaté à la station de Châtellerault le 7 août 2023. Ce dernier a eu lieu avec une température de l'eau de 21 °C. Même si le seuil de 25 °C a été dépassé à 21 reprises pendant la période estivale sur la Vienne aval, le mois d'août enregistre des températures dans les normales de saison (+ 0,7 °C à Châtellerault).

Sur le bassin de l'Allier, depuis 2019 grâce à l'enrichissement du réseau de sondes de température, il est possible d'analyser plus finement les conditions de survie des géniteurs le long de l'axe principal. En 2023, 28 journées dépassant le seuil des 25 °C ont été observées à Vichy ainsi que 11 à Limons. Pour la première fois depuis le début du suivi de la sonde de la Bageasse à Brioude, des températures supérieures à 25 °C ont été enregistrées à 10 reprises entre mi-juillet et fin-aout (Tableau 33 et Figure 245). **Comparativement à 2019, les conditions de survie des géniteurs en 2023 durant l'été ont été plus « défavorables » sur cette partie du bassin (Brioude-Vichy).**

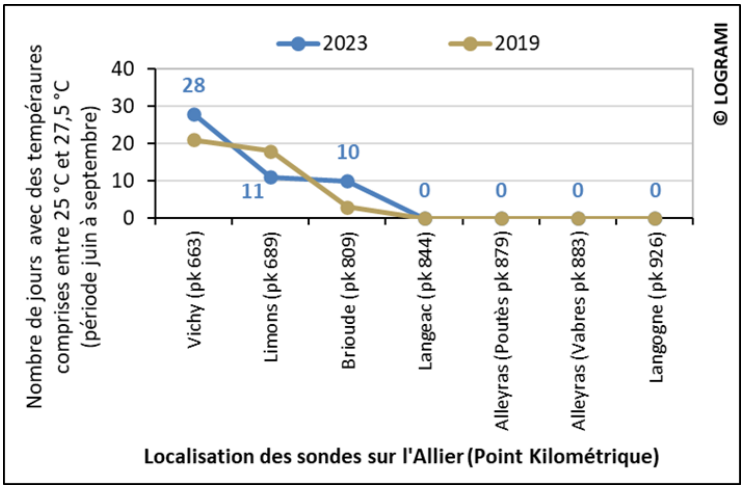


Figure 245 : Comparaison du nombre de jours avec des températures comprises entre 25 °C et 27,5 °C sur le bassin de l'Allier entre 2019 et 2023 pendnat la période de juin à septembre

Sur le bassin de la Gartempe en 2023, 1 jour à Bussière Poitevine et 2 jours à Chateauponsac ont dépassé le seuil de 25 °C durant la période estivale. **Ainsi, la thermie a été plutôt favorable en 2023 pour la survie du Saumon atlantique sur cet axe**. Comparativement, en 2019 les conditions avaient été beaucoup moins favorables avec un seuil de 25 °C dépassé 8 fois à Bussière Poitevine

Tableau 33 : Nombre de jours où la température moyenne journalière a dépassé le seuil de 25 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juin à septembre) (Sources : LOGRAMI)

			Température entre 25 °C et 27,5 °C sur la période Juin-Juillet-Août-Septembre																									
Rivière	Locatisation	Distance à l'estuaire	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Loire moyenne	St Laurent Nouan	328																									12	5
Loire	Decize	576												9	13		10	15	0	22	13	23	18		34	7	39	
	Roanne	721																0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroux	Gueugnon	650									20	0	0	12	16	6	8	16	8	21	10	23		28	32	9	38	36
Renaison	Riorges	725																				0	0	0	0	0	0	0
Allier	Moulins	599																8	2			16	12	16	14	7	36	
	Vichy	663	6	2		6	9	34	4	12	25	0	0	12	7		10			22	8			21	10	3		28
	Limons	689																						18	6	2	25	11
	Issoire - Orbeil	765																			0	0	0		0	0		
	Le Breuil sur Couze	779																										
	Brioude - La Bageasse	809																			0	0	0	3	0	0	0	10
	Langeac	844																			0			0	3	0	0	0
	Monitsrol d'Allier	870																								0	0	
	Alleyras (Poutès)	879																									0	0
	Alleyras (Vabres)	883																							0	0	0	0
	Langogne	926															0	0	0	0					0		0	0
Sioule	Contigny	633															4	6	1		0				11	3	22	12
	Jenzat	663																								0	1	5
	St Quintin sur Sioule	679																		0	0	0	0	0	5			0
	Châteauneuf les Bains	709															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dore	Puy Guillaume	691															0	0	0	0	0	0	0				0	0
	Ambert	762															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	792														0	0	0	0	0	0	0	0	0	19			3
	Massiac	815														0	0				0		0	0		0	0	0
Creuse	Descartes	260										0	0	12	7	3	3	11	0	8	0	14	27	19	6			22
	Argenton-Sur-Creuse	380																				0	0		0		3	5
Vienne	Nouatre	240														0	4	8		7	0	5	24	17	6	0	33	23
	Châtellerault	270							5	10			0	14	10	4	6	6	0	17	5		33			4	34	21
Clain	Dissay	270																			0	0	0	0	0	0	0	0
Gartempe	Bussière Poitevine	360															0	0			0	4		11	0	0	0	1
	Châteauponsac	400														0	0	0	0	0	0	2	0	4		0	0	2
	Le Grand Bourg	450			0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		8	1			0	0
Ardour	Folles	440						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			4	0		0	0	0	0

Nb de jours
0
1 à 10
> 10
Abs données

Le seuil de 27,5 °C

Le dépassement du seuil de 27,5 °C peut être analysé sur l'ensemble du réseau de sondes de température du bassin de la Loire. Pendant la période estivale, ce seuil est en moyenne fréquemment dépassé sur :

- La Loire amont à Decize (3 % du temps +/- 3),
- L'Arroux à Gueugnon (3 % du temps +/- 4),
- L'Allier aval à Moulins (1 % du temps +/- 1) et Vichy (2 % du temps +/- 2).

Sur les dix dernières années, ce seuil de 27,5 °C a été dépassé (Tableau 34) :

- 6 années sur l'Arroux à Gueugnon,
- 5 années sur la Loire à Decize,
- 3 années sur l'Allier à Moulins et Vichy,
- 2 années sur la Vienne à Châtellerault et la Creuse à Descartes,
- 1 année sur la Sioule à Contigny et St Quintin-sur-Sioule, sur la Vienne à Nouâtre et sur la Gartempe à Bussière Poitevine.

Comparativement aux données antécédentes, en 2023 le seuil de 27,5 °C a été largement dépassé sur l'Arroux à Gueugnon (9 % du temps) (Tableau 34).

Sur le bassin de l'Allier, comme en 2019, les conditions de survie des géniteurs durant l'été 2023 ont été « défavorables » sur la partie aval du bassin. En effet, en 2023, le seuil létal de 27,5 ° C a été atteint à plusieurs reprises sur le secteur Vichy – Limons (Tableau 34).

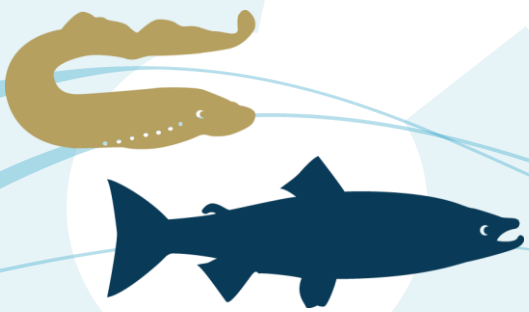


Tableau 34 : Nombre de jours où la température moyenne journalière a dépassé le seuil de 27,5 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juin à septembre) (Sources : LOGRAMI)

			Température > 27,5°C sur la période Juin-Juillet-Août-Septembre																									
Rivière	Locatisation	Distance à l'estuaire	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Loire moyenne	St Laurent Nouan	328																									0	0
Loire	Decize	576												1	0		0	0	0	9	0	4	7		15	0	6	
	Roanne	721																0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroux	Gueugnon	650									17	0	0	0	1	2	0	2	0	9	0	3		17	1	0	3	11
Renaison	Riorges	725																				0	0	0	0	0	0	0
Allier	Moulins	599																0	0			1	2	8	0	0	0	
	Vichy	663	0	0		0	0	11	0	0	3	0	0	0	0		0			5	0			9	0	0		5
	Limons	689																						7	0	0	0	4
	Issoire - Orbeil	765																			0	0	0		0	0		
	Le Breuil sur Couze	779																										
	Brioude - La Bageasse	809																			0	0	0	0	0	0	0	0
	Langeac	844																			0			0	0	0	0	0
	Monitsrol d'Allier	870																								0	0	
	Alleyras (Poutès)	879																									0	0
	Alleyras (Vabres)	883																							0	0	0	0
	Langogne	926															0	0	0	0					0		0	0
Sioule	Contigny	633															0	0	0		0				0	0	0	3
	Jenzat	663																								0	0	0
	St Quintin sur Sioule	679																		0	0	0	0	0	3			0
	Châteauneuf les Bains	709															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dore	Puy Guillaume	691															0	0	0	0	0	0	0				0	0
	Ambert	762															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	792														0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			0
	Massiac	815														0	0				0		0	0		0	0	0
Creuse	Descartes	260										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0			0
	Argenton-Sur-Creuse	380																				0	0		0		0	0
Vienne	Nouatre	240														0	0	0		0	0	0	0	3	0	0	0	0
	Châtellerault	270							0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			0	0	0
Clain	Dissay	270																			0	0	0	0	0	0	0	0
Gartempe	Bussière Poitevine	360															0	0			0	0		1	0	0	0	0
	Châteauponsac	400														0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
	Le Grand Bourg	450			0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0
Ardour	Folles	440						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0		0	0	0	0

Nb de jours
0
1 à 10
> 10
Abs données

Les différences observées dans l'atteinte ou non des seuils thermiques critiques pour le Saumon atlantique entre les secteurs amont et aval mettent en évidence l'intérêt d'entreprendre des actions en faveur de la restauration de la continuité écologique. Ces actions sont cruciales pour garantir l'accès aux zones amont plus fraiches en période estivale

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant la période de juin à septembre permettent de caractériser les conditions de survie estivale des géniteurs de saumons.

En 2023, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont tous déficitaires (moyenne = 0,5 +/- 0,1) (Figure 246). Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence. Les indices oscillent entre 0,78 à Angers sur la Maine amont et 0,38 à Dorat sur la Dore. Contrairement aux autres stations du bassin, le mois de juin à la station de Lempdes sur Alagnon sur l'Alagnon enregistre un indice hydrologique moyen avec une valeur de 1,01.

Les températures élevées pendant l'été couplées aux faibles débits ont donc pu causer une mortalité estivale des géniteurs de saumons.

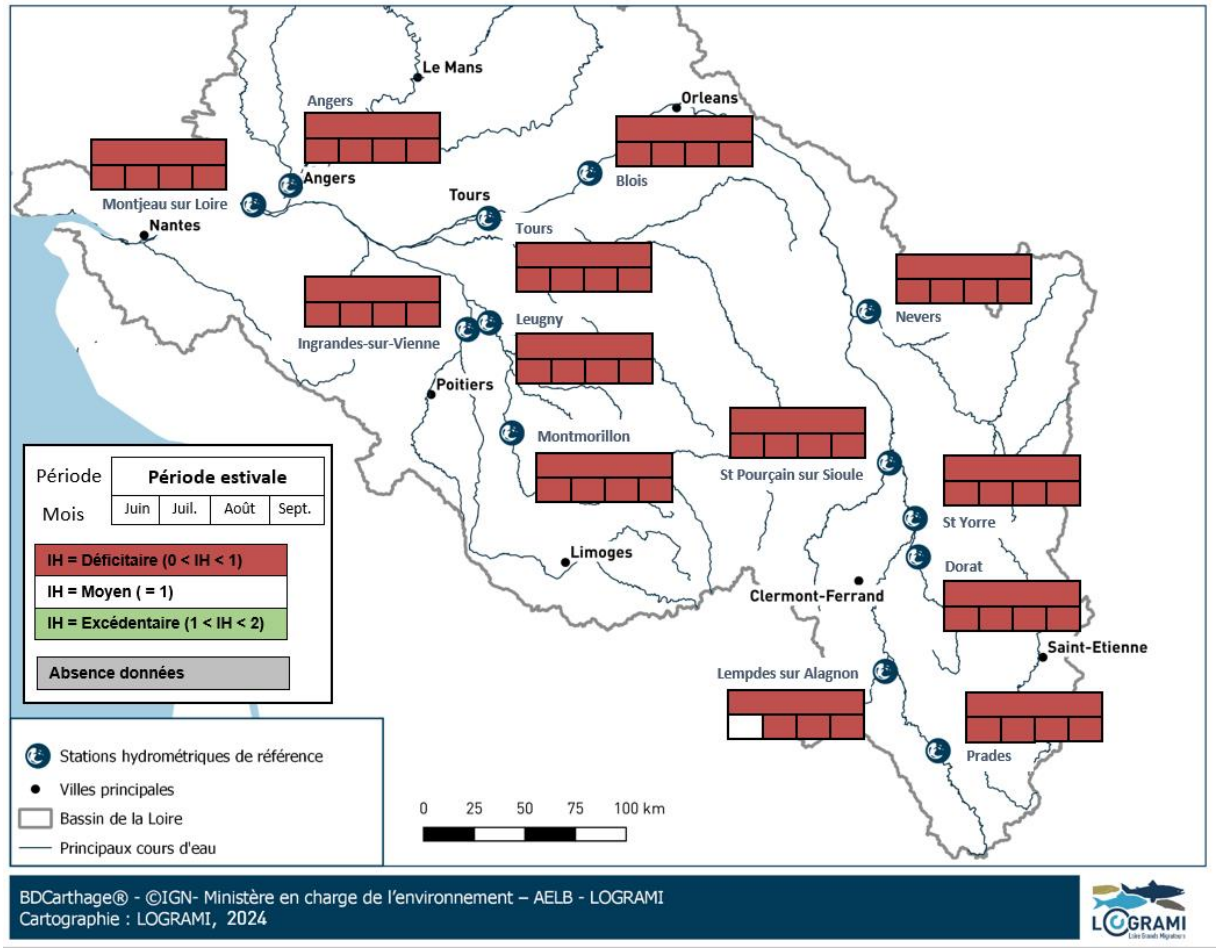


Figure 246 : Indices hydrologiques 2023 durant la période estivale (juin-juillet-août-septembre) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

10.1.2.5 Dynamique migratoire automnale

Une reprise de migration est constatée sur certaines stations de comptage à l'automne. Elle est donc dépendante de la survie estivale des géniteurs en deçà de celles-ci et de la dynamique migratoire automnale conditionnée par les débits et la température.

Influence de la thermie et de l'hydrologie

Température

Dans cette partie, l'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 20) pour la migration automnale du saumon va être analysée sur chaque station pendant la période septembre-novembre ainsi que pendant l'amplitude moyenne de migration des géniteurs (90 % de migration) (Tableau 35 et Figure 247).

Tableau 35 : Préféremdum de températures pour la migration du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	T° <3
Migration limitée	3 < T° < 10
Préférendum migration	10 < T° < 20
Migration limitée	20 < T° < 25
Risque mortalité	25 < T° < 27,5
Létal	T° > 27,5

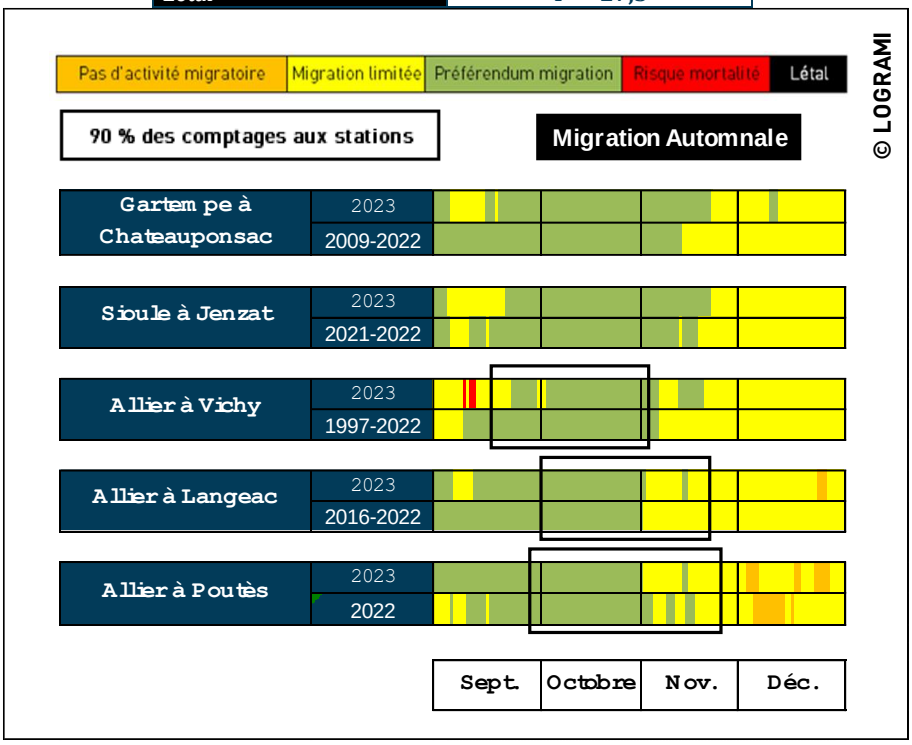


Figure 247 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration automnale du Saumon atlantique entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire sur lesquelles une migration automnale est observée

Le mois de septembre est celui qui enregistre le plus fort écart de température (moyenne = + 2,6 °C +/- 0,6) par rapport aux valeurs de référence. Les températures chaudes du mois de septembre ont pu retarder la reprise de migration des saumons.

L'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 20) pour la migration automnale des saumons s'élève en moyenne depuis le début des mesures à 61 jours +/- 5 sur les stations présentant une migration automnale (Figure 248). En 2023, les amplitudes automnales du préférendum thermique pour la migration du saumon ont été globalement similaires (61 jours +/- 4) aux années précédentes sur l'ensemble des stations de comptages.

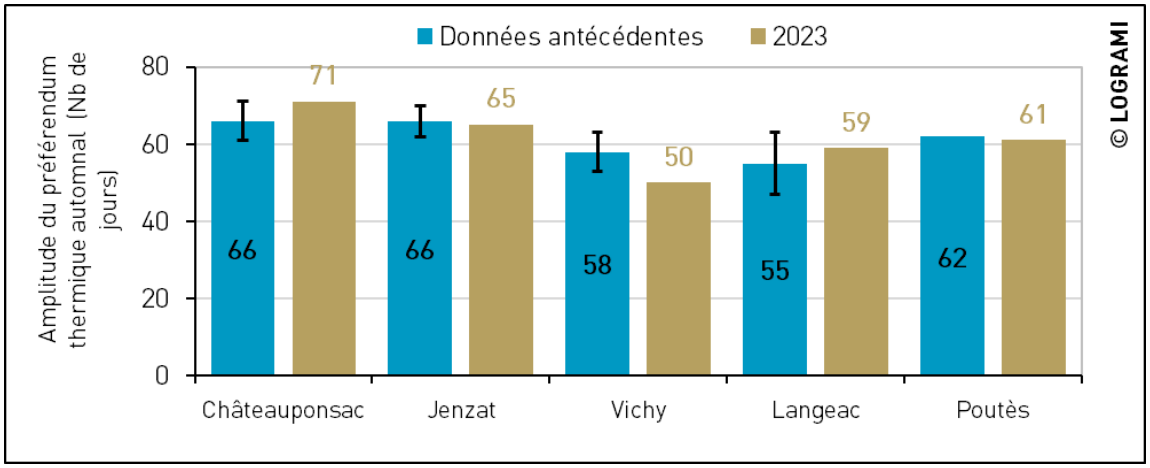


Figure 248 : Comparaison des amplitudes moyennes des préférendums thermiques automnaux (septembre-novembre) pour la migration du Saumon atlantique sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures

Chaque année des individus sont comptabilisés en reprise de migration automnale sur les parties amont des bassins : Poutès et Langeac sur l'Allier, Jenzat sur la Sioule 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 % +/- 13 (2016-2022) de la période de migration. En 2023, l'amplitude du préférendum thermique est plus longue avec 71 %. A Poutès, les températures ont été favorables 67 % du temps durant la migration de 90 % des individus. Cette valeur est similaire à celle observée en 2022 (68 %). Les données de température à Poutès ne sont pas disponibles avant 2022.

Les optimums thermiques, par trait de vie des individus, montrent que les températures favorables à la migration mesurées sur cette saison couvrent en moyenne 59 % +/- 14 de la période de migration pour les individus de 2 ans de mer et 56 % +/- 15 pour les 3 ans de mer. En 2023, l'amplitude du préférendum thermique est bien plus longue sur l'Allier avec respectivement 73 % et 71 %. Durant l'automne 2023, sur l'Allier amont, le mois d'octobre a été particulièrement chaud (+ 1,9 °C) par rapport aux normales avec des températures optimales pour la migration des saumons.

Toutes ces analyses mettent en évidence que, quelles que soient les années, les températures ne sont pas entièrement compatibles avec les exigences écologiques du saumon.

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées de septembre à novembre permettent de caractériser la reprise de migration automnale des saumons. Cette analyse est portée uniquement sur les axes où de la migration automnale a été observée.

En 2023, les indices hydrologiques calculés pour cette fenêtre sont tous déficitaires sur l'Allier, la Sioule et la Dore avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1). Ces derniers sont en moyenne 2 fois inférieurs aux moyennes de référence calculées sur ces stations. Pour cette période, le plus faible indice est enregistré sur la Dore à Dorat avec une valeur de 0,3.

A contrario, des indices hydrologiques excédentaires sont observé sur l'axe Creuse-Gartempe et l'Alagnon avec un indice moyen de 1,6 (+/- 0,3). Le plus fort indice est enregistré sur la Gartempe à Montmorillon avec une valeur de 4,6 au mois de novembre (Figure 12).

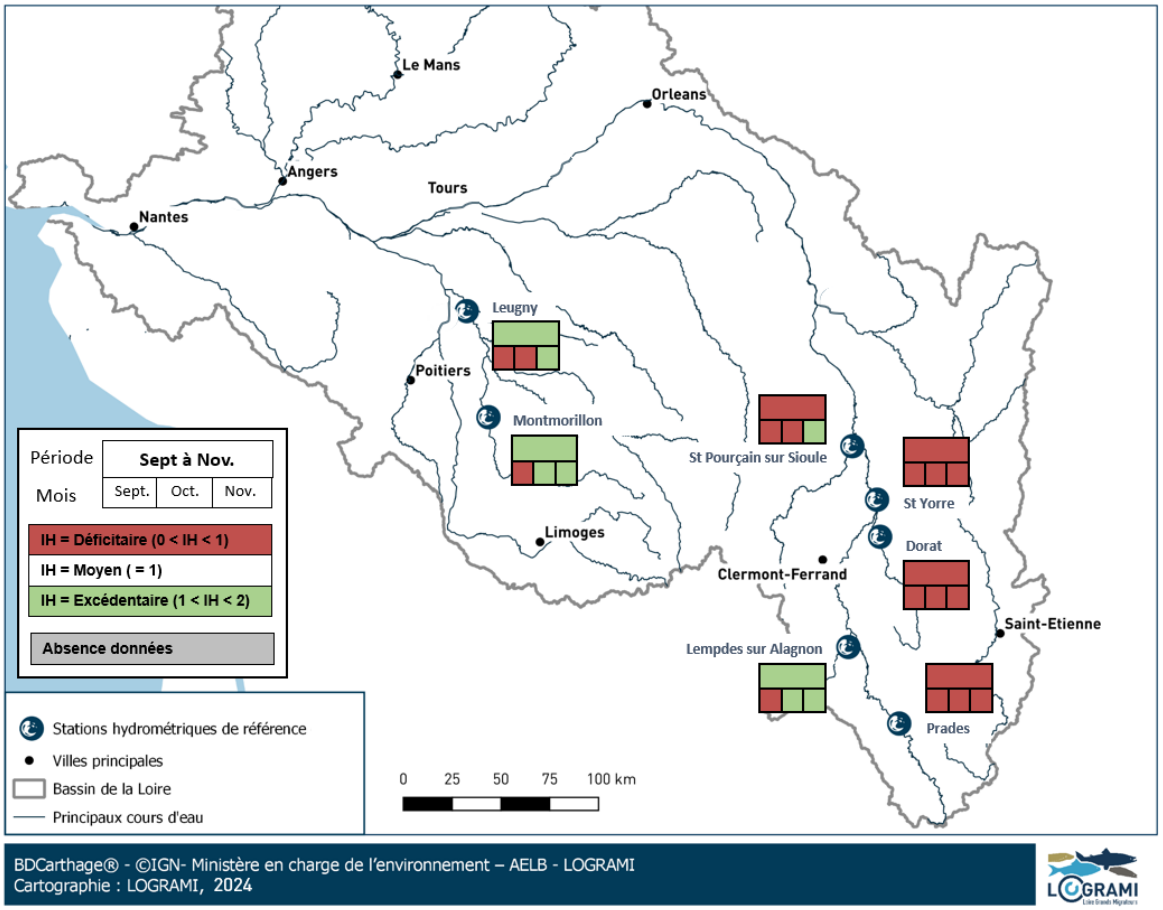


Figure 249 : Indices hydrologiques 2023 de septembre à novembre sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).

Pour exemple en 2023, pendant la période de migration automnale, la station de Prades située sur l'Allier amont enregistre des débits moyens mensuels 1 à 3 fois moins importants que les débits de référence calculés sur une moyenne de 21 ans. L'indice hydrologique calculé sur cette station de septembre à novembre est très déficitaire (0,5) avec une valeur record proche de celle observée en 2007, 2009, 2013, 2015, 2017, 2021 et 2022 (Figure 250). **Pour la 4eme année consécutive, l'indice hydrologique calculé sur cette station durant la période de migration automnale est déficitaire.**

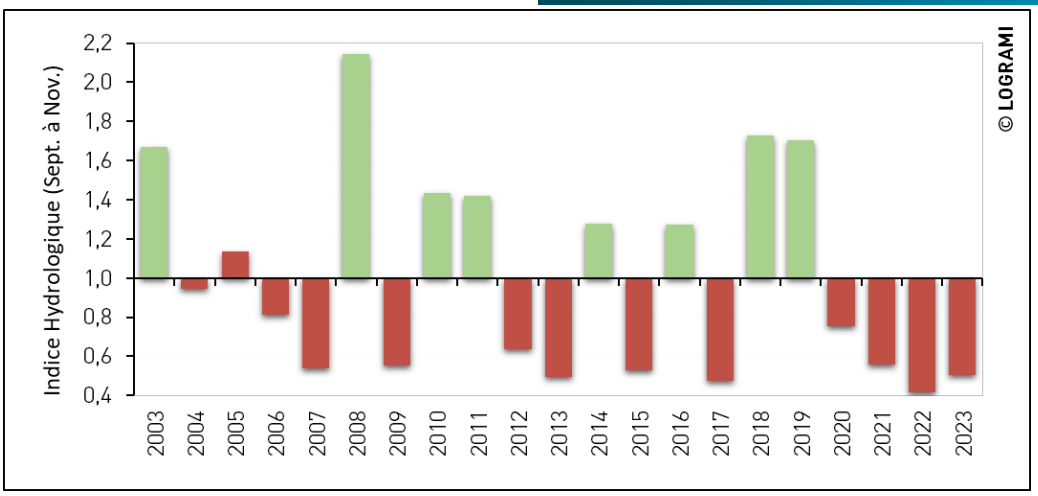


Figure 250 : Indices hydrologiques durant la migration automnale des saumons (septembre à novembre) sur la station hydrométrique de Prades depuis 2003 (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2023 sur le bassin de l'Allier, de la Sioule et de la Dore, le déficit hydrologique pendant l'automne cumulé aux températures élevées a conduit à une forte baisse des débits. **Sur la période de septembre à novembre 2023, les conditions de débits ont été « défavorables » à la circulation des saumons sur ces différents axes. Cependant, les mois d'octobre et de novembre pluvieux sur l'axe Creuse-Gartempe et l'Alagnon ont pu favoriser une reprise de migration automnale sur ces bassins.**

Dynamique migratoire automnale observée aux stations de comptage

Sur le bassin de l'Allier, les données de comptages depuis la mise en place des stations de Poutès, Langeac et Vichy montrent des amplitudes respectives moyennes pour 90 % de passages de 60 jours +/- 15, de 51 jours +/- 13 et de 58 jours +/- 11 (Figure 251).

Sur la partie amont de la Sioule à Jenzat, la faiblesse des passages à l'automne ne permet pas pour le moment de calculer une amplitude migratoire historique. Cependant, depuis la mise en service de la station de comptage en 2021, des passages automnaux sont régulièrement observés.

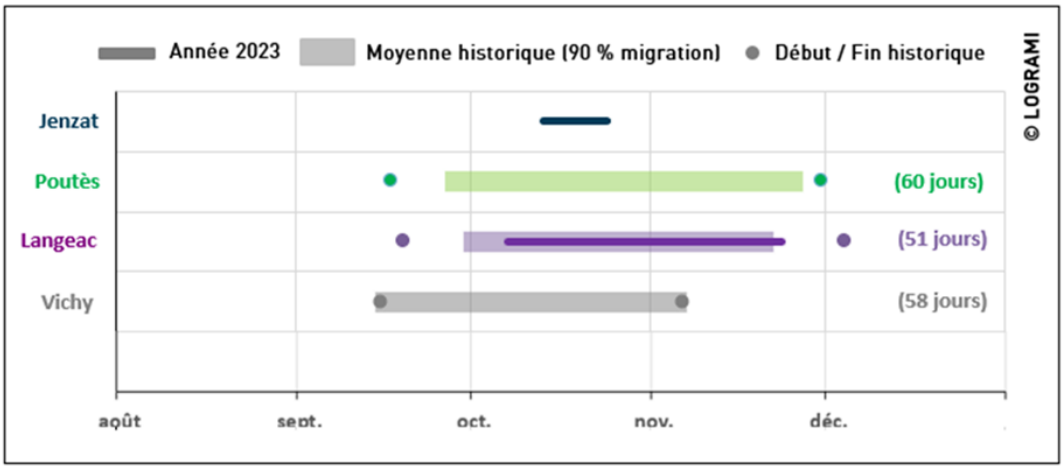


Figure 251 : Comparaison des amplitudes de migration automnales des saumons en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis, aux différentes stations de comptage du bassin de la l'Allier et de la Sioule

Particularité de la dynamique migratoire automnale en 2023

Sur la Sioule à Jenzat, avec seulement 3 saumons observés pendant l'automne, la période de migration automnale s'étale sur 10 jours du 13 au 24 octobre (Figure 251).

Sur la partie amont de l'Allier à Poutès, en raison de la règle de transparence avec l'ouverture des vannes pendant 91 jours et de l'unique comptage automnal à l'ascenseur à poissons (8 décembre 2023) la dynamique de migration n'est pas connue en 2023.

Sur l'Allier amont à Langeac, seulement 6 passages ont été observés en 2023. La période de migration automnale est plus tardive que celles des années précédentes (50 % de la migration a été effectuée au 15 novembre en 2023, alors qu'en moyenne la moitié des individus a franchi l'ouvrage au 29 octobre +/- 10 jours les années antérieures) (Figure 252). L'absence de crue automnale et les températures élevées pendant cette période en 2023 sur l'Allier ont retardé et réduit l'activité des saumons.

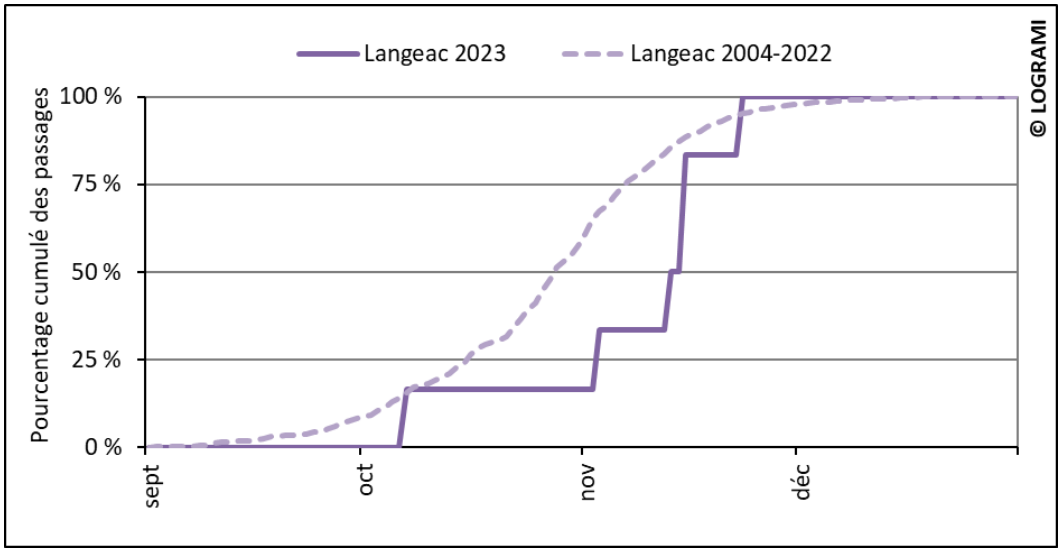


Figure 252 : Comparaison du rythme de migration des saumons à l'automne en 2023 avec la période observée depuis la mise en place de la station de comptage de Langeac sur l'Allier (Sources : LOGRAMI)

Sur l'Allier à Vichy, aucun individu n'a été comptabilisé pendant la phase de migration automnale. Les faibles débits et les températures élevées rencontrées durant les périodes estivale et automnale ont très certainement pénalisé la survie et la progression des saumons sur la partie aval de l'Allier.

10.1.2.6 Rythme horaire

Les passages de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire sont essentiellement diurnes : 90 % ont été comptés entre 05h et 20h UTC (Temps Universel Coordonné) (Figure 253). 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 2023, les passages horaires suivent globalement le même schéma que les années précédentes. Une diminution du nombre de passages en début de matinée (entre 8h et 9h), au profit de l'après-midi est cependant constatée du fait de l'impact du piégeage réalisé à Vichy pour le programme de soutien d'effectifs (cf. § 11.2 Impact du piégeage sur le franchissement des saumons).

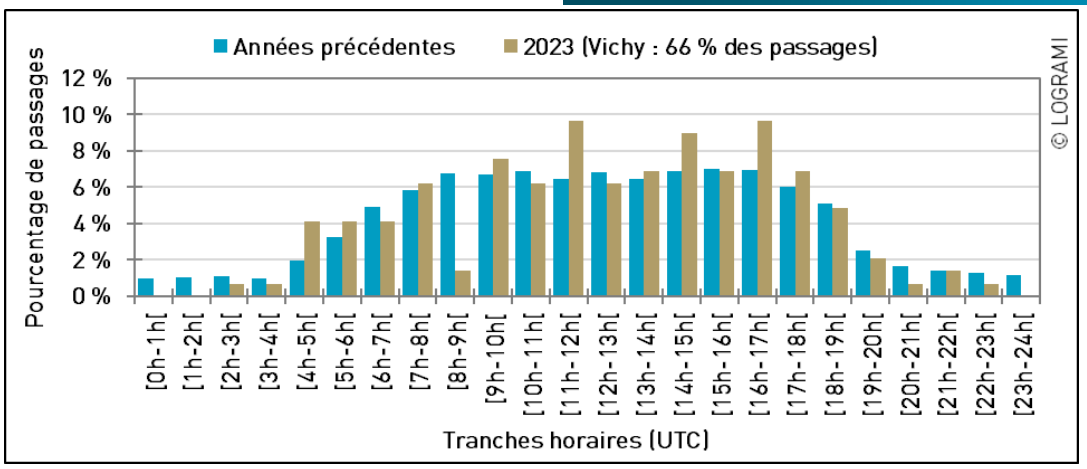


Figure 253 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectifs cumulés depuis 1997 (n=19 718) et en 2023 (n=144)

10.1.3. Structure en âge de la population

Sur la Vienne à Châtellerault, en 2023, un seul saumon âgé d'1 an de mer a franchi le barrage (Figure 254). Habituellement, cette classe de saumon âgé d'1 an de mer représente 35 % (+/- 16,5). Depuis 2007, la classe d'âge majoritaire est celle des 2 ans de mer avec 39,6 % (+/- 25,6).

Sur la Creuse à Descartes, les 2 ans de mer sont en moyenne majoritaires avec 78,4 % (+/-57,7) des passages.

Sur la Loire à Decize, comme à Châtellerault, 1 seul saumon a franchi l'ouvrage (2 ans de mer). La classe majoritaire au niveau de cette station de comptage est celle des 2 ans de mer avec 70,7 % (+/- 54,4) des passages.

Malgré la non-exhaustivité des comptages, les effectifs de la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2023 sont susceptibles de représenter la structure en âge. Les analyses révèlent une dominance des 2 ans de mer (66,7 %) par rapport aux 3 ans de mer (33,3 %). L'absence d'1 an de mer en 2023 ne parait pas surprenant au regard de la faible présence de cette classe d'âge sur cette station (4,8 % depuis 2017).

Sur l'Allier à Vichy, en 2023, le contingent de migration est composé de 74 % de saumons de 3 ans de mer et 26 % 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 ans représente la classe majoritaire avec 57,2 % (+/- 40,7) des individus. **La structure en âge de la population de 2023 est différente avec une nette dominance des 3 ans de mer**, avec un ratio de 3 saumons de 3 ans de mer pour 1 saumon de 2 ans de mer. La rareté des saumons de 2 ans de mer en 2023 à Vichy l**aisse penser que les saumons issus de la reproduction de 2019 sont peu nombreux.** La saison de migration 2024 à Vichy confirmera peut-être cette tendance avec un faible effectif de 3 ans de mer.

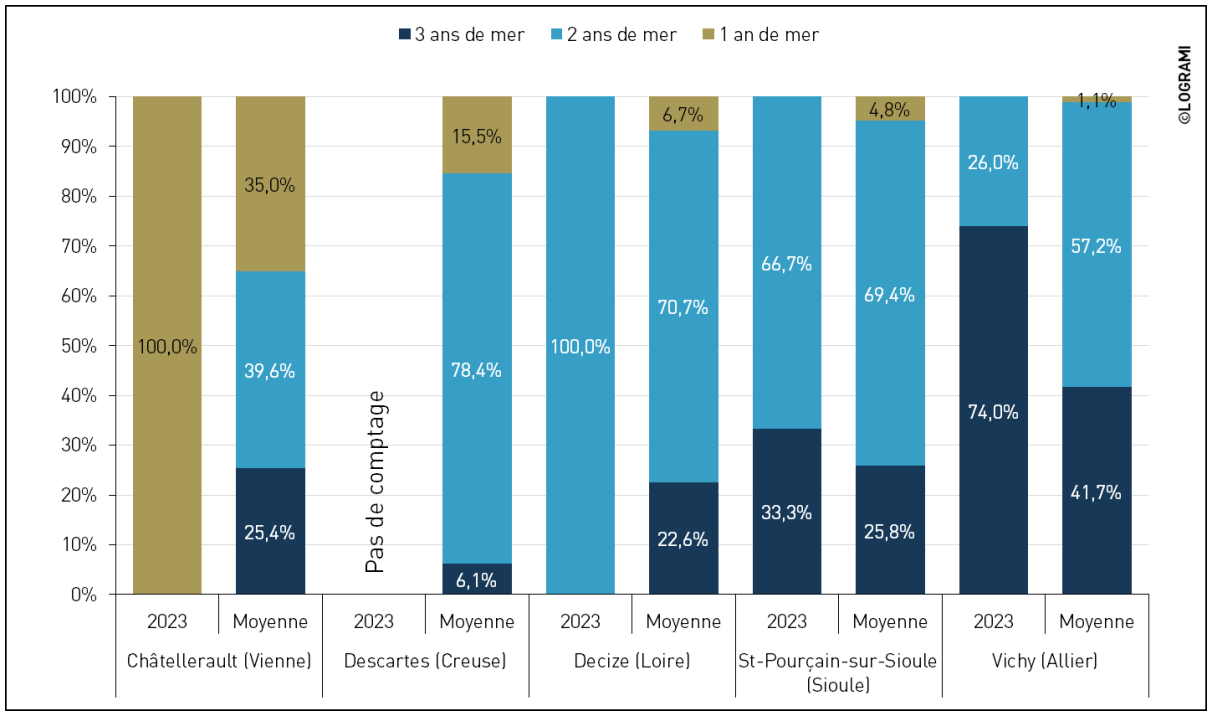


Figure 254 : Évolution de la répartition des classes d'âges des saumons aux stations de comptages d'entrée d'axe du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne interannuelle

A Langeac, depuis 2003, la proportion de saumons de 3 ans de mer est plus faible qu'à Vichy mais reste en cohérente avec la structure en âge (Figure 255). En moyenne, 41,7 % (+/- 20,2) des saumons à Vichy sont des individus de 3 ans de mer, alors qu'à Langeac, cette proportion est moindre avec 31,3 % (+/- 30,5). En 2023, **comme à Vichy, les saumons de 3 ans de mer sont majoritaires** avec un ratio de 2 saumons de 3 ans de mer pour 1 saumon de 2 ans de mer.

Concernant la station de Poutès, historiquement, les proportions des classes d'âges moyennes sont similaires à celle de Langeac. Les 6,4 % (+/- 9,1) de saumons d'1 an de mer à Poutès, non retrouvés à Langeac avec 0,9 % (+/- 0), 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. En 2023, les 2 saumons sont âgés de 3 ans de mer (comptage partiel).

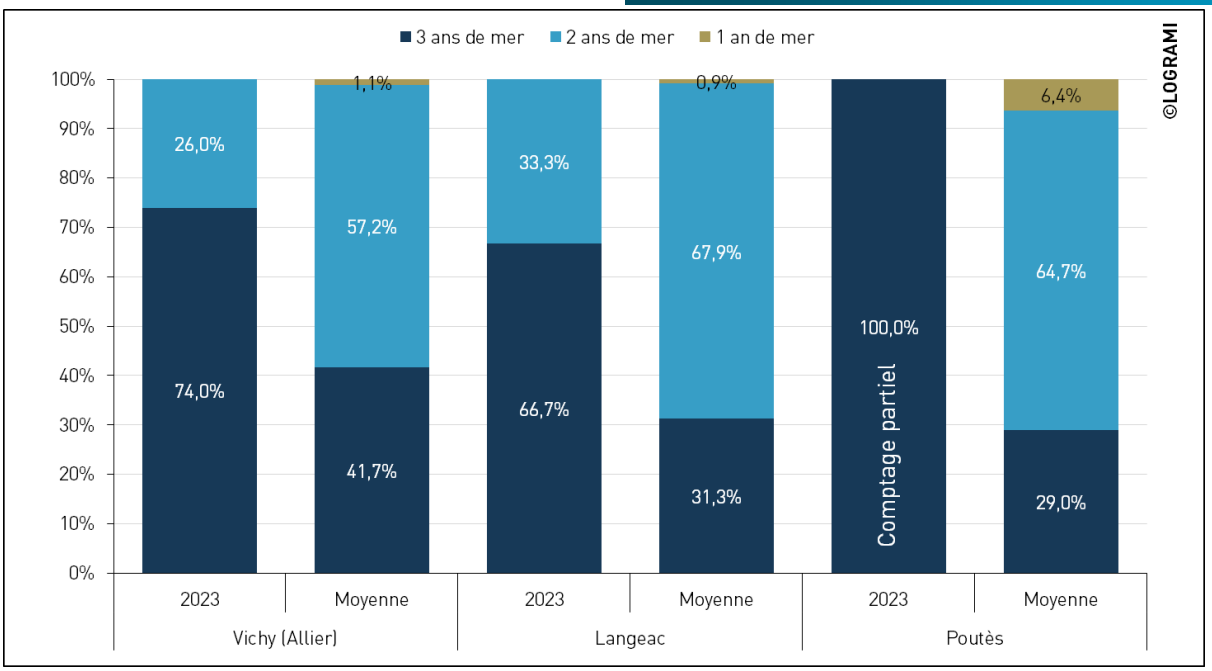


Figure 255 : Évolution de la répartition des classes d'âges des saumons aux stations de comptages sur l'Allier en 2023 et en moyenne interannuelle

10.1.3.1 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 de l'océan du bassin de la Loire** (Figure 256). 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 2023, sur l'ensemble du bassin de la Loire, un seul saumon d'un an de mer a été observé aux stations de comptage. Ce poisson a été observé sur la Vienne où en moyenne depuis le début des suivis, 4 saumons d'un an de mer (+/- 2) sont observés chaque année.

Depuis six ans, le nombre de saumons d'un an de mer migrant dans le bassin de la Vienne 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. La station de comptage de Descartes hors service depuis 2 ans était celle où les effectifs d'un an de mer prédominé avec 10 +/- 10 saumons chaque année.

Sur l'Allier à Vichy, aucun saumon d'un an de mer n'a été observé en 2023 (moyenne de 6 +/- 5).

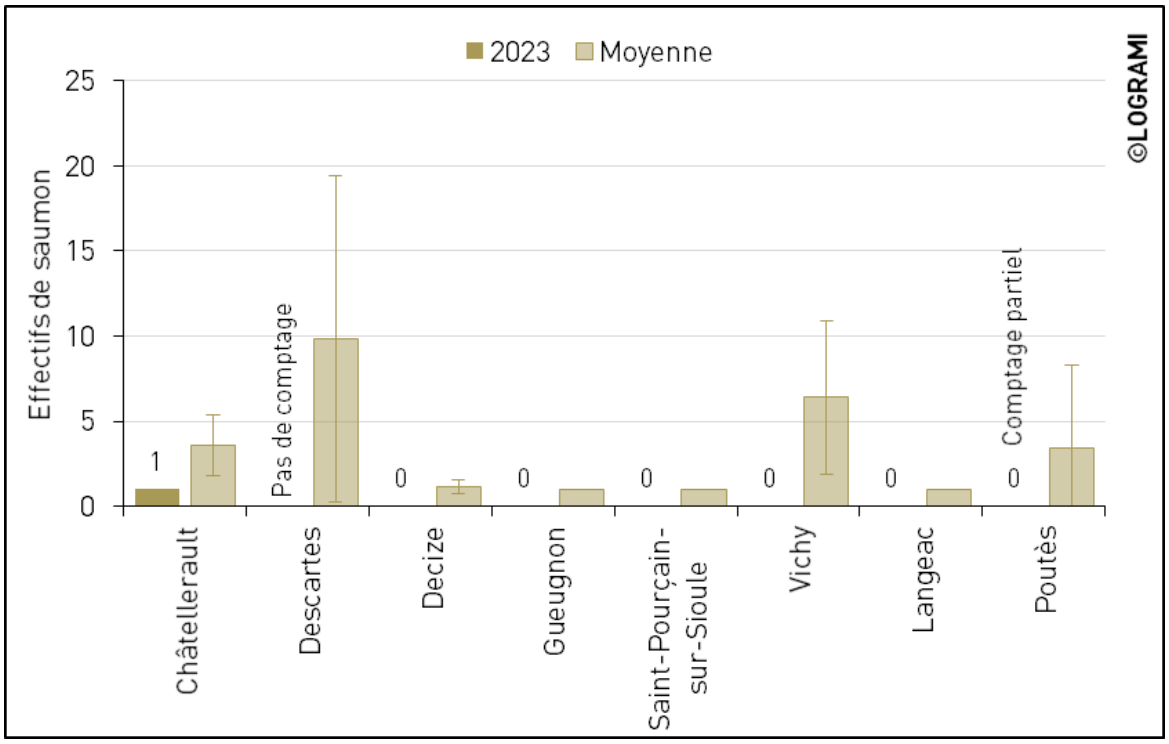


Figure 256 : Comparaison des effectifs de saumon d'un an de mer entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations du bassin de la Loire

10.1.3.2 Effectifs des saumons de deux ans de mer

En 2023, aucun saumon de 2 ans de mer n'a été observé à Châtellerault sur la Vienne (moyenne 3 +/-3).

Le seul saumon de Decize sur la Loire en 2023 est un poisson âgé de 2 ans de mer. Il n'a pas été observé sur les stations plus en amont (Roanne sur la Loire et Gueugnon sur l'Arroux). Comme pour Châtellerault, les effectifs de saumons de 2 ans de mer sont en moyenne faibles à cette station (4 +/-3).

Sur le bassin de la Sioule, sur la station exhaustive de Jenzat, 10 saumons de 2 ans de mer ont été observées en 2023. La date de création de cette station étant récente, il est compliqué de caractériser le nombre de saumons de 2 ans de mer (observation de 10 saumons en 2021 et 1 en 2022).

Sur l'Allier, seulement 25 saumons de 2 ans de mer ont été observés, **en moyenne 323 +/- 229 saumons de cette classe d'âge sont comptés depuis 1997 soit 13 fois plus**. **En lien avec la diminution des effectifs chaque année à Vichy, le nombre de saumons de 2 ans de mer n'a jamais été aussi bas** (Figure 257). **Au-delà du nombre de saumons, la proportion de 2 ans de mer bien inférieure à la proportion moyenne observée confirme la faiblesse des effectifs de ces individus en 2023 à Vichy.** Dans la continuité des observations à Vichy, seulement 7 saumons de 2 ans de mer ont été observés à Langeac (moyenne de 76 +/- 31).

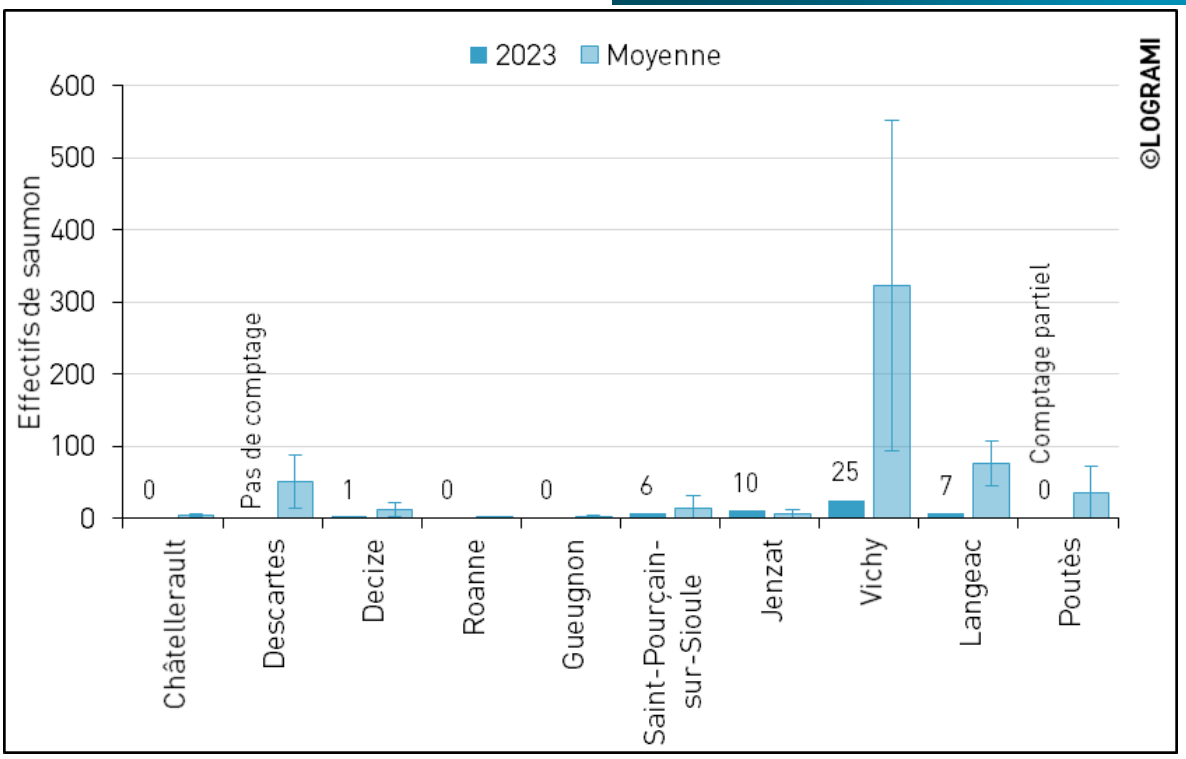


Figure 257 : Comparaison des effectifs de saumon de deux ans de mer entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations du bassin de la Loire

10.1.3.3 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, en 2023, aucun individu n'a été observé.

Depuis 2010, peu de saumons de 3 ans de mer sont comptés à la station de Decize (moyenne de 4 +/- 3 saumons). En 2023, aucun saumon n'a franchi l'ouvrage.

À Jenzat, 5 saumons de 3 ans de mer ont été observées (9 saumons en 2021). La date de création de cette station étant récente, il est compliqué de caractériser le nombre de saumons de 3 ans de mer.

L'éloignement de l'Allier avec l'océan sélectionne les individus au profit des grands saumons. En 2023, à Vichy, 71 saumons de 3 ans de mer ont été observés (sur les 96) contre 235 +/- 114 en moyenne depuis 1997. À Langeac, depuis l'automne 2003, la moyenne est de 35 +/- 34 saumons de 3 ans de mer.

Depuis 1986, 16 ± 15 saumons de 3 ans de mer sont comptés au barrage de Poutès. Avec le comptage partiel de 2023, au minimum 2 saumons de 3 ans de mer ont franchi l'ouvrage.

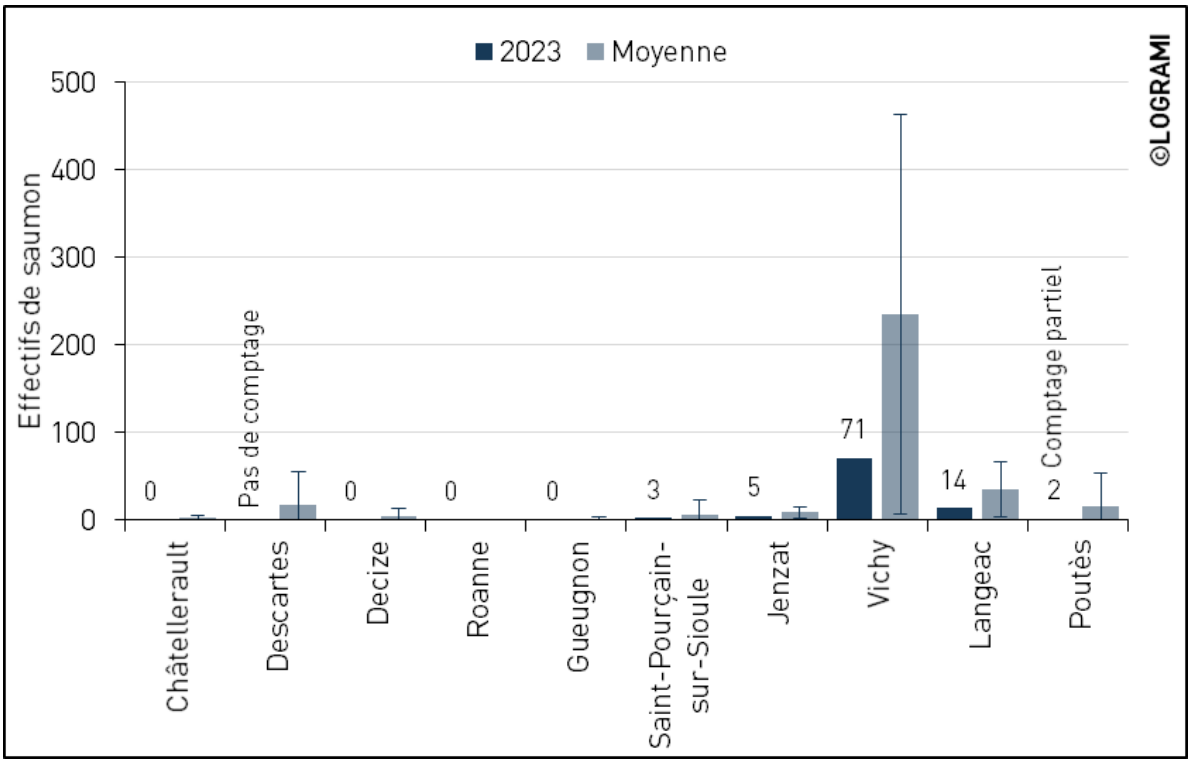


Figure 258 : Comparaison des effectifs de saumon de deux ans de mer entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations du bassin de la Loire

10.1.4. Effectif 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 2021 sont incomplets en 2023. En effet, les trois ans de mer ne reviendront qu'en 2024.

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**. Pour la dévalaison, nous considérons la période du 01 mars au 31 mai.

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.

Afin de caractériser une année de dévalaison, nous pouvons fixer arbitrairement 3 classes :

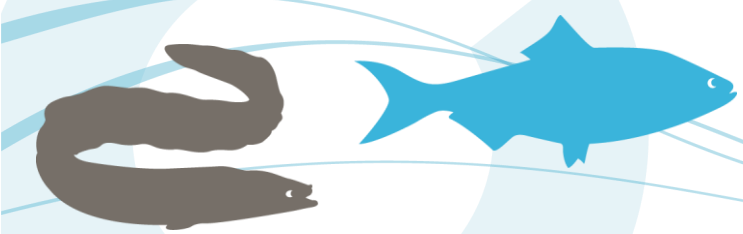
- Bonne condition dévalaison : IH ≥ 1,2
- Condition de dévalaison moyenne : 0,8 < IH < 1,2
- Mauvaise condition de dévalaison : IH ≤ 0,8

Le Tableau 36 résume les caractérisations des années de dévalaison pour les smolts sur la Creuse (station hydro de Montmorillon sur la Gartempe), la Loire à Nevers et l'Allier à Prades.

Tableau 36 : Caractérisation de l'année de dévalaison pour les smolts sur la Creuse, la Loire et l'Allier. L'encadré en pointillé noir identifie les cohortes de smolts ayant contribué aux retours d'adultes aux stations en 2023 (Source : LOGRAMI, données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Année de dévalaison	Années de retour	Creuse (Montmorillon)	Loire (Nevers)	Vichy (Prades)
2003	2004-2006			1,0
2004	2005-2007			1,2
2005	2006-2008			1,0
2006	2007-2009	1,6		0,9
2007	2008-2010	1,2		0,5
2008	2009-2011	1,8	1,1	1,3
2009	2010-2012	0,6	0,6	1,7
2010	2011-2013	0,8	0,8	1,1
2011	2012-2014	0,3	0,4	0,8
2012	2013-2015	0,8	0,8	0,9
2013	2014-2016	1,4	1,9	2,1
2014	2015-2017	1,0	0,6	0,7
2015	2016-2018	1,0	0,9	0,9
2016	2017-2019	1,1	1,2	1,0
2017	2018-2020	0,7	0,8	1,2
2018	2019-2021	1,2	1,0	1,8
2019	2020-2022	0,4	0,4	0,9
2020	2021-2023	1,0	0,5	0,5
2021	2022-2024	0,6	0,6	0,6
2022	2023-2025	0,6	0,3	0,5

De manière générale en 2021, les conditions de dévalaison des smolts ont été très mauvaises (IH = 0,6) sur les 3 axes. De plus, les conditions ont également été mauvaises en 2020 sur la Loire et l'Allier (année de dévalaison pour les saumons de retour aux stations après avoir passé 3 ans en mer). Concernant le retour des 1 an de mer, les conditions de dévalaison en 2022 sont dans la continuité des années précédentes et sont très mauvaises.



10.1.4.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe

Les effectifs de retour par année de dévalaison sont très variables. Ils oscillent entre une dizaine d'individus et plus de 200 (Figure 259). Les retours de l'année de dévalaison 2013 sont de loin les plus importants de l'historique avec 211 saumons passés à Descartes, une à trois années après leur dévalaison. 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. Les conditions environnementales ne sont toutefois pas les seules variables explicatives des retours de saumon dans le bassin Creuse-Gartempe. En effet, dans un contexte de reproduction faible dans ce bassin, les effectifs de retour aux stations sont fortement influencés par les quantités de juvéniles déversées dans le milieu.

Les faibles retours de la dévalaison 2008, surtout sur la Creuse, 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 entrainé une forte mortalité de la faune pisciaire.

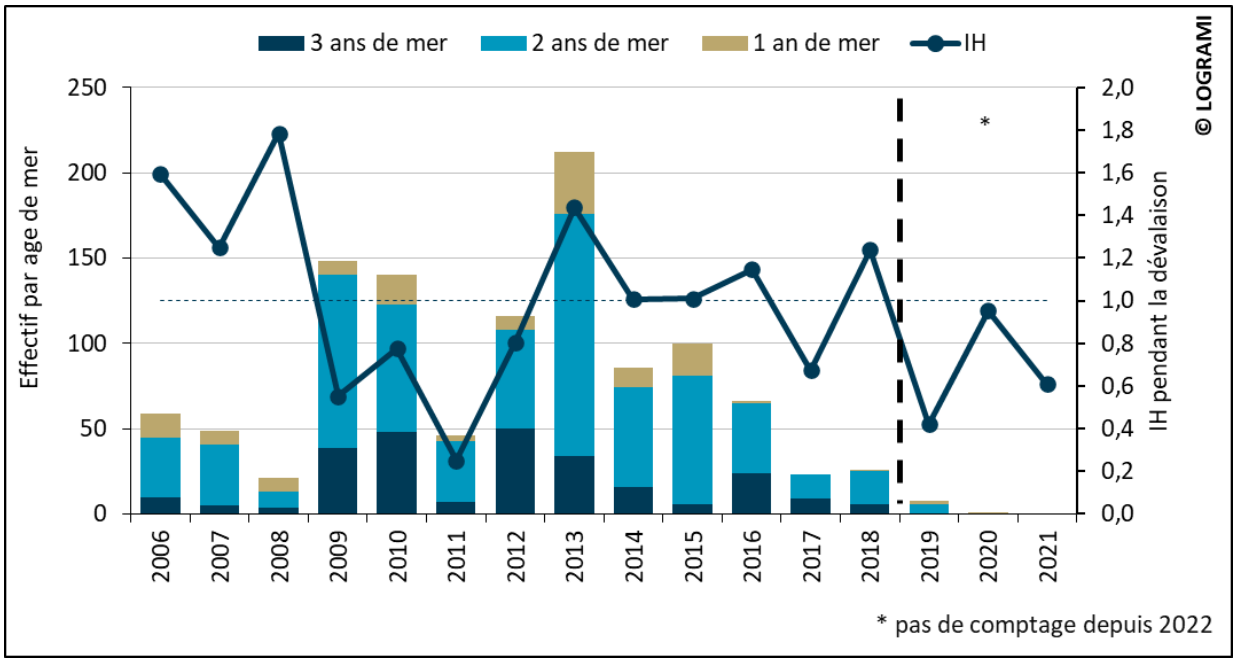


Figure 259 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes sur la Creuse depuis 2006 et Indice hydrologique calculé à Montmorillon pendant la dévalaison des smolts

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.

Depuis 2019, les effectifs en retours ne sont plus complets avec l'arrêt du comptage de Descartes depuis 2022.

10.1.4.2 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 ans est majoritaire avec 79 % ± 17 des passages.

En 2023, il est estimé que seulement 1 individu de 2 ans de mer est revenu de la dévalaison de 2021 (Figure 260). Les saumons de 3 ans de mer issus de la dévalaison 2020 étaient absents au printemps 2023.

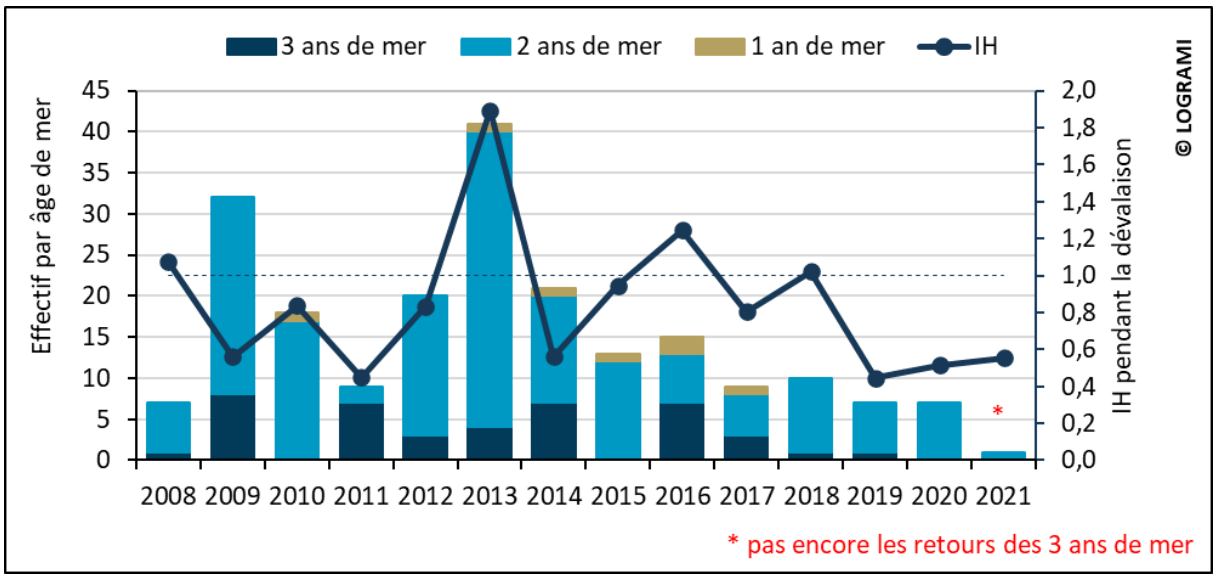


Figure 260 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize sur la Loire depuis 2008 et Indice hydrologique calculé à Nevers pendant la dévalaison des smolts

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.

10.1.4.3 Sur le bassin de l'Allier

La station de comptage de Vichy a été mise en service mi-avril 1996. Ainsi, on peut considérer que l'année 1996 est exhaustive pour les saumons de retour après avoir passé un an en mer et qui ont donc dévalé en 1995. 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 an : 2 % +/- 4 % ; moyenne 2 ans : 56 % +/- 12 % ; moyenne 3 ans : 42 % +/- 12 %.

L'historique sur ce site permet de visualiser les retours les plus importants issus de la dévalaison des juvéniles. Depuis le début des comptages, le maximum de saumons de retour est observé pour la cohorte dévalante de 2001 (1 398 individus). D'autres années se dégagent avec des indices hydrologiques supérieurs à 1,2, en 2009 (IH = 1,7) et 2013 (IH = 2,1), avec de bons retours à Vichy (Figure 261).

Comme les deux autres axes, l'année de dévalaison 2013 montre de très bons retours, notamment le retour des géniteurs de 2 ans de mer qui s'élève à 840 géniteurs et représente le deuxième meilleur retour après 2001 pour cette classe d'âge.

Concernant l'année 2021, avec un indice hydrologique de 0,6 durant la dévalaison des smolts et une diminution des déversements, peu de géniteurs sont attendus en retour. Concernant les 2 ans de mer, 25 ont été comptabilisés soit le plus mauvais effectif depuis 1995. Les 3 étés de mer qui seront observés au printemps 2024 à Vichy devraient suivre la tendance en baisse des dernières années. **De plus les smolts issus de la dévalaison 2021 ont été confrontés à 2 crues majeures, l'une en novembre 2019 juste après la dépose des œufs et l'autre en juin 2020, peu de temps après l'émergence.**

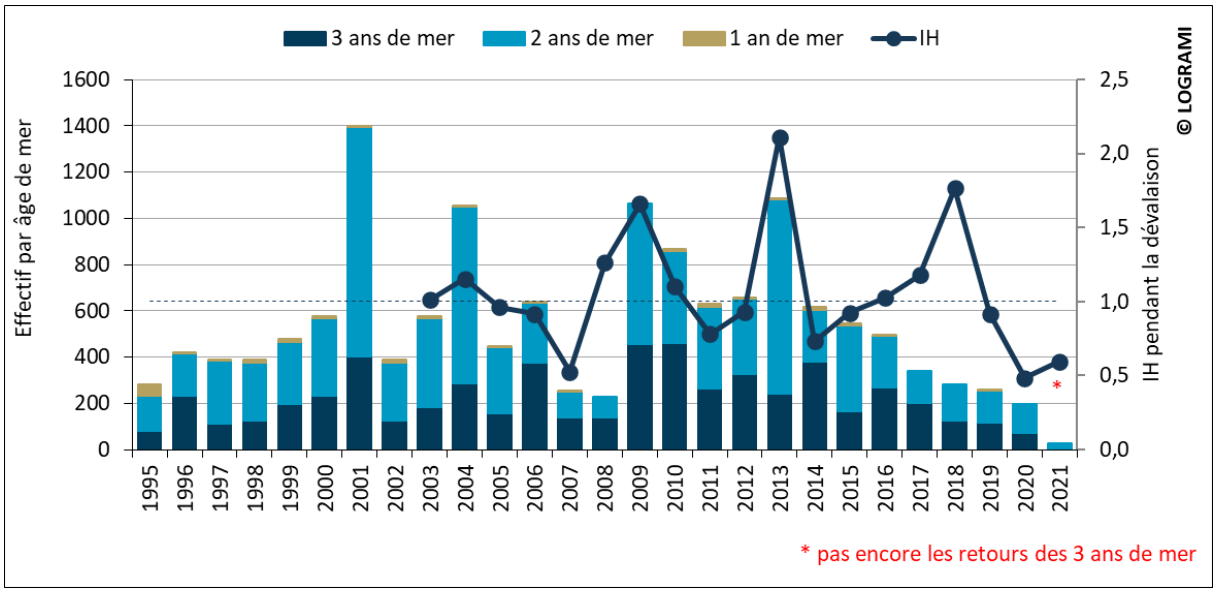


Figure 261 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy sur l'Allier depuis 1995 et indice hydrologique calculé à Prades pendant la dévalaison des smolts

10.1.5. Comportement migratoire par âge de mer

10.1.5.1 Amplitude migratoire par âge de mer

Amplitude migratoire des individus de 3 ans de mer

À Descartes sur l'axe Creuse, les saumons de 3 ans de mer sont généralement contrôlés en fin d'année n-1 (Figure 262). Du fait de la proximité de cette station de comptage avec l'estuaire de la Loire, la migration est logiquement plus précoce avec le premier passage observé en moyenne le 9 décembre +/- 22 jours. A l'inverse, les migrations sont beaucoup plus tardives aux stations les plus éloignées de l'océan avec pour exemple le premier passage observé à Poutès en moyenne le 30 mai +/- 52 jours.

Par ailleurs, la durée de la période de migration des saumons de 3 ans de mer est plus réduite à Descartes (155 jours +/- 36) qu'aux autres stations. Sur la partie amont de l'Allier, la migration est fractionnée par l'arrêt estival des saumons. L'amplitude de migration pour cette classe de taille s'élève en moyenne à 180 jours +/- 54 à Poutès et 217 jours +/- 27 à Langeac.

Amplitude migratoire des individus de 2 ans de mer

Concernant les 2 ans de mer, la même logique est retrouvée avec des amplitudes plus élevées sur les stations amont. Elles s'élèvent en moyenne à 196 jours +/- 31 à Poutès, 220 jours +/- 15 à Langeac, 214 jours +/- 56 à Vichy et 165 jours +/- 74 à Descartes (Figure 262).

Comparativement à la station de Langeac, la station de Poutès enregistre des amplitudes de migrations plus courtes chez les 2 et 3 ans de mer. Sur cette station, la majorité des passages se fait pendant l'automne au mois de novembre. Ce mois représente 61 % et 44 % des effectifs de 2 et 3 ans de mer sur l'ensemble de la période de migration.

Amplitude migratoire des individus de 1 an de mer

L'amplitude totale de la période de migration de montaison est relativement importante chez le saumon de 1 an de mer, certains individus pouvant notamment être comptabilisés en reprise de migration automnale.

Elle s'élève en moyenne à 265 jours +/- 57 à Poutès, 190 jours +/- 55 à Langeac, 280 jours +/- 45 à Vichy et 246 jours +/- 62 à Descartes (Figure 262).

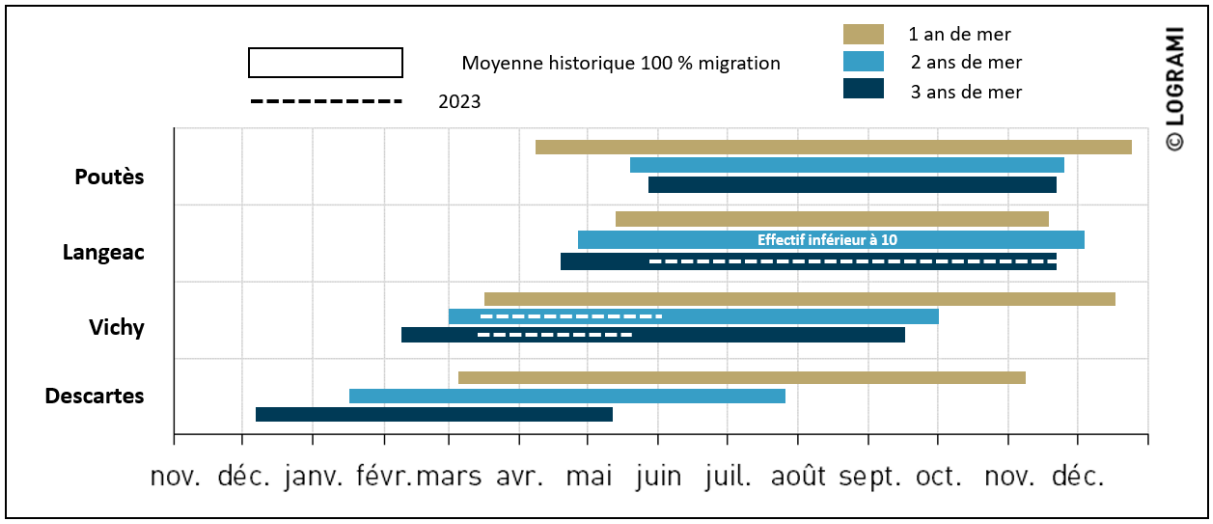


Figure 262 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis pour les 3 ans de mer, 2 ans de mer et 1 an de mer

Particularité de la dynamique migratoire par classe d'âge en 2023

En 2023**, un seul saumon de 1 an de mer a été observé aux stations de comptage** (Figure 262**)**.

En 2023 sur l'Allier à Vichy, les faibles débits enregistrés durant les 6 premiers mois de l'année et les températures printanières élevées du mois de juin sur l'ensemble du bassin de la Loire (+ 1,8 °C +/- 0,7) ont fortement réduit l'amplitude de migration des saumons de 2 ans de mer (80 jours) et 3 ans de mer (73 jours) par rapport aux données historiques (respectivement 214 jours et 218 jours). Ces amplitudes de migration par classe d'âge sont les plus fiables enregistrées depuis le début du suivi de la station de vichy en 1997. Les conditions estivales défavorables sur l'Allier n'ont pas permis la migration automnale de géniteurs à la station de Vichy.

En 2023 à Langeac, les faibles débits enregistrés au printemps et automne ainsi que les températures automnales élevées sur l'ensemble du bassin de l'Allier ont réduit l'amplitude de migration des saumons de 2 ans et de 3 ans de mer (144 jours et 208 jours) par rapport aux données historiques (200 jours et 217 jours).

10.1.5.2 Dynamique migratoire par âge de mer

La Creuse à Descartes

Le rythme migratoire des saumons à Descartes suivant leurs classes d'âges se décline de la manière suivante (Figure 263) :

- Pour les 3 ans de mer, la quasi-totalité des trois ans de mer a franchi l'ouvrage de Descartes avant le mois de mai. Ainsi, 90 % des passages sont réalisés entre le 17 décembre (n-1) et le 20 avril (125 jours +/- 22) ;
- Les saumons de deux ans de mer ont tendance à migrer avant la période estivale. La période est plus courte avec 90 % des passages compris entre le 1er février et le 24 mai (113 jours +/- 24) ;

- 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. 90 % des passages sont compris entre le 8 mai et le 6 septembre (122 jours +/- 38).

Pour 50 % des passages, un décalage de 36 jours est constaté entre les saumons de 3 ans de mer (23 février +/- 9) et de 2 ans de mer (30 mars +/- 20) (Figure 263). Pour rappel, en 2023 aucun comptage n'a été effectué à la station de Descartes. Des individus ont pu franchir l'ouvrage totalement abaissé depuis le 14 juillet 2021.

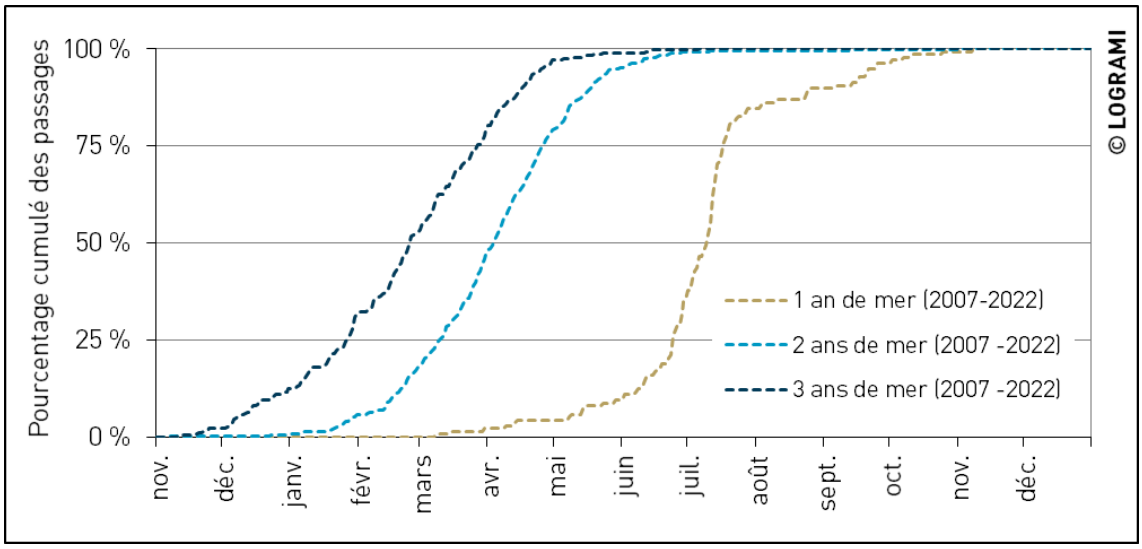


Figure 263 : Rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2007 et 2021

L'Allier à Vichy

Chaque classe d'âge a une période spécifique de montaison à la station de Vichy (Figure 264). Les moyennes établies de 1997 à 2022 montrent des migrations :

- Pour les 3 ans de mer, 90 % des passages sont réalisés entre le 9 mars et le 8 juin (92 jours +/- 39) et 70 % franchissent le pont barrage avant la fin du mois d'avril ;
- Les saumons de 2 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. La période est plus courte pour les 2 ans de mer avec 90 % des passages compris entre le 29 mars et le 20 juin (84 jours +/- 41) ;
- Très peu d'individus d'un an de mer arrivent sur le haut du bassin (125 individus sur la période 1997-2022). Ils sont contrôlés essentiellement sur la période avril-octobre. 90 % des passages sont compris entre le 18 avril et le 16 octobre (182 jours).

Pour 50 % des passages, un décalage de 17 jours est constaté entre les saumons de 3 ans de mer (16 avril +/- 10) et de 2 ans de mer (1 mai +/- 5).

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 272 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.

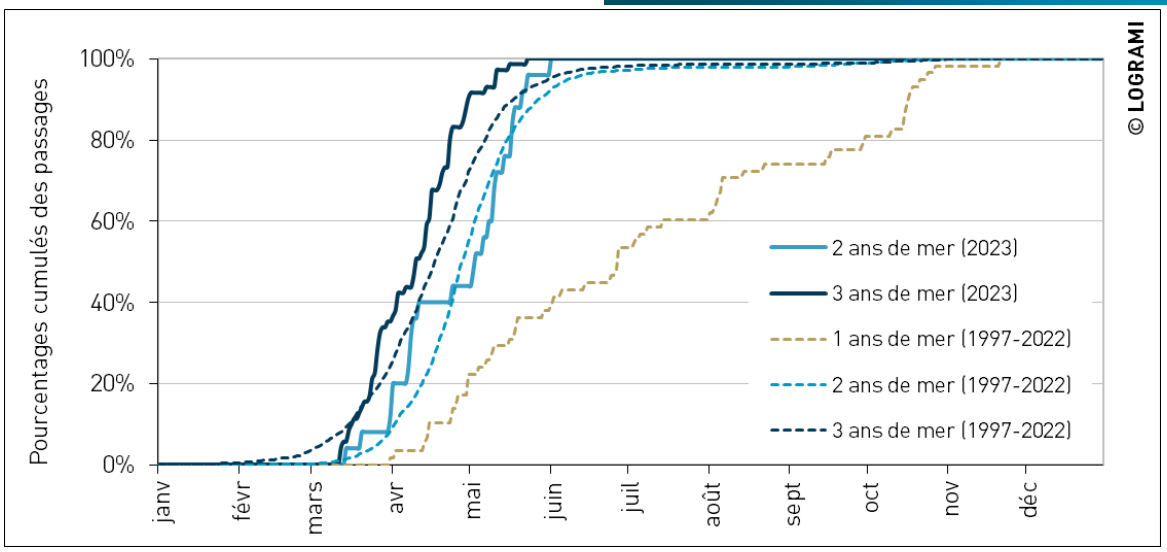


Figure 264 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2023 et les données antécédentes

Sur l'Allier à Vichy en 2023 :

- La dynamique migratoire des individus de 2 ans suit globalement la même tendance que celle des années antécédentes. Toutefois, les passages observés en fin de migration pour 95 % de l'effectif sont atteint le 23 mai contre le 20 juin +/- 37 en moyenne. Les températures chaudes rencontrées au mois de juin sur l'Allier (+ 2,9 °C) ont écourté l'amplitude de migration pour cette classe d'âge.
- Pour les saumons de 3 ans de mer, une précocité migratoire est constaté début-avril (6 jours pour 50 % des passages). Cette dernière peut être liée au coup d'eau survenu mi-mars sur l'Allier (213 m^3/s le 12 mars) ayant pu stimuler la migration de ces individus.
- L'absence d'individu de 1 an de mer en 2023 ne permet pas de réaliser une comparaison pour cette classe d'âge (Figure 264).

L'Allier à Langeac

Le rythme migratoire des saumons à Langeac suivant leurs classes d'âges se décline de la manière suivante (Figure 265) :

De 2003 à 2022 :

- Pour les 3 ans de mer, la majorité des passages sont constatés entre le 30 avril (+/- 15 jours) et 10 juin (+/- 12 jours) au printemps soit 41 jours et entre le 30 septembre (+/- 18 jours) et 18 novembre (+/- 18 jours) à l'automne soit 49 jours ;
- Les saumons de deux ans de mer ont tendance à migrer un peu plus tardivement au printemps. En effet, la majorité des passages sont réalisés entre le 28 avril (+/- 5 jours) et le 16 juin (+/-11 jours), soit 49 jours. À l'automne, cette tendance est inversée avec une reprise migratoire plus précoce des 2 ans de mer et sur une plus large période puisque les individus franchissent l'ouvrage entre le 20 septembre (+/- 17 jours) et le 30 novembre (+/ 15 jours) à l'automne, soit sur une période de 70 jours ;
- Très peu d'individus d'un an de mer arrivent à Langeac mais 90 % des effectifs sont comptés à l'automne.

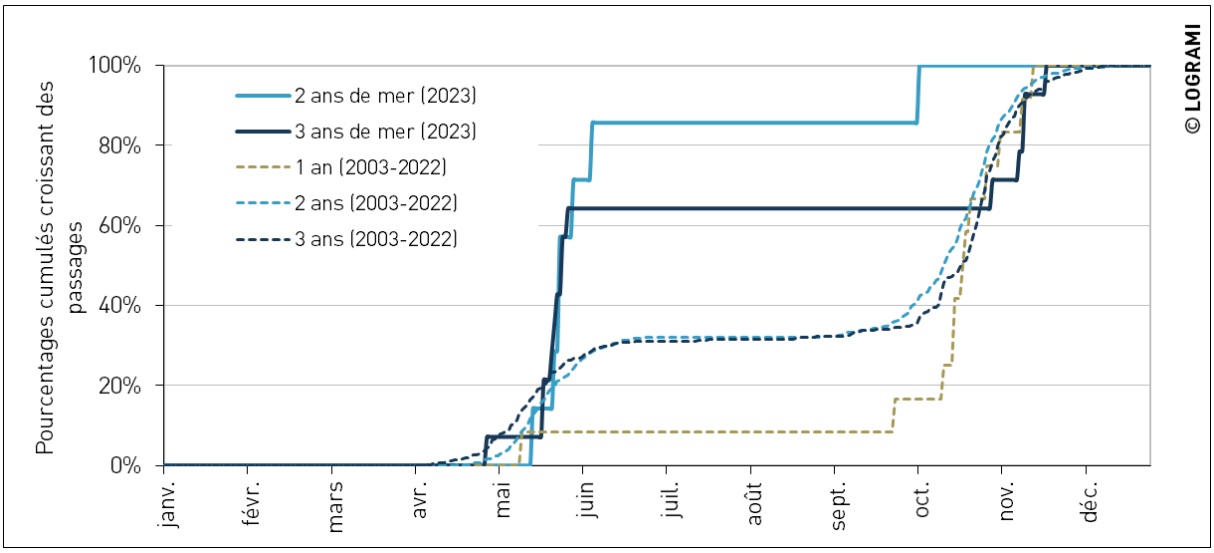


Figure 265 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Langeac entre 2023 et les données de la période 2003-2022

Le rythme migratoire des saumons de 2 et 3 ans de mer en 2023 **est complétement différent de celui observé en moyenne entre 2003 et 2022**. En effet, les migrations printanières des 2 et 3 ans de mer en 2023 **sont majoritaires et représentent respectivement 86 % et 64 % des effectifs en migration**, largement au-dessus des moyennes observées depuis 2003 (32 % et 31 %). De plus les migrations printanières et automnales se sont faites dans des fenêtres migratoires réduites. Au printemps, la migration 2023 s'est étendue sur 30 jours pour les 3 ans de mer et sur 22 jours pour les 2 ans de mer. Même constat à l'automne pour les 3 ans de mer avec une migration sur seulement 20 jours (3 au 23 novembre). A noter, 1 seul individu de 2 ans de mer à l'automne a été comptabilisé à Langeac le 7 octobre.

L'Allier à Poutès

A Poutès, l'amplitude de migration historique des saumons reflète celle de Langeac. En raison des travaux réalisés sur le barrage depuis 2019 et des périodes de transparences mises en place en 2022, l'ascenseur à poissons ne fonctionne qu'une partie de l'année et il n'est plus possible de suivre la dynamique migratoire au niveau de cet ouvrage. En complément, la mise en place d'une caméra acoustique en 2022 et 2023 permettra peut-être de quantifier les passages de saumons durant les périodes de transparence.

Concernant la dynamique migratoire entre 1986 et 2019 (Figure 266), la migration printanière représente moins de 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 17 et le 25 octobre. À partir du 5 novembre, date à laquelle des saumons peuvent commencer à frayer en aval du barrage de Poutès, **27 % et 31 % 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** en recherche de nouvelles femelles.

À noter que 2 saumons de 3 ans de mer ont été observés à l'ascenseur de Poutès en 2023, le 1er le 13 mai (5 % de la dynamique migratoire historique des 3 ans de mer) et le 2ème le 8 décembre (99 % de la dynamique migratoire historique).

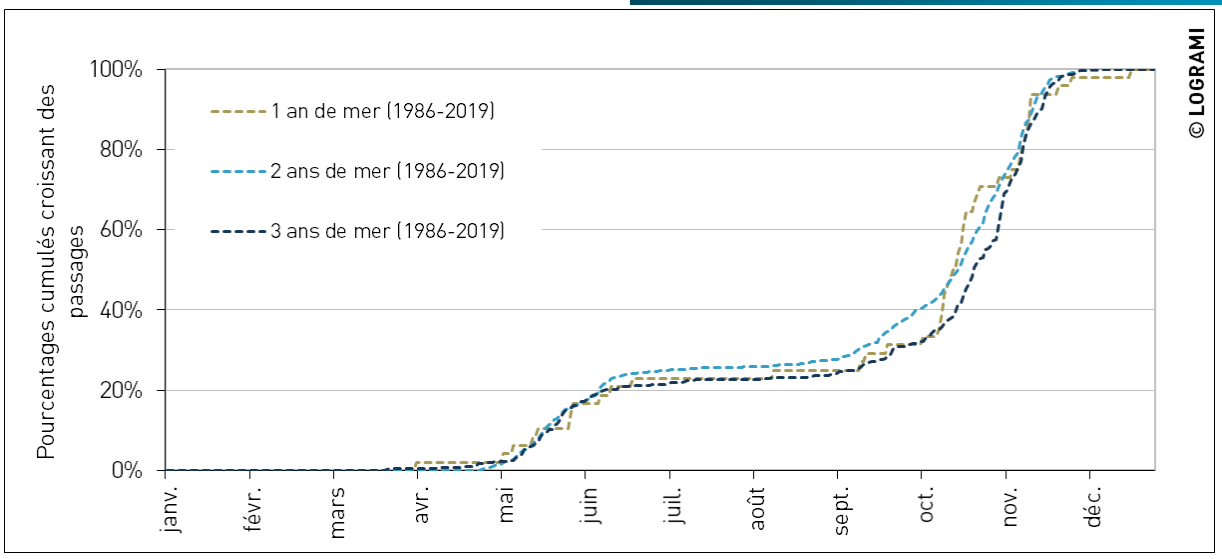


Figure 266 : Rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Poutès de 1986 à 2019

10.2. Taux de transfert des saumons

Certains axes sont dotés de plusieurs stations de comptages. 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 parcourir la distance entre les sites.

10.2.1. Taux de transfert par axe

10.2.1.1 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 26 % +/- 8 pour 184 km parcourus. En moyenne jusqu'en 2018, 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 38 % +/- 16 pour 32 km (Figure 267). Depuis 2019, les comptages à Poutès ne sont plus exhaustifs et les effectifs totaux passant à l'ouvrage ont été estimés.

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.

Depuis les travaux au barrage de Poutès et la mise en place de périodes de transparences, les taux de transferts entre Vichy/Poutès et surtout Langeac/Poutès vont être amenés à changer positivement. En 2023, 13 saumons ont été estimés au barrage de Poutès (estimation faite grâce aux comptages des frayères) (Figure 267). Les effectifs filmés à Langeac en 2023 représentent 24 % des passages contrôlés à Vichy. Il s'agit d'un taux de transfert moyen entre ces stations. Le taux de transfert entre Vichy et Poutès est estimé à 15 % soit légèrement au-dessus de la moyenne historique entre 1997 et 2018. Le taux de transfert entre

Langeac et Poutès en 2023 de l'ordre de 62 % montre **l'effet bénéfique de la mise en place de la transparence à Poutès** pour la migration des saumons.

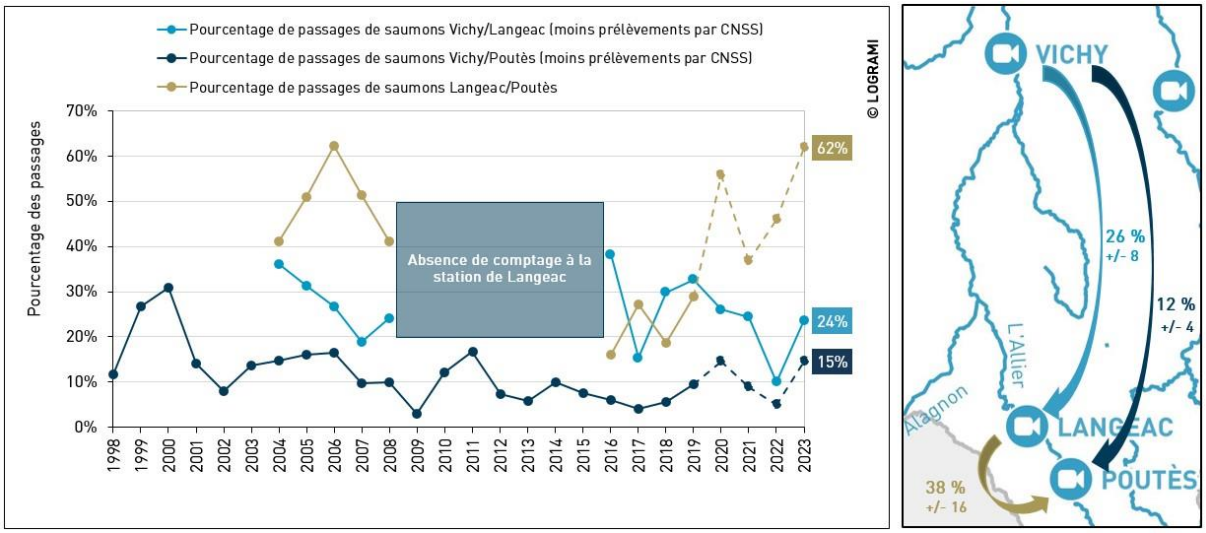


Figure 267 : Bilan des taux de transfert de saumon atlantique entre les stations de comptage de Vichy, Langeac et Poutès en 2023 et en moyenne interannuelle (à droite). Les lignes pointillées sur la figure de gauche rappellent que depuis 2019 les taux de transfert jusqu'à Poutès sont calculés sur des données de passages estimées à cette station

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 268). Les années 2008 et 2018, ayant pourtant des débits élevés ont été retirées de l'analyse car des pannes d'enregistrement vidéo sont survenues à Langeac lors de la période de migration. Des saumons ont pu ne pas être comptabilisés.

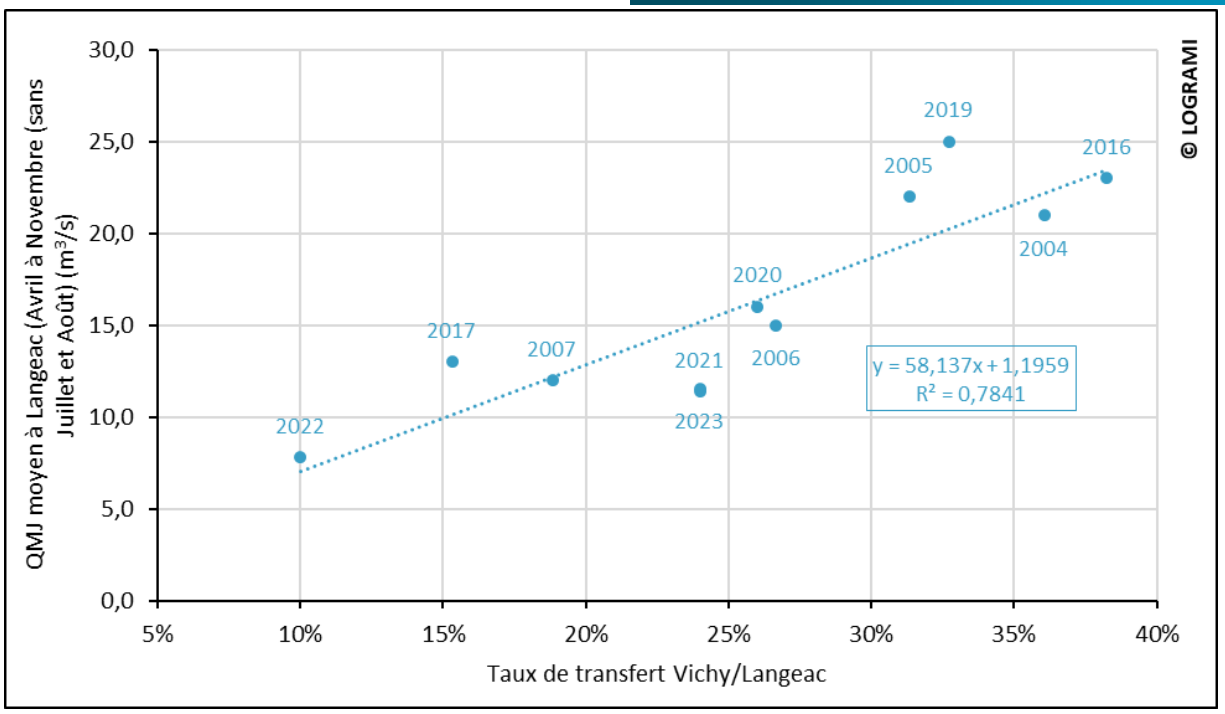


Figure 268 : Relation entre le taux de transfert de saumons atlantiques entre Vichy et Langeac selon le débit moyen annuel d'avril à novembre à Langeac sans juillet et août et sans les années 2008 et 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les conditions de migration en amont de Vichy en 2023, sont parmi les plus pénalisantes rencontrées par les saumons (moins de 12 m3/s en moyenne journalière à Langeac pendant la période de migration). Ces conditions pénalisantes ont tout de même permis à 24 % des saumons comptés à Vichy de franchir Langeac.

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 que d'autres paramètres peuvent également jouer comme la température estivale.**

10.2.1.2 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 586 km de la mer et celle de Roanne à 736 km, et une sur le bassin de l'Arroux à Gueugnon située à 689 km de la mer (Figure 269).

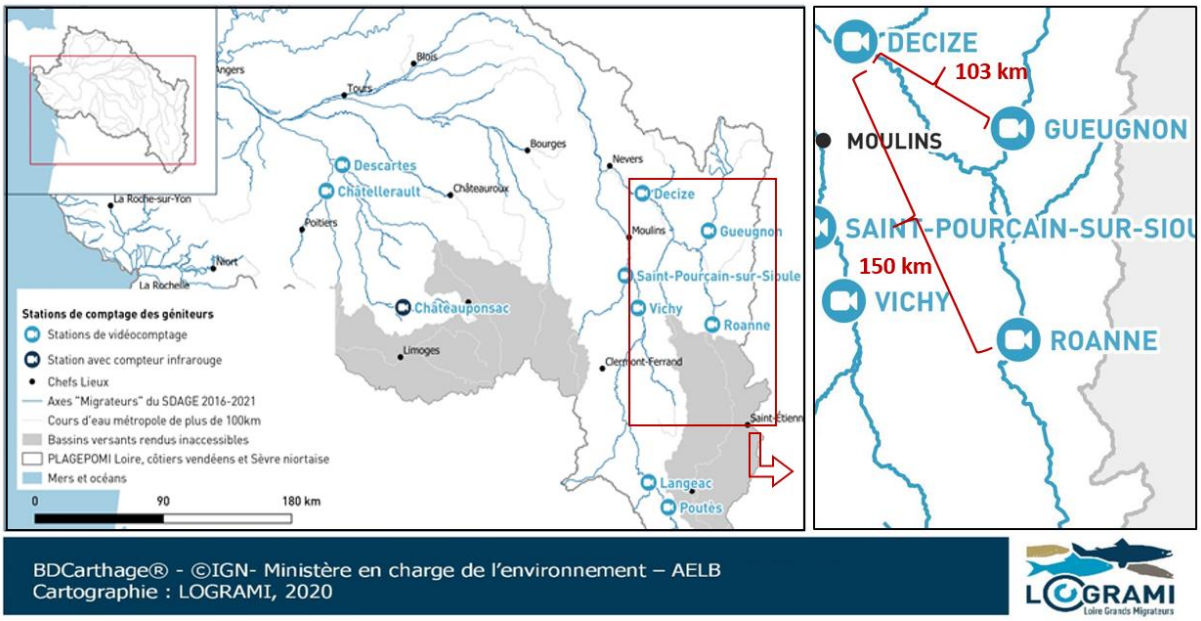


Figure 269 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux

En moyenne depuis 2006 sur l'axe Loire Arroux, 21 % +/- 15 des saumons contrôlés à Decize sont comptabilisés au seuil de Gueugnon (Les Forges ; ROE 16688) situé 103 km en amont (Figure 270). Certaines années (2010, 2018, 2020 et 2023), 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. Pour les autres années, les taux de transfert doivent être considérés comme des minima. Le fonctionnement des clapets du barrage VNF de Decize n'étant pas communiqué, il est difficile de juger du caractère exhaustif des comptages d'une année de migration sur cet ouvrage.

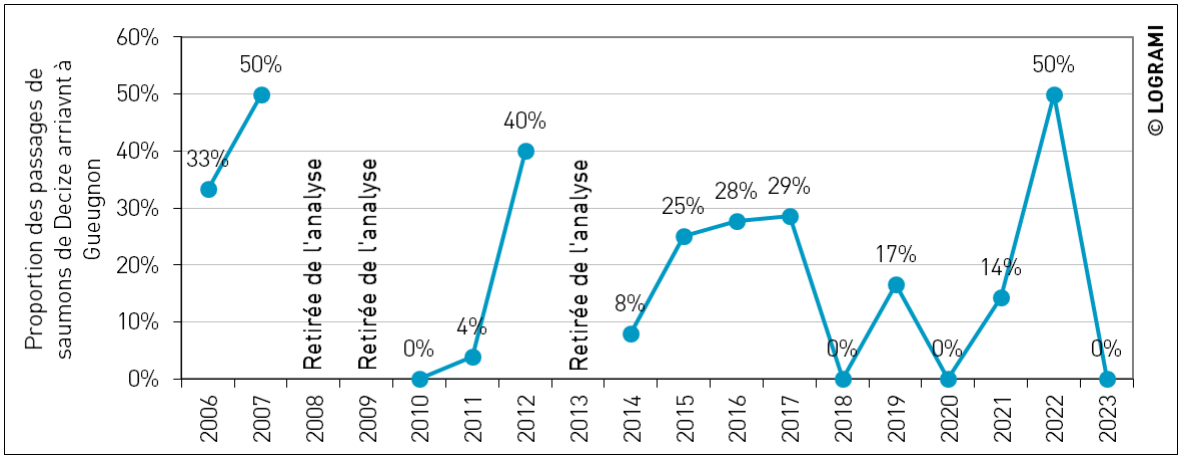


Figure 270 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006

Aussi 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 non suivis (Besbre, Aron…) qui accueillaient historiquement des saumons.

En moyenne depuis 2012 sur l'axe Loire amont, 4 % +/- 5 des saumons contrôlés à Decize sont comptabilisés au barrage de Roanne situé 150 km en amont (Figure 271).

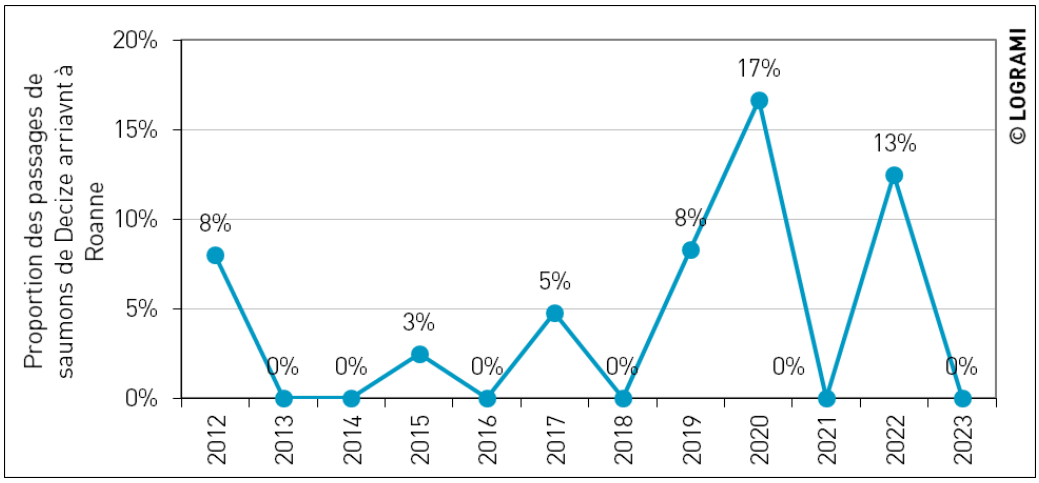


Figure 271 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Roanne sur l'axe Loire-amont depuis 2012

En moyenne depuis 2012, 76 % +/- 15 % 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. **En 2023, une perte en ligne totale des saumons est constatée sur le secteur de la Loire amont. Les faibles débits rencontrés durant la période printanière semblent avoir limité la progression des saumons sur cette partie du bassin.**

10.2.2. Taux de transfert différentiel par âge de mer sur l'Allier

Concernant le taux de transfert en 2023 entre Vichy et Langeac des 2 étés de mer (28 %), il est légèrement inférieur à la moyenne interannuelle observée de 30 % +/- 14. Concernant les 3 ans de mer (20 %), le taux de transfert est supérieur à la moyenne interannuelle observée de 15 % +/ 9 (Figure 272).

Entre 2004 et 2008, les deux taux de transfert suivaient la même tendance. Entre 2016 et 2023, 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 alors qu'en 2021, cette tendance s'est inversée au profit des 3 étés de mer.

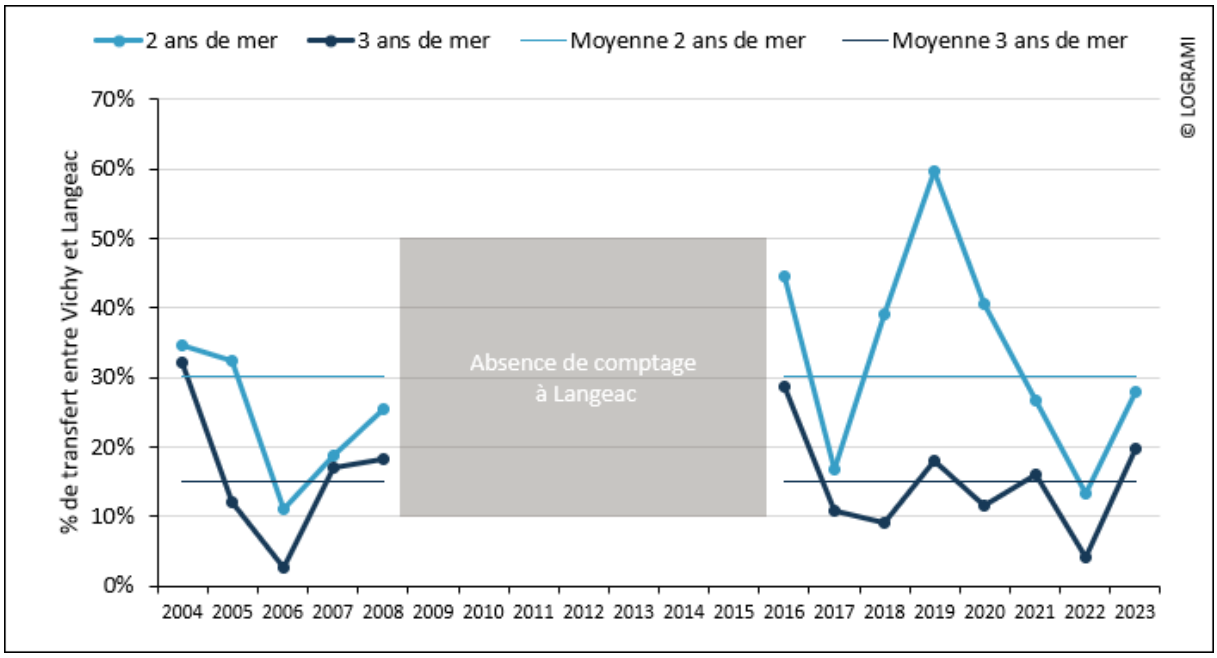


Figure 272 : Taux de transfert des saumons de 2 et 3 étés de mer entre Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 et moyennes internannuelles

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 37). Entre 2018 et 2020, l'écart des pourcentages entre Vichy et Langeac a augmenté et était de l'ordre de 30 %. En 2022, l'écart (35 %) a été le plus important jamais enregistré. **En 2023, nous retrouvons un écart faible** (<10 %) bien en dessous de la moyenne sur l'ensemble de la période (17 % +/- 11), mais en cohérence avec la moyenne sur la période 2004-2017 (8,6 % +/- 5,1).

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, des conditions de débits pénalisantes au printemps et des températures printanières précocement élevées forcent les saumons à stopper rapidement leurs migrations printanières, ce qui pourrait encore accentuer ce phénomène.

Tableau 37 : Proportion de saumons de 3 étés à Vichy et à Langeac sur l'Allier et delta de différence (Sources : LOGRAMI)

	2004	2005	2006	2007	2008	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Proportion 3 étés de mer à Vichy	61 %	25 %	19 %	45 %	38 %	51 %	51 %	43 %	64 %	56 %	47 %	58 %	74 %
Proportion 3 étés de mer à Langeac	60 %	11 %	5 %	43 %	31 %	41 %	40 %	15 %	35 %	27 %	35 %	23 %	67%
Différence	-1 %	-14 %	-14 %	-3 %	-7 %	-10 %	-11 %	-28 %	-29 %	-29 %	-12 %	-35 %	-7 %

L'année 2023 est atypique sur la constitution de la cohorte migrante à Vichy avec 74 % de saumons de 3 étés de mer. En s'appuyant sur la Figure 272, il apparait que les saumons de 2 ans de mer, avec un effectif à

Vichy très faible, ont bien migré jusqu'à Langeac puisque le taux de transfert est quasiment égal à la moyenne du taux de transfert entre ces 2 stations. Concernant les 3 ans de mer, il s'agit du 3ème meilleur taux de transfert depuis 2004. Pour autant, les conditions de migration en 2023 n'ont pas été bonnes. Des températures chaudes assez précoces et des débits faibles durant la période de migration ne permettent normalement pas une bonne migration des saumons.

Au regard des différents éléments, il semblerait que le bon taux de transfert des 3 étés de mer en 2023 soit multifactoriel. La constitution atypique de la cohorte à Vichy avec une prédominance des 3 étés de mer associée à des conditions de débits pas si pénalisantes que cela au printemps (notamment en mai) avec une meilleure continuité écologique (pas de fonctionnement usine Langeac et potentielle amélioration sur les ouvrages en aval à savoir : Vieille-Brioude (été 2019) et Chambon de Cerzat (été 2021)) font que la proportion de 3 ans de mer à Langeac est "bonne" même si les effectifs restent faibles.

10.3. Reproduction des géniteurs

10.3.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie

10.3.1.1 Température

D'après l'historique des observations de reproduction sur le bassin de l'Allier de LOGRAMI sur le tronçon court-circuité (TCC) du barrage de Poutès de 2012 à 2021, l'activité de reproduction des saumons se concentre essentiellement durant le mois de novembre avec une amplitude maximale de 34 jours entre le 6 novembre et le 9 décembre.

Une étude réalisée sur un ruisseau artificiel au Pays Basque a montré que l'activité de creusement avait lieu entre 7,5 et 12,5 °C (Beall & Marty, 1983). D'après Le Brech (2009), les températures optimales de fraie du Saumon atlantique se situent entre 4,2 et 5,6 °C. La dynamique de reproduction des saumons, observée par LOGRAMI, dans le Béal des Moulins (bras dérivé de l'Alagnon à Lempdes-sur-Alagnon) de 2012 à 2020, indique que **l'activité de reproduction a lieu entre 4,2 et 11,2 °C**. Durant ces 8 années de suivis, la température de l'eau a rarement dépassé les 11,5 °C, il n'est pas exclu que l'activité de reproduction des saumons se poursuive jusqu'à 12,5 °C. Le tronçon court-circuité du barrage de Poutès a été suivi de la même manière pour la série de données mais la récolte des données de températures sur cette portion de rivière n'a débuté qu'en 2019.

Sur l'ensemble des 4 stations de mesures de l'Allier, les températures favorables à l'édification des frayères entre le 5 novembre et le 9 décembre représentent 81 % +/-11 de la période soit 28 jours +/- 4 (Figure 273). **En 2023, les saumons ont pu bénéficier d'une plage de température favorable équivalente, avec en moyenne 28 jours +/- 11**.

Depuis la mise en place du réseau de sondes, **une réduction de l'amplitude du préférendum de reproduction vers l'amont est constatée**. Un écart de 15 % est constaté entre Issoire (85 % +/- 9) et Langogne (72 % +/-14). Ce constat est en accord avec les observations de terrain réalisées sur le secteur de Langogne témoignant d'une amplitude de la période de reproduction plus courte mais plus précoce du fait d'un rafraichissement de l'eau plus avancé sur les parties amont. En revanche, en 2023, même si les conditions de reproduction à Brioude (91 %) et Langeac (83 %) sont supérieures à celle de Langogne (66 %), les températures encore élevées début novembre sur le secteur d'Issoire ont réduit la période de températures favorables à la reproduction (74 %) et contraste ce gradient vers l'amont.

Concernant les principaux affluents (non suivis en 2023), la plage favorable à la reproduction est différente entre la Sioule et l'Alagnon/Dore. L'Alagnon à Massiac avec 80 % de période favorable à la reproduction soit 27 jours est dans la moyenne observée depuis 2011 (27 jours +/- 3). La période de

reproduction sur la Dore a été légèrement plus longue avec 30 jours favorables (moyenne de 28 jours +/- 3).

Concernant la Sioule à Châteauneuf-les-Bains, avec 12 jours, le nombre de jours favorable à la reproduction en 2023 est bien en dessous de la moyenne interannuelle de 23 jours +/- 6. Historiquement, il n'y a jamais eu de suivi de secteurs comme sur le Béal de Lempdes-sur-Alagnon ou celui du TCC du barrage de Poutès. La plage de température favorable de 4,2 °C à 11,2 °C est peut-être différente sur cette rivière.

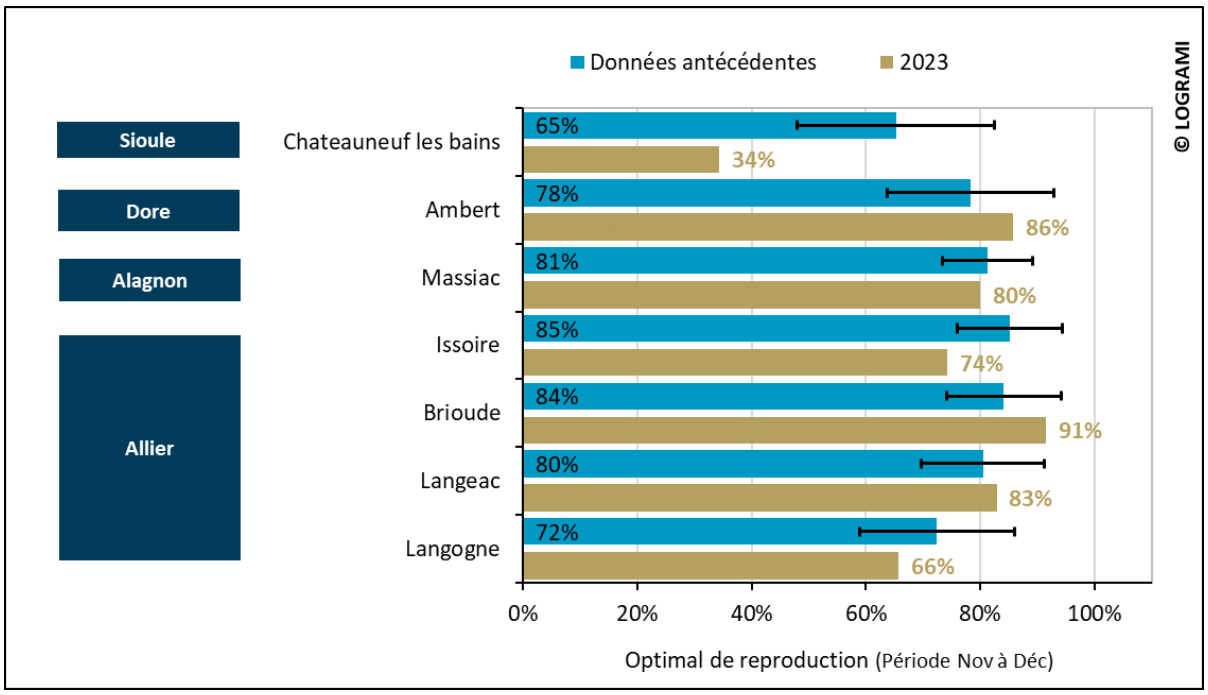


Figure 273 : Comparaison des conditions de température (4,2 à 11,2 °C) pour la reproduction des saumons (période de novembre à décembre) entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne

Le début de la reproduction de 2023, dans la continuité des dernières années, est plus tardif dans la saison. La 1ère observation sur le secteur Langeac-Poutès (S3) a été réalisée entre le 14 et le 20 novembre.

10.3.1.2 Hydrologie

Durant les mois de novembre et décembre, aucune crue morphogène n'est survenue sur l'Allier, ce qui laisse présager de bonnes conditions de développement des premiers stades embryonnaires sur cette rivière.

En revanche, l'hydrologie n'a pas été la même sur les autres rivières pouvant accueillir de la reproduction de saumon. En effet, le principal affluent de l'Allier en amont de Vichy, a été en crue le 5 novembre avec un débit moyen journalier de 51,9 m^3/s à Joursac (Alagnon) et **le 11 décembre avec un débit moyen journalier de 46 m^3/s** (pic horaire de 62 m^3/s à 16h soit 10 fois le module). Avec une telle intensité de débit, il est raisonnable de penser qu'une partie de la reproduction de l'Alagnon de 2023 ait été détruite.

Tableau 38 : Conditions hydrologiques en 2023 sur les rivières pouvant accueillir de la reproduction de saumon (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

	QMNA novembre		QMNA décembre		MAX journalier novembre/décembre
	Moyenne	2023	Moyenne	2023	2023
Sioule (Chateauneuf-les-bains)	15	23,7	22,5	34,5	47,4
Dore (Ambert)	4,7	2,2	7,4	9,1	18,6
Alagnon (Joursac)	6,8	15,2	9,1	15,7	51,9
Allier (Langeac)	27,8	12,4	26,6	17,9	27,8

10.3.2. Suivi des frayères

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 frayères de Saumon atlantique. Ces comptages permettent d'obtenir un **indicateur de la répartition géographique des géniteurs au moment de la reproduction**.

10.3.2.1 Sur le bassin Creuse – Gartempe

La station de comptage de Descartes n'étant plus fonctionnelle depuis 2021, le nombre de géniteurs potentiels engagé sur le bassin de la Creuse en 2023 n'est pas connu. Du fait de l'arrêt du repeuplement depuis plusieurs années, il est cependant probable que ce nombre soit très faible. Par ailleurs, la présence de nombreux seuils problématiques à la montaison associée aux faibles conditions hydrologiques printanières laisse penser que peu de saumons ont pu rejoindre les zones de frayères.

Les fortes conditions hydrologiques en novembre et décembre 2023 n'ont pas permis la réalisation du suivi de la reproduction de saumon sur la Gartempe. Deux crues majeures ont eu lieu le 15 novembre et le 12 décembre (respectivement 105 et 120 m^3/s à Saint-Bonnet-De-Bellac). Ces deux événements ont lessivé le substrat. Les débits sont par ailleurs restés élevés durant toute la période de reproduction ne permettant pas la visualisation du fond de la rivière et donc le comptage des nids de saumons (Figure 274).

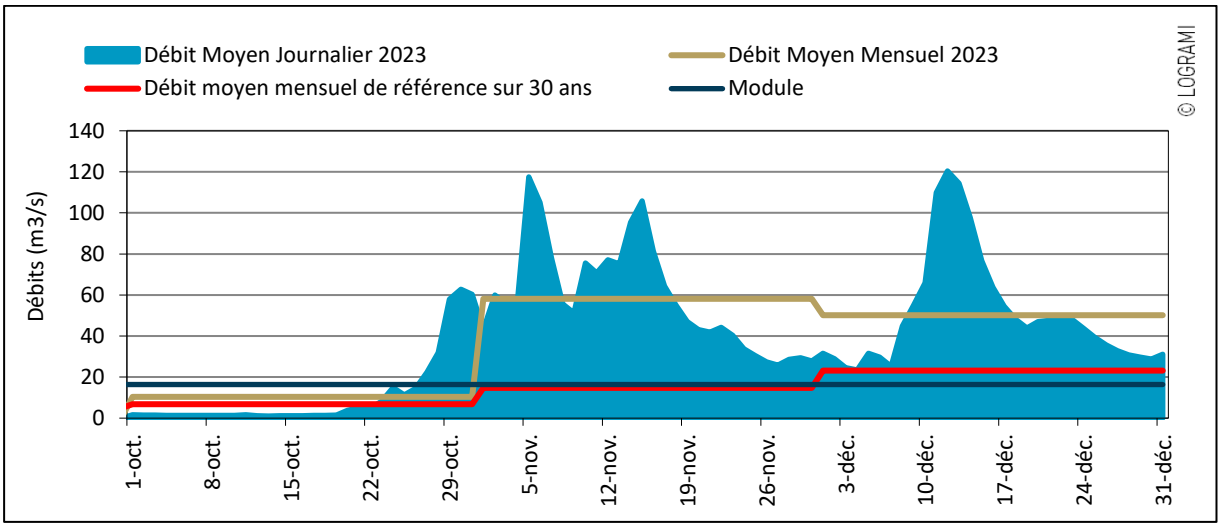


Figure 274 : Débits journaliers et mensuels à la station hydrométrique de Saint-Bonnet-de-Bellac sur la Gartempe d'octobre à décembre 2023 (Données hydro : SCHAPI)

10.3.2.2 Sur le bassin Loire – Allier amont

La dynamique de reproduction du saumon atlantique de 2012 à 2023 sur l'Allier montre que celle-ci peut commencer début novembre et s'étaler jusqu'au 10 décembre, soit une amplitude de 6 semaines (Figure 275). Certaines années comme 2013, la reproduction a été précoce et s'est terminée mi-novembre. En 2023, 1 frayère 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 14 novembre et le 4 décembre. Cette frayère a été établie entre le 14 et 20 novembre 2023.

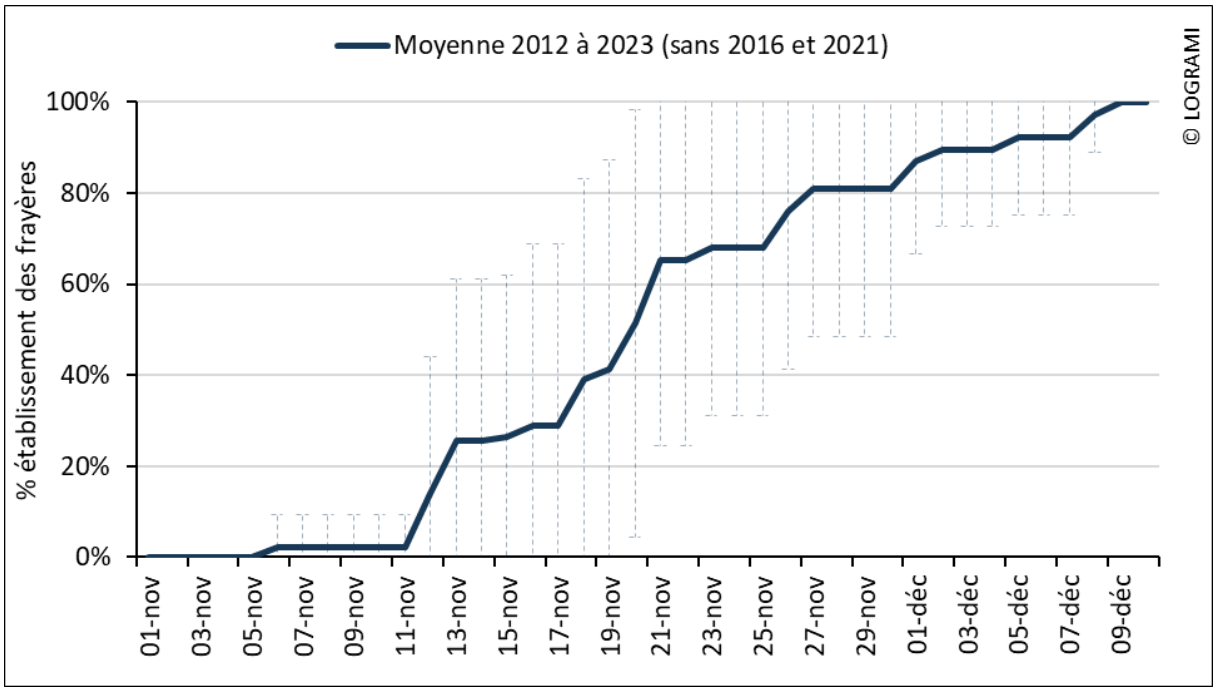


Figure 275 : Moyenne de la dynamique de construction des frayères de Saumon atlantique dans le tronçon court-circuité du barrage de Poutès de 2012 à 2023 (sans 2016 et 2021) (N= 188)

En 2023, les premières frayères ont été observées tardivement, lors de la deuxième prospection à pied, le 20 novembre sur 3 radiers différents de l'Allier.

La Sénouire a été prospectée dans les premiers kilomètres en amont de la confluence avec l'Allier.

Le survol en hélicoptère ne s'est effectué que sur la rivière Allier. Pour des raisons hydrologiques, l'Alagnon, la Sioule et la Dore n'ont pas été survolées. Concernant l'Alagnon, 2 crues sont survenues à la fin de l'année, une début novembre avant l'édification des frayères et l'autre mi-décembre à la fin de la reproduction. Dans ces conditions il n'était pas possible de suivre cette rivière où le fond a été "nettoyé" rendant le suivi des frayères impossible.

En 2023, le linéaire total prospecté en survol et à pied sur le bassin de l'Allier s'élève à 186,1 km (Tableau 39).

Tableau 39 : Récapitulatif du déroulement des prospections des frayères de saumon à pied et en hélicoptère sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2023 (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Date	Secteur prospecté	Linéaire (km) / zones de frayères potentielles
Allier	14/11/23 au 04/12/23 (à pied)	Entre Jumeaux et Alleyras	26 zones de frayères
		Amont et aval de Monistrol-d'Allier	1 km
	07/12/23 (Survol)	**Entre Laveyrune et Issoire**	**179 km**
Alagnon	20/11/23 (à pied)	Lempdes-sur-Alagnon	2 zones de frayères
Sénouire	20/12/23 (à pied)	Entre la confluence avec l'Allier et Lavaudieu	6,1 km

Frayères sur l'Allier

Les premières observations de frayères ont été réalisées le 20 novembre à Saint-Julien-des-Chazes, Prades et Monistrol-d'Allier.

Les faibles débits observés avant le survol du 7 décembre 2023 (Figure 276) ont permis de **réaliser un comptage à tendance exhaustive** des frayères. 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 à pied avant le survol.

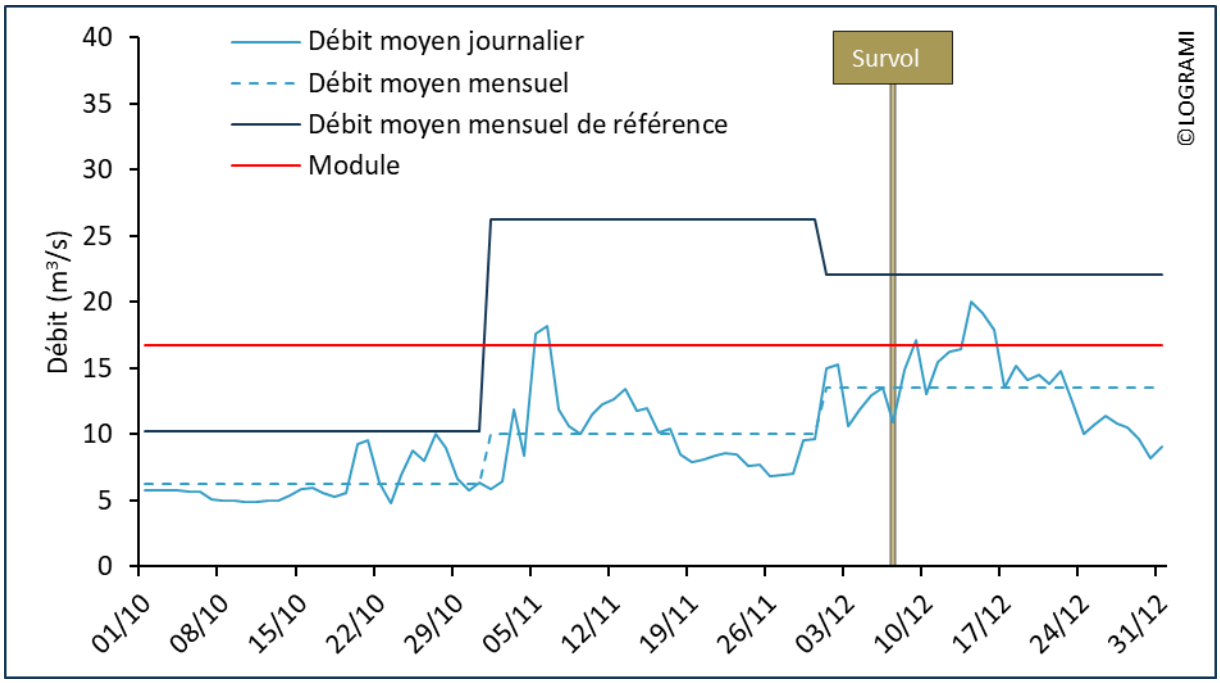


Figure 276 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1er octobre au 31 décembre 2023 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Avec 44 frayères contre 263 +/- 83 en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Allier en 2000, **le nombre de frayère en 2023 correspond à la plus mauvaise année**. Cette année représente moins d'1/3 des frayères de la 2eme plus mauvaise année (156 frayères en 2000) (Figure 277).

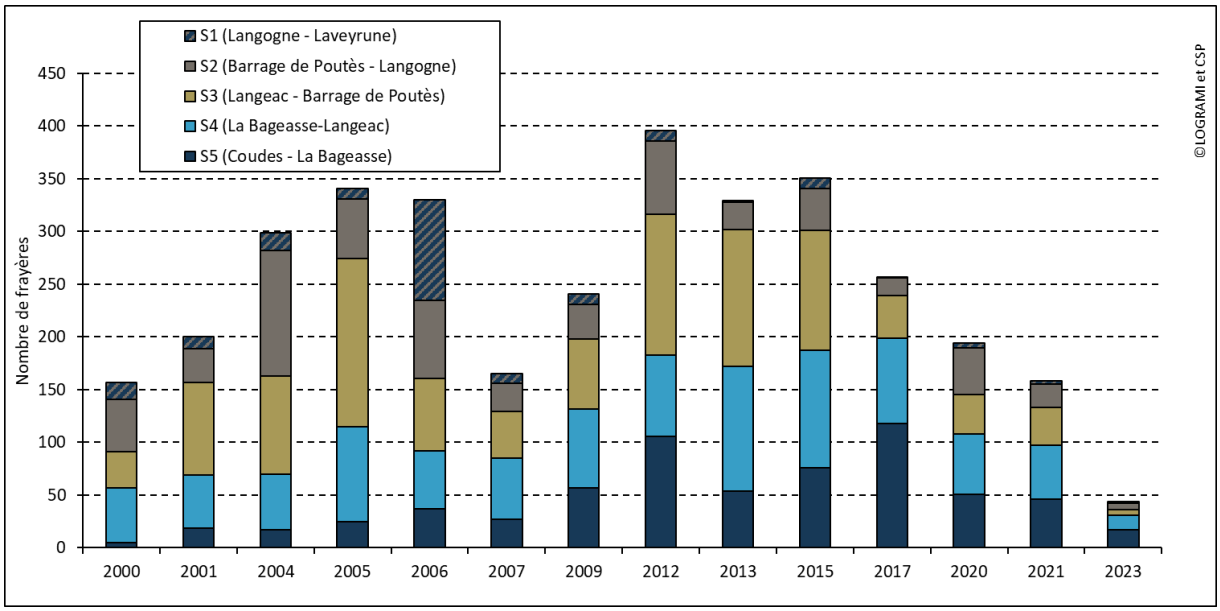


Figure 277 : Évolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000

Depuis 2020, le ratio entre le nombre de saumon à Vichy et le nombre de frayères comptabilisées sur l'Allier en amont de Vichy est supérieur au ratio moyen depuis 2000 (0,47 +/- 0,12). En 2023, le ratio est quasiment

d'un saumon pour une frayère (0,49). Ce ratio est lié au sex-ratio des saumons à Vichy (impossible à déterminer au printemps sans capture) et à la survie en amont (mortalité estivale). La Figure 278 ne prends pas en compte les frayères sur les principaux affluents (Alagnon et Dore). En 2023, malgré les températures estivales chaudes et précoces, il semblerait qu'une bonne partie des saumons ait survécu jusqu'à l'établissement des frayères.

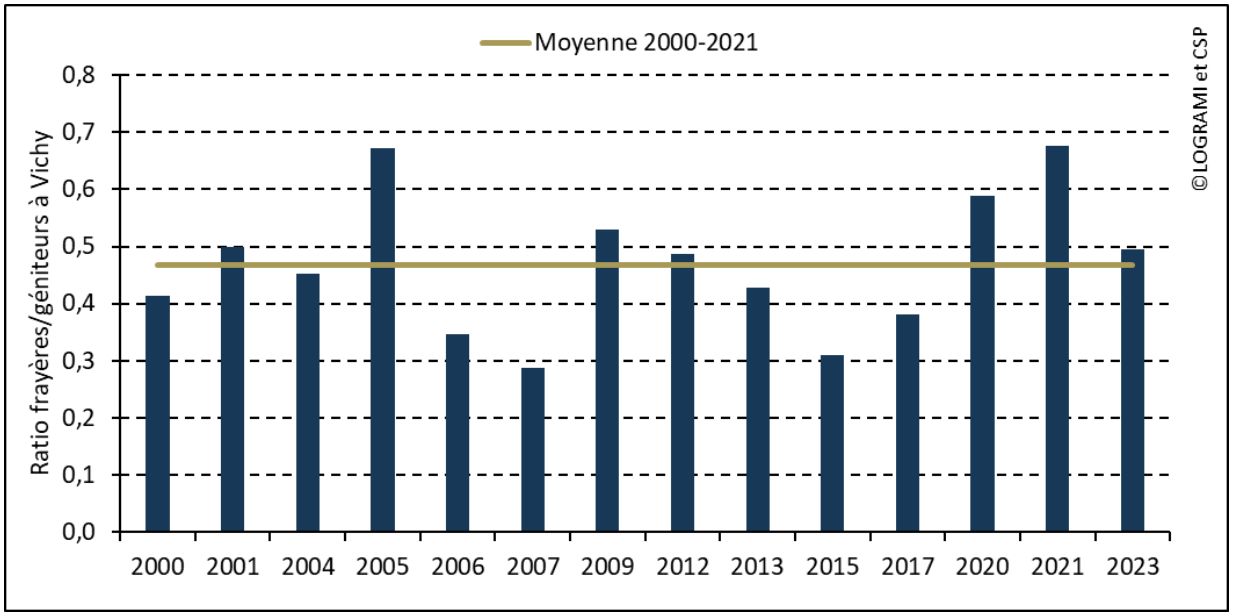


Figure 278 : Ratio entre le nombre de saumons à Vichy et le nombre de frayères comptabilisées sur l'Allier en amont de Vichy de 2000 à 2023

Répartition géographique

44 frayères ont été comptabilisées sur l'Allier en 2023, entre le Cellier du Luc et Issoire (Figure 279 et Figure 280) :

- Plus de deux tiers des frayères (71 %) se trouvent en aval du barrage de Langeac. Comme en 2020 et 2021, l'occupation des secteurs S4 et S5 est majoritaire.
- 11 % (5/44) des frayères se situent entre Langeac et Poutès (S3).
- 19 % (8/44) des frayères se situent en amont du barrage de Poutès.

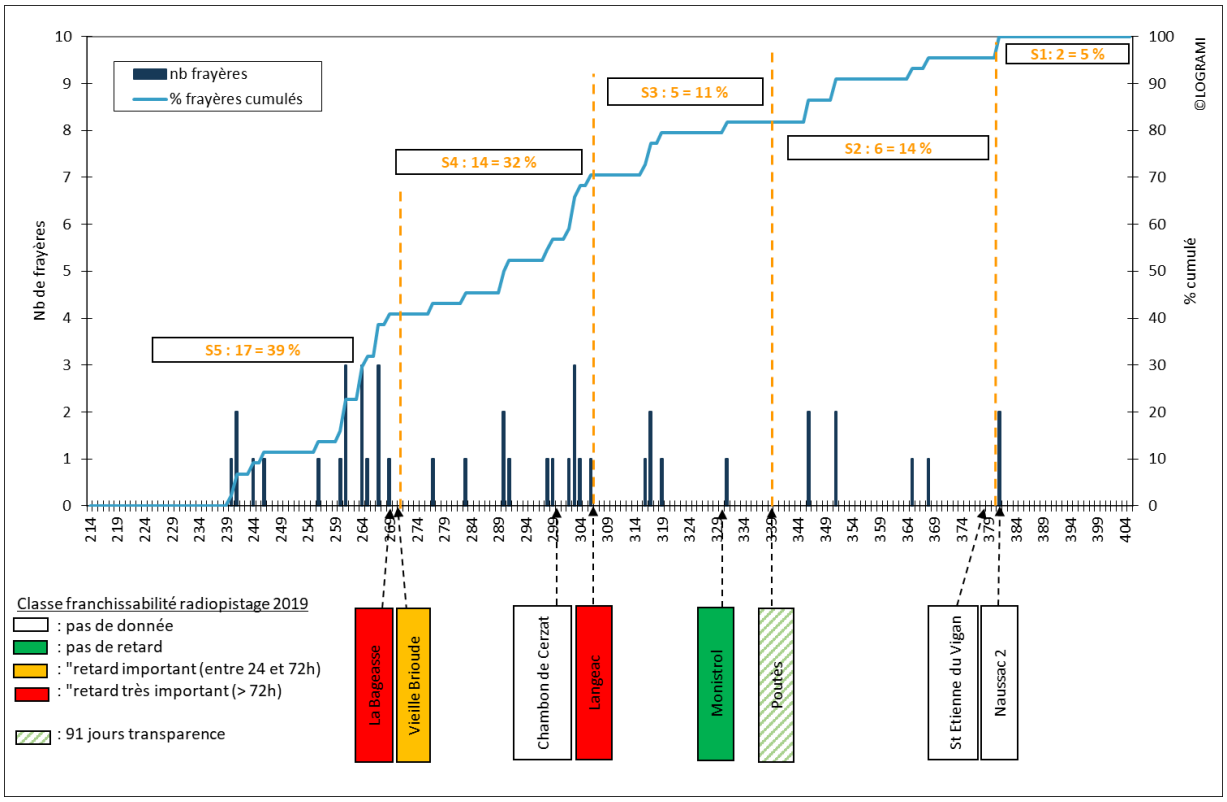


Figure 279 : Réparition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Allier en 2023 et principaux obstacles à la migration

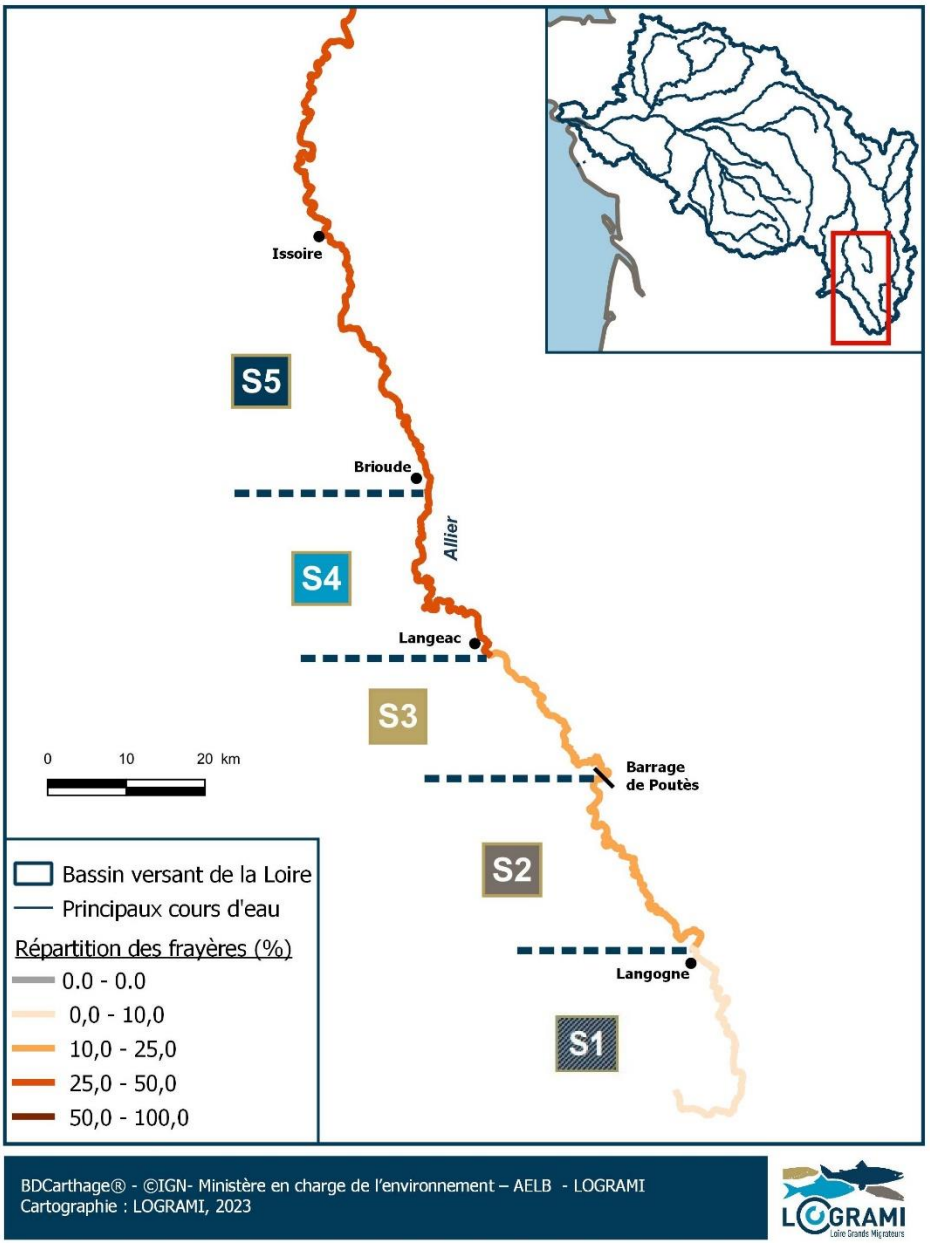


Figure 280 : Carthographie des densités de frayères de saumon atlantique par secteurs sur le bassin de l'Allier en 2023

L'année 2023, avec une hydrologie peu favorable à la montaison surtout à l'automne, est semblable à l'année 2017 concernant la répartition des frayères **avec une surexploitation de la zone aval (S4 et S5) et une sous exploitation de la zone amont (S3, S2 et S1)** (Figure 281). Ainsi le secteur S5 et S4 représentent 39 % et 32 % contre en moyenne 19 % (+/- 12) et 28 % (+/- 7) depuis 2000. Concernant l'amont de Langeac, le secteur S3 représente 11 % de la proportion de frayères de 2023, contre 29 % (+/- 10) en moyenne interannuelle. L'amont du barrage de Poutès (S2 et S1) représente 19 % contre en moyenne 24 % (+/- 8). La proportion moins importante de frayère sur le secteur S3 depuis 2020 montre que l'ouverture du barrage de Poutès permet aux saumons de se reproduire plus en amont.

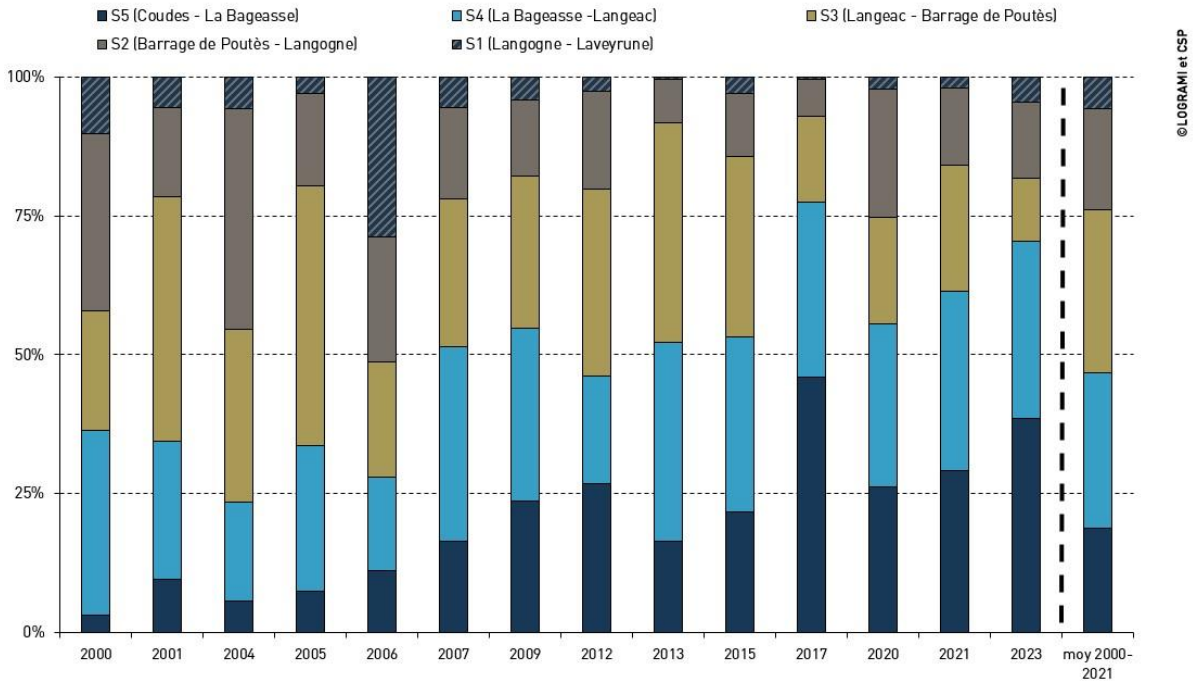


Figure 281 : Évolution de la réparition de frayères de saumon comptabilisées selon les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000

Le tronçon court-circuité de Poutès accueille chaque année des frayères de saumons. Leur proportion par rapport au nombre de frayères en amont avant les travaux était liée à l'hydraulicité au moment de la montaison et à l'effet bloquant de l'ouvrage de Poutès. Ainsi, en 2023, le tronçon court-circuité de Poutès n'a accueilli que 11 % (1/9) des frayères 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 de 2000 à 2020, ce tronçon court-circuité accueillait 31 % (+/- 17) des frayères.

Depuis 2020, la transparence du barrage de Poutès améliore la migration vers l'amont alors même que les débits sont déficitaires. Depuis 2020, le TCC du barrage de Poutès représente moins 20 % des frayères (Figure 282) comparativement aux frayères dans les secteurs plus apicaux.

Avec les ouvertures de l'ouvrage durant 91 jours, la proportion de frayères dans le TCC devrait être réduite pour attester d'une meilleure continuité écologique de cet ouvrage. En état actuel, dans un contexte hydrologique déficitaire, l'ouverture de Poutès semble compenser les difficultés migratoires vers l'amont et permettre une reproduction en proportion plus importante en amont de l'ouvrage. La Figure 282 montre clairement que depuis 2020, les proportions dans le secteur du TCC ne sont plus en correspondance avec le déficit hydrologique.

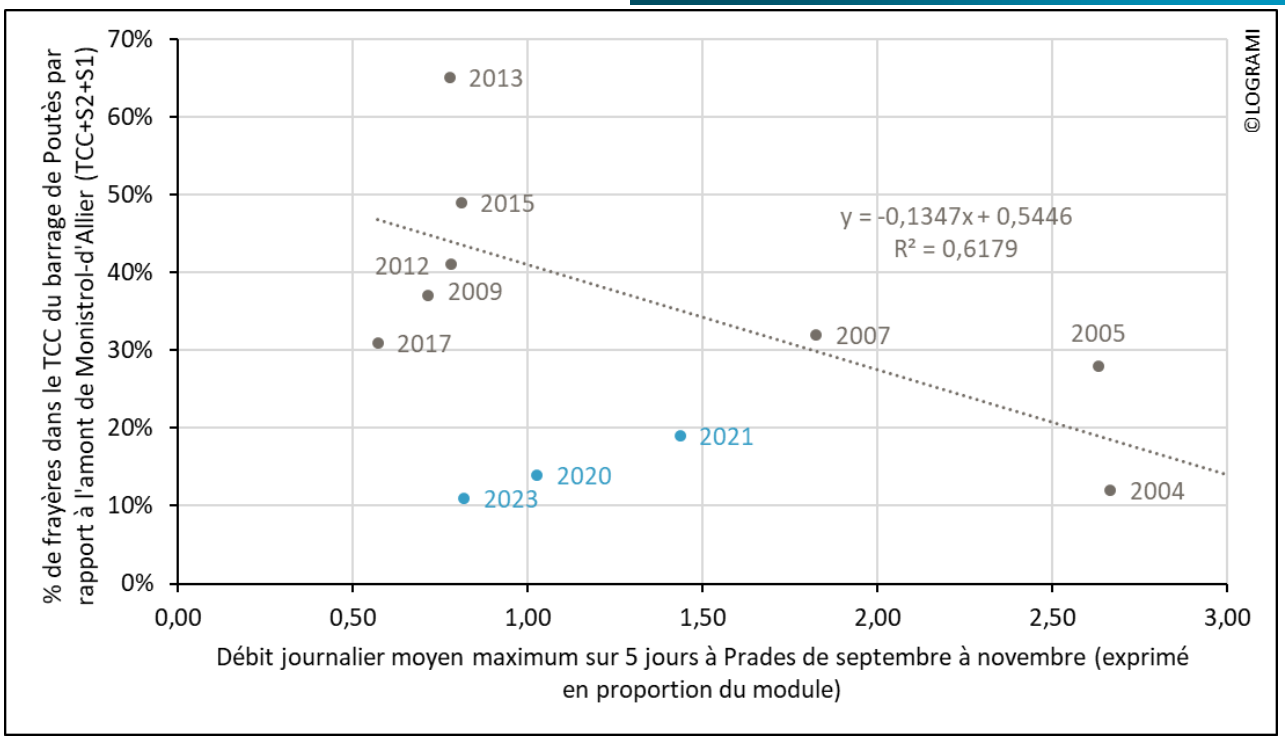


Figure 282 : Part de frayères comptabilisées sur le secteur du TCC compartivement à la part du secteur amont Monistrol d'Allier (TCC+S2+S1) et le débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours à Prades (sept-nov) de l'année de comptage et exprimé en proportion du module. La droite de régression est définie sur les données antérieures à 2020 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Bien que moins marqué qu'en 2017, le secteur S5 représente plus d'1/3 de la part des frayères en 2023. C'est la plus forte proportion de frayères sur ce secteur depuis le début des comptages. L'occupation importante de ce secteur s'explique par les faibles débits automnaux (Figure 283) (débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours de 11 m^3/s, soit 0,39 fois le module à Vieille-Brioude.

En l'absence de pic de débit à l'automne, excepté une légère augmentation intervenue trop tard dans la saison, le 6 novembre à 34,6 m^3/s, les saumons n'ont pas eu de bonnes conditions de migration après leur arrêt estival. La répartition plus importante des frayères sur le secteur aval démontre que les saumons ont eu du mal à migrer plus en amont.

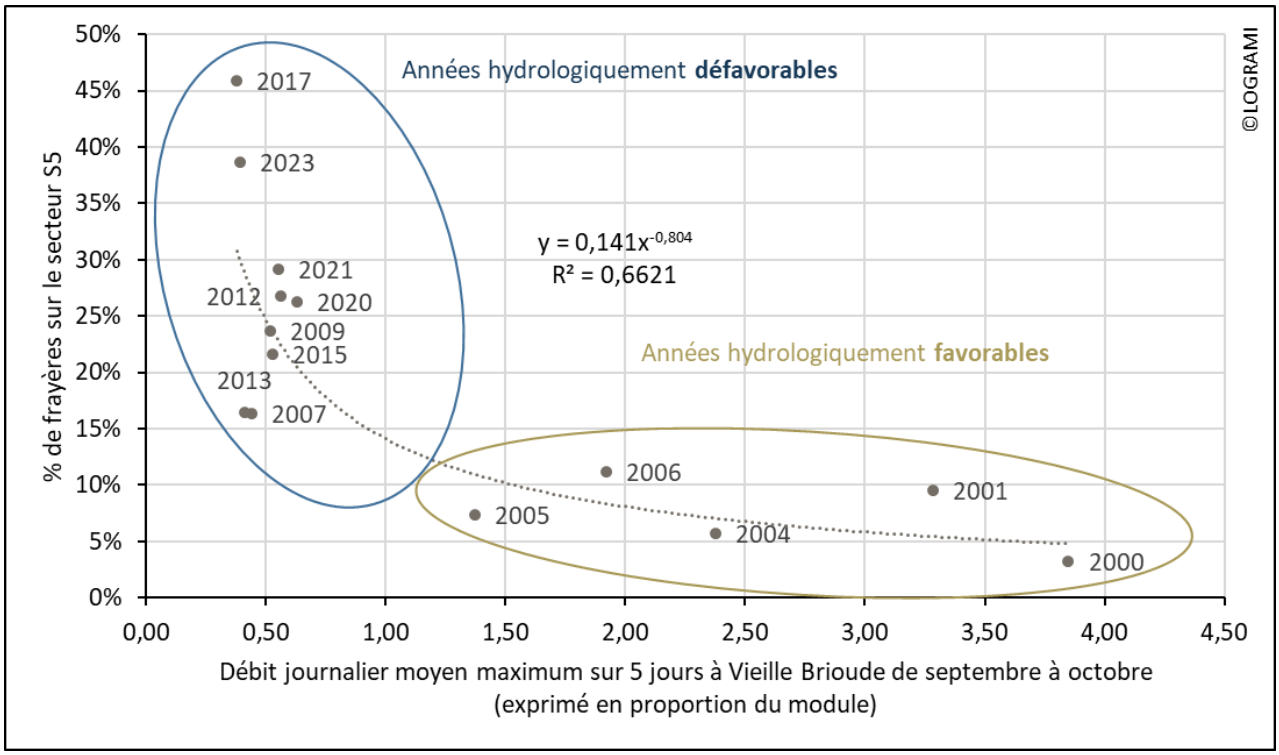


Figure 283 : Relation entre la part de frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre-octobre de l'année de comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

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

Une analyse de la répartition des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier et sur 6 grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938 a été réalisée à partir de l'ensemble des données « fraies saumons » mobilisables et exploitables (comptages à tendance exhaustive) (Figure 284).

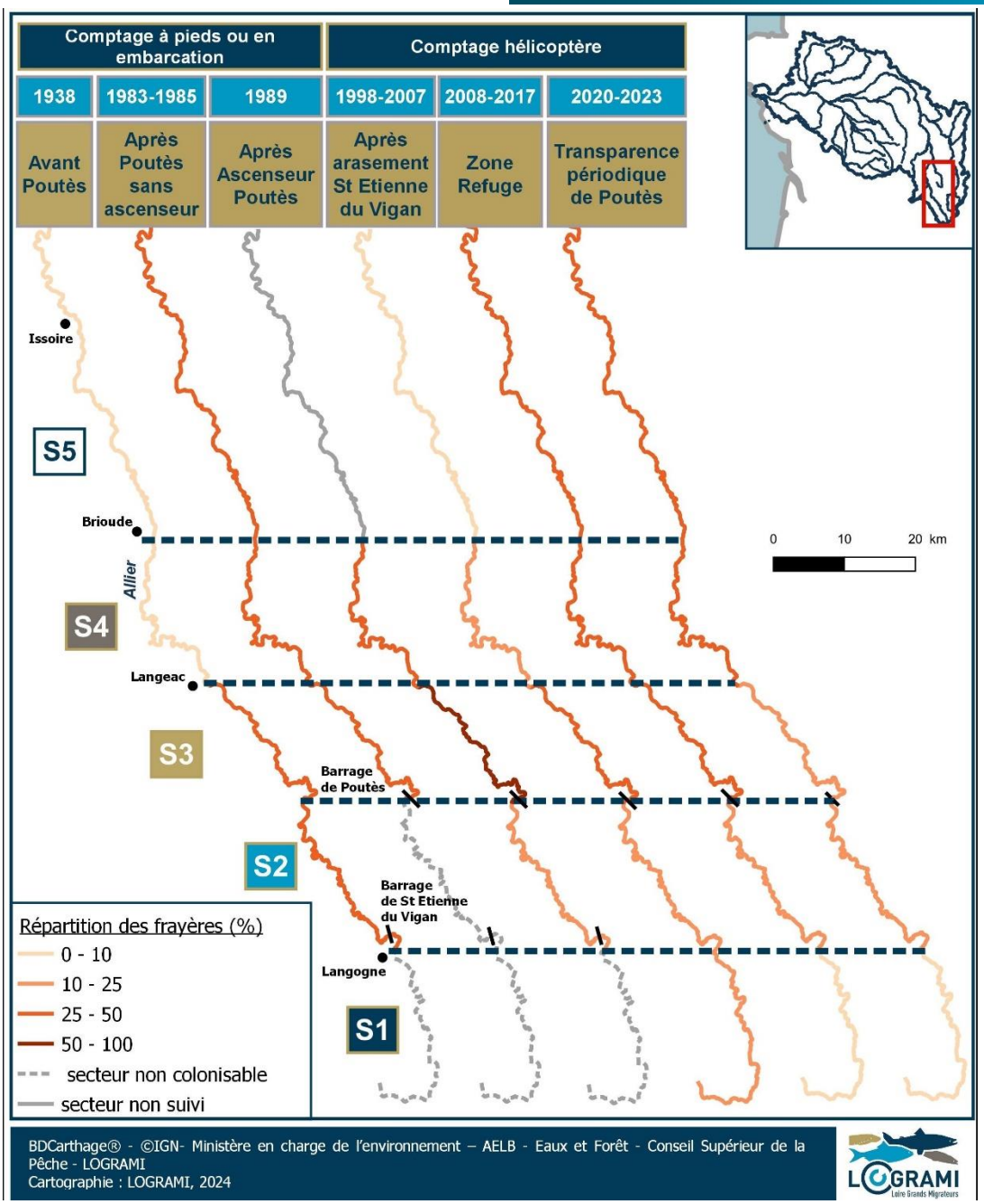


Figure 284 : Réparition moyenne des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier sur les 6 grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938

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. 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 été calculée.

Ainsi pour ces 6 grandes périodes, les comptages suivants ont été sélectionnés :

- **Avant 1941** et la construction du barrage de Poutès. « comptage - enquête » des EAUX ET FORETS de 1938 et repris dans Cohendet (1993);

- **Entre 1941 et 1985**, avant la construction et la mise en service de l'ascenseur à poissons du barrage de Poutès en 1986. Moyenne des comptages du Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) 1983 et 1985 ;

- **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. Comptage du CSP 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**, après le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan et période durant laquelle 66 % des alevinages sont réalisés en amont de Langeac. 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,** 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. Moyenne par secteur calculée à partir des comptages par hélicoptère réalisés par LOGRAMI et l'ONEMA (2009-2012-2013-2015-2017. Il est à noter qu'à partir de 2019, des déversements sur le secteur S2 sont à nouveau autorisés ;

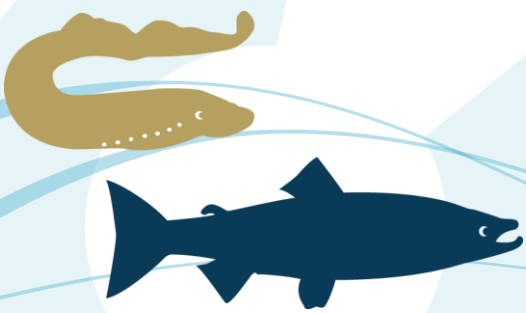
- **Entre 2020 et 2023**, et la mise en transparence de l'ouvrage de Poutès. Moyenne par secteur calculée à partir du comptage par hélicoptère réalisé par LOGRAMI.

L'analyse de la répartition des frayères de Saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier et sur 6 grandes périodes significatives révèle que :

- **Avant 1941** et la construction du barrage de Poutès, l'enquête des EAUX ET FORETS de 1938 localise l'intégralité des frayères de saumons de l'Allier entre l'aval du barrage infranchissable de Saint Etienne du Vigan (amont du secteur S2), construit en 1898, et la limite départementale Haute-Loire/ Puy de Dôme (Milieu du secteur S5 = Brassac les Mines) mais que **la grande majorité de ces dernières était située sur les secteurs S3 et S2**.

- **Entre 1941 et 1985**, après la construction du barrage de Poutès et avant la construction et la mise en service de son ascenseur à poissons en 1986, les frayères étaient logiquement cantonnées à l'aval de cet ouvrage sur les secteurs S5, S4 et S3. Les contributions des secteurs aval S5 et S4 sont en augmentation par rapport à la période précédente. L'hydrologie très faible des automnes 1983 et 1985 durant lesquels les comptages caractérisant cette période ont été réalisés sont très probablement à l'origine de cette importante contribution des secteurs aval S4 et S5.

- **Entre 1986 et 1997**, après la mise en service de l'ascenseur de Poutès mais avant le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan en 1998, le secteur S2 retrouve des frayères de saumons. Cependant, les deux secteurs en aval de l'ouvrage mais surtout celui immédiatement en aval (S3) présentent la majorité des frayères. L'absence de comptage en S5 pourrait toutefois augmenter artificiellement les contributions de ces deux secteurs.



- **Entre 1998 et 2007**, après le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan, des frayères de saumons sont observées en amont de Langogne (Secteur S1) après 100 ans d'absence ! Durant cette période, comme durant la précédente, le secteur S3 représente toujours la part la plus importante des frayères comptées. L'impact du barrage de Poutès sur l'accès à l'amont de l'axe Allier est indéniable malgré la construction de l'ascenseur. La reproduction des saumons semble se répartir graduellement autour du secteur S3 puisque les contributions des secteurs S2 et S4 apparaissent comme secondaires et celles de S1 et S5 marginales.

- **Entre 2008 et 2019,** et l'instauration de la « Zone Refuge » en amont de Langeac (sauf en 2019) qui proscrit les déversements d'alevins de pisciculture en amont de Langeac au profit des secteurs plus aval S4 et S5. Conjointement, l'hydrologie est très déficitaire lors de la période de montaison et les contributions des secteurs aval S4 et S5 augmentent.

- **Enfin, entre 2020 et 2023** 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 (malgré les effectifs très faibles des dernières années) 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 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 frayères atteste du caractère opportuniste des saumons qui profitent de l'ouverture d'un axe pour accéder à l'amont. Cette amélioration de la continuité écologique est susceptible de modifier la répartition des frayères vers l'amont par ce processus de colonisation naturelle déjà constaté.

Évolution historique du front de colonisation du saumon de l'Allier depuis 2000 en fonction du débit et de l'aménagement du barrage de Poutès

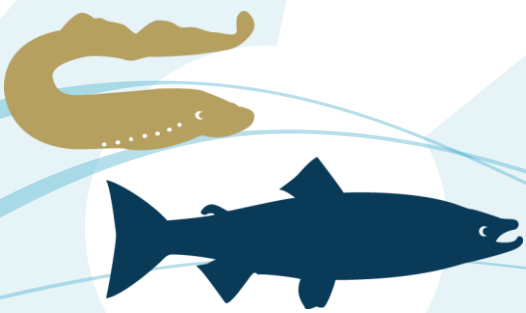
La Figure 285 montre l'occupation des secteurs de l'Allier lors de la reproduction avant et après les travaux du barrage de Poutès. Pour affiner l'analyse, l'IH à Vieille-Brioude lors de la migration automnale a été pris en compte pour séparer les années de survol selon les conditions hydrologiques de migration.

- **Avant les travaux avec un IH < 1**, les secteurs en aval du barrage de Poutès étaient les plus occupés. Les mauvaises conditions de migration et le blocage du barrage de Poutès contraignent les poissons à exploiter majoritairement les secteurs S5 à S3. Les secteurs en amont du barrage de Poutès étaient faiblement occupés.

- **Avant les travaux avec un IH > 1**, les secteurs en aval du barrage de Langeac sont délaissés au profit des secteurs amont. Le débit au moment de la migration est un facteur influençant directement la faible occupation des secteurs avals. La bonne occupation de l'amont de Poutès avant les travaux montre qu'avec des débits soutenus, les saumons arrivaient à franchir l'ouvrage.

- **Après les travaux avec un IH < 1**, comme pour les années avant travaux avec un IH < 1, les secteurs avals sont fortement exploités et les secteurs amont sont délaissés. Toutefois, **l'occupation moins importante du secteur S3 au profit du secteur S2 montrent que l'aménagement du barrage de Poutès profitent aux saumons même lorsque les conditions de migration sont défavorables**.

- **Après les travaux avec un IH > 1**. Aucun survol n'a été effectué avec des bonnes contions de migrations automnales. Il est probable que les secteurs S5 et S4 soient les moins occupés au profit des secteurs amont avec une occupation plus importante en amont du barrage de Poutès.



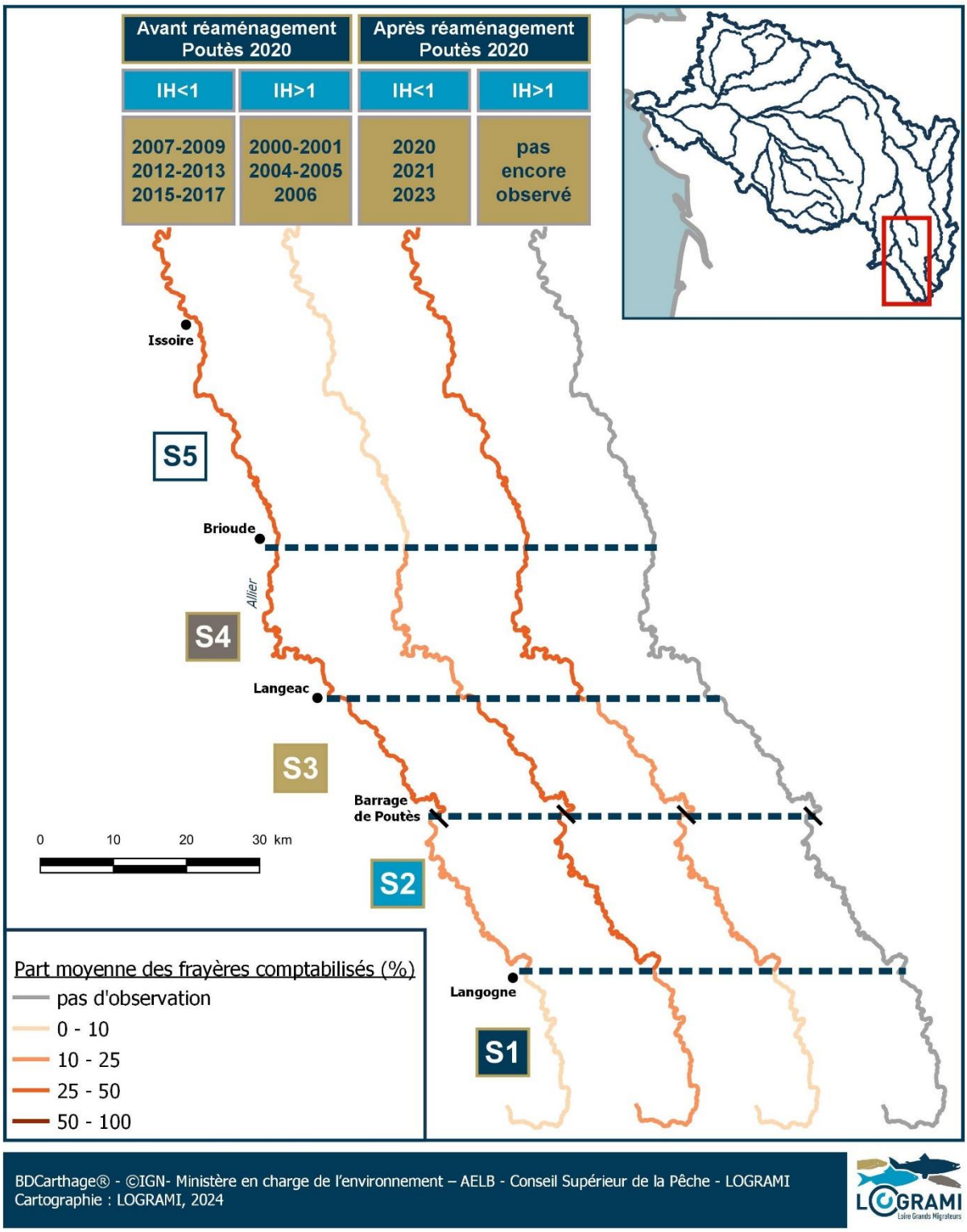


Figure 285 : Réparition moyenne des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier avant er après l'aménagement du barrage de Poutès en fonction du débit

Taux d'occupation des surfaces productives

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

LOGRAMI a cartographié 4 des 5 secteurs de l'Allier. Lorsque le dernier secteur (S3) sera cartographié, l'exploitation des frayères par hectares d'équivalent radier rapide (ERR) pourra être calculée avec ces nouvelles données.

D'après les surfaces productives connues de Minster & Bomassi (1999), la répartition des frayères sur les 5 grands secteurs de l'Allier peut être calculée en 2023 (Figure 286). L'exploitation en lien avec les effectifs montre tout de même un gradient aval-amont et confirme les difficultés qu'ont eues les saumons à exploiter les zones amont.

Le secteur S5 est bien plus exploité que les autres avec 3,6 frayères par hectare d'ERR en 2023. Cette exploitation est systématiquement constatée puisqu'en moyenne nous retrouvons 10,3 +/- 7,4 frayères par hectare d'ERR sur ce secteur.

En 2023, le reste des secteurs est sous-exploité avec moins de 0,5 frayères par hectare d'ERR. Comparativement à l'historique, le secteur S3 (0,2 frayère par hectare d'ERR) est le plus sous-exploité car en moyenne 3,4 +/-1,7 frayères par hectare d'ERR sont observées.

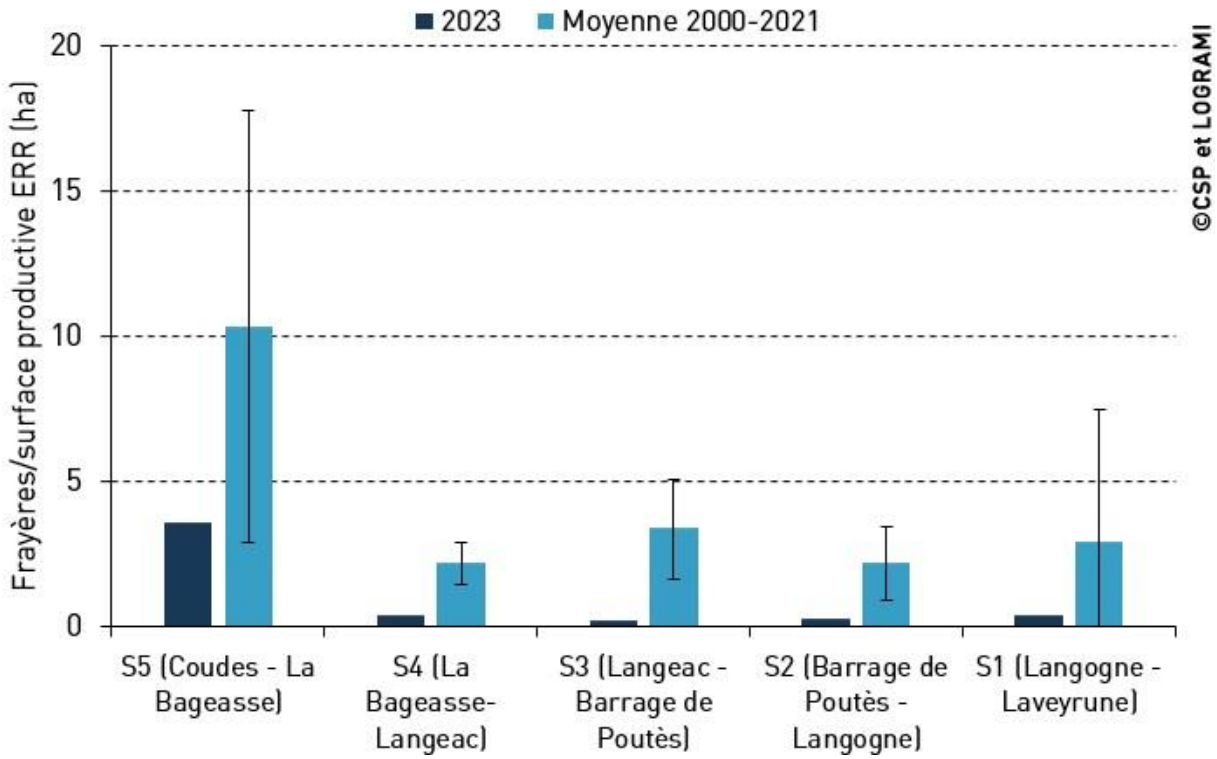


Figure 286 : Densités de frayères de saumons obervées en 2023 par hectares de surfaces productives sur les 5 secteurs de l'Allier et comparaison avec l'historique

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 frayères. Ces comptages excluent donc l'ensemble des années à forte hydraulicité 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 amonts.**

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

Frayères sur l'Alagnon

Une seule sortie a été réalisée le 20 novembre 2023 et aucune frayère n'a été observée dans le bourg de Lempdes-sur-Alagnon. Les niveaux d'eau n'ont pas permis de suivre plus assidument cette rivière en 2023.

Frayères sur la Sénouire

Le 20 décembre 2023, la Sénouire a été remontée de la confluence avec l'Allier jusqu'à Lavaudieu et aucune frayère de saumon n'a été recensée.

10.3.3. 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 apparaitre une sorte de « bec ». La femelle est quant à elle dépourvue de ce caractère sexuel (Figure 287).

Figure 287 : 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 automnaux à la station de comptage de Langeac (Figure 288). **Le premier saumon de l'automne est arrivé le 7 octobre 2023, à cette date la différence mâle et femelle est bien visible.**

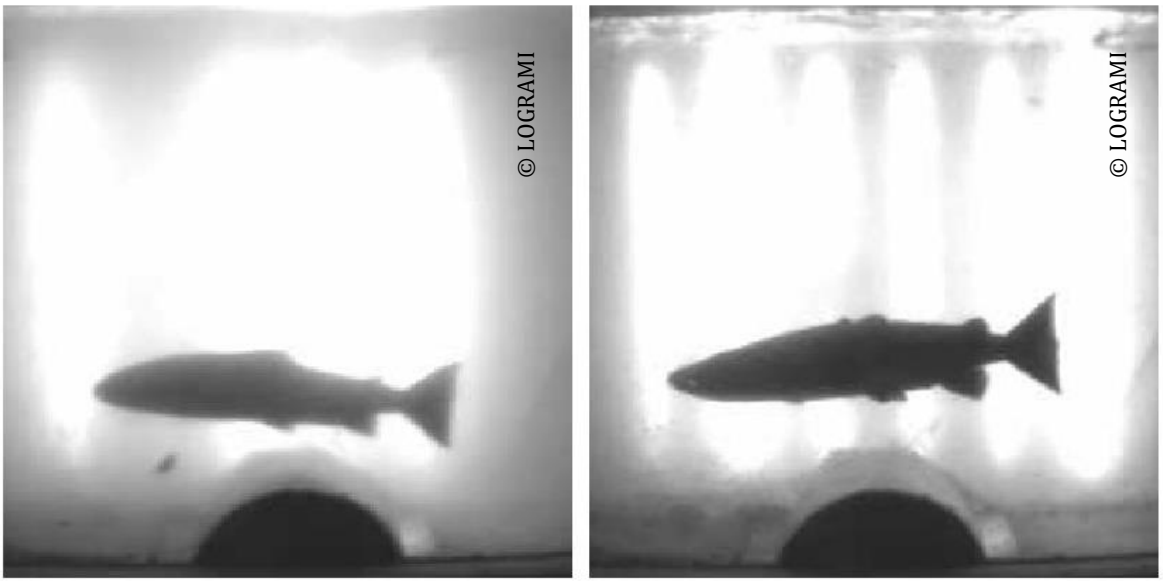


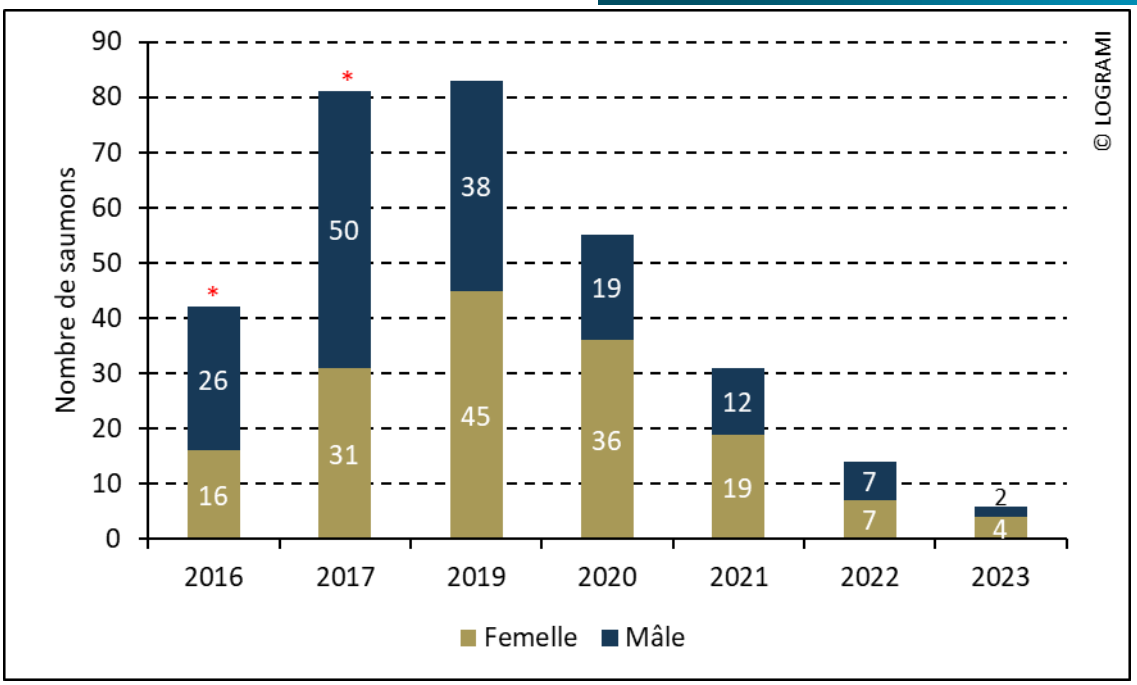
Figure 288 : Dimorphisme sexuel observable à la station de comptage de Langeac (femelle à gauche et mâle à droite)

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 40).

Tableau 40 : Récapitulatif des vidéos de passages de Saumon atlantique conservées à Langeac sur l'Allier entre 2016 et 2023

	Nombre de saumons passés à l'automne	Nombre de passages conservés	Pourcentage de données conservées
2016	81	39	52 %
2017	82	1	99 %
2018	57	0	0 %
2019	83	83	100 %
2020	55	55	100 %
2021	31	31	100 %
2022	14	14	100 %
2023	6	6	100 %

La Figure 289 présente les effectifs mâles et femelles comptabilisés à l'automne à Langeac. Le sex-ratio varie fortement selon les années. Il est ainsi compris entre 0,5 mâle pour une femelle (2020 et 2023) et 1,6 mâles pour une femelle (2016 et 2017).



* données manquantes

Figure 289 : Nombres de mâle et femelle par année lors de la migration automnale à la station de comptage de Langeac

En 2023, dans la mesure où la migration automnale ne représente que 29 % des passages contre 64 % (+/- 10) en moyenne les autres années, l'estimation du nombre de mâles et de femelles basée sur le sex-ratio observé à l'automne est hasardeux. Aussi, pour estimer le nombre de femelles, nous nous baserons plutôt sur le nombre de nids moyen produits par une femelle ainsi que sur le comptage des nids de l'année.

En 2023, si nous considérons qu'une femelle produit 1,50 +/- 0,03 frayère (résultats moyens obtenus pour des années jugées plus robustes : 2017, 2020, 2021), nous pouvons supposer qu'avec 13 frayères en amont de Langeac, 9 femelles sur les 21 saumons se seraient reproduites en amont de Langeac.

Selon le même mode de calcul, sur les 13 saumons estimés à Poutès, nos estimations donnent 5 à 6 femelles (parmi les 9) en amont du barrage.

10.3.4. Bilan de la colonisation du bassin de la Loire par le saumon en 2023

Les observations couplées aux résultats des études spécifiques de comptages des frayères de saumons ainsi que les effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2023 (Figure 290). Les fronts indiqués sont des fronts à minima, certains petits affluents n'ayant pas été prospectés. Par ailleurs, certaines parties de cours d'eau n'apparaissant pas sur la carte ont pu être colonisées par les saumons.

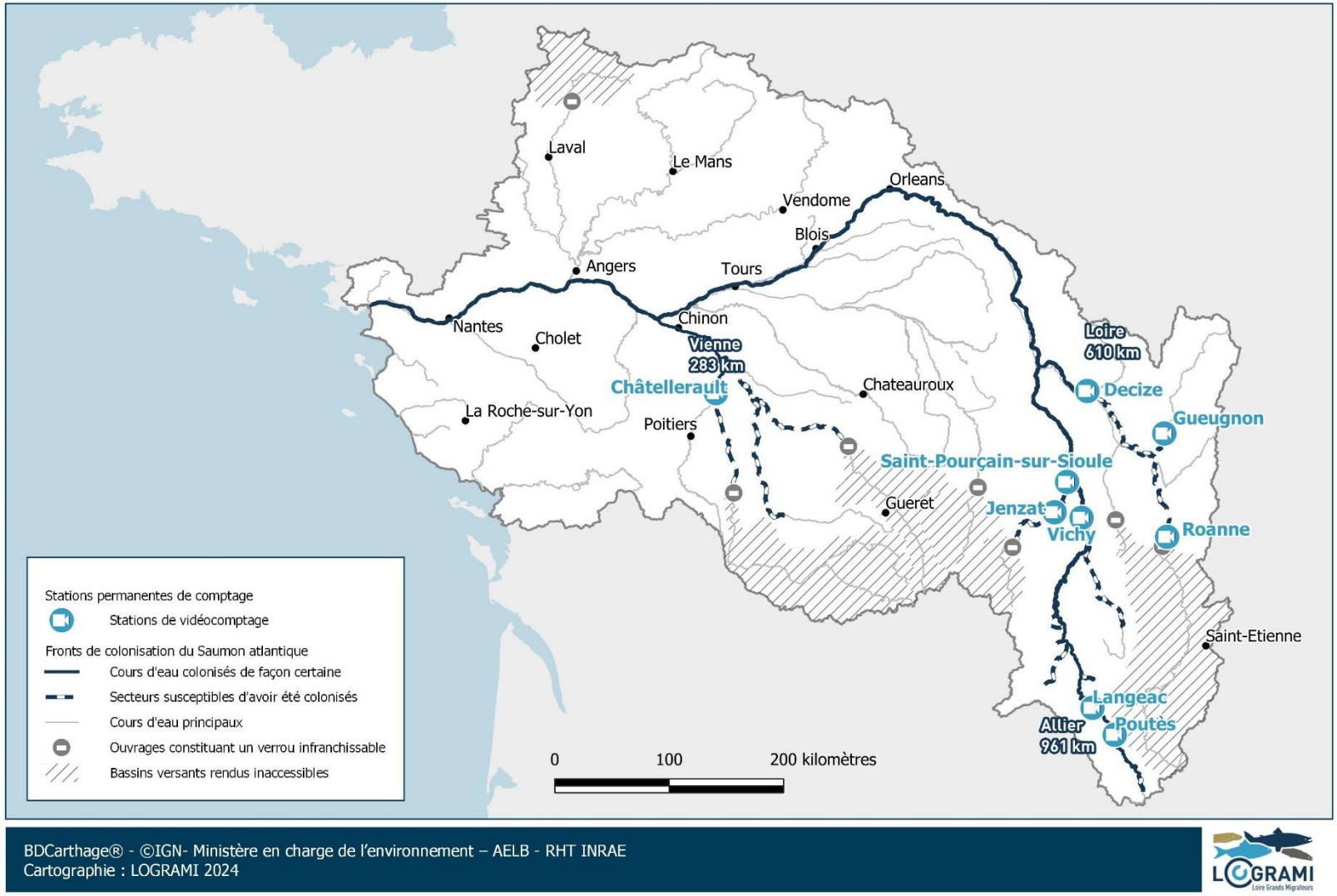


Figure 290 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique en 2023

10.4. Développement des oeufs

10.4.1. Température

Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières des température de l'eau). 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 que la ponte médiane des saumons sur le bassin de la Loire se situe autour du 1er décembre.

Pour l'ensemble des chroniques des différentes stations de mesure, la date d'éclosion moyenne des œufs se situe le 27 février (+/- 15 jours) et l'émergence des alevins le 14 avril (+/- 11 jours) (Figure 291). 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 (diminution de l'altitude).

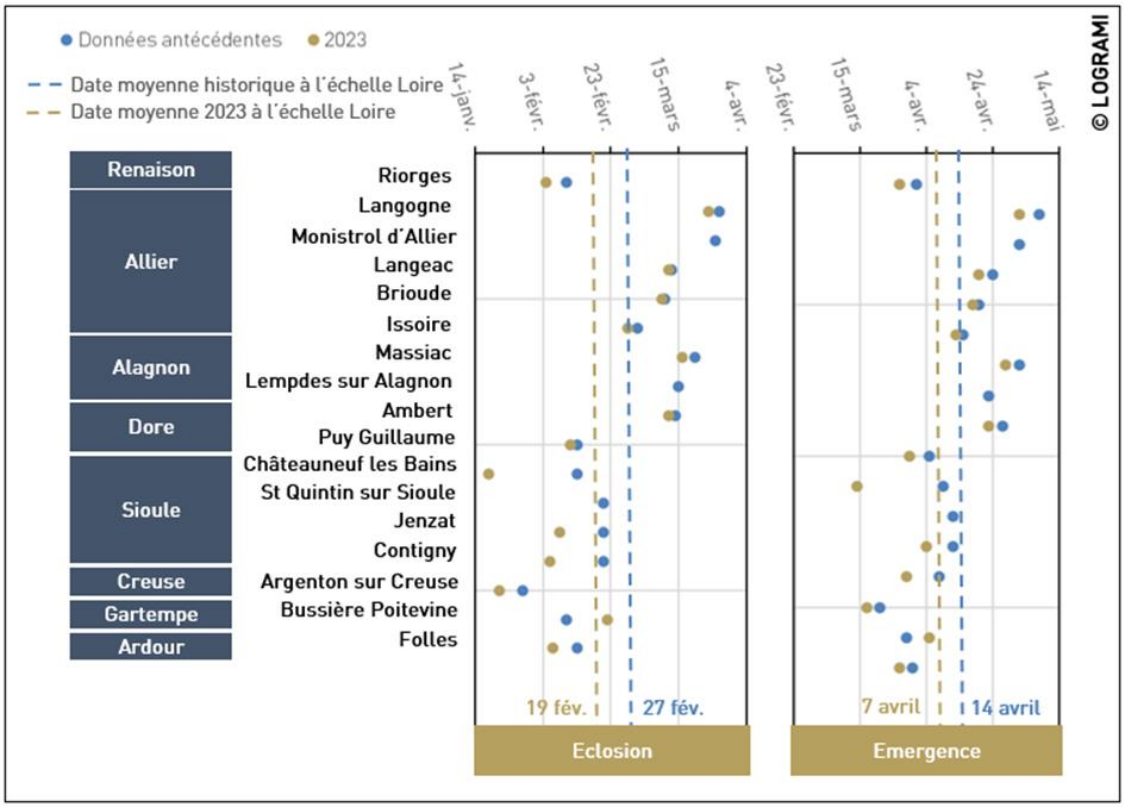


Figure 291 : Dates d'éclosion des œufs et d'émergence des alevins sur les zones de reproduction du saumon sur le bassin de la Loire en 2023 par rapport à l'historique des températures

Sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Renaison, Sioule, Creuse), l'éclosion intervient plus précocement (moyenne = 6 février +/- 6 jours). Les débits rejetés étant largués par le fond de la retenue, la température est anormalement plus chaude pendant la période hivernale. En 2023, la sonde de Châteauneuf les Bains en aval du barrage de Queuille sur la Sioule a enregistré un écart positif moyen mensuel de + 1,6 °C +/- 0,6 pendant l'hiver. Ces températures ont engendré une forte précocité de l'éclosion des œufs (+ 26 jours) et de l'émergence des alevins (+ 26 jours). Ces valeurs sont toutefois compatibles avec la survie des juvéniles de saumons.

En 2023, l'éclosion des œufs (19 février +/- 18 jours) et l'émergence des alevins (7 avril +/- 13 jours) ont été plus précoces de respectivement 8 et 9 jours sur l'ensemble des zones de reproduction du bassin de la Loire. En effet, les températures du mois de janvier 2023 ont été particulièrement chaudes sur les parties amont des bassins (+ 1,1 °C +/- 0,6). Les mois de février et mars ont quant à eux connus des températures de saison expliquant la précocité de l'éclosion des œufs.

10.4.2. 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 fraie 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 à l'intérieur des frayères (800 degrés-jour après la date médiane de fraie définie le 1er décembre) a été réalisée sur chaque rivière présentant de la reproduction de saumons (Tableau 41).

Tableau 41 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours avec des débits cinq fois supérieurs au module des rivières sur les secteurs de reproduction des saumons durant la période d'incubation des oeufs 2022-2023 (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Station hydrologique	Module	Crue Biennale	Pourcentage de jours supérieur à 5 fois le module	Nb jours supérieurs à 5 fois le module	Pic de Crue sur la période
Allier	Langeac	21,2	282	**0%**	0	31,2 m³/s le 16 décembre
Alagnon	Lempdes	11,1	112	**1%**	1	64,7 m³/s le 11 mars
Dore	Dorat	18,5	151	**0%**	0	37,1 m³/s le 12 mars
Sioule	St Pourçain sur Sioule	24,0	153	**0%**	0	39,2 m³/s le 29 mars
Creuse	Argenton sur Creuse	24,9	204	**0%**	0	82,7 m³/s le 11 mars
Gartempe	Montmorillon	21,3	185	**0%**	0	99 m³/s le 11 mars
Ardour	Folles	1,7	12,9	**0%**	0	5,6 m³/s le 11 mars

En 2022-2023, l'impact des fortes valeurs de débit de l'incubation des œufs jusqu'à l'émergence des alevins est, à priori, négligeable sur l'Allier, la Dore, la Sioule, la Creuse, la Gartempe et l'Ardour qui n'ont jamais présenté de débit supérieur à 5 fois le module. **A contrario sur l'Alagnon**, un pic de crue dépassant 5 fois le module a été enregistré le 11 mars., soit près d'un mois avant l'émergence. L'intensité de cette crue est modérée avec une valeur deux fois inférieure à celle de la crue biennale (112 m³/s).

10.5. Abondance de juvéniles de saumons natifs et déversés en 2023

Un suivi des populations de juvéniles de saumons (tacons 0+) est réalisé chaque année en fin d'été-automne sur les bassins versants de l'Allier et la Gartempe. 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) (Bach et al., 2018) et des surfaces

d'Equivalents Radiers-Rapides (ERR) 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+. Afin d'ajuster l'estimation de la production à l'année l'extrapolation des abondances est effectuée en respectant une règle de calcul :

- 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.

10.5.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie

La thermie des cours d'eau et leur hydrologie ont été étudiées sur la période de développement des juvéniles comprise entre l'émergence des alevins (sortie de la zone hyporhéique constituant la frayère) et les échantillonnages automnaux (fin août-début octobre).

La plage de **températures optimales** pour le développement des juvéniles de saumons étant comprise **entre 7 et 21 °C** (AEAG, 2018), cette période englobe **la période estivale** présentant potentiellement, selon les secteurs, des températures élevées pouvant être limitantes voire létales pour les tacons. La caractérisation thermique annuelle de chaque secteur équipé en sonde enregistrant la température de l'eau peut ainsi apporter des éléments explicatifs quant à la variabilité interannuelle de leur production de tacons 0+ d'automne.

Les fortes crues par leur effet dévastateur et les étiages sévères engendrant notamment une réduction drastique des habitats favorables disponibles pour les tacons 0+ sont les variables hydrologiques intéressantes pour la caractérisation annuelle des secteurs équipés en stations de mesure du débit.

10.5.1.1 Température

La proportion de la période aux conditions de températures optimales est obtenue en faisant le rapport entre le nombre de jours où la température de l'eau est comprise entre 7 et 21 °C et le nombre de jours de la période de développement des juvéniles considérées. Une période globale de développement entre mai et septembre a été considérée.

Parmi les principaux cours d'eau du bassin de la Loire accueillant des juvéniles de saumons et équipés de sondes enregistreuses de la température de l'eau, les secteurs amont situés en tête de bassin versant et donc plus en altitude présentent, logiquement, les proportions moyennes historiques de période optimale au développement des juvéniles de saumons les plus importantes (Sioule à Châteauneuf les Bains, Dore à Ambert, l'Alagnon à Massiac, l'Allier à Langogne, toutes proches de 100 %) (Figure 292). Le minimum historique est enregistré à la station d'Argenton-sur-Creuse (67 %).

Sur l'Allier, un des rares axes suffisamment équipés en sondes température dans le sens longitudinal, une diminution progressive du pourcentage de jours avec une thermie optimale pour le développement de près **19 % est observée entre l'amont (Langogne) et l'aval (Brioude).** Cette dernière est très probablement induite par l'augmentation naturelle de la température de l'eau selon le gradient amont – aval.

En 2023, tous les cours d'eau étudiés présentent un pourcentage de jours favorables inférieur aux moyennes historiques. Sur l'Allier, les écarts paraissent moins saisissants que ceux constatés en 2022 (entre -7% et -11 % contre -19 % et – 34 % en 2022). Le secteur le moins propice serait celui de Brioude où seulement 71 % de la période mai-septembre présenterait, en moyenne, des conditions thermiques optimales au développement des juvéniles de saumons.

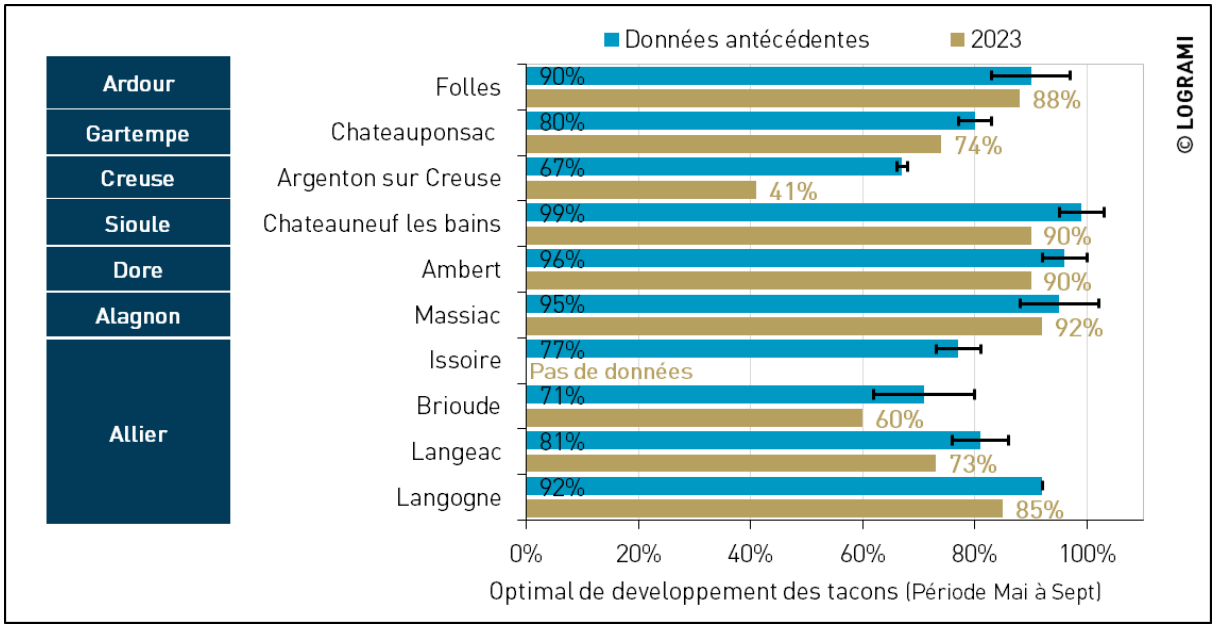


Figure 292 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2023 et les données antérieures sur les stations de Folles, Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne

Toutes les réductions de « fenêtres » optimales constatées le sont en raison de températures supérieures au seuil de 21°C. Le caractère « chaud » de l'année 2023, largement décrit précédemment, a été indéniablement limitant pour la productivité de certains secteurs accueillant des juvéniles de saumons. Il semble toutefois que l'année 2023 ait été plus favorable que l'année 2022 qui constitue, sur la série chronologique des mesures, une année particulièrement défavorable.

Naturellement, les secteurs présentant les meilleures conditions de développement des alevins durant des périodes les plus étendues se rencontrent dans les parties apicales des axes. Or avec le dérèglement climatique et le réchauffement induit, ces zones se réduisent vers l'amont de plus en plus. Cette évolution justifie le caractère « vital » pour la population de saumons de l'accès aux géniteurs à ces meilleures zones de production.

10.5.1.2 Hydrologie

En 2023, hormis sur la Senouire, aucun évènement hydrologique soutenu dépassant le seuil de 5 fois le module, défini comme impactant, n'est venu perturber la croissance des tacons sur l'ensemble des bassins étudiés (Tableau 42). La crue observée sur la Senouire dépasse légèrement ce seuil (5,6 fois le module le 13/06/2023), il est donc possible qu'elle ait eu un impact sur des alevins potentiellement présents (probabilité réduite).

Les débits d'étiage sont encore très faibles en 2023. Ils sont globalement moins alarmants que ceux constatés en 2022 mais restent cependant problématiques.

Les plus faibles valeurs (fréquence de retour quinquennale observées 2 ans de suite) sont atteintes sur la Dore, la Sioule amont et **la Senouire** (**assec durant 3 journées pour la 2e année consécutive !).** Les niveaux les plus bas ont été atteints en juillet, août et septembre selon les cours d'eau (Tableau 42)

La réduction des habitats favorables ainsi que celle de la qualité de l'eau potentiellement induite ont nécessairement impacté de manière conséquente le développement des juvéniles de saumons du bassin de la Loire.

Tableau 42 : Conditions hydrologiques maximales (Hautes eaux ; QMJ max : débit moyen journalier maximal en proportion du module) et minimales (Basses eaux ; VCN3 : débit moyen journalier minimal observé calculé sur 3 jours) durant le développement des alevins de saumon atlantique en 2023 sur l'ensemble des bassins étudiés équipés de station hydrométrique (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)

Rivière	Station hydrologique	Hautes eaux	Basses eaux			
		QMJ max en proportion du module	VCN3 (m^3/s)	Qualification de la fréquence d'observation du VCN3	dates	Remarques
Allier	Langogne	1,8	0,407	décennale	23-24-25 août	
	Langeac	1,7	6,44	< biennale	17-18-19 juillet	Soutien étiage Naussac
	Vieille-Brioude	1,2	6,25	< biennale	14-15-16 juillet	Soutien étiage Naussac
	Coudes	1,2	8,28	vicennale	2-3-4 septembre	Bas malgré soutien Naussac car Alagnon et Couzes très bas
Alagnon	Joursac	1,5	0,66	vicennale	10-11-12 septembre	
Dore	Ambert	2,1	0,057	**cinquentenale**	11-12-13 août	
Sioule	Châteauneuf les Bains	2,3	2,76	**cinquentenale**	27-28-29 août	Proche du record de 2004 : 2,23
	Ebreuil	2,1	3,01	quinquennale	5-6-7 septembre	
Chapeauroux	St Bonnet de Montauroux	1,9	0,15	quinquennale	24-25-26 août	
Desges	Chanteuges	2,5	0,22	biennale	9-10-11 septembre	
Cronce	Aubazat	0,9	0,027	décennale	9-10-11 septembre	
Senouire	Salzuit	**5,6**	0	**cinquantennale**	9-10-11 septembre	**assec 3 jours**
Couze d'Ardes	Madriat	1,2	0,103	entre biennale et quinquennale	23-24-25 août	
Couze Pavin	St Floret	1,2	0,70	entre biennale et quinquennale	9-10-11 septembre	
Couze Chambon	Champeix	1,1	0,47	quinquennale	7-8-9 septembre	
Creuse	Argenton sur Creuse	2,0	1,83	< biennale	21-22-23 juillet	
Gartempe	Lathus St-Rémy	3,7	1,5	quinquennale	24-25-26 août	
Gartempe	Folles	2,4	0,858	quinquennale	22-23-24 août	

10.5.2. Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe

La capacité productive théorique de la Gartempe pour le saumon est relativement forte d'après l'étude de 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 ».

10.5.2.1 Contexte de l'année 2023

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 notamment à la dévalaison.

Par ailleurs, aucun comptage de géniteurs potentiels n'a pu être réalisé sur l'axe Creuse Gartempe en 2022 puisque la station de Descartes sur la Creuse est hors service suite à la rupture d'une vanne du seuil en juillet 2021. Les poissons passent alors par l'ouvrage ouvert. La station de Châteauponsac en amont de la Gartempe n'est plus en fonctionnement depuis mars 2020.

Malgré la faible probabilité de présence de juvéniles sur cet axe en 2023, et compte-tenu du contexte (faible remontée de géniteurs dans le bassin de la Loire en 2022 et arrêt des déversements), 11 stations ont été échantillonnées les 12 et 15 juin (Figure 293). Cela permet de poursuivre la série de données des échantillonnages par pêche à l'électricité. Les indices d'abondance en juvéniles de saumon de l'axe Gartempe ont été réalisés au printemps (plutôt qu'à l'automne comme habituellement pratiqué) afin de garantir la bonne réalisation des échantillonnages. En effet, les déficits hydrologiques chroniques de fin d'été observés ces dernières années empêchent la réalisation de ces opérations dans le bassin.

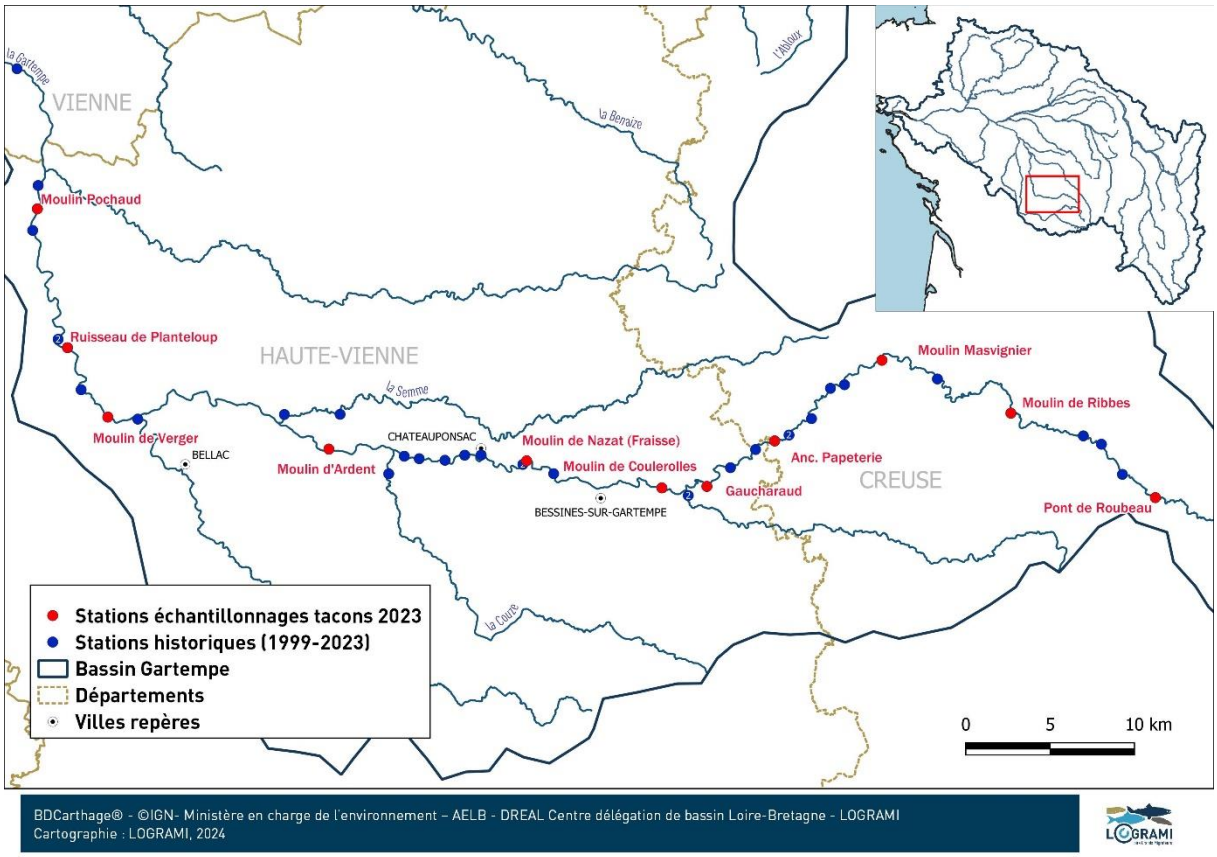


Figure 293 : Stations choisies pour l'échantillonnage du suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2023 sur la Gartempe (Sources : LOGRAMI)

Les débits relativement bas ont été favorables à l'exécution des échantillonnages (Figure 294, Figure 295 et Figure 296). L'accès aux sites, et notamment aux zones de radier, a été très facile, même si un léger coup d'eau entre le 12 et le 15 juin a augmenté la turbidité rendant plus difficile les observations dans les zones de profondeur plus importante. 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 (QMNA). Ces conditions hydrologiques optimales ont permis de réaliser les échantillonnages efficacement.

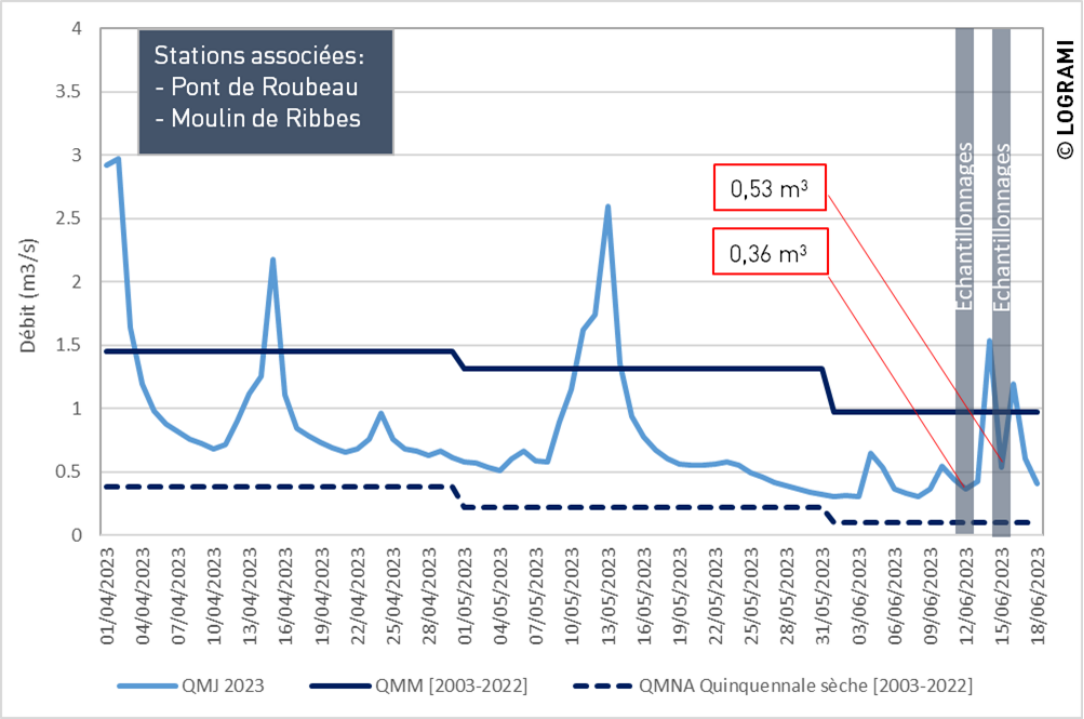


Figure 294 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Gartempe à la station de Saint-Victor-en-Marche lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL-LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE & SCHAPI/ Réseau Vigicrues ®)

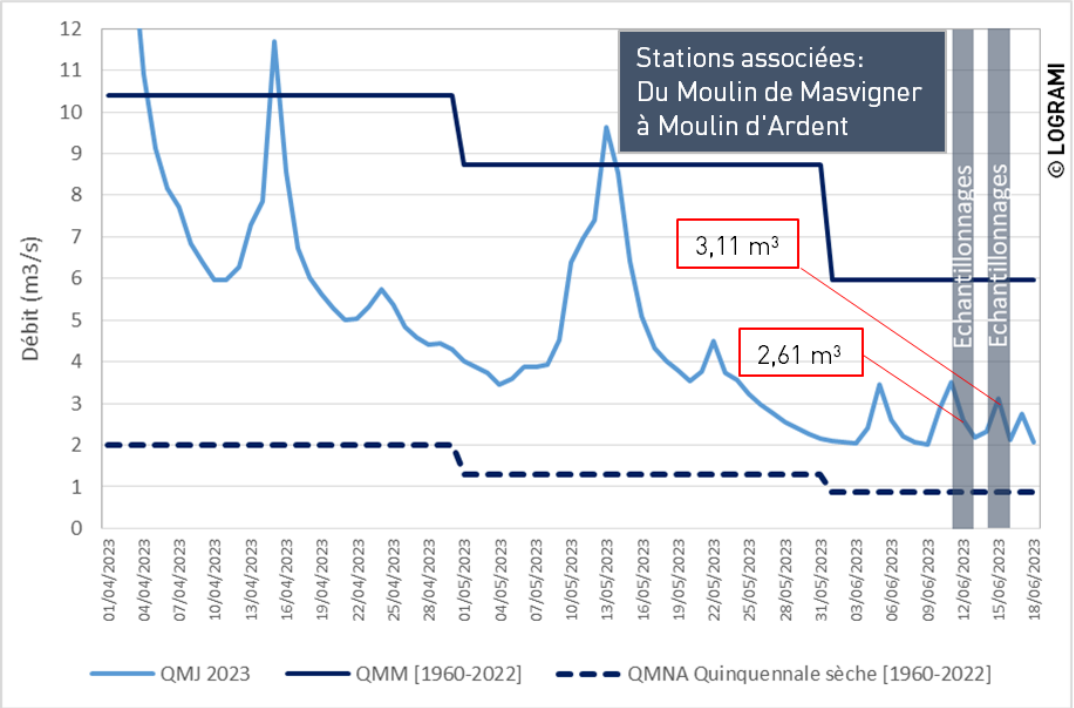


Figure 295 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Gartempe à la station de Folles (Bessines) lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE & SCHAPI/ Réseau Vigicrues ®)

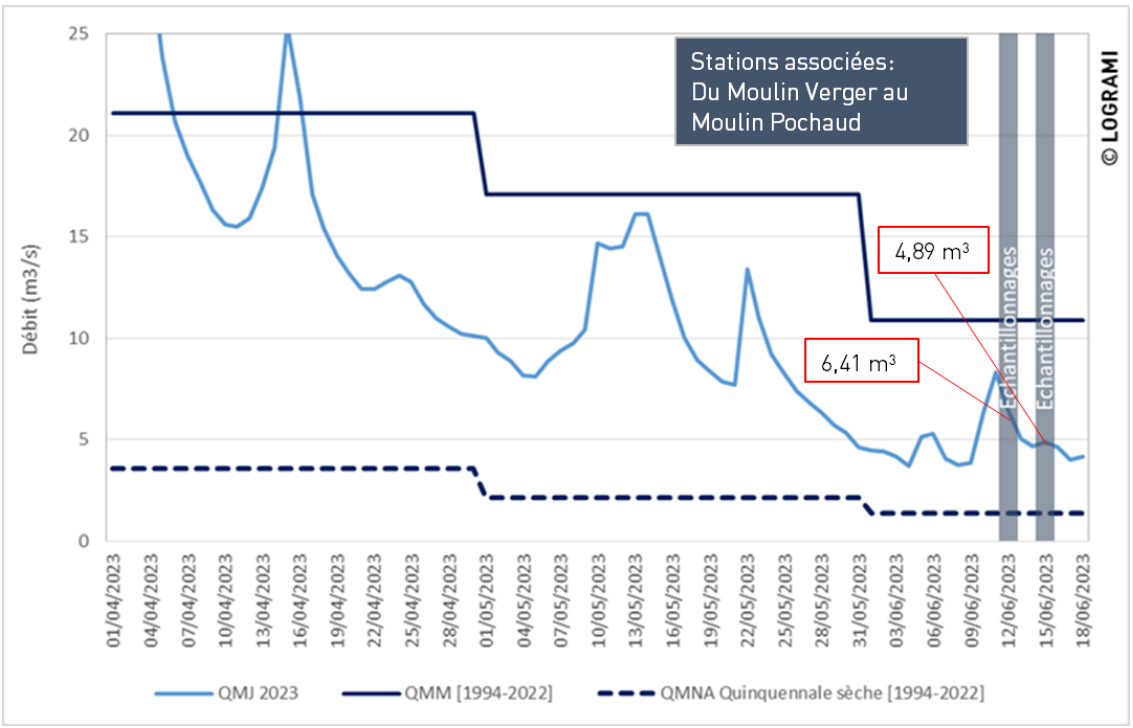


Figure 296 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Gartempe à la station de St Bonnet de Bellac lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE & SCHAPI/ Réseau Vigicrues ®)

10.5.2.2 Indices d'Abondance 2023

Malgré des conditions optimales de débit lors des échantillonnages, aucun juvénile de saumon de l'année n'a été capturé sur la Gartempe en 2023. Ce résultat est identique aux 4 dernières années (dernier tacons 0+ observé en 2018).

Ce résultat s'explique par plusieurs facteurs qui sont liés :

- Le nombre de géniteurs potentiels ayant colonisés la Gartempe en 2022 était très probablement réduit voire nul ;
- L'étude radiopistage de 2011 réalisée sur l'axe Creuse-Gartempe a montré que la remontée et la reproduction sont très limitées une fois Descartes franchi. . 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 2023 n'est donc pas surprenant.

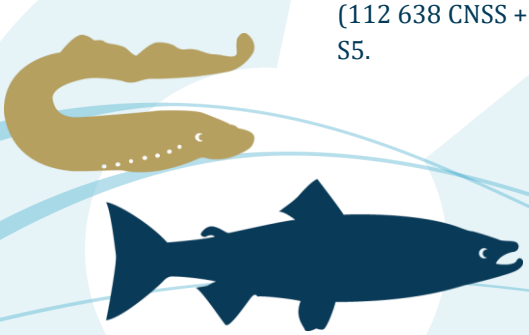
Fort de ce constat, un travail important reste à accomplir dans la Gartempe, en ce qui concerne l'amélioration de la continuité et de la qualité des habitats. L'optimisation de la réussite de la production de saumon du bassin de la Gartempe passe notamment par l'amélioration des conditions de montaison des géniteurs et de dévalaison des smolts.

10.5.3. Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

10.5.3.1 Contexte de l'année 2023

Dans le bassin de l'Allier, la campagne de suivi 2023 évalue la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2022, année où 220 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (246 – 20 géniteurs capturés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage) dont 22 ont franchi le seuil de Langeac et 11 (estimation) celui de Poutès. Le suivi partiel des frayères (suivi ponctuel à pied) a permis de comptabiliser une quarantaine de frayères sur l'Allier entre Issoire et Poutès, et 2 sur la Sénouire. Par ailleurs, sur la Sioule en 2022, seulement 3 géniteurs potentiels ont été comptabilisés à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Moulin Breland) et seulement 1 à la station de comptage de Jenzat située plus en amont (Association LOGRAMI, 2023). 2 frayères sur la Sioule aval ont également été observées en 2022 lors du suivi partiel des frayères;
-
- des 320 745 alevins de pisciculture déversés en 2023. 289 110 ont été produits et déversés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (M. Hilaire-FD43 com. pers.) et 31 635 produits par les incubateurs de l'Arçon, de la Prade et de Blassac, et déversés par l'Association Protectrice du Saumon (Sauvadet, 2023) sur l'ensemble du bassin de l'Allier :
    - 320 727 sur l'Allier (99,9 %), dont 140 143 sur le secteur S2, 144 255 sur le secteur S4 (112 638 CNSS + 31 617 APS) et 36 329 sur les dix premiers kilomètres amont du secteur S5.



- 18 sur la Cronce (APS) (0,1 %).

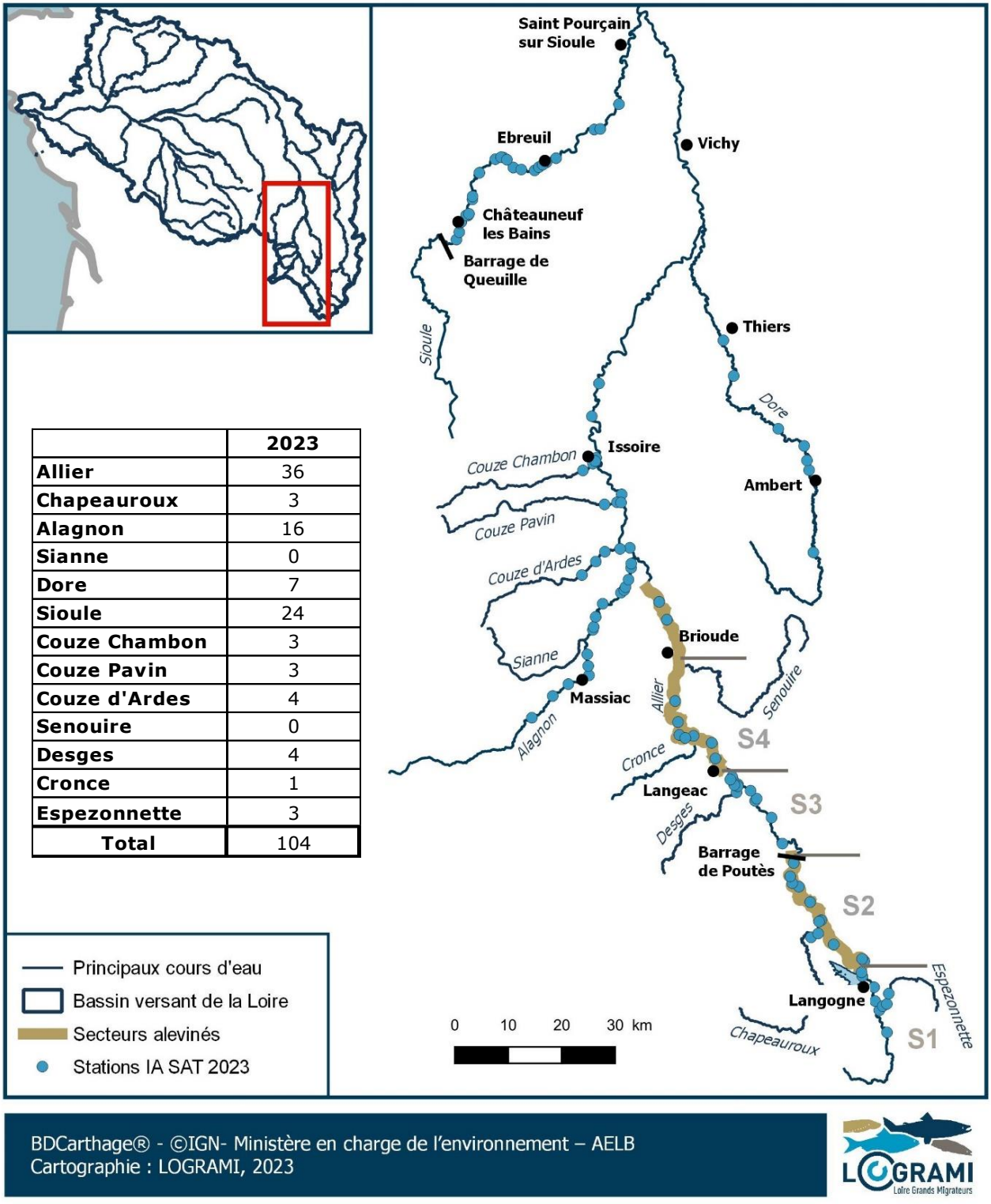
En 2023, aucun déversement n'a été réalisé sur les autres affluents : la Sioule, la Dore, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes, l'Alagnon et la Senouire.

10.5.3.2 Localisation et caractéristiques des sites d'échantillonnage

En 2023, 104 stations (dont 7 échantillonnées par la FDPPMA de l'Allier) ont été échantillonnées selon le protocole des Indices d'Abondances (IA) tacons sur 11 cours d'eau du bassin de l'Allier représentant un linéaire total de 432,7 km accueillant potentiellement des tacons 0+ (Figure 297). Cet échantillonnage est relativement important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 298).

Les 104 stations se répartissent de la manière suivante :

- 36 sur l'Allier entre Cournon (63) et Luc (07) (207 km) ;
- 3 sur le Châpeauroux sur la commune de Saint-Bonnet-Laval (48) (5,7 km) ;
- 16 sur l'Alagnon entre Beaulieu (63), à 1,5 km de la confluence avec l'Allier, et Ferrières-Sainte-Mary (15) (49 km) ;
- 7 sur la Dore entre Escoutoux (63) et Marsac en Livradois (63) (71 km) ;
- 24 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 Augnat (63) (10,8 km) ;
- 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).



	2023
Allier	36
Chapeauroux	3
Alagnon	16
Sianne	0
Dore	7
Sioule	24
Couze Chambon	3
Couze Pavin	3
Couze d'Ardes	4
Senouire	0
Desges	4
Cronce	1
Espezonnette	3
Total	104

Figure 297 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2023

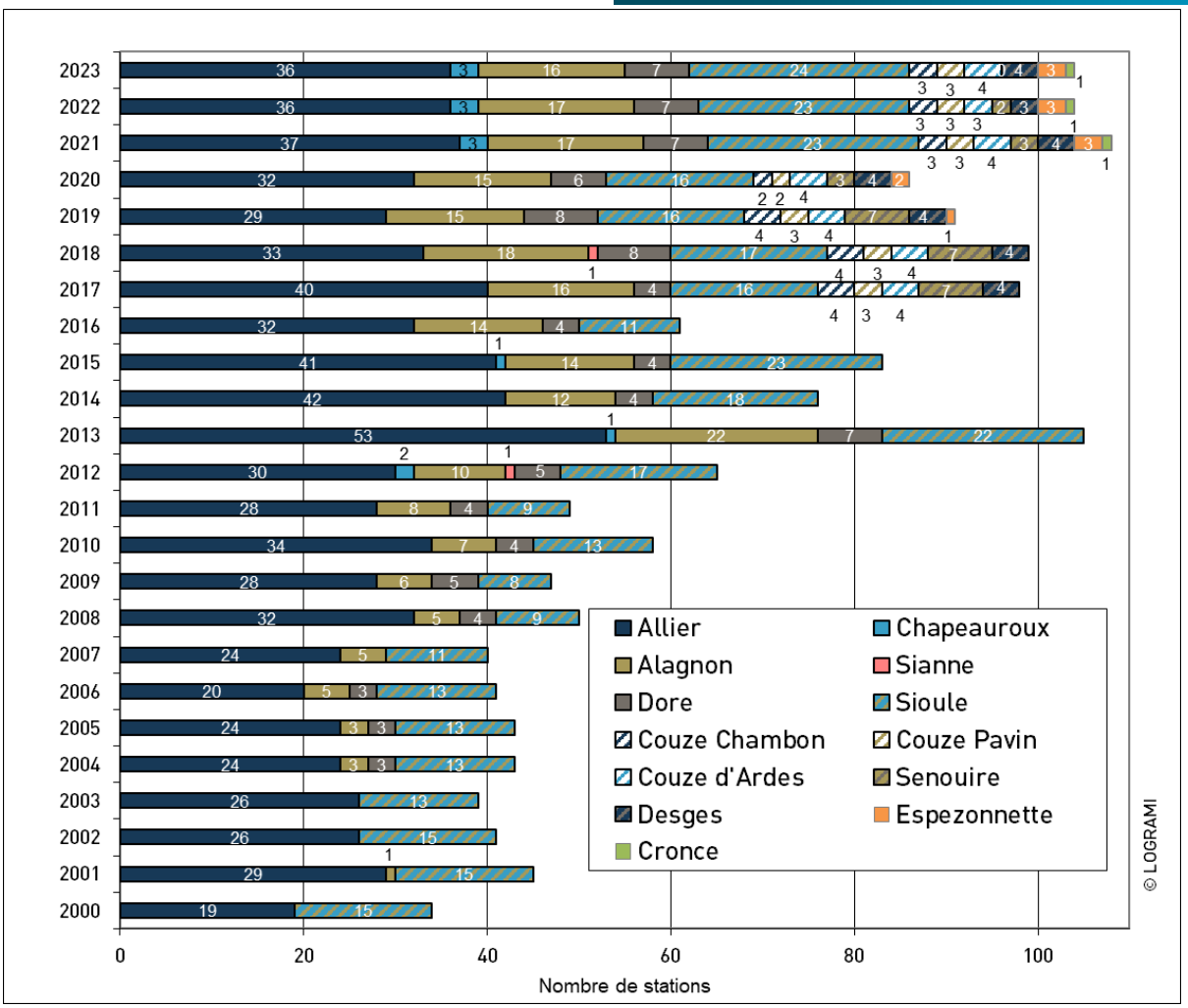


Figure 298 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance de juvéniles de saumon sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000

Pour tenir compte des différences importantes en termes de capacité d'accueil et de mise en charge des zones de production (alevinage), un découpage de l'Allier en cinq grands secteurs géographiques a été réalisé et utilisé historiquement lors de la présentation des résultats des précédentes campagnes. Ce découpage est notamment lié à un critère "pente" du cours d'eau Allier et prend également en compte les obstacles les plus limitants pour la migration des juvéniles. Par souci de continuité dans les comparaisons diachroniques, ce découpage est réutilisé.

Tableau 43 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de Saumon atlantique en 2023 (Sources : LOGRAMI)

Secteur	Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2023	Densité stations
S1	Amont Laveyrune – Langogne	18	6	0,33
S2	Langogne - Barrage de Poutès	45	9	0,20
S3	Barrage de Poutès – Langeac	34	8	0,24
S4	Langeac - Brioude	39	6	0,15
S5	Brioude – Pont du Château	83	7	0,08

10.5.3.3 Déroulement des échantillonnages et conditions hydrologiques

Seize jours répartis du 28 août au 26 septembre 2023 ont été nécessaires pour échantillonner les 97 stations par LOGRAMI. Excepté sur l'Allier en aval de la restitution de Naussac, qui bénéficiait du soutien d'étiage (notamment ressenti sur les secteurs S2, S3 et S4), toutes les stations ont été échantillonnées dans des conditions de débits d'étiage très nettement inférieures aux références du mois de septembre (Tableau 44). Les conditions étaient limitantes sur le secteur amont S1 de l'Allier, sur la Dore et la Cronce.

Cet étiage sévère a été encore plus marqué sur la Senouire avec une quasi rupture d'écoulement. Ainsi, les sept sites d'échantillonnage planifiés initialement n'ont pas pu être réalisés.

Figure 299 : La Senouire en quasi rupture d'écoulement à Fontannes (43) le 12/09/2023

Tableau 44 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2023 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr)

Cours d'eau	Date	QJM (m³/s)	% QM sept réf	QM sept réf	Station mesure
Allier	31/08/2023	0,085	13%	0,634	Laveyrune
	30/08/2023	0,767	28%	2,71	Langogne
	31/08/2023	0,699	26%	2,71	Langogne
	29/08/2023	6,98	82%	8,48	Nouveau Monde
	30/08/2023	6,52	77%	8,48	Nouveau Monde
	31/08/2023	5,85	69%	8,48	Nouveau Monde
	28/08/2023	9,1	69%	10	Prades
	29/08/2023	7,87	62%	10	Prades
	11/09/2023	8	68%	11,7	Langeac
	12/09/2023	8,11	83%	9,76	Vieille-Brioude
	13/09/2023	8,87	66%	13,5	Pont d'Auzon
	14/09/2023	10,3	58%	17,8	Coudes
Alagnon	25/09/2023	0,946	41%	2,3	Joursac
	12/09/2023	0,487			Lempdes (TCC)
	25/09/2023	0,536			Lempdes (TCC)
	26/09/2023	0,502			Lempdes (TCC)
Dore	06/09/2023	0,044	4%	1,22	Ambert
	06/09/2023	0,421	10%	4,11	Giroux
Sioule	08/09/2023	3,12	35%	9,04	Châteauneuf les Bains
	22/09/2023	2,76	30%	9,04	Châteauneuf les Bains
	07/09/2023	3,01	34%	8,88	Ebreuil
Senouire	12/09/2023	**0**		0,367	Paulhaguet
Chapeauroux	30/08/2023	0,381	41%	0,917	St Bonnet-de-Montauroux
Desges	11/09/2023	0,211	37%	0,569	Chanteuges
Cronce	11/09/2023	0,025	7%	0,344	Aubazat
Couze Chambon	14/09/2023	0,497	45%	1,08	Champeix
Couze Pavin	13/09/2023	0,757	47%	1,6	St Floret
Couze d'Ardes	13/09/2023	0,142	42%	0,337	Madriat

10.5.3.4 Abondance de juvéniles de saumons sur la Sioule

Indices d'Abondance 2023

Sur la Sioule en 2023, aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 24 stations échantillonnées (17 échantillonnées par LOGRAMI et 7 échantillonnées par la FDPPMA de l'Allier) entre Broût-Vernet (03) et le barrage de Queuille (Vitrac ; 63) (Figure 300). Cette absence de tacons 0+ sur le linéaire échantillonné, par ailleurs dépourvu d'alevinage pour la seconde année consécutive, est évidement liée au très faible effectif de géniteurs ayant colonisés l'axe en 2022 (1 seul géniteur observé à la station de Jenzat et seulement 3 à

St Pourçain sur Sioule (Moulin Breland). Force est de constater que les deux frayères observées en décembre 2022 sur la partie aval de la Sioule (aval seuil Moulin Infernal et amont pont Aubeterre), n'ont pas été productives ou insuffisamment élevées pour permettre la capture d'au moins un individu par le biais du protocole des Indices d'Abondances. En effet, la capture de deux tacons 0+ de 95 mm et 106 mm (longueur totale) par la FDPPMA de l'Allier le 7 septembre 2023 lors d'une pêche par point en aval de la microcentrale de Jenzat à proximité de la station « la Cure » échantillonnée par LOGRAMI (50m) met en évidence la présence en très faible densité de juvéniles de l'année sur ce secteur de la Sioule. Ce n'est pas la première fois sur cette station que la densité en juvéniles 0+ est trop faible pour être détectée lors des Indices d'Abondance alors qu'elle l'est pour le protocole des échantillonnages ponctuels d'abondance (EPA) pratiqué par la FDPPMA de l'Allier. Cette différence de capturabilité provient très probablement de l'utilisation d'un appareil de pêche type groupe électrogène pour les EPA, réputé pour être plus « efficace » que les appareils portatifs utilisés pour les Indices d'Abondance.

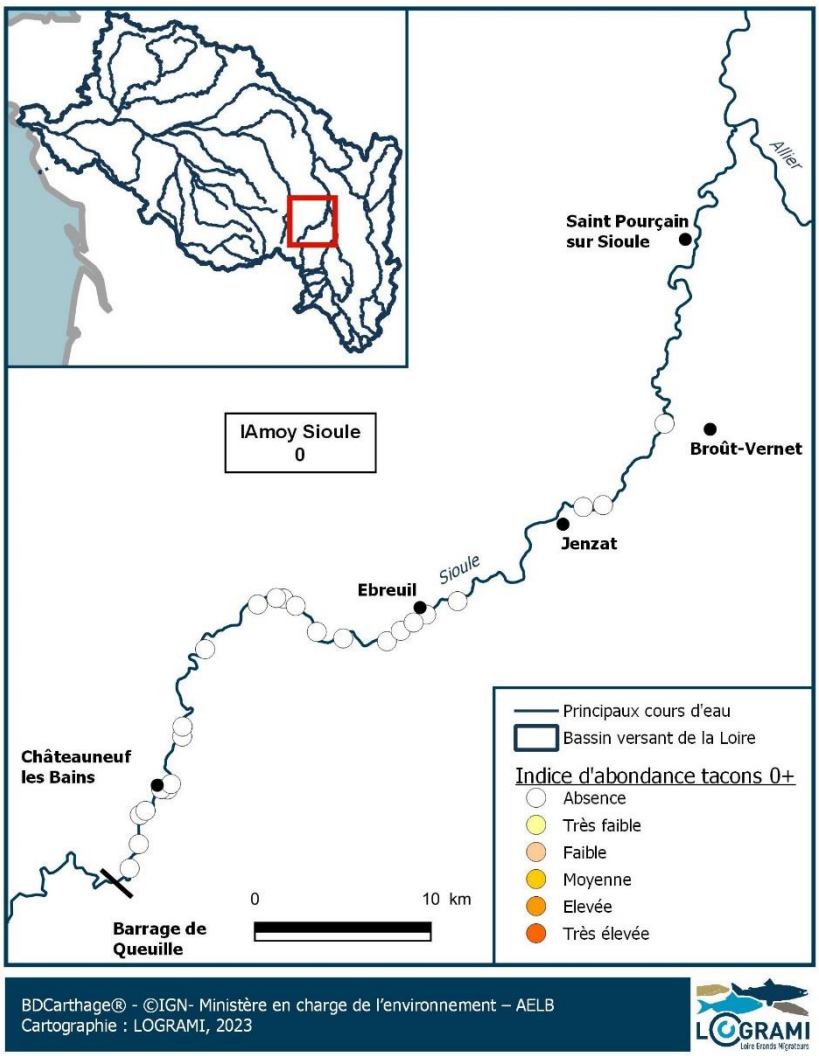


Figure 300 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Sioule en 2023 (24 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Pour la première fois depuis l'année 2000, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est nul quand la moyenne observée sur la période 2000-2022 s'élève à 41,2 +/- 51,9 (Figure 301).

L'arrêt des alevinages sur la Sioule en 2022 alors qu'ils y étaient largement pratiqués auparavant (154 375 +/- 51 412 en moyenne sur la période 2000-2021) ainsi qu'une dépose d'œufs quasi-inexistante en 2022 expliquent ce résultat.

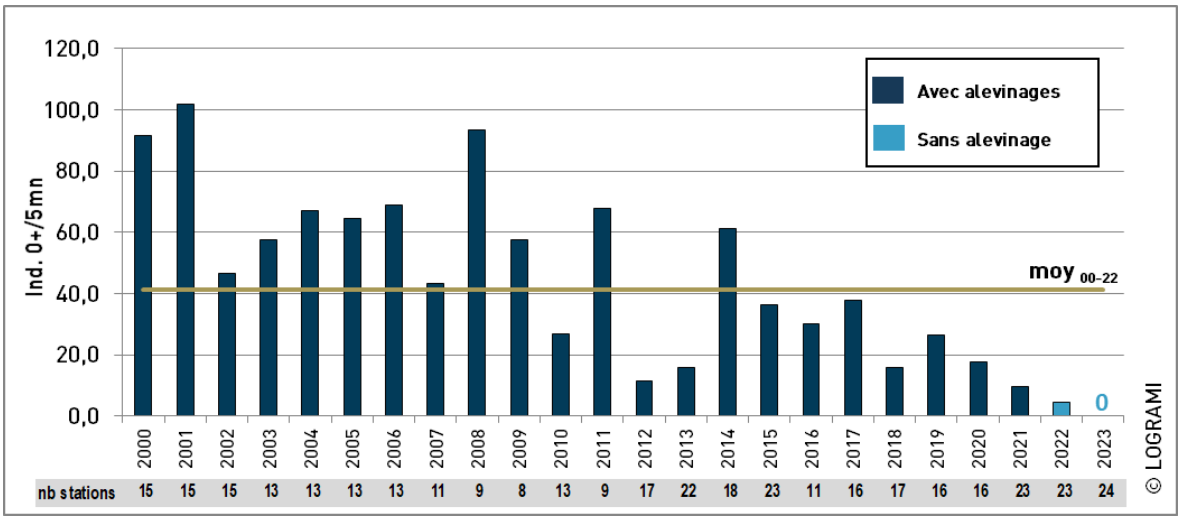


Figure 301 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur la Sioule depuis 2000

Production de tacons 0+ d'automne

La Sioule n'aurait pas produit de tacons 0+ natifs en 2023 ***(abstraction faite de quelques individus à Jenzat)*** alors qu'elle en produisait en moyenne annuellement 76 187 +/- 39 056 sur la période 2000-2022 (Figure 302) pour une production maximale observée en 2001 (max : 147 869) soit 46 % de la production maximale théorique (320 999 tacons 0+) (Figure 303).

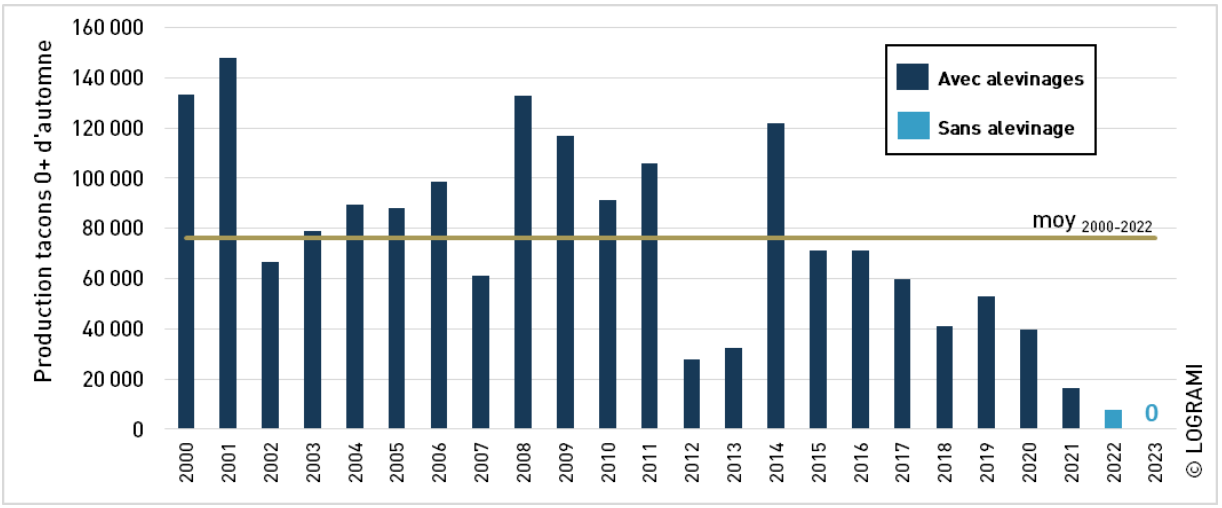


Figure 302 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule depuis 2000

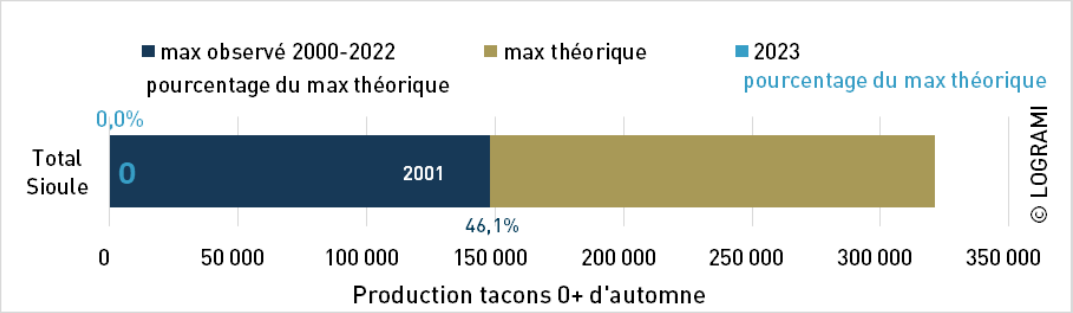


Figure 303 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

10.5.3.5 Abondance de juvéniles de saumons sur la Dore

Indices d'Abondance 2023

Sur la Dore en 2023, aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 7 stations échantillonnées (Figure 304). Cette absence de tacons 0+ sur le linéaire échantillonné, par ailleurs dépourvu d'alevinage pour la quatrième année consécutive, semble indiquer que la Dore en 2022 n'aurait accueilli aucune reproduction de saumons en 2022. Ce résultat paraît cohérent avec le très faible effectif de géniteurs potentiels comptabilisés sur l'Allier à Vichy en 2022 et le faible nombre de frayère observé sur la Dore depuis le début des suivis.

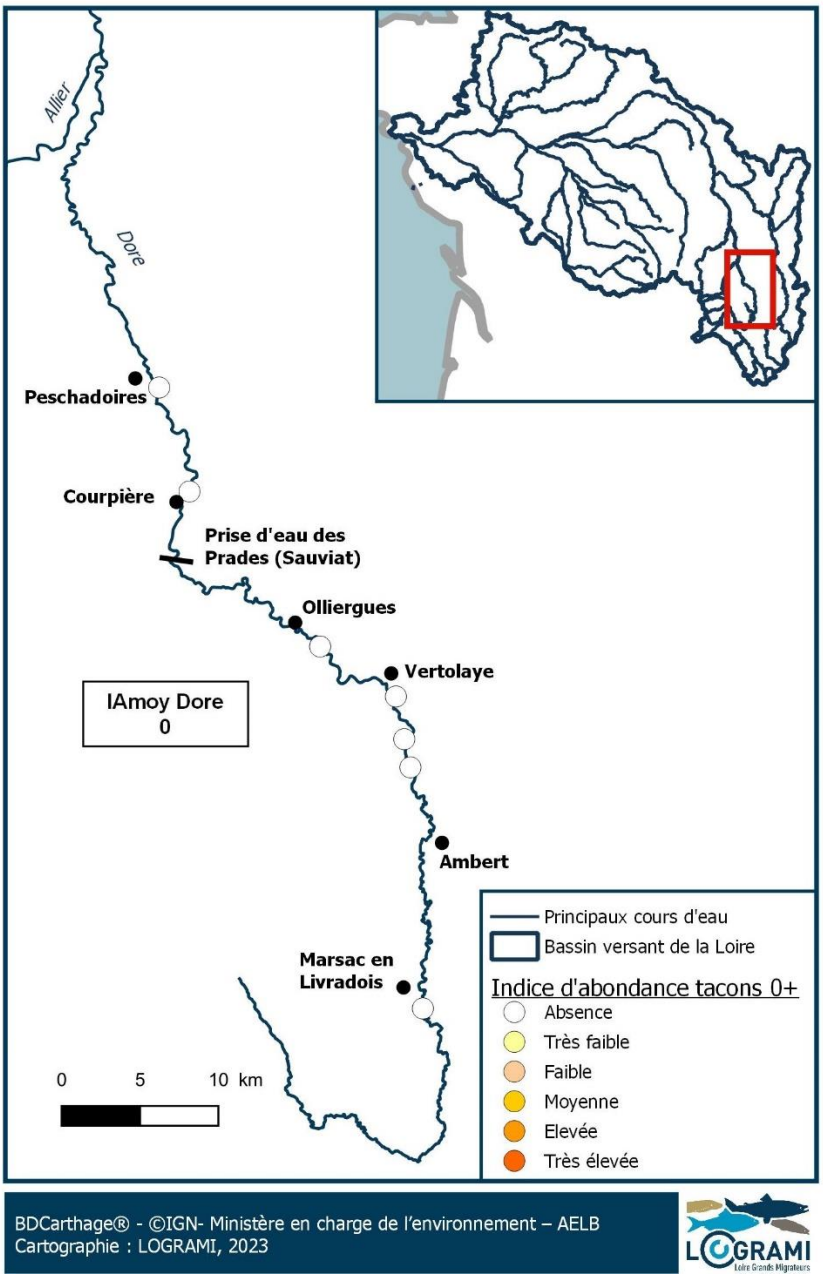


Figure 304 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Dore en 2023 (7 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Pour la deuxième fois depuis l'année 2004, l'indice d'abondance moyen de l'année est nul alors que la moyenne observée sur la période 2004-2022 s'élève à 14 +/- 15 (Figure 305). Au regard des faibles abondances de juvéniles natifs observées lors des années sans alevinage qui traduisent une faible exploitation par les géniteurs des surfaces productives et/ou un succès très faible sur cet axe de la reproduction, l'absence de juvéniles natifs en 2023 paraît malheureusement cohérente (absence d'alevinage et très faible effectif de géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy en 2022).

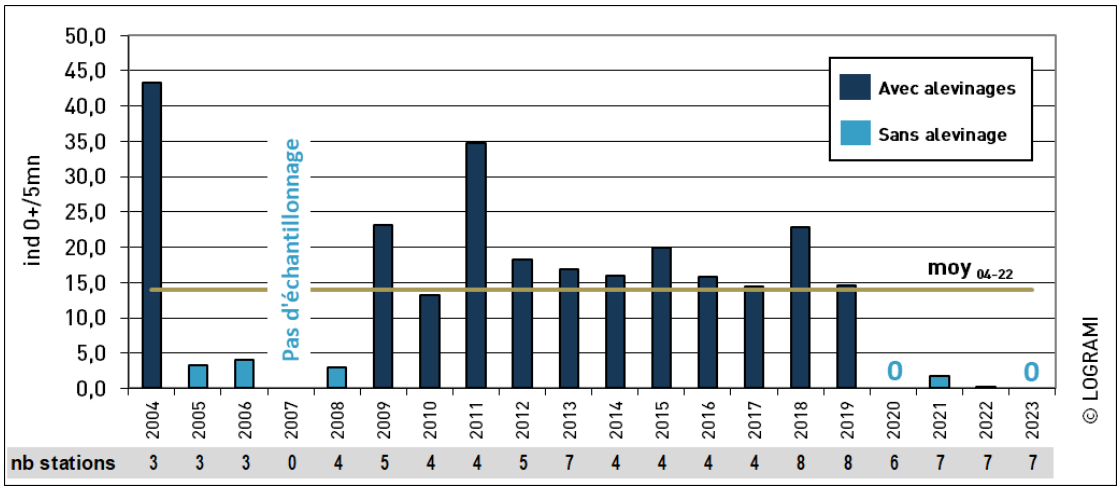


Figure 305 : Indices d'abondance moyens sur la Dore depuis 2004

Production de tacons 0+ d'automne

La Dore n'aurait pas produit de tacons 0+ natifs alors qu'elle en produisait en moyenne annuellement 7 200 +/- 6 161 sur la période 2004-2022 (10 338+/- 5 095 les années avec alevinages et contre 922 +/- 1 008 les années sans alevinage) pour une production maximale de 17 953 tacons 0+ observés en 2013 soit 6,5 % de la production maximale théorique (277 835 tacons 0+) (Figure 306 et Figure 307).

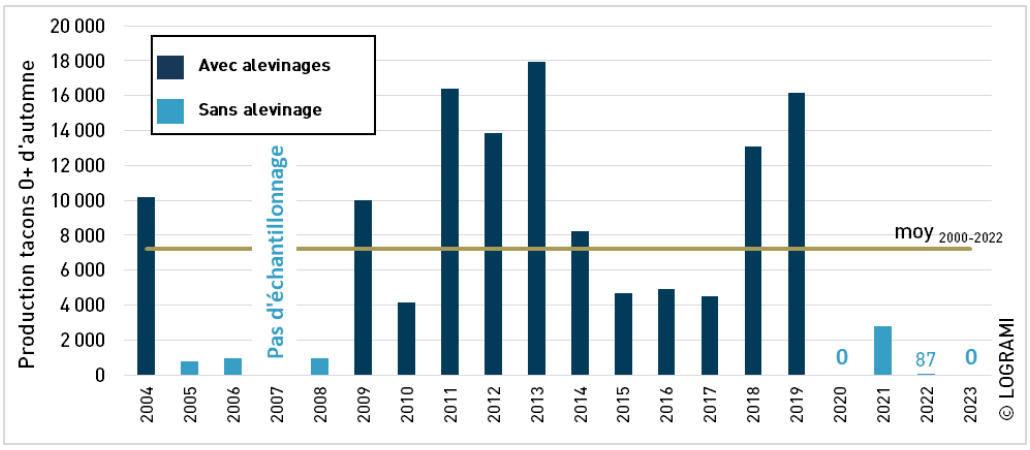


Figure 306 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore depuis 2004

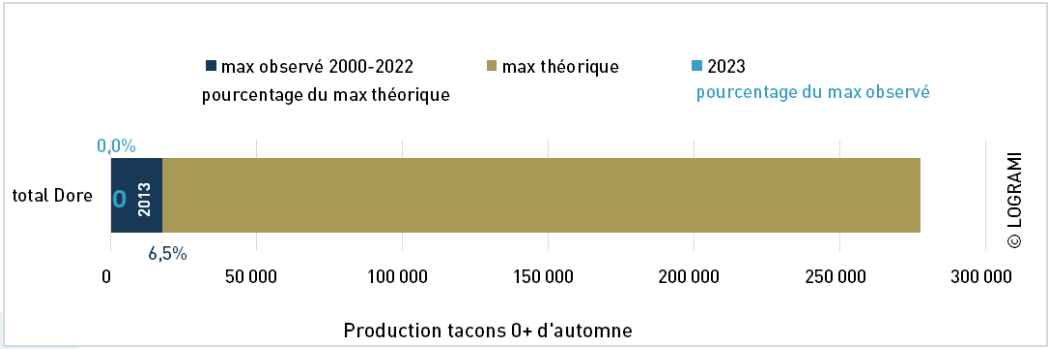


Figure 307 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Pour rappel, avec seulement 4 +/- 4,8 frayères comptabilisés en moyenne par an 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. Les bons taux de survie obtenus lors de l'étude de survie sous graviers menée en 2017-2018 sur la Dore renforcent d'ailleurs ce constat (Association LOGRAMI, 2019).

10.5.3.6 Abondance de juvéniles de saumon sur l'Allier

Indices d'Abondance 2023

Sur l'Allier en 2023, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur seulement 25 des 36 stations échantillonnées (69 %, soit le pourcentage le plus bas jamais observé depuis 2000). Hormis la station « Nouveau-Monde » (secteur S2) et la station « Chanteuges - la Gravière » (secteur S3), les stations ne présentant pas de tacons 0+ sont situées sur les extrémités aval et amont du linéaire échantillonné (3 stations en aval de S5 et toutes les stations de S1) (Figure 308). Le linéaire potentiellement colonisé est compris entre Issoire (63) et la restitution du barrage de Naussac (48) (soit une étendue de 153 km). Les indices d'abondance varient de 0 à 62 ind. 0+/5 min.

Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de l'Allier en 2023 s'élève à 12,3 individus 0+/5 min +/- 18,2**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

A l'échelle des secteurs, en raison d'un très faible nombre de géniteurs potentiels sur l'axe Allier en 2022, les secteurs présentant les valeurs d'indice d'abondance moyen les plus élevées sont les secteurs alevinés S4 et S2. Le gradient de croissance de l'abondance habituellement constaté depuis S5 en aval vers S3 en amont n'a pas été observé en 2023. En effet, le niveau d'abondance du secteur S3 est inhabituellement très faible en raison de sa très faible exploitation par les géniteurs lors de la reproduction 2022.

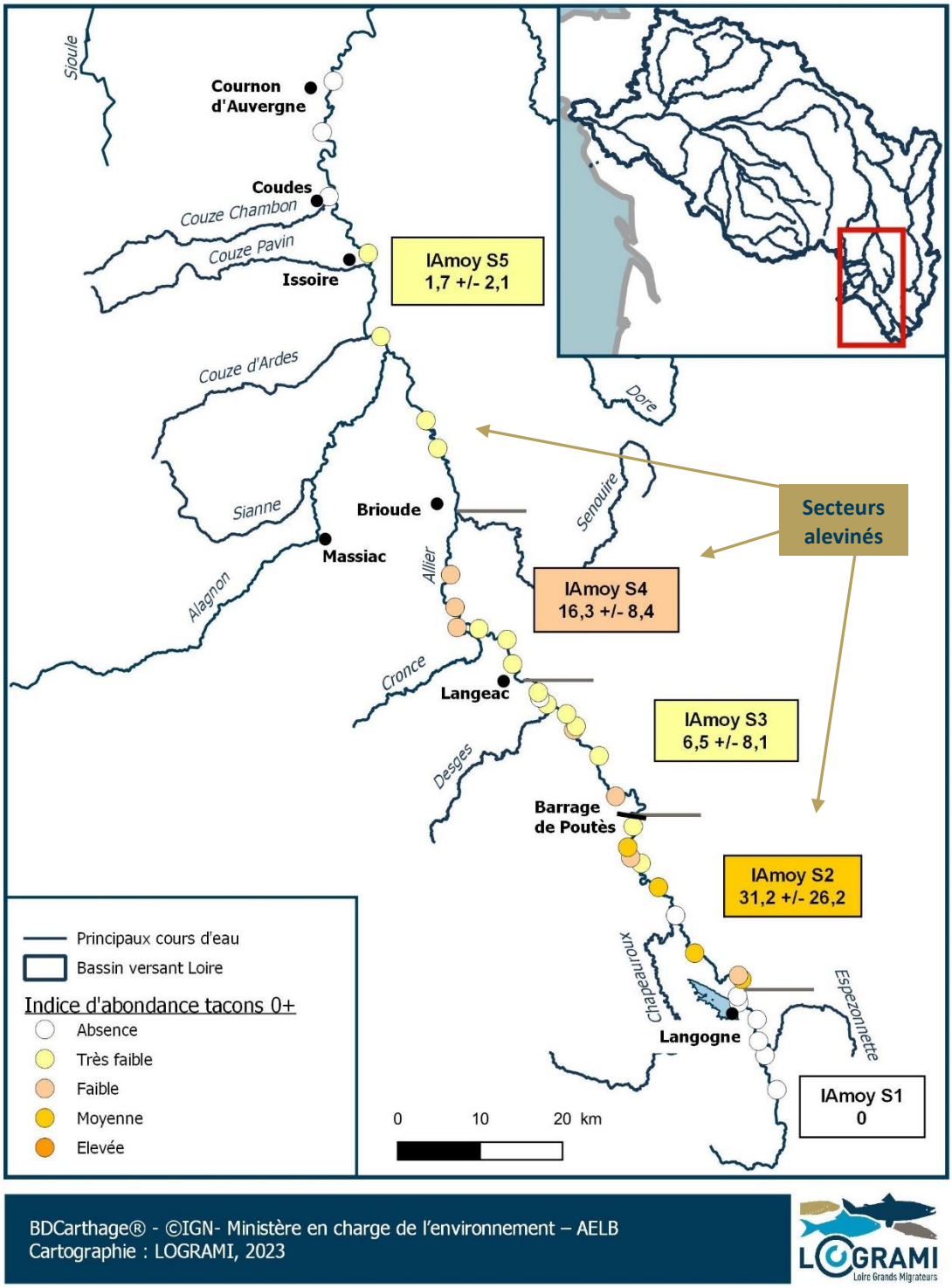


Figure 308 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur les 36 stations échantillonnées sur l'Allier en 2023

Comparaisons interannuelles des indices d'abondance

Sur le secteur S1, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est nul. L'alevinage entre 2002 et 2006 sur ce secteur, le plus éloigné de la mer (et donc potentiellement le plus compliqué à atteindre pour les géniteurs), permettait d'observer une abondance moyenne nettement supérieure à celle des années sans alevinage (106,4 +/- 50,9 contre 9,1 +/- 15,5) (Figure 309). Cette abondance nulle en 2023 s'explique avant

tout par la faible exploitation de ce secteur par les géniteurs pour leur reproduction (aucune frayère observée en 2022) malgré l'amélioration des conditions de circulation vers l'amont induite par la reconfiguration du barrage de Poutès et sa nouvelle gestion (91 jours de transparence par an). Pour rappel, pour atteindre ce secteur S1, les géniteurs potentiels doivent parcourir 218 km depuis Vichy et franchir 8 ouvrages.

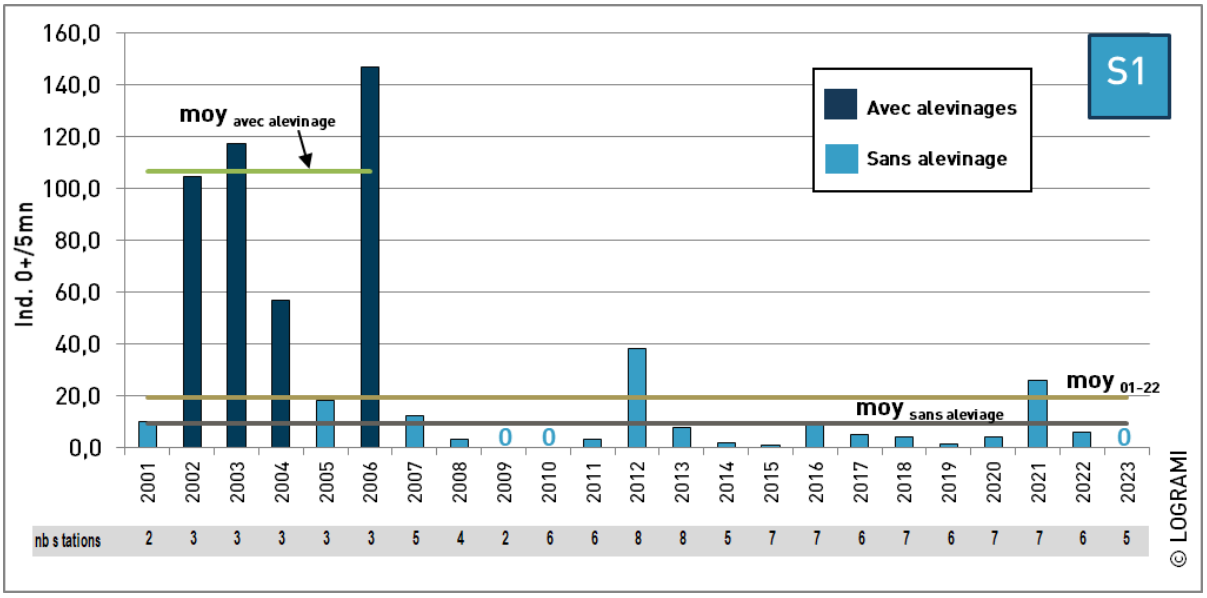


Figure 309 : Indices d'abondance moyens sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S2, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est à peu près équivalent à la moyenne observée sur la période 2001-2022 (31,2 +/- 26,2 contre 30,4 +/- 34,5) (Figure 310). Bien que ce secteur ait historiquement présenté des indices d'abondance jugés « moyens » en l'absence de déversement d'alevins de pisciculture (2014 et 2015) et que ce dernier peut accueillir de la reproduction naturelle (prise en compte dans le plan d'alevinage), l'abondance de tacons 0+ du secteur S2 paraît indéniablement influencé par les alevinages qui y ont été réalisés. En 2023, 140 143 alevins y ont été déversés pour un nombre très restreint de frayères observées en 2022 (estimées à 10 en amont de Poutès).

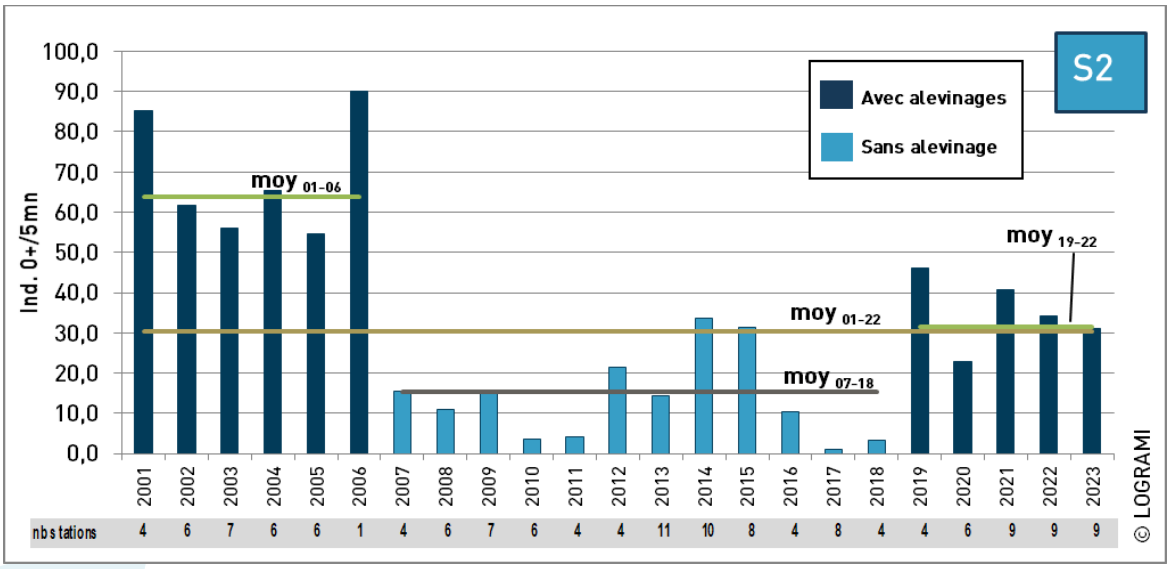


Figure 310 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S3, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est très nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2009-2022 (6,5 +/- 8,1 contre 68,6 +/- 57,1) (Figure 311). Dans ce secteur non aleviné, ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2022 pour se reproduire (seulement 7 observés pour 12 frayères estimées).

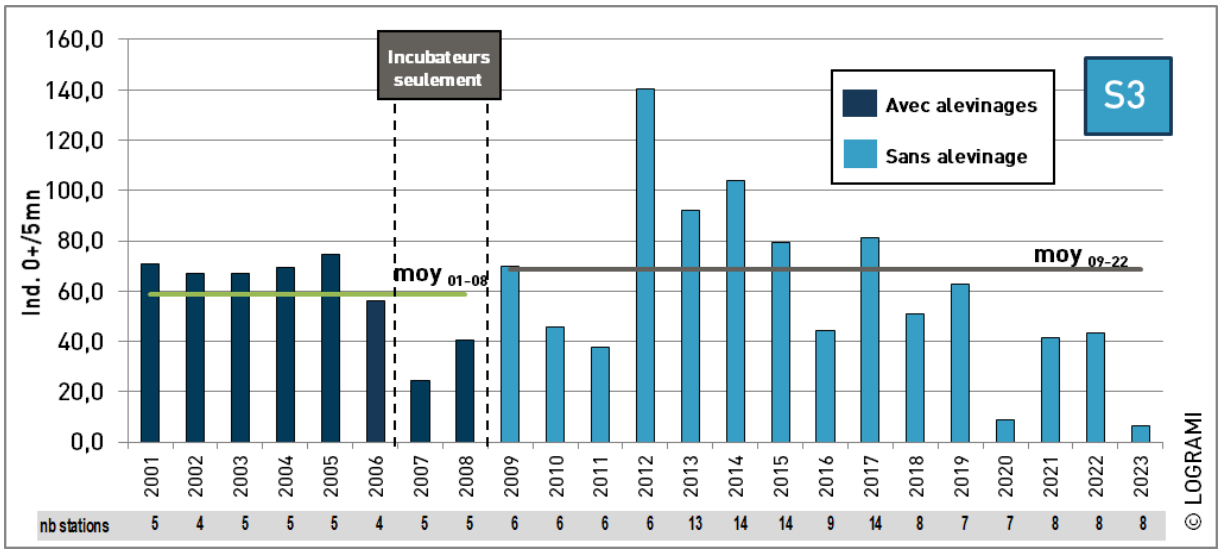


Figure 311 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S4, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2022 (16,3 +/- 8,4 contre 42,3 +/- 34,3) (Figure 312). Seulement 14 frayères ont été observées sur ce secteur en 2022 (comptage partiel). Par ailleurs, il est établi que les taux de survie y sont moins élevés que sur les secteurs situés plus en amont. Ainsi, et malgré le fait que 5 stations sur les 6 échantillonnées sur ce secteur étaient directement alevinées, la diminution des quantités d'alevins déversées (144 255 en 2023 contre 328 000 en moyenne sur la période 2009-2019, incubateurs compris) expliquerait en partie la faible valeur de l'indice moyen observé en 2023. La diminution des quantités d'alevins déversés observée depuis 2020, dans un contexte de diminution du nombre de géniteurs potentiels, semble conduire à une diminution de l'abondance en juvéniles de l'année sur ce secteur.

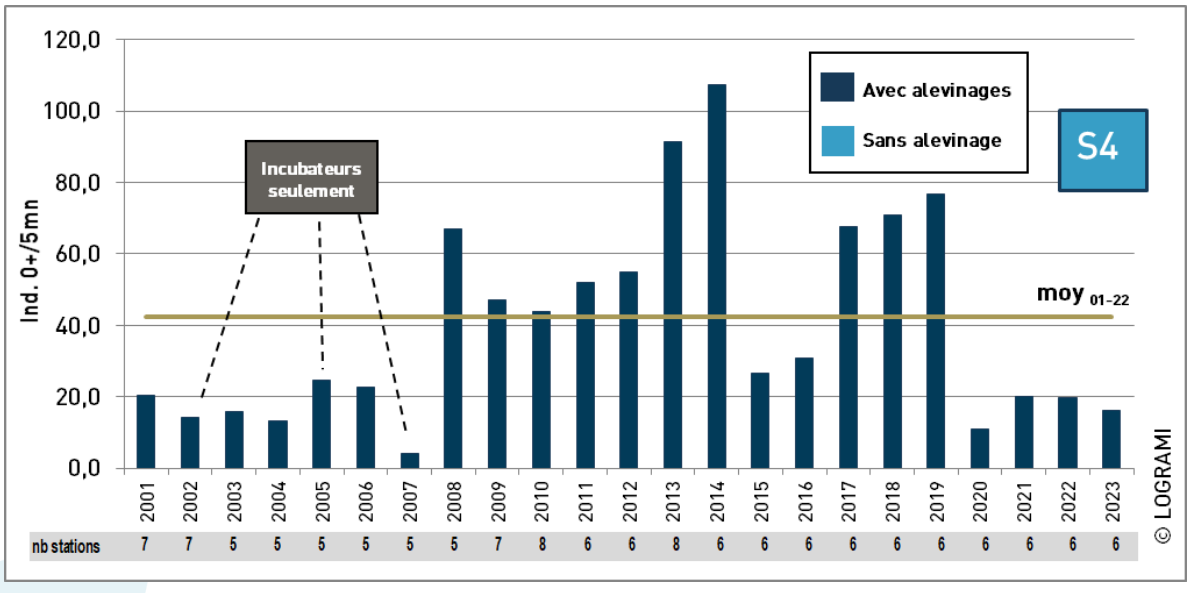


Figure 312 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S5, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est très nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2022 (1,7 +/- 2,1 contre 15,7 +/- 15,2) (Figure 313).

Tout comme pour le secteur S4, ce résultat provient principalement :

- de la diminution de l'alevinage sur ce secteur constatée depuis 2019. En 2023, 36 329 alevins ont été déversés sur les dix premiers kilomètres amont du secteur (2 stations échantillonnées sur ce sous-secteur) contre une moyenne de 240 147 alevins sur la période 2009-2018.
- d'une faible exploitation par les géniteurs pour leur reproduction en 2022. Seulement 21 frayères y ont été observées en 2022 (comptage partiel) et, par ailleurs, les taux de survie y sont nettement inférieurs à ceux des secteurs amont.

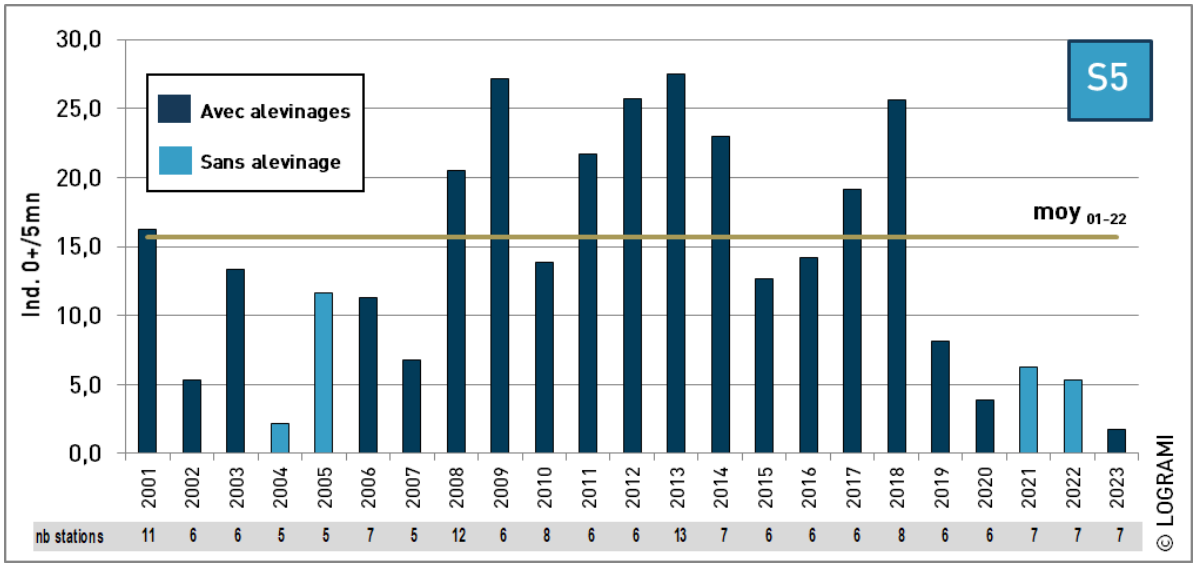


Figure 313 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2001

A l'échelle de l'axe Allier, la comparaison des indices d'abondance moyens par secteur de l'année 2023 avec ceux observés en moyenne sur 2 périodes aux stratégies d'alevinage distinctes (2009-2018 : alevinages concentrés sur S4 et S5 ; 2019-2022 : baisse des quantités déversées et répartition sur S2-S4-S5) met en évidence que les résultats de l'année 2023 s'apparentent à ceux de la chronique 2019-2022 mais avec des valeurs moyennes grandement réduites par le faible nombre de géniteurs présents dans la rivière en 2022 (très faible production d'alevins natifs) (Figure 314). Par rapport à la période 2009-2018, l'évolution sectorielle des indices d'abondances moyens est caractérisée par :

- une relative stabilité pour le secteur S1 caractérisée par une variabilité inter annuelle en lien avec l'accès ou non par les géniteurs ;
- une augmentation pour le secteur S2 (fraie naturelle + déversement) ;
- une diminution pour les 3 secteurs en aval : S3, S4 et S5 (réduction dépose d'œufs potentielle et diminution des quantités d'alevins déversés).

Hormis pour le secteur S1, exempt d'alevinage depuis 2009, sur lequel seule la variabilité interannuelle de l'abondance de juvéniles est liée à l'exploitation naturelle des géniteurs et aux conditions environnementales de l'année, l'évolution sectorielle de l'abondance des juvéniles de saumons est évidement 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 qui ont été réinstaurés à partir de 2019.**

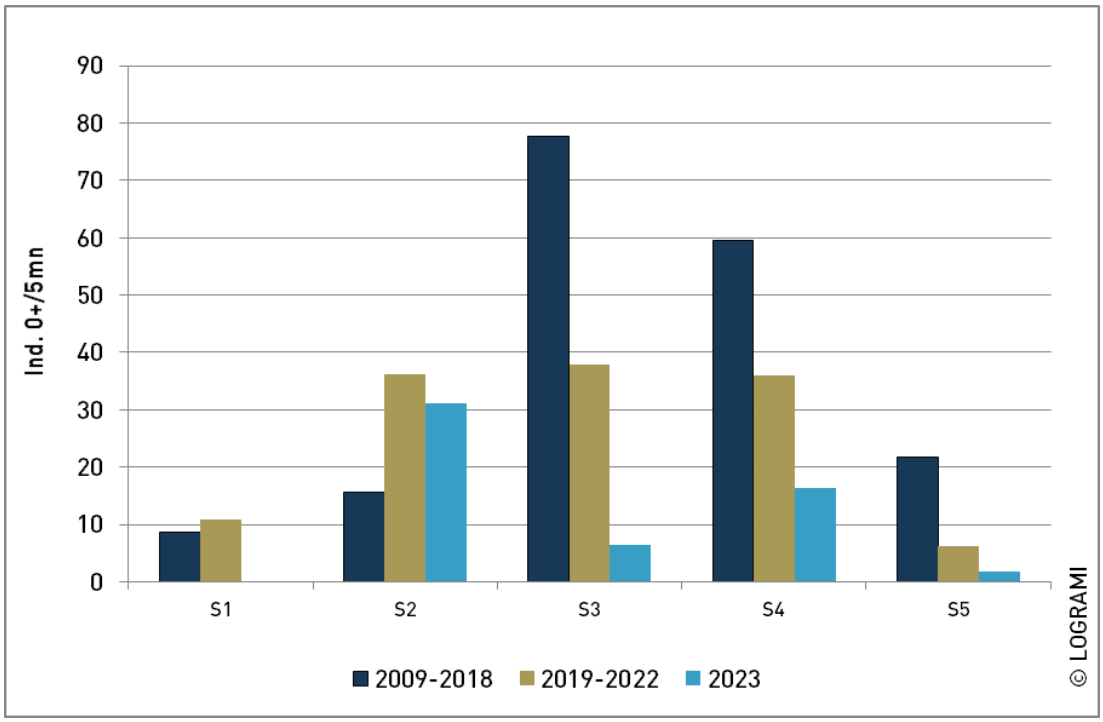


Figure 314 : Indices d'abondances moyens des tacons 0+ sur les 5 secteurs de l'Allier en 2023 et comparaisons avec les moyennes observées pour 2 périodes distinctes sur l'aspect « stratégie alevinage » (2009-2018 et 2019-2022)

Production de tacons 0+ d'automne

Sur l'Allier, la production est calculée par secteur (S1 à S5). Le secteur total considéré correspond au linéaire total de l'Allier dont les habitats et leurs potentialités ont été décrits auxquelles sont retranchées les extrémités amont et aval sur lesquelles il est peu probable que des tacons 0+ soit présents :

- Le secteur S1 dans son entièreté (aucun 0+ capturés sur les 6 stations du secteur ; pas d'alevinage et pas de frayère observée en 2022) ;
- La partie aval de S5 située en aval de Coudes (63), (pas de tacon 0+ capturé et dernier point déversé situé 42 km en amont et seulement 1 tacons 0+ capturé à Issoire 12 km plus en amont).

Ainsi, hormis pour le secteur S5, l'indice moyen par secteur considéré pour l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne est calculé à partir de tous les indices obtenus sur chacun des secteurs.

En 2023, pour la réalisation de ce bilan, l**es tacons du secteur S3 sont considérés comme natifs** et **les tacons produits sur les secteurs alevinés S2, S4 et S5 ont été considérés comme un mélange natifs-déversés (origines mixtes)** puisqu'il y a présence de frayères, bien que faible, avérée en 2022. Cette production d'alevins correspond donc à une estimation globale.

Selon la méthode estimative employée[3], **l'Allier aurait produit, en 2023, 66 347 tacons 0+ d'automne** (Tableau 45). Cette production est très nettement inférieure à la moyenne observée sur la période 2000-2022 (207 822 +/- 72 763 ; min : 61 074 et max : 346 800) et constitue la 2e moins importante production devant celle de 2020 (Figure 315). Elle est toutefois du même ordre de grandeur que celles observées en 2007 et 2020 (respectivement 74 795 et 61 074 alevins produits).

Tableau 45 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Allier en 2023 (Sources : LOGRAMI)

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
S2 (décrit en 2020)	199 848	32,1	36 913	55,6%	mixtes
S3 (décrit en 1999)	232 048	6,5	8 929	13,5%	natifs
S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	177 191	16,3	17 098	25,8%	mixtes
S5 La Bageasse – Coudes (décrit en 2018)	239 796	2,4	3 407	5,1%	mixtes
Total Allier	**886 594**		**66 347**		

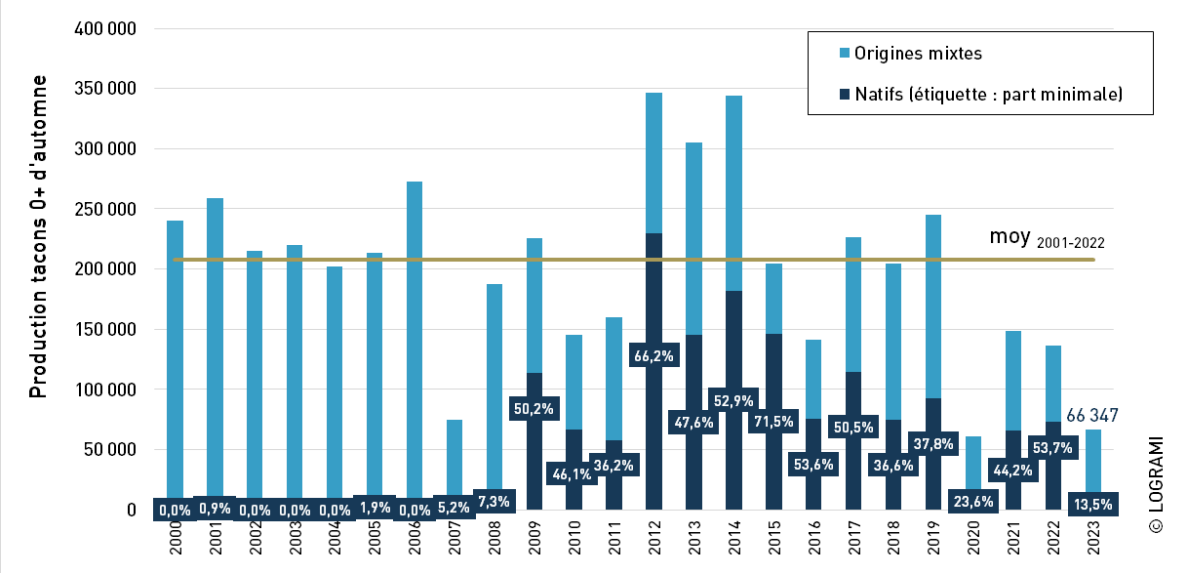


Figure 315 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Allier selon leur origine présumée depuis 2000

[3] Densité (m^2) = 0.592/100 * IA 0+

Avec respectivement 36 913 et 17 098 tacons 0+ produits, les secteurs alevinés S2 et S4 sont les principaux pourvoyeurs de tacons de l'Allier en 2023 (55,6 % et 25,8 %) (Tableau 45). Les secteurs S3 et S5 contribuent dans une moindre mesure avec respectivement 13,5 % et 5,1 % de la production.

La production globale de l'Allier en 2023 est constituée à minima de 8 929 tacons 0+ natifs (S3 ; 13,5 %) et de 57 418 tacons 0+ d'origines mixtes (S2+S4+S5 ; 86,5 %). La part minimale de tacons natifs de l'année 2023 est très nettement inférieure à la part moyenne constatée depuis 2009 (13,5 % contre 47,9 % +/- 12,3), année à partir de laquelle l'instauration d'une zone refuge a stoppé les alevinages à 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). Elle constitue même la plus faible proportion de natifs observée depuis 2009.

Ces résultats peu rassurants pour la viabilité de la population sauvage sont principalement induits par les très faibles retours de géniteurs constatés en 2022.

Production au regard de la productivité théorique et maximum observée

Depuis le début des suivis, les productions de chaque secteur sont toutes inférieures aux valeurs maximales théoriques (1 tacon 0+ d'automne par m² d'Equivalents Radiers-Rapides) (Figure 317). L'année 2012, de plus forte production globale, ne représente ainsi qu'un tiers de la production théorique de l'axe. Cependant, sur le secteur S3, l'année 2012 constitue un record de production d'alevins natifs (83,1% du maximum théorique) alors qu'aucun déversement d'alevins de pisciculture n'y avait été réalisé.

D'un point de vue global, en 2023, la production de l'Allier ne correspond qu'à 6,2 % du maximum théorique et qu'à 19,1 % de la production maximale observée en 2012.

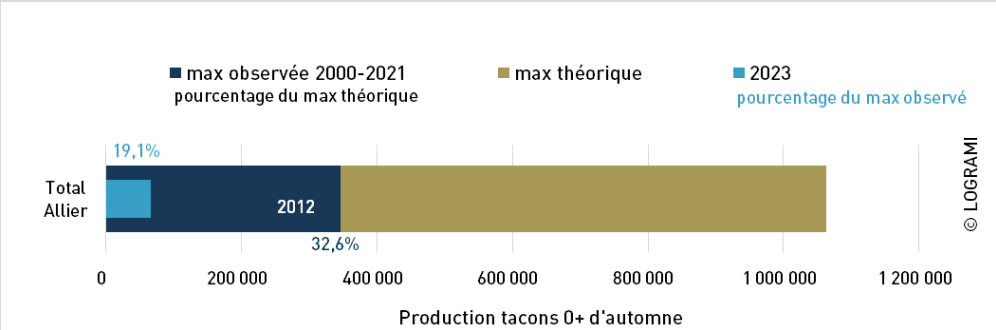


Figure 316 : Productions de tacons d'automne 0+ de l'Allier en 2023 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

En 2023, le secteur S2 est le secteur qui présente le moindre écart (34,7 %) avec le maximum observé (2006) et avec le maximum théorique (19,7%) (Figure 317). A l'inverse, la production du secteur S1 étant nulle, cette dernière est, quant à elle, la plus éloignée du maximum observé (2006). Les productions des secteurs S3 et S5 sont aussi très éloignées des maximums observés (respectivement 4,6% et 5,3 %).

En dehors du secteur S3, les maximums observés sont tous constatés alors que les secteurs étaient alevinés (2006 pour S1 et S2 ; 2014 pour S4 et 2013 pour 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.

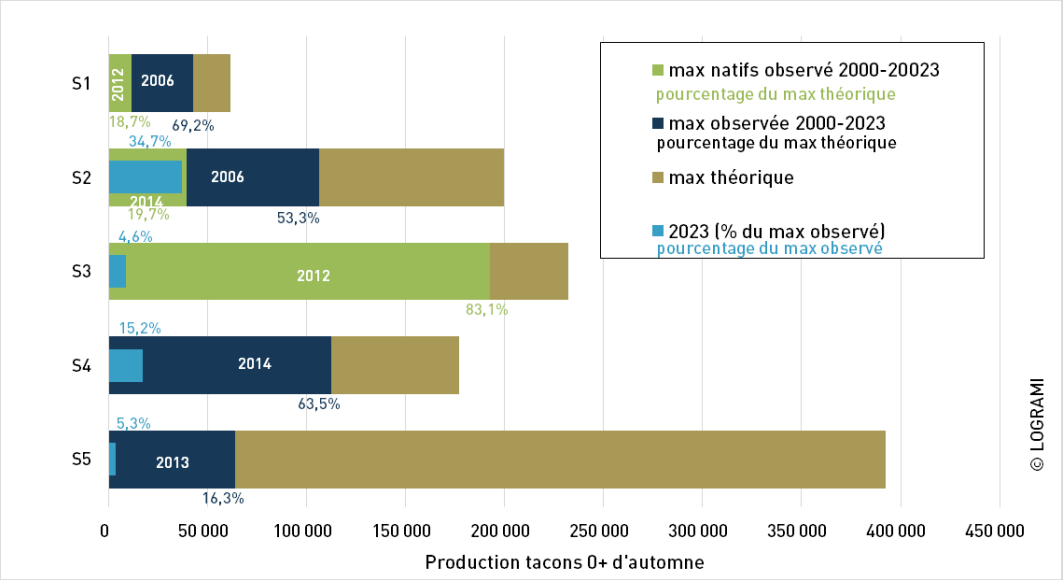


Figure 317 : Productions de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Allier en 2023 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Malgré un alevinage conséquent sur la période 2008-2018 (234 000 alevins déversés en moyenne) et une part grandissante et non négligeable de frayères qui y sont comptabilisés (Association LOGRAMI, 2023), 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.

En effet, la densité maximale d'1 tacon 0+ d'automne (longueur fourche : 10 cm) par m² d'ERR (Keeley & Grant, 1995) ne semble pas pouvoir être atteinte sur ce dernier contrairement aux 4 autres où les densités maximales observées à l'échelle de la station peuvent atteindre voire dépasser cette valeur (Figure 318). Par conséquent, la production maximale théorique de ce secteur et donc celle de l'Allier est probablement surestimée.

Au regard des valeurs maximales observées depuis 2000 sur ce secteur pourtant exploité par les géniteurs pour se reproduire et par ailleurs régulièrement aleviné, il semblerait que la densité maximale pouvant y être atteinte avoisinerait péniblement 0,5 tacons 0+ par m² d'ERR soit la moitié de la densité maximale théorique. Ainsi, la production maximale théorique de ce secteur S5 pourrait être revue de moitié et proposée à 195 930 m² d'ERR.

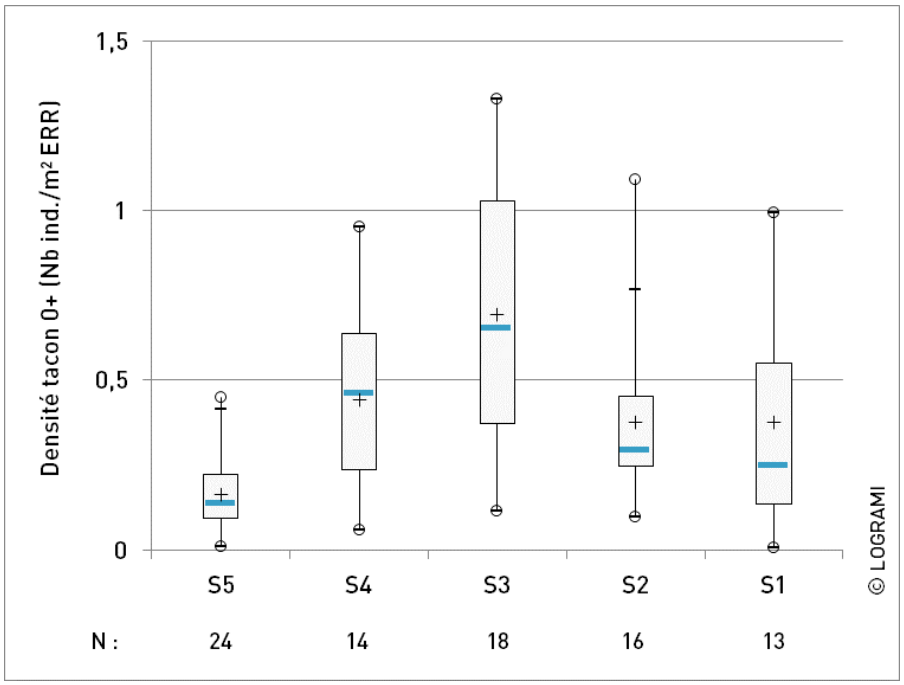


Figure 318 : Distribution des densités de tacons 0+ maximales observées depuis 2000 sur toutes les stations de l'Allier selon les secteurs (gradient aval-amont) (valeurs nulles exclues ; en bleu la médiane)

10.5.3.7 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze Chambon

Indices d'Abondance 2023

Sur la Couze Chambon, non alevinée en 2023, aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 3 stations échantillonnées (Figure 319).

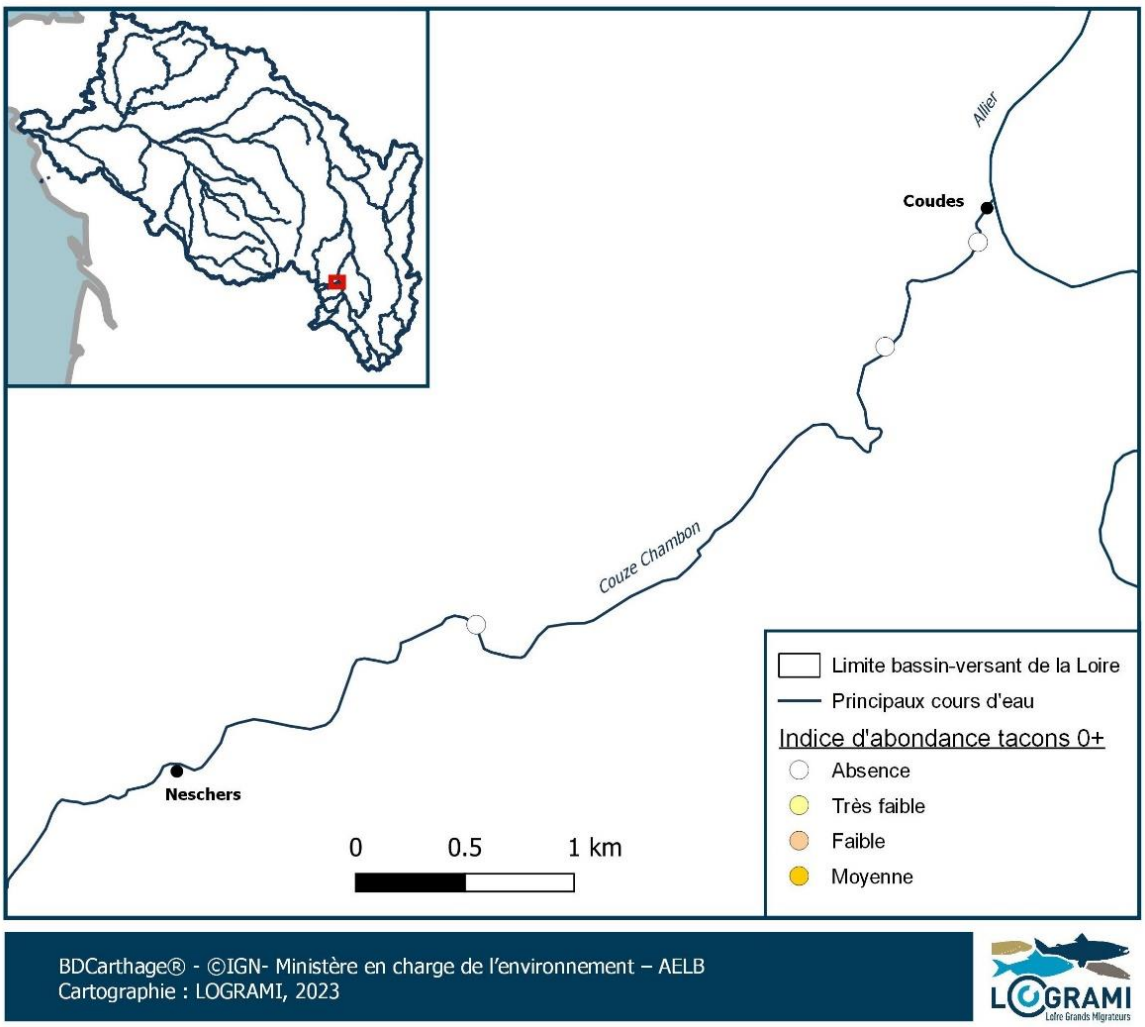


Figure 319 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Couze Chambon en 2023 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est donc nul tout comme observé en 2020 et 2022 (Figure 320). Ainsi, en l'absence d'alevinage, il apparaît que la Couze Chambon n'ait été ni exploitée pour la reproduction de géniteurs en 2022 ni même colonisée par des tacons 0+ natifs de l'Allier. Il paraît évident que le niveau d'abondance de tacons 0+ sur ce cours d'eau s'explique par l'alevinage qui a pu y être pratiqué certaines années. La Couze Chambon ne semble pas être exploitée par les géniteurs pour se reproduire.

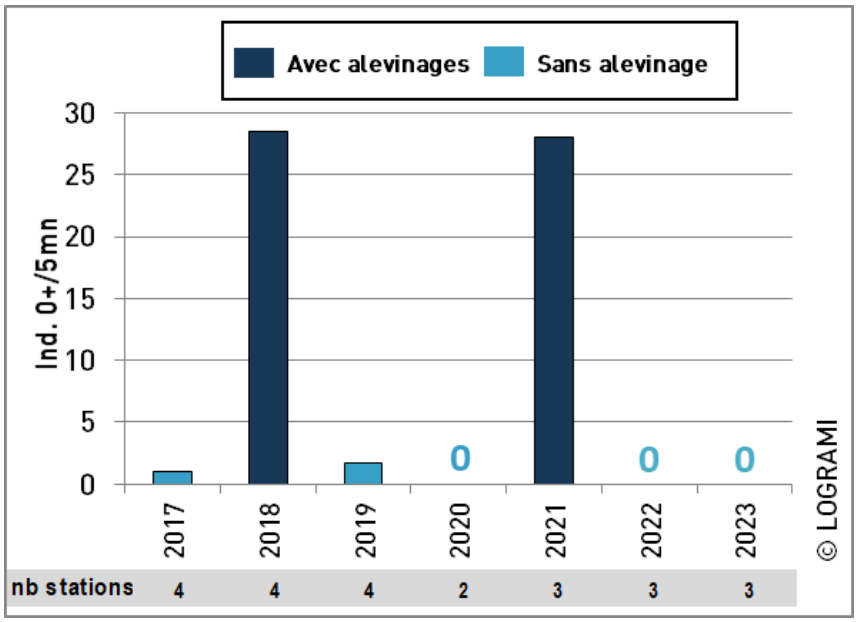


Figure 320 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Chambon depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Aucun tacon 0+ d'automne n'a donc été produit sur le linéaire échantillonné de la Couze Chambon en 2023. Avec 4 648 +/- 991 tacons produits en moyenne lors des deux années avec alevinage (2018 et 2021) contre 22 +/-37 les années sans alevinage, depuis 2017, la production de tacons 0+ de la Couze Chambon semble nettement conditionnée par les alevinages (Figure 321). La production maximale a été observée en 2018 (13,1 % du maximum théorique) avec un déversement de 15 886 alevins de pisciculture (Figure 322).

L'arrêt de l'alevinage sur la Couze Chambon entraîne une perte de production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer que le secteur S4 de l'Allier par exemple (55km plus en aval) et présentant moins d'obstacles potentiellement impactant à la dévalaison.

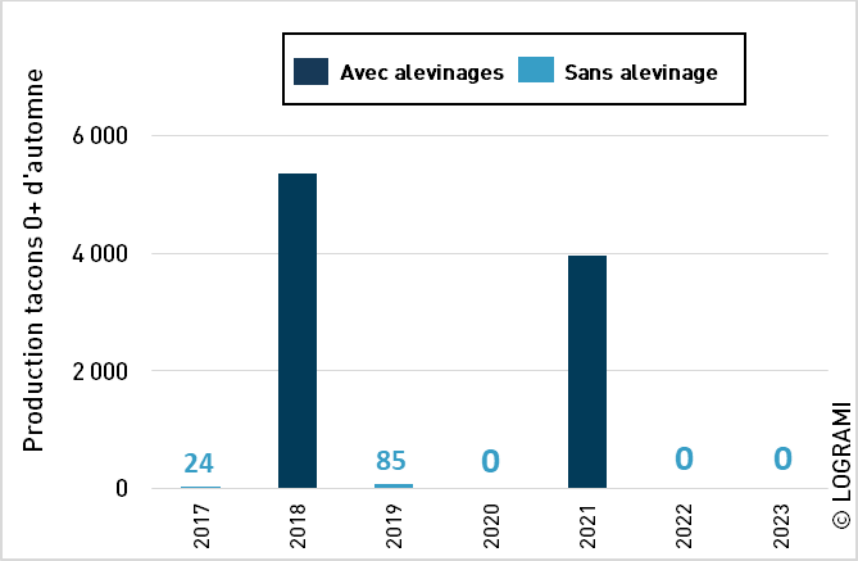


Figure 321 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon depuis 2017

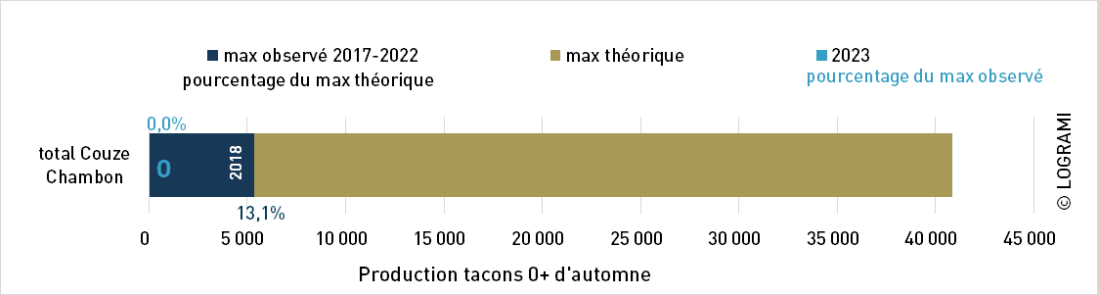


Figure 322 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

10.5.3.8 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze Pavin

Indices d'Abondance 2023

Sur la Couze Pavin, non alevinée en 2023, aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 3 stations échantillonnées (Figure 323).

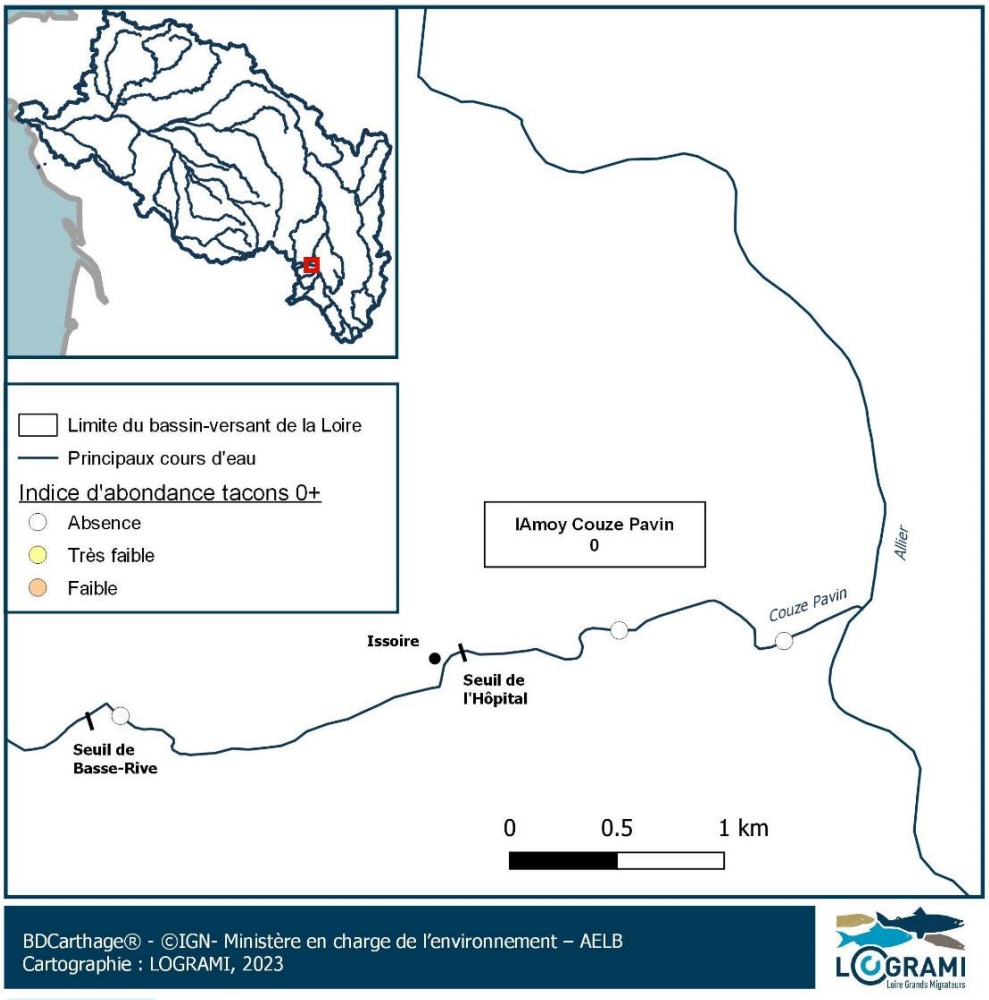


Figure 323 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Couze Pavin en 2023 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Pour la première fois depuis le début des échantillonnages en sur la Couze Pavin en 2017, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est nul (Figure 324). Tout comme constaté pour la Couze Chambon, il paraît évident que le niveau d'abondances de tacons 0+ sur ce cours d'eau depuis 2017 s'explique par l'alevinage qui y est pratiqué. Il apparaît que la Couze Pavin n'ait été ni exploitée pour la reproduction de géniteurs en 2022 ni colonisée par des tacons 0+ natifs de l'Allier (alors que ça avait été constaté en 2017, 2020 et 2022).

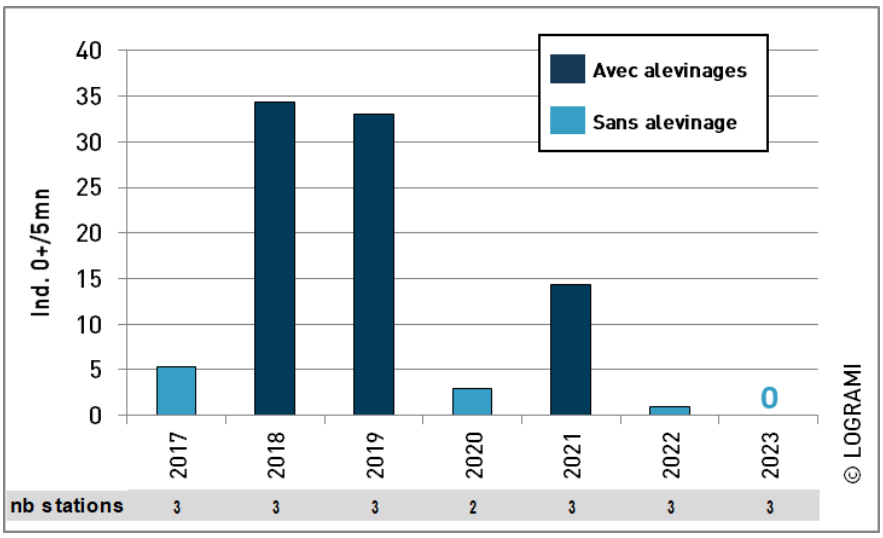


Figure 324 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Pavin depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Aucun tacon 0+ d'automne n'a donc été produit sur le linéaire échantillonné de la Couze Pavin en 2023. Avec 4 042 +/- 1 660 tacons produits en moyenne lors des trois années avec alevinages (2018, 2019 et 2021) contre 412 +/-337 les années sans alevinage, depuis 2017, la production de tacons 0+ de la Couze Pavin semble nettement conditionnée par les alevinages (Figure 325). La production maximale a été observée en 2018 (5 098 tacons 0+ ; 3,8 % du maximum théorique) avec un déversement de 6 453 alevins de pisciculture (Figure 326)

Comme pour la Couze Chambon, l'arrêt de l'alevinage sur la Couze Pavin entraîne une perte de production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer que le secteur S4 de l'Allier par exemple (42 km plus en aval) et présentant moins d'obstacles potentiellement impactant à la dévalaison.

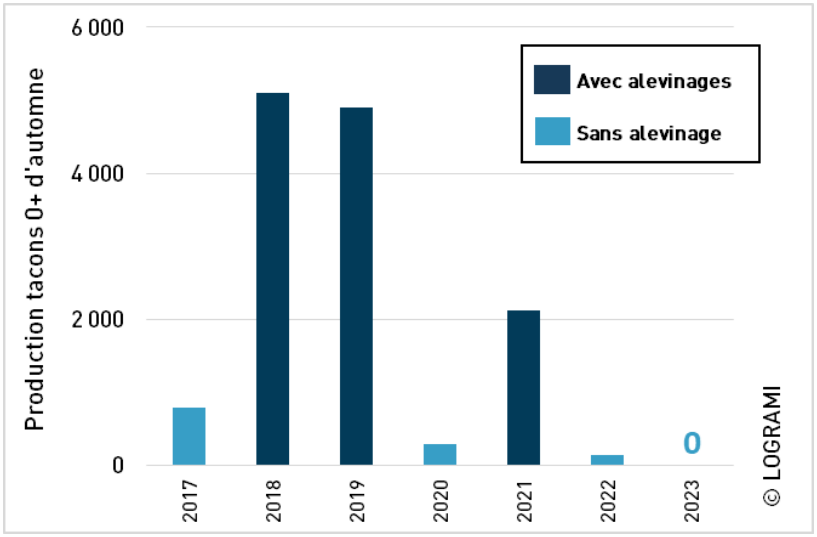


Figure 325 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en aval du seuil de l'Hôpital Issoire depuis 2017

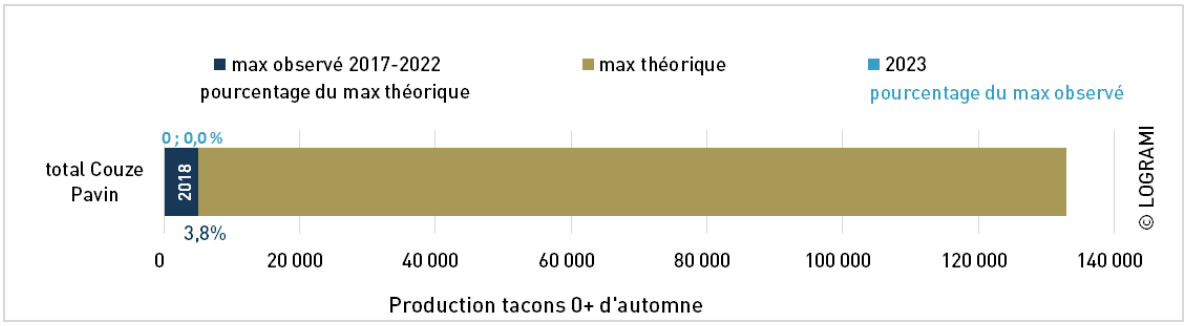


Figure 326 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

10.5.3.9 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze d'Ardes

Indices d'Abondance 2023

En 2023, sur les 4 stations échantillonnées sur la Couze d'Ardes, seule la station située la plus en amont (aval du pont de Barège) ne présentait pas de tacon 0+ d'automne (Figure 327). Les 3 autres présentaient des indices d'abondance variant de 4 à 10 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Couze d'Ardes s'élève à 5,5 individus 0+/5 min +/- 3,1**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

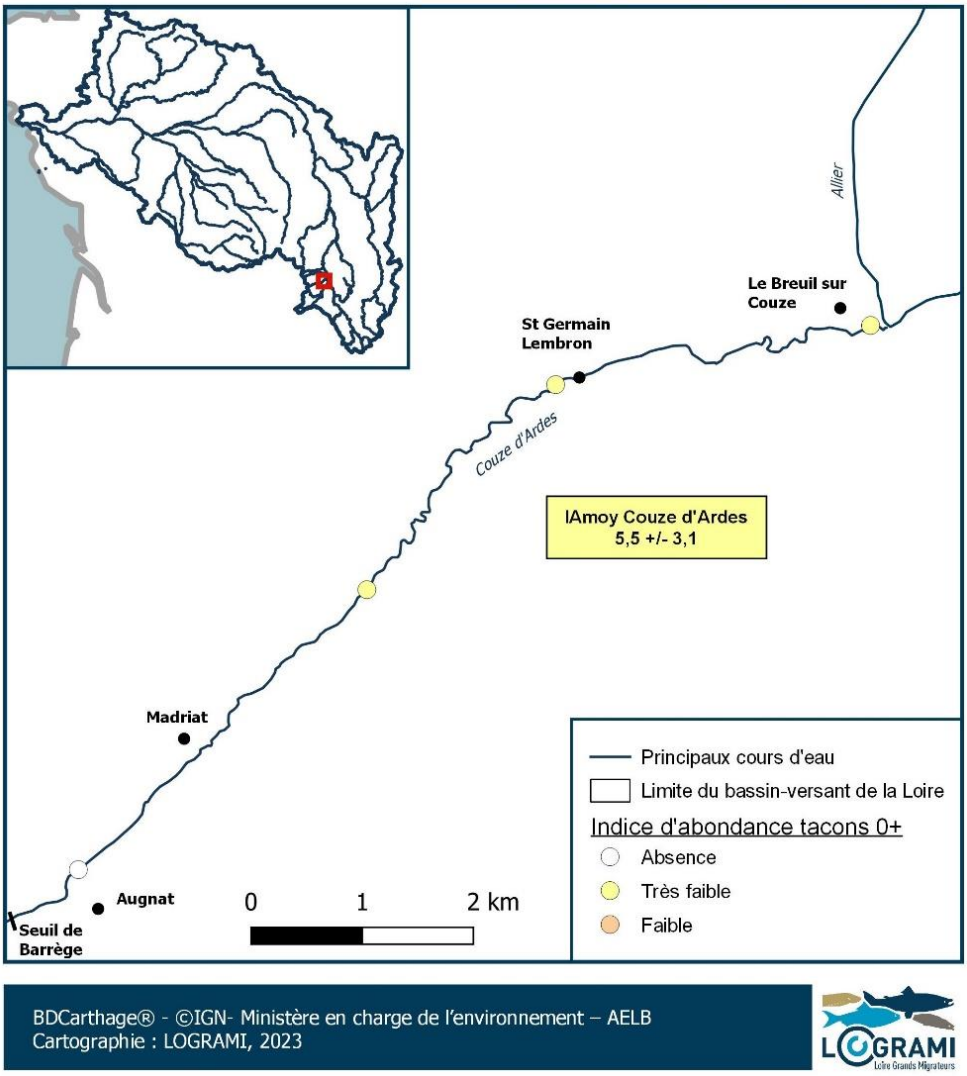


Figure 327 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Couze d'Ardes en 2023 (4 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est inférieur à ceux observés lors des 3 années où la Couze d'Ardes avait fait l'objet d'alevinage (2018, 2019 et 2021) et est du même ordre de grandeur que ceux constatés sans alevinage (2017, 2020 et 2022) (Figure 328). Comme pour les deux autres Couze, il paraît évident que le niveau d'abondance de tacons 0+ sur ce cours d'eau, s'explique par l'alevinage qui y est pratiqué.

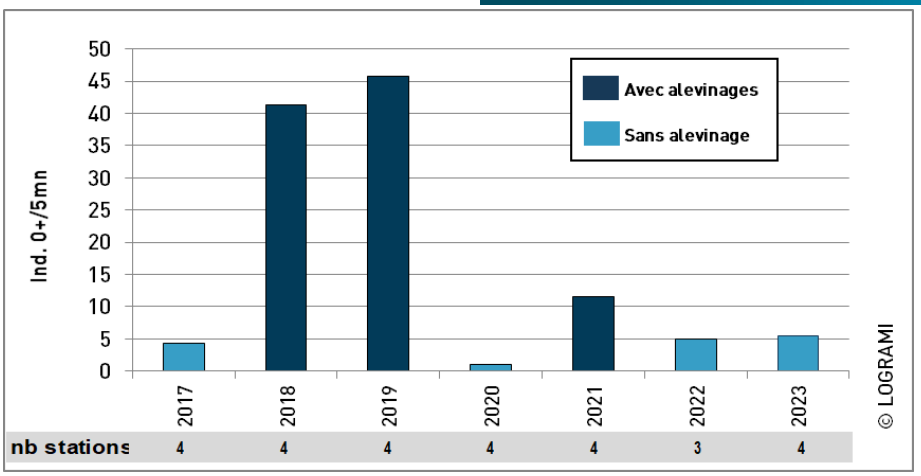


Figure 328 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Couze d'Ardes depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Couze d'Ardes, le secteur global considéré pour l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne est compris entre le seuil de Barrège (Augnat-63) et la confluence avec l'Allier (Le Breuil sur Couze-63).

Ce cours d'eau n'ayant pas été aleviné en 2023, l**es tacons produits sur ce secteur sont considérés comme natifs.** Ainsi, selon la méthode estimative employée, **la Couze d'Ardes aurait produit, en 2023, 1 503 tacons 0+ d'automne natifs** (Figure 329). La présence de tacons 0+ à une dizaine de kilomètres de la confluence avec l'Allier laisse planer le doute d'une possible reproduction sur ce cours d'eau en 2022 (non suivie), sans pour autant exclure l'hypothèse d'une colonisation d'individus en provenance de l'Allier.

Cette production constitue la meilleure production observée sans alevinage depuis 2017 mais reste néanmoins inférieure à celles observées durant les années où la Couze d'Ardes était alevinée (2018, 2019 et 2021). Aussi, elle ne constitue que 13,2 % 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 330).

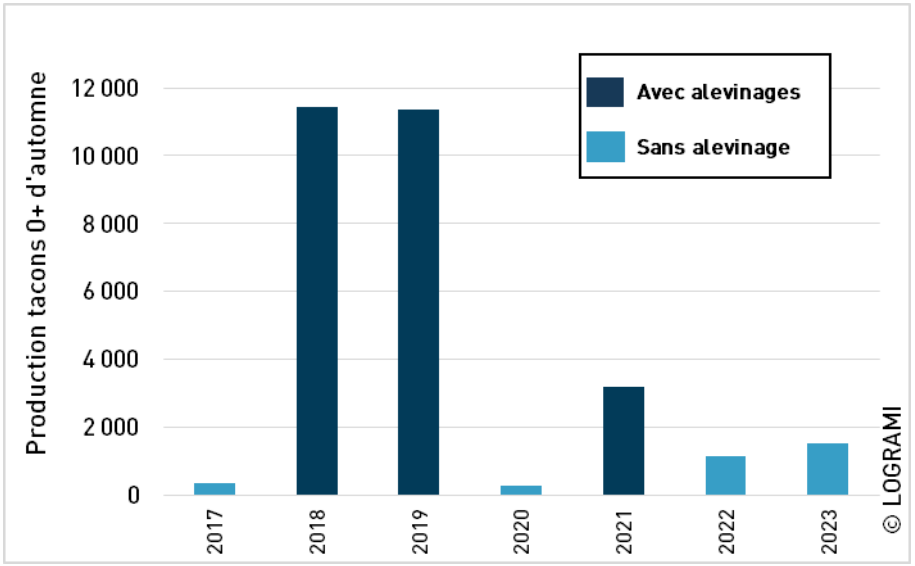


Figure 329 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège depuis 2017

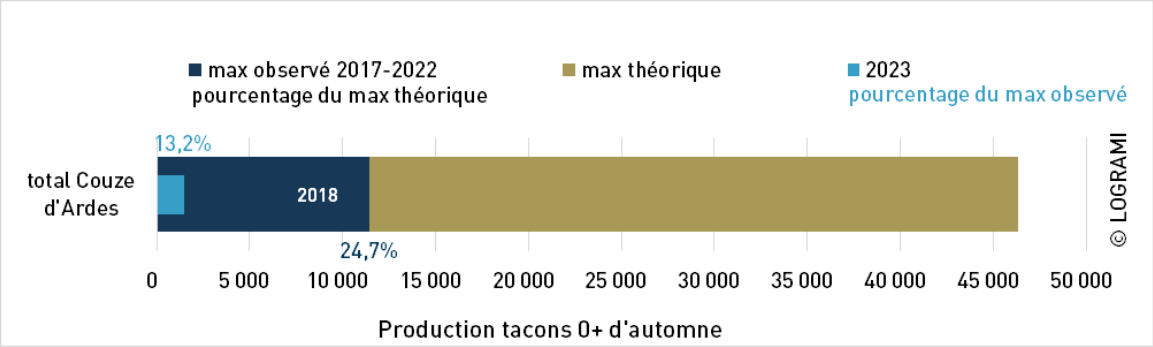


Figure 330 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Comme pour la Couze Chambon et la Couze Pavin, l'arrêt de l'alevinage sur la Couze d'Ardes entraîne une perte de production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer que le secteur S4 de l'Allier par exemple (32 km plus en aval) et présentant moins d'obstacles potentiellement impactant à la dévalaison.

10.5.3.10 Abondance de juvéniles de saumons sur l'Alagnon

Indices d'Abondance 2023

Sur l'Alagnon en 2023, 16 stations ont été échantillonnées entre Ferrières-St-Mary (15) et Beaulieu (63) (50 km). Sur ces 16 stations, seulement 2 stations ont permis d'échantillonner des tacons 0+. Il s'agit des stations en amont et en aval du seuil de Chambezon sur lesquelles un seul tacon d'automne a pu être échantillonné sur chaque station (Figure 331). Le secteur exploité correspond à un linéaire de 15 km compris entre l'amont immédiat de la retenue du seuil de Chambezon et la confluence avec l'Allier. Les indices d'abondance varient de 0 à 1 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de l'Alagnon s'élève à 0,1 individus 0+/5 min (+/- 0,3)**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

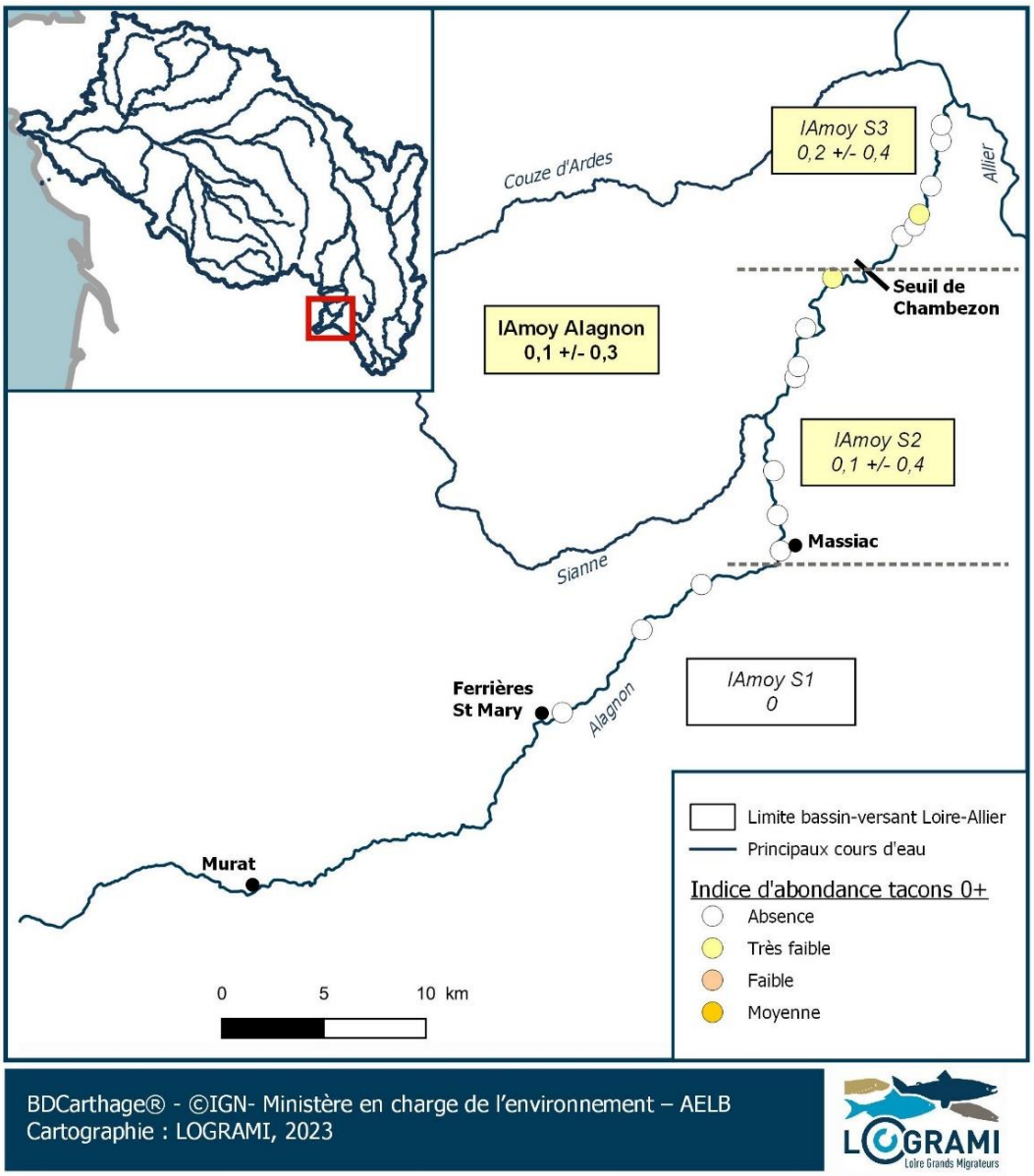


Figure 331 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur l'Alagnon en 2023 (16 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Sur le secteur S1 de l'Alagnon (Joursac - Massiac), l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est nul comme pour la plupart des années sans déversement d'alevin de pisciculture (Figure 332). Ce secteur amont, en lien avec l'effet cumulé des ouvrages situés sur les secteurs aval, n'est que très occasionnellement exploité par des géniteurs pour se reproduire. Pour rappel, pour atteindre ce secteur S1, les géniteurs potentiels doivent parcourir 35 km depuis la confluence avec l'Allier et franchir 5 ouvrages.

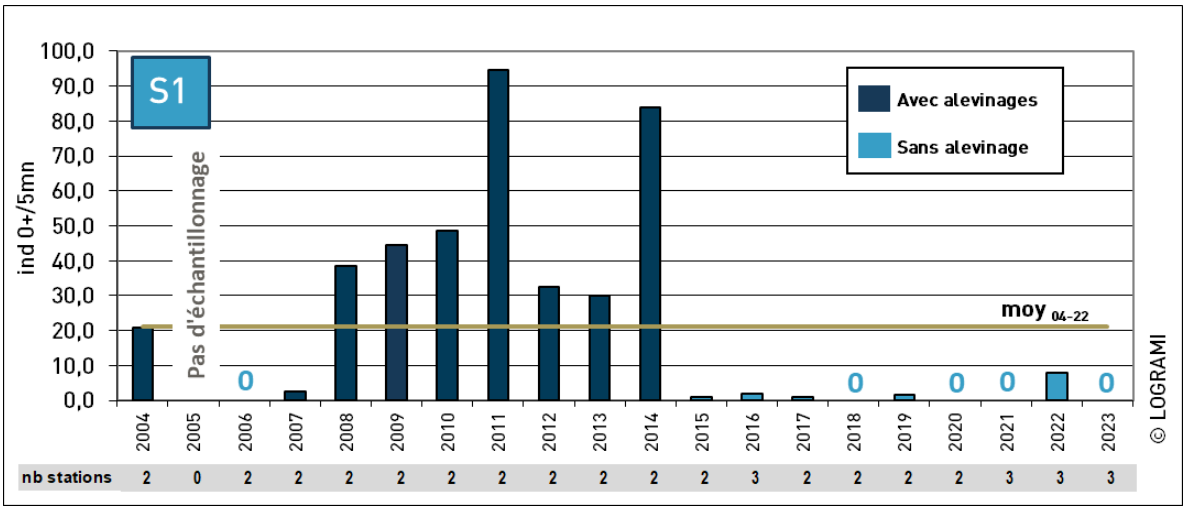


Figure 332 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Alagnon depuis 2004

Sur le secteur S2 de l'Alagnon (Massiac-Seuil de Chambezon), l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est très largement inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2022 (0,1 +/- 0,4 contre 41,7 +/- 51,7) (Figure 333). Il constitue l'indice moyen le plus faible de ce secteur pour les années sans alevinage. Ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2022 pour se reproduire et potentiellement par l'impact sur le recrutement naturel d'un petit coup d'eau dépassant durant un jour le seuil de 5 fois le module survenu le 11 mars 2023 soit entre l'éclosion et l'émergence. Pour rappel, pour atteindre ce secteur S2, les géniteurs potentiels doivent parcourir 12 km depuis la confluence avec l'Allier et franchir 2 ouvrages.

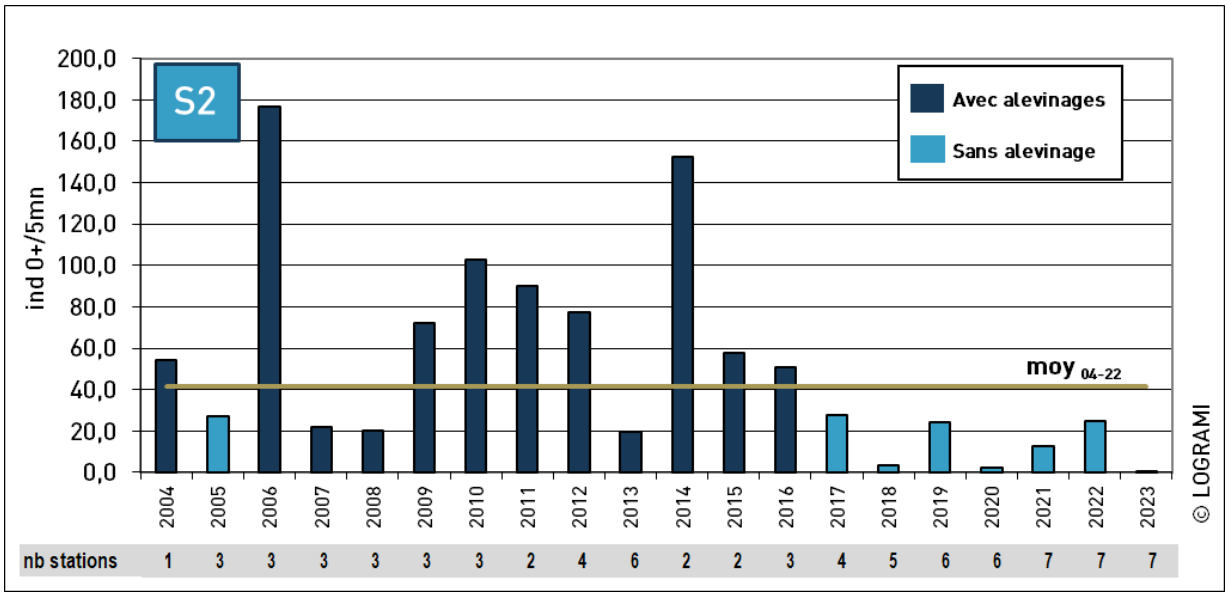


Figure 333 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Alagnon depuis 2004

Sur le secteur S3 de l'Alagnon (Seuil de Chambezon-Confluence Allier), l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 est très largement inférieur à la moyenne observée sur la période 2009-2022 (0,2 +/- 0,4 contre 27,4 +/- 29,8). L'indice d'abondance moyen de 2023 est également inférieur à celui observé sur la période 2017-2022 (15,7 +/-18,3) (Figure 334). 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 2022 et potentiellement par l'impact sur le recrutement naturel d'un petit coup

d'eau dépassant durant un jour le seuil de 5 fois le module survenu le 11 mars 2023 soit entre l'éclosion et l'émergence.

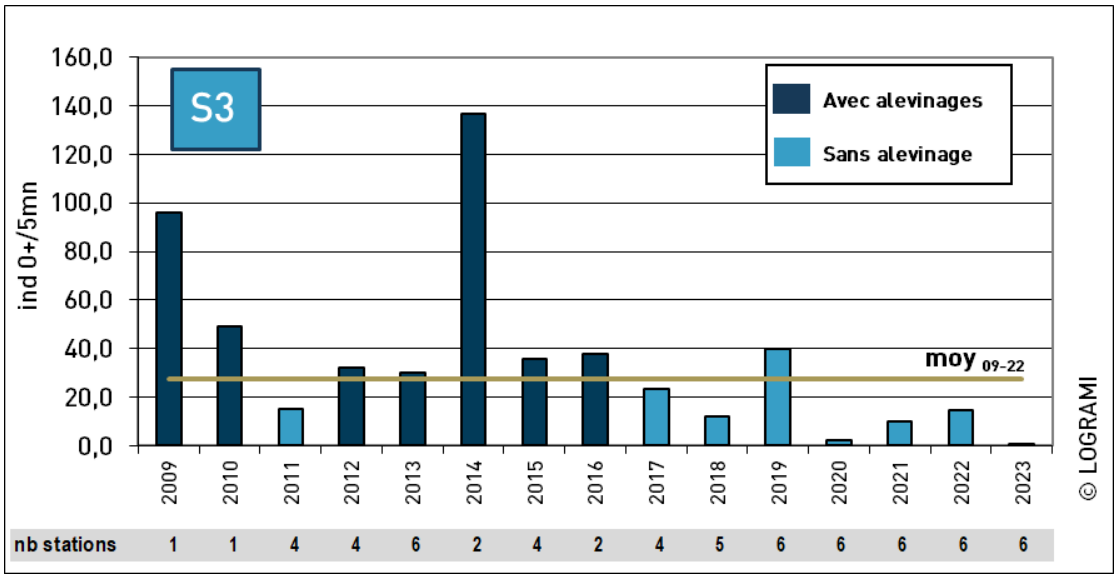


Figure 334 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Alagnon depuis 2009

A l'échelle de l'axe Alagnon, la comparaison des indices d'abondance moyens par secteur de l'année 2023 avec ceux observés en moyenne sur 2 périodes aux stratégies d'alevinage distinctes (S1 alevinages réalisés en 2004 et sur la période 2007-2014 ; S2 alevinages réalisés en 2004 et sur la période 2006-2016 ; S3 alevinages réalisés sur les périodes 2009-2010 et 2012-2016) met en évidence que les indices moyens de l'année 2023 sont, par leur faiblesse, sans équivalent historique et témoignent d'une quasi absence de reproduction naturelle en 2022 (Figure 335). En l'absence d'alevinage, les secteurs les plus aval S3 et S2 peuvent présenter une abondance de tacons natifs intéressantes bien qu'inférieures à celles constatées lors des années avec alevinages. Le secteur S3, le plus apical et donc le plus difficilement accessible par les géniteurs potentiels est lui largement moins exploité depuis l'arrêt des alevinages.

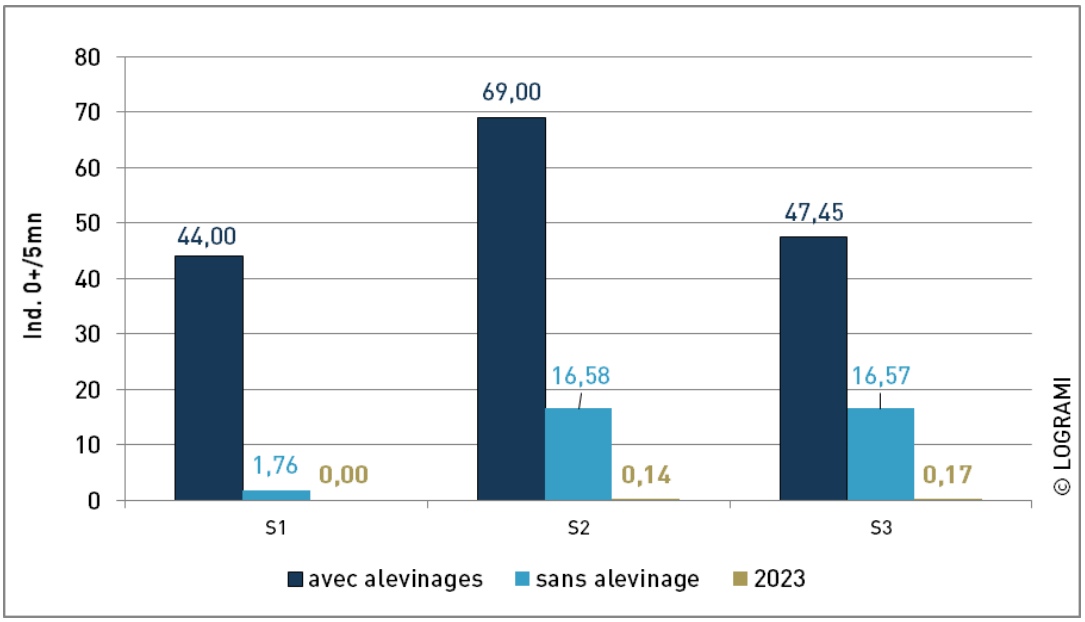


Figure 335 : Indices d'abondances moyens des tacons 0+ sur les 3 secteurs de l'Alagnon en 2023 et comparaisons avec les moyennes observées pour 2 périodes distinctes sur l'aspect « stratégie alevinage »

Production de tacons 0+ d'automne

Sur l'Alagnon, 3 secteurs ont été considérés : le cours principal entre Peyreneyre-Molompize et Massiac (S1), le cours principal entre Massiac et le seuil de Chambezon (S2) et le cours principal en aval du seuil de Chambezon (S3). Pour la septième année consécutive, suite à une demande des acteurs locaux, l'**Alagnon sur l'ensemble de son cours** n'a pas été aleviné en 2023. **Tous les tacons produits sur l'Alagnon en 2023 sont donc des natifs.**

Selon la méthode estimative employée, **l'Alagnon aurait produit en 2023, 188 tacons 0+ d'automne natifs** (Tableau 46). Cette très faible production se répartit à peu près équitablement entre les secteurs S2 et S3.

Tableau 46 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Alagnon en 2023

Secteur considéré	Surface ERR (m²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Part de la production (%)
S1 Peyreneyre - Massiac-Moulin Grand (décrit en 1999)	70 490	0		0 %
S2 Massiac-Moulin Grand - Seuil de Chambezon (décrit en 1999)	145 889	0,1	86	45,7 %
S3 Seuil de Chambezon - confluence Allier (décrit en 1999)	85 932	0,2	102	54,3 %
Total Alagnon	**302 311**		**188**	

Cette production est très largement inférieure à la moyenne observée sur la période 2004-2022 (73 095 +/- 63 571 ; min : 3 205 et max : 245 573) ainsi qu'à celle observée depuis 2017 et l'arrêt de l'alevinage (24 079 +/- 16 247 ; min : 3 205 et max : 43 084). Elle constitue la moins importante production jamais observée

depuis 2004 (Figure 336). Elle ne représente que 0,1 % de la production maximale observée en 2014 (année très favorable au développement des juvéniles de saumon), qui, elle-même, correspondait à 68,1 % de la production maximale théorique (360 543 tacons 0+) (Figure 337).

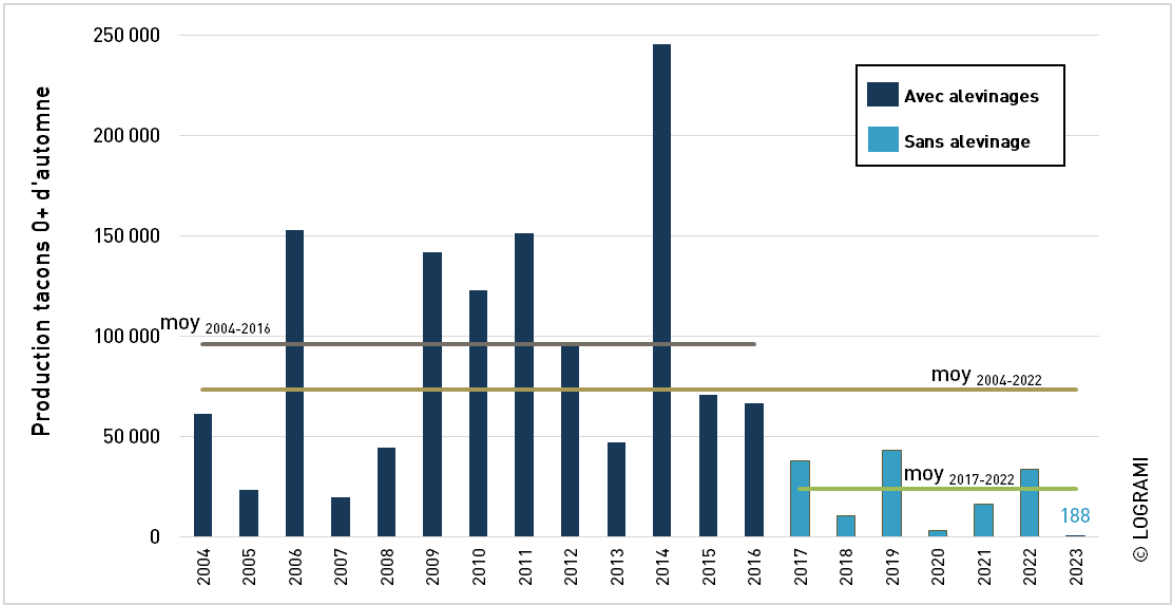


Figure 336 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Alagnon depuis 2004

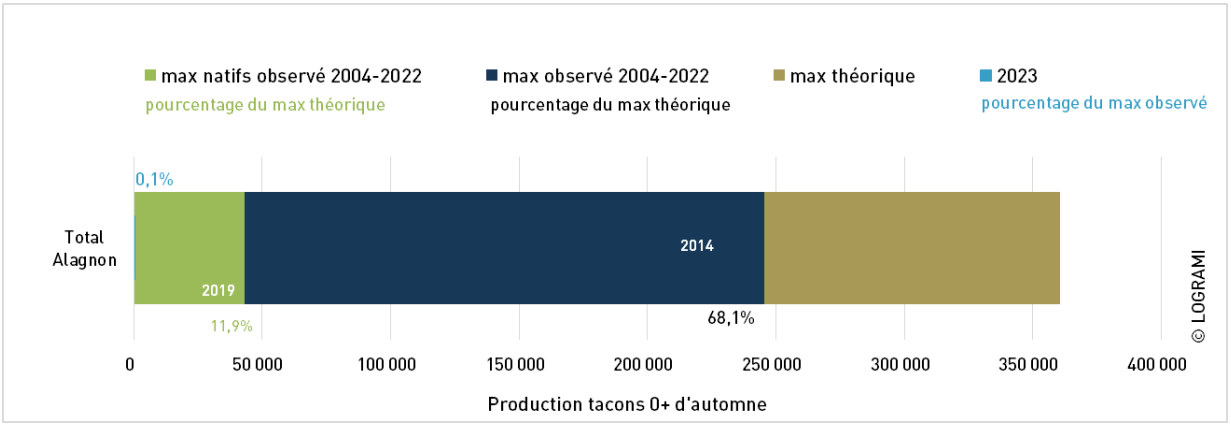


Figure 337 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Alagnon en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

La très faible production de juvéniles natifs sur l'Alagnon en 2023 est induite par la très faible exploitation de ce cours d'eau en lien avec les faibles effectifs de géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy en 2022 et le potentiel impact de la crue du 11 mars 2023 sur le développement des oeufs.

10.5.3.11 Abondance de juvéniles de saumons sur la Sénouire

En raison d'un débit extrêmement limité pendant la période d'échantillonnage (quasi-rupture d'écoulement), la Sénouire n'a pu être échantillonnée en 2023 (Figure 338). Ceci est d'autant plus dommageable que 2 frayères y avaient été observées en décembre 2022.

Figure 338 : La Sénouire en quasi rupture d'écoulement à Fontannes (43) le 12/09/2023

10.5.3.12 Abondance de juvéniles de saumons sur la Cronce

Indice d'Abondance 2023

La Cronce est un petit affluent altiligérien 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. Pour la troisième année consécutive, un échantillonnage a été réalisé sur l'extrémité aval de ce cours d'eau. Initialement cet échantillonnage permettait de suivre le résultat du déversement manuel en 2021 de 5 842 alevins et 6 881 en 2022. En 2023, seulement 18 alevins, sur les 11 006 produits par l'incubateur à partir de 13 300 œufs de saumons sauvages en provenance du CNSS, ont été déversés dans la Cronce entre le 9 et le 15 mai 2023. En raison de la faiblesse de cet effectif déversé, il paraît délicat d'imaginer une évaluation fiable de cette action en 2023.

La station d'échantillonnage située à Aubazat (43) correspond aux 200 premiers mètres de la Cronce depuis la confluence avec l'Allier (Figure 339).

L'indice d'abondance obtenu sur cette station est de 3 tacons 0+/5 min. Il correspond à une abondance pouvant être considérée comme très faible.

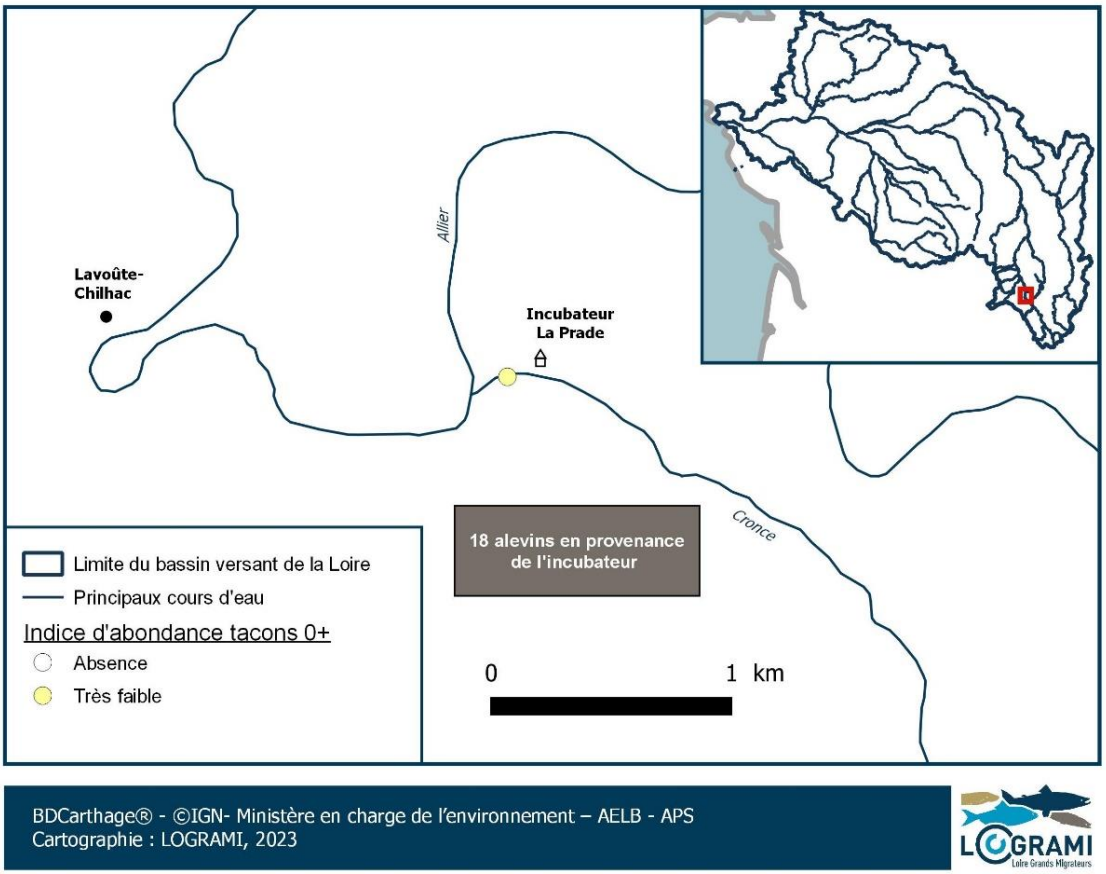


Figure 339 : Indice d'abondance des tacons 0+ sur la Cronce en 2023 (1 station) et déversement d'alevins (APS)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Avec seulement 3 tacons 0+/5 min, l'indice d'abondance 2023 est le plus faible des 3 années suivies (2021-2022 et 2023). Le plus fort indice a été observé en 2021 (55 tacons 0+/5 min) (Figure 340).

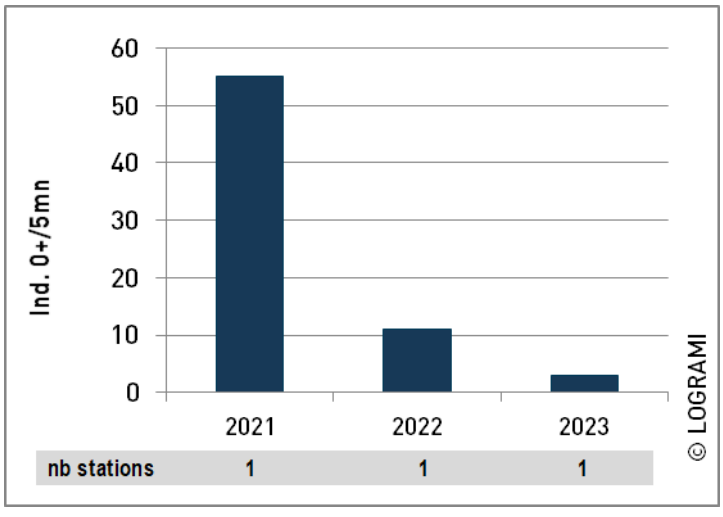


Figure 340 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Cronce depuis 2021

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Cronce, le secteur considéré correspond aux premiers 1 100 m sur lesquels ont été déversés les 18 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 m^2 (largeur moyenne à 2,72 m). Les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme déversés.

Selon la méthode estimative employée, la Cronce aurait produit, en 2023, 53 tacons 0+ d'automne (pour 18 alevins déversés), soit 20 fois moins qu'en 2021 (pour 5 842 alevins déversés) (Figure 341). Ce résultat semble mettre en évidence soit que la méthode estimative et notamment la surface productive considérée engendre une probable surestimation de la production, soit que la Cronce ait été colonisée par des tacons de l'Allier.

Les capacités productives de ce « petit » affluent sont donc fluctuantes d'une année sur l'autre. La très faible hydrologie en fin d'été 2022 et 2023 semble être un caractère explicatif des plus faibles productions.

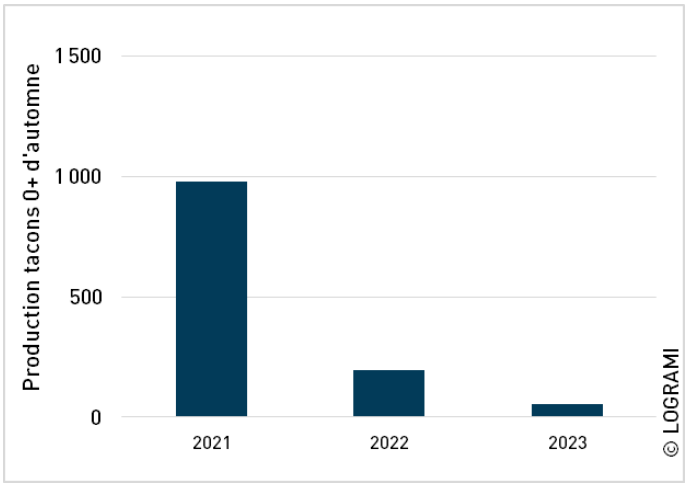


Figure 341 : Production de tacons 0+ d'automne de la Cronce depuis 2021

10.5.3.13 Abondance de juvéniles de saumons sur la Desges

Indices d'Abondance 2023

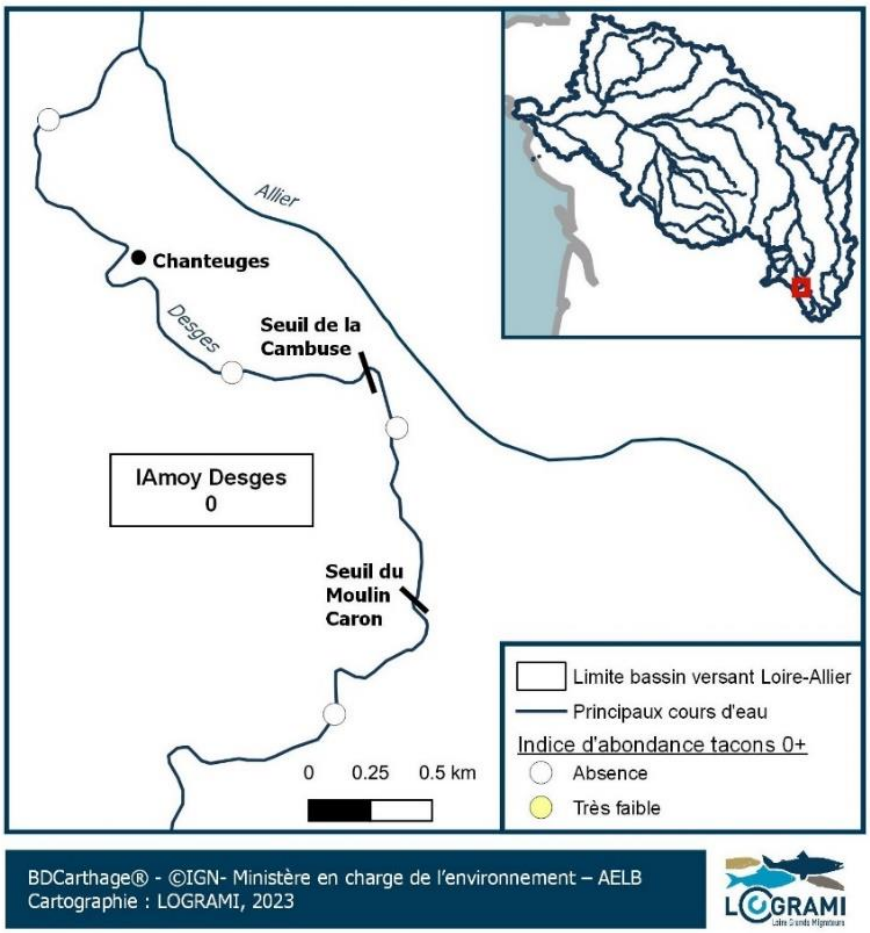


Figure 342 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Desges en 2023 (4 stations)

Sur la Desges en 2023, aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 4 stations échantillonnées (Figure 342).

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Pour la deuxième fois depuis 2017, l'indice d'abondance moyen de l'année 2023 sur la Desges est donc nul. (Figure 343). Comme pour les autres années de faibles productions (2018, 2021, 2022), il est fort probable que la reproduction en 2017, 2020, 2021 et 2022 ait été très faible, voire inexistante. 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.

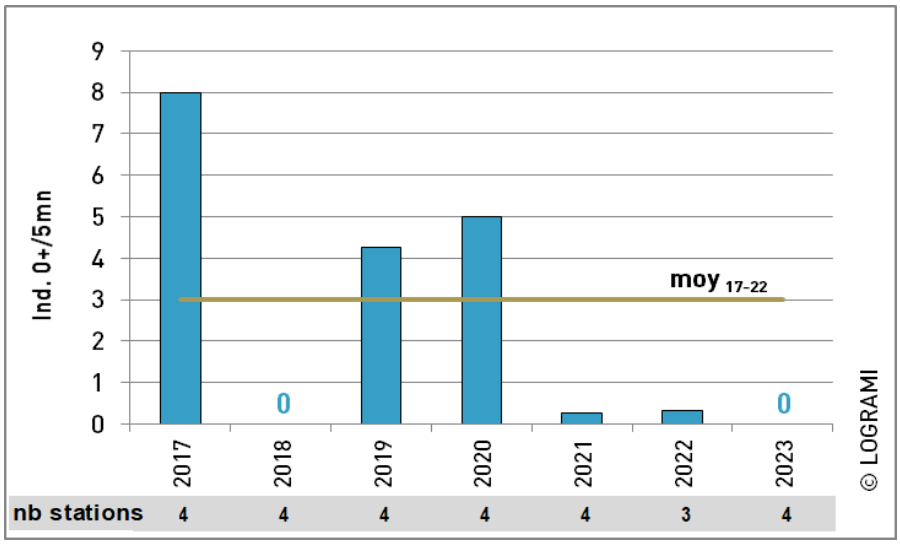


Figure 343 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur la Desges depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Aucun tacon 0+ d'automne n'a donc été produit sur le linéaire échantillonné de la Desges en 2023 (Figure 344). La production maximale a été observée en 2017 (max : 1 348). Elle ne correspondait qu'à 1,3 % de la production maximale théorique (105 543 tacons 0+) (Figure 345).

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.

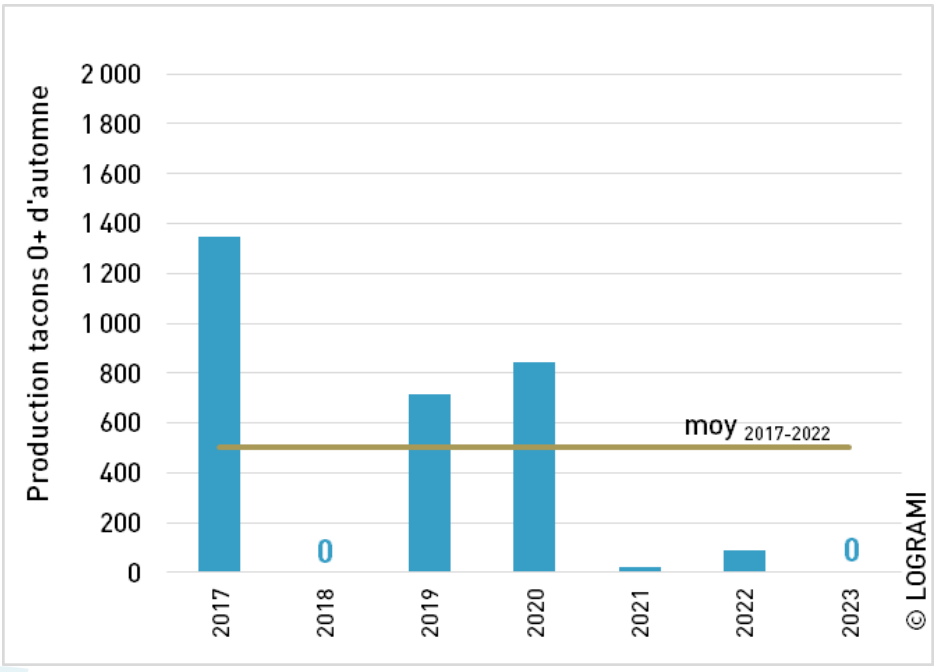


Figure 344 : Production de tacons 0+ d'automne de la Desges depuis 2017

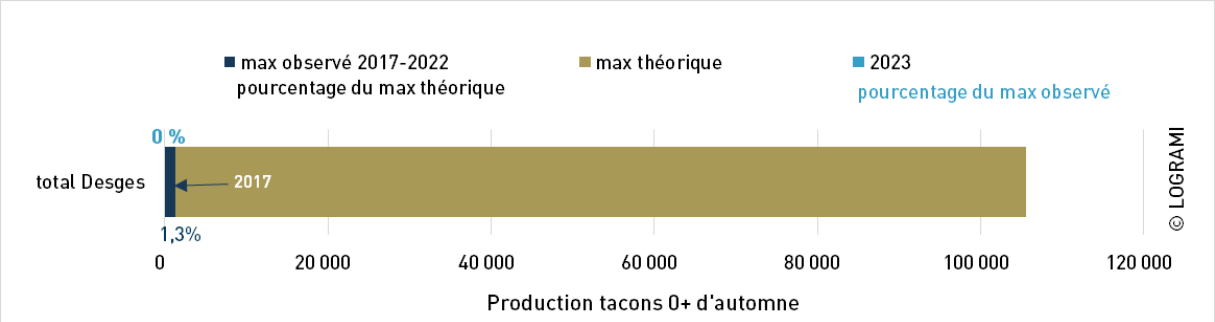


Figure 345 : Production de tacons d'automne 0+ de la Desges en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.

10.5.3.14 Abondance de juvéniles de saumons sur le Chapeauroux

Indices d'Abondance 2023

Aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 3 stations échantillonnées sur le Chapeauroux en 2023 entre Saint Bonnet de Montauroux et la confluence avec l'Allier (5,7 km) (Figure 346).

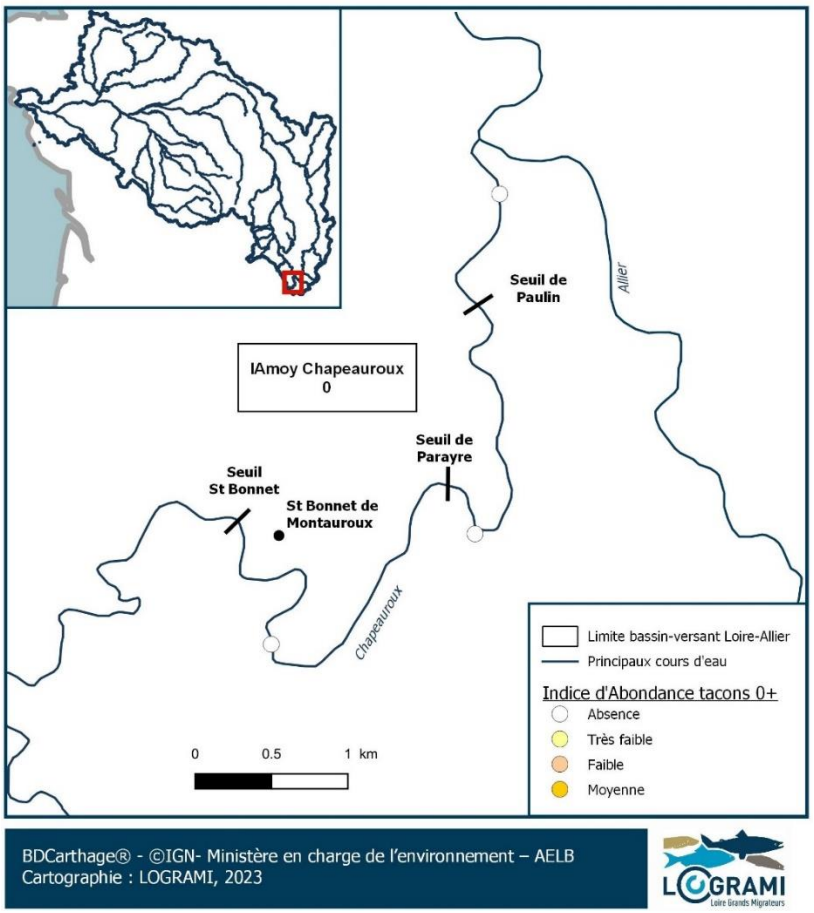


Figure 346 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur le Chapeauroux en 2023 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Depuis 2021, 3 stations sont échantillonnées entre la confluence avec l'Allier et St Bonnet de Montauroux. Sur ces 3 années, seule la station « Aval Passerelle STEP Chapeauroux » qui avait par ailleurs déjà été échantillonnée en 2012, 2013 et 2015, a présenté des tacons 0+ en 2021 (Figure 347). Pour la deuxième année consécutive, aucun tacon 0+ n'a été capturé en 2023. La présence de tacons 0+ sur le Chapeauroux semble donc être occasionnelle et restreinte au premier kilomètre situé à l'aval du seuil Paulin.

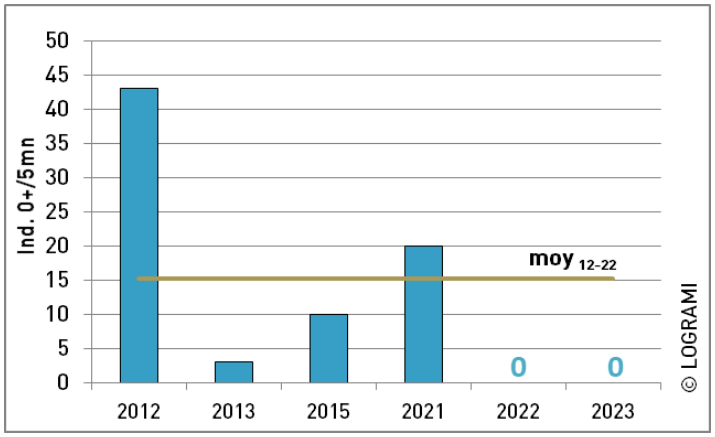


Figure 347 : Indice d'Abondance des tacons 0+ sur la station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" en 2012, 2013, 2015, 2021, 2022 et 2023

Production de tacons 0+ d'automne

Aucun tacon 0+ d'automne n'a donc été produit sur le Chapeauroux en 2023 (Figure 250). Une production maximale avait été observée en 2012 (max : 1 219). Elle ne correspondait néanmoins qu'à 1 % de la production maximale théorique (126 296 tacons 0+) (Figure 349). Seul ce niveau de production observé en 2012 semble indiquer qu'elle était induite par une reproduction de géniteurs directement sur le Chapeauroux (frayère potentielle déjà observée comme active). Pour les autres années, la production étant très réduite, la proximité avec l'Allier et notamment avec des points de déversements sur l'Allier (en 2021) ne permettait pas d'exclure la possibilité que les tacons 0+ du Chapeauroux en soient issus.

Il est fort probable, contrairement à ce qui a pu sûrement se produire en 2013, 2015, 2021 et 2022, que les très faibles débits à l'étiage 2023 ont réduit l'attractivité du Chapeauroux pour de potentiels tacons 0+ « colonisateurs » en provenance de l'Allier. Ce cours d'eau qui présenterait une production potentielle maximale estimée à 126 296 tacons 0+ d'automne apparaît très nettement sous-exploité.

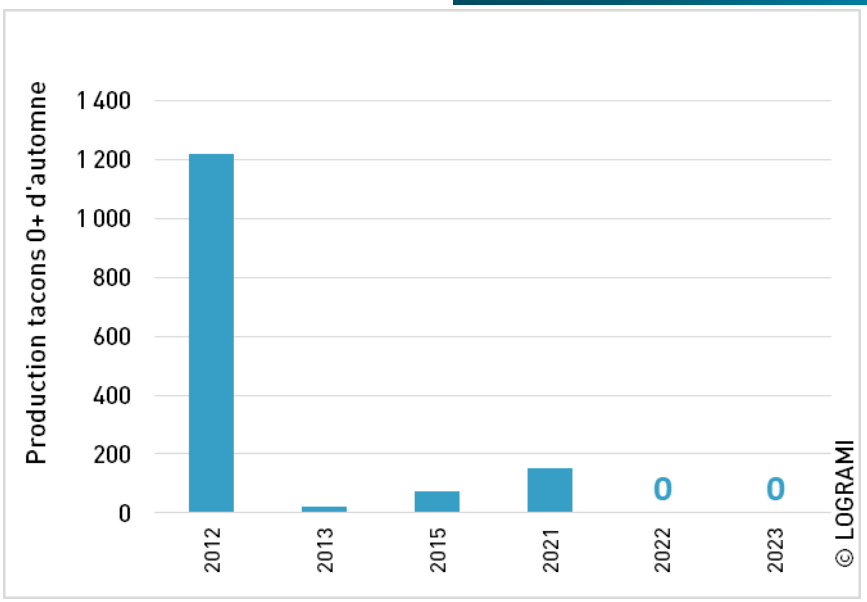


Figure 348 : Production de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux depuis 2012

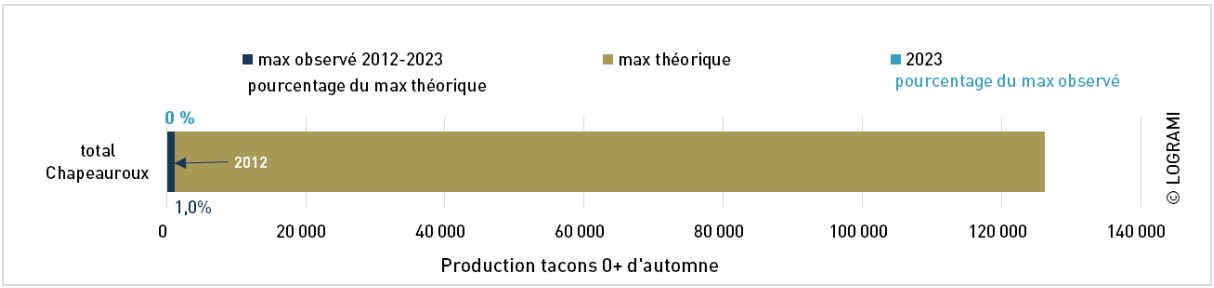


Figure 349 : Production de tacons d'automne 0+ du Chapeauroux en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

10.5.3.15 Abondance de juvéniles de saumons sur l'Espezonnette

Indices d'Abondance 2023

Sur l'Espezonnette en 2023, sur les 3 stations échantillonnées sur les 3,5 premiers kilomètres, aucun tacons 0+ d'automne n'a été capturé (Figure 350). L'**indice d'abondance moyen de l'Espezonnette est donc nul**.

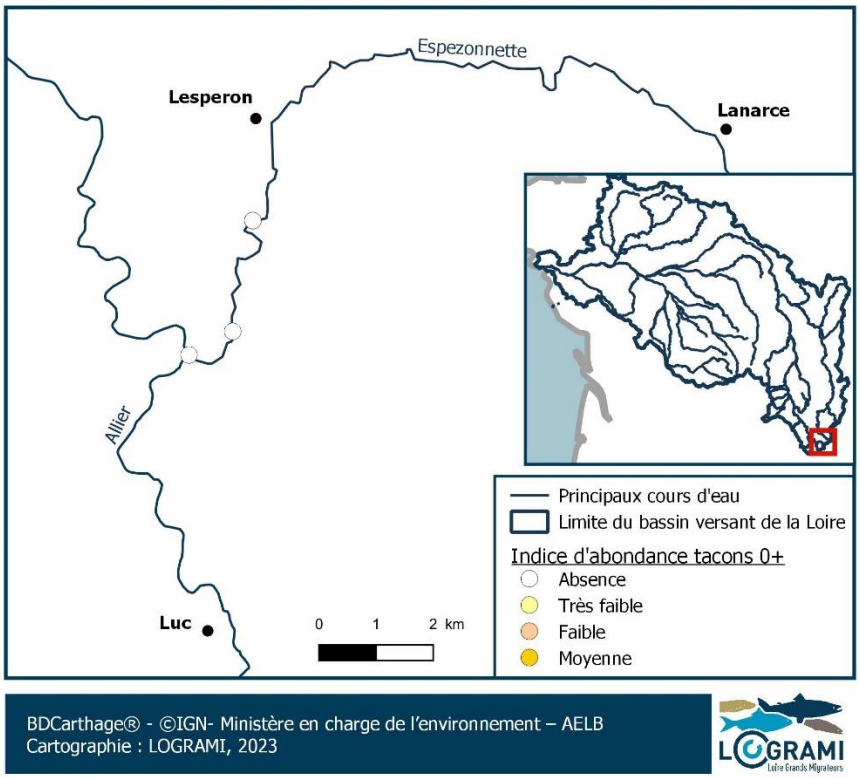


Figure 350 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur l'Espezonnette en 2023 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Depuis que ce cours d'eau est échantillonné selon le protocole des Indices d'Abondance en 2020, une alternance « présence / absence » de juvéniles de l'année est constatée une année sur deux. 2023 constitue donc une année sans tacons 0+ suivant une année 2022 pour laquelle des tacons 0+ avaient été capturés. L'indice moyen observé en 2023 est donc nul comme celui de 2021 (Figure 351). Il semblerait que, comme constaté en 2021 (année de reproduction 2020) aucune reproduction n'ait eu lieu sur cette partie aval de l'Espezonnette en 2022.

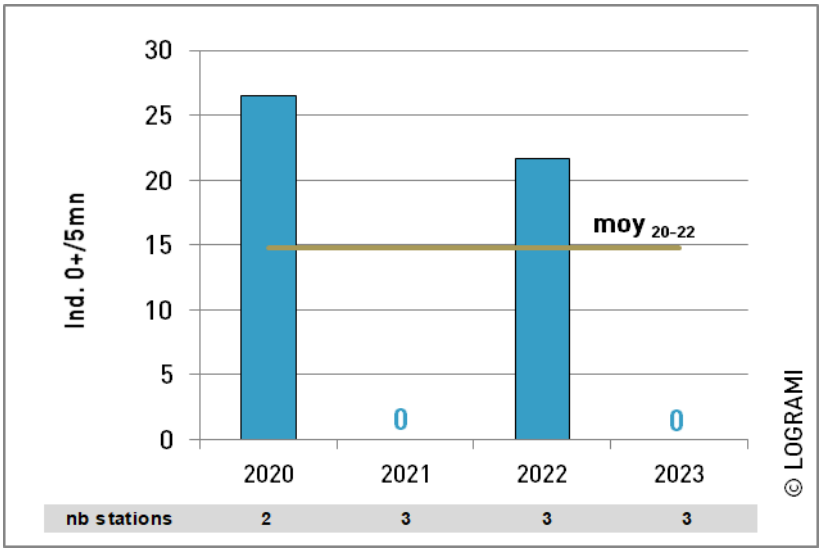


Figure 351 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur l'Espezonnette depuis 2020

Production de tacons 0+ d'automne

Aucun tacon 0+ d'automne n'a été produit sur le linéaire échantillonné de l'Espezonnette en 2023 (Figure 352). La production maximale avait été observée en 2022 (max : 1 021). Elle ne correspondait qu'à 1,3 % de la production maximale théorique (36 746 tacons 0+) (Figure 353).

En raison de sa localisation très apicale sur le bassin de l'Allier (270 km de Vichy- 53 km en amont du barrage de Poutès), l'exploitation annuelle de la zone « aval » de l'Espezonnette n'est pas systématique et semble liée aux effectifs migrants et à une hydrologie automnale favorisant une migration vers l'amont.

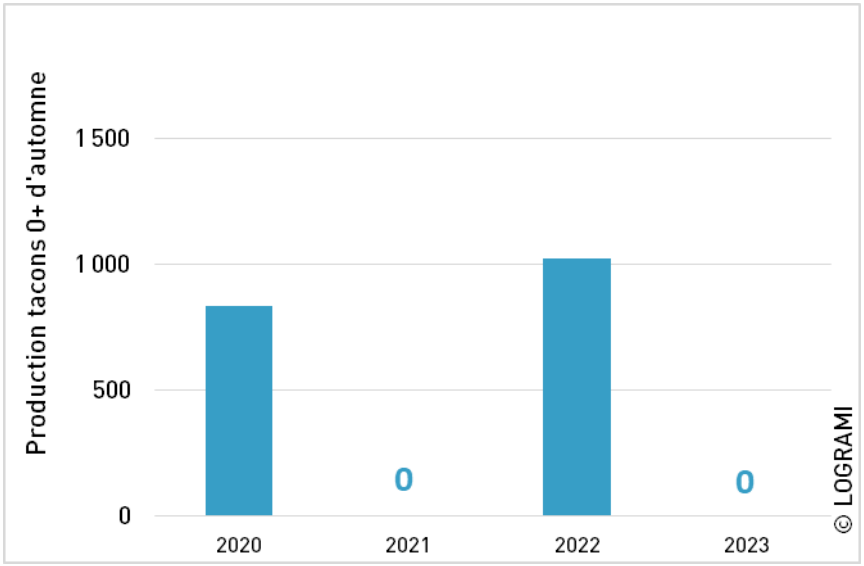


Figure 352 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Espezonnette depuis 2020

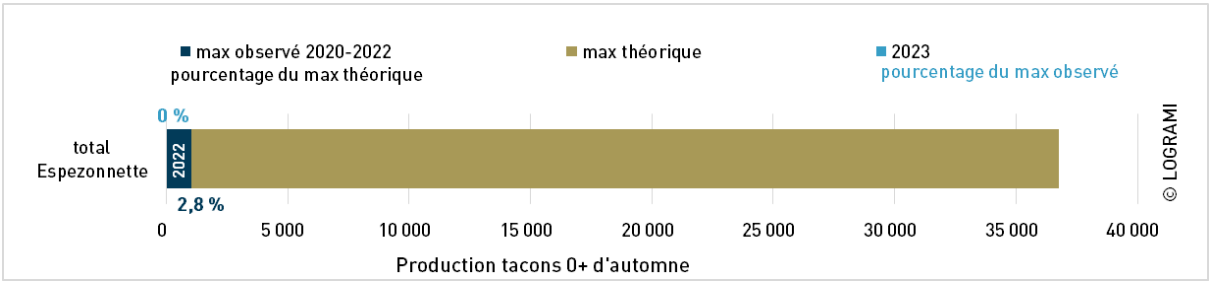


Figure 353 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Espezonnette en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

10.5.3.16 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 2023, 68 097 tacons 0+ d'automne** répartis sur seulement 4 cours d'eau : l'Allier, la Couze d'Ardes, l'Alagnon et la Cronce (Figure

354). Avec 97,43 % (66 347 tacons 0+), l'Allier représente très largement la part la plus importante de la production globale du bassin. La Couze d'Ardes, l'Alagnon et la Cronce contribuent très faiblement avec respectivement 2,2 %, 0,28 % et 0,08 % de la production.

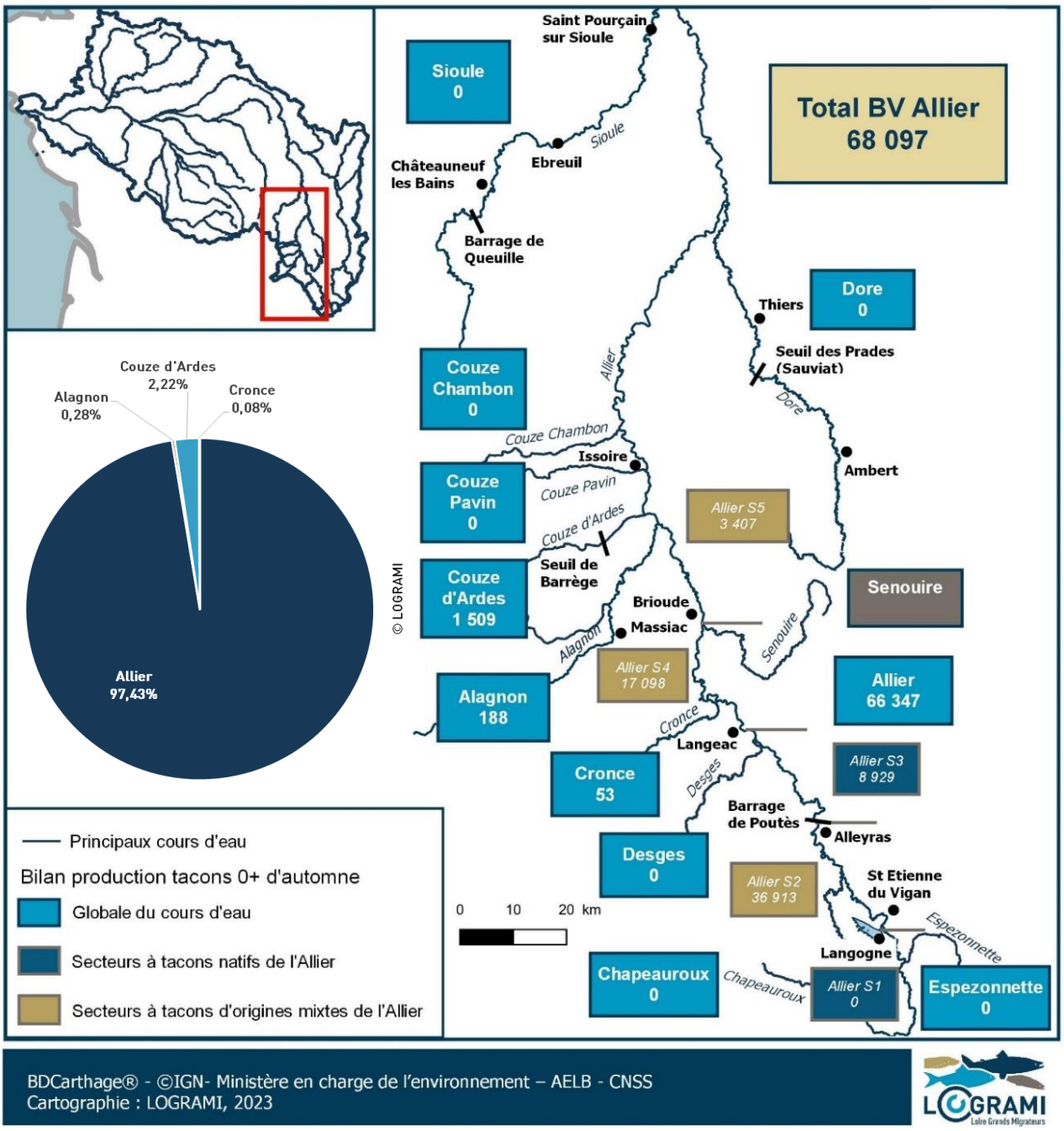


Figure 354 : Production de tacons 0+ d'automne et part relative des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2023

La production 2023 correspond à 9,5 % 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 355).

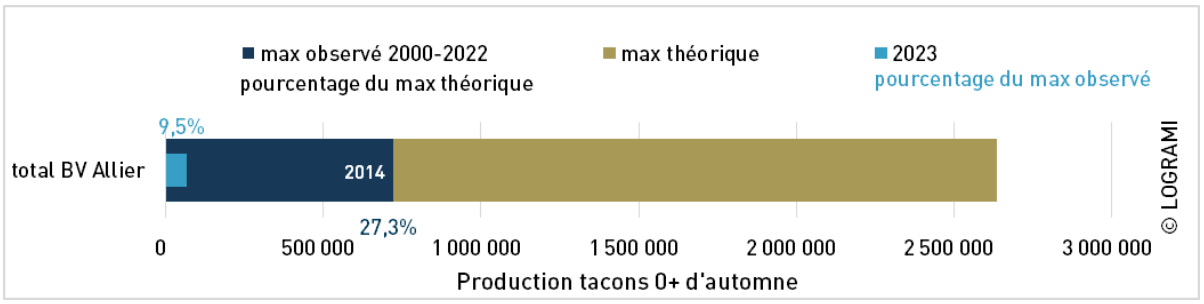


Figure 355 : Production de tacons d'automne 0+ du bassin versant de l'Allier en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.

La production estimée du bassin de l'Allier en 2023 est la plus faible jamais obtenue depuis 2001, très loin de la production moyenne considérée depuis 2000 (355 884 +/- 130 967 ; 19,7%) (Figure 356), pour un effectif de géniteurs potentiels et des quantités alevinées ne représentant que 39,4% et 35,1% des moyennes respectives. L'année 2023 s'intègre donc dans la tendance au déclin de la production de juvéniles observée depuis 2020 en lien avec une concomitance de la diminution des effectifs de géniteurs potentiels et celle des quantités d'alevins de pisciculture déversés. Il semblerait, par ailleurs, que les conditions hydro-climatiques de l'année 2022 plutôt défavorables à la migration des géniteurs vers l'amont du bassin (voir les mauvais taux de transfert Langeac/Vichy), aux conditions de développement des juvéniles réputées plus favorables, ont induit une « perte » de production.

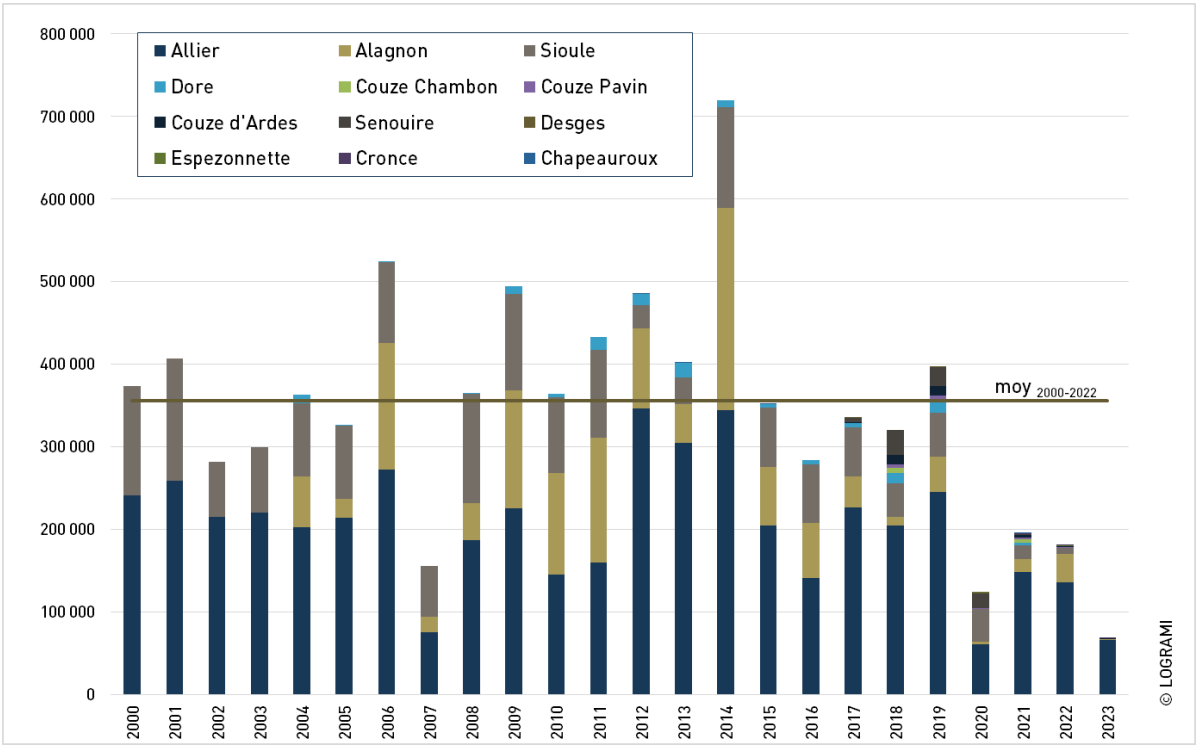


Figure 356 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2000

Pour rappel, sur la période 2000-2019, l'effort d'alevinage était relativement constant avec une moyenne de 1 022 264 +/- 250 708 alevins déversés par an sur l'ensemble du bassin de l'Allier, hors année 2007 durant laquelle la quantité a été environ divisée par 2 (573 687 alevins déversés). Malgré une dépose d'œufs

potentielle correspondant à la moyenne de l'historique des suivis (376 frayères comptabilisés sur le bassin de l'Allier en 2006), la faiblesse de la production de cette année atypique peut donc, en partie, s'expliquer par cette diminution de l'effort d'alevinage. Suivant la même logique, sur la période 2020-2023, la diminution progressive de l'effort d'alevinage (497 457 en 2020, 322 943 en 2021, 275 992 en 2022 et 320 247 en 2023 ; moyenne 354 284 +/-97 869), explique en partie la diminution de la production globale observée.

La production de tacons 0+ historiquement basse de 2020, quant à elle, s'explique par la survenue de crues importantes sur le bassin de l'Allier à des moments clés ayant sévèrement impacté à la fois les alevins déversés et le recrutement en juvéniles natifs (déjà faiblement présents dû à une dépose d'œufs potentielle réduite sous l'effet conjoint d'un nombre réduit de géniteurs potentiels et d'une mortalité estivale importante en 2019).

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 ont 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 smolts.**

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 2022 : sur S2, S4 et S5 sur l'Allier).

Compte tenu de la diminution du nombre de secteurs alevinés en 2023, 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 :

- Pour la septième année consécutive suite à une demande des acteurs locaux, l'Alagnon sur l'ensemble de son cours n'a pas été aleviné en 2023 ;
- Sur l'Allier, pour la cinquième année consécutive, en raison du déversement de 140 143 alevins sur le secteur S2 (Saint Etienne du Vigan-Alleyras ; 43), seuls les secteurs S1 et S3 sont concernés par cette analyse ;
- Sur le Chapeauroux, affluent lozérien rive gauche de l'Allier situé en amont d'Alleyras (S2) ;
- Sur la Couze Chambon, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes, non alevinées en 2023 ;
- Pour la septième 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 ;
- Sur la Dore, les déversements d'alevins de pisciculture ont été abandonnés sur l'ensemble de son linéaire depuis 2020 ;
- 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 ;
- Sur la Senouire, non alevinée en 2023 ;
- Sur la Sioule, sur l'ensemble de son linéaire car non alevinée en 2023 (deuxième année consécutive).

Avec **10 626 tacons 0+ natifs, la production du bassin de l'Allier en 2023** est la plus faible jamais estimée depuis 2009 (Figure 357). Elle correspond au dixième de la production moyenne sur la période 2009-2022 (119 668 +/ 56 095). Avec une valeur de 15,6 %, **l**a proportion d'individus natifs de la population globale en 2023 constitue, avec celle de 2020, la plus faible proportion jamais calculée depuis

que la distinction “natif/aleviné” par secteur est possible (2009). Cette proportion est donc nettement inférieure à la moyenne observée depuis 2009 (34,1+/- 14,4).

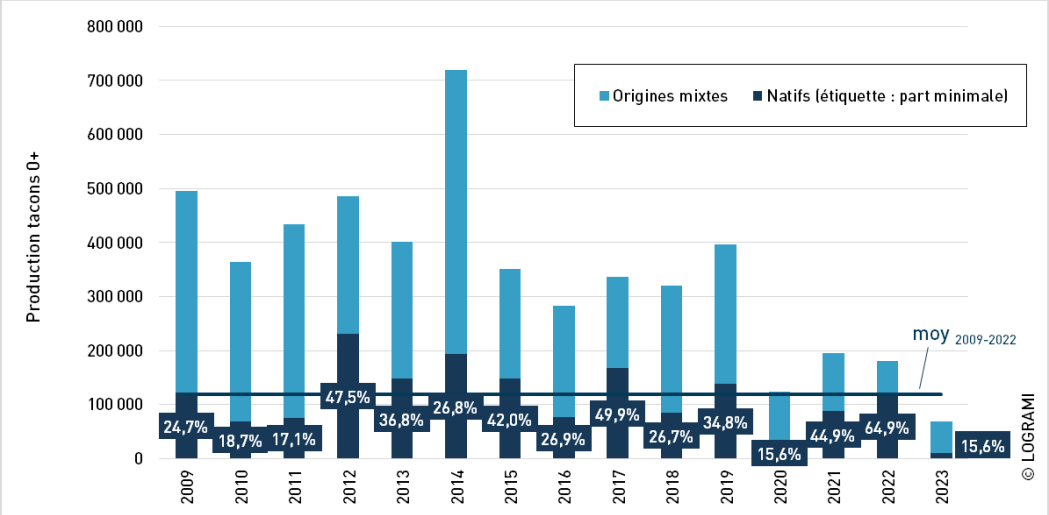


Figure 357 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2009

En faisant fi des tacons natifs produits sur les secteurs alevinés de l’Allier (S2-S4 et S5) car d’origine mixte (présence avérée de quelques frayères sur ces secteurs en 2022), avec 84,0 %, l’Allier représente la majorité de cette production de tacons natifs (8 929 tacons 0+) (Figure 358). La fraction résiduelle se répartie entre la Couze d’Ardes (14,2 % ; 1 509 tacons 0+) et l’Alagnon (1,8 % ; 188 tacons 0+) (Figure 358). La très faible contribution de l’Alagnon dans cette production de tacons 0+ natifs ainsi que la contribution notable de la Couze d’Ardes paraissent atypiques au regard des valeurs observées depuis 2017.

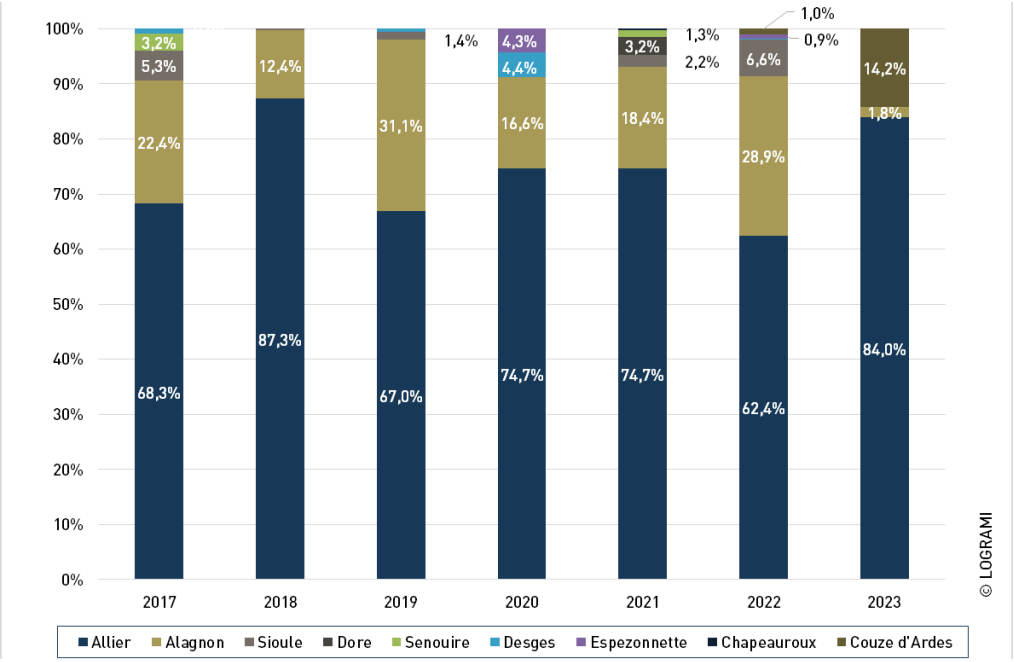


Figure 358 : Répartition des tacons 0+ d'automnes natifs produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017

10.6. Dévalaison des smolts

10.6.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie

10.6.1.1 Température

Déclenchement de la smoltification

La température influence à la fois la smoltification et le déclenchement de la dévalaison (Jonsson & Ruud-Hansen, 1985).

Selon McCormik et al. (1998) (Figure 359):

- La période de smoltification dure environ 100 degrés jours ;
- L'activité de la Na-K-ATPase est optimale entre 100 et 200 degrés jours ;
- Elle commence à chuter après le 200eme degré jours ;
- Après le 500eme degré jours sans avoir dévalé, le smolt désmoltifie.

Le facteur environnemental principal responsable du déclencheur de la smoltification est la photopériode (Hoar, 1988). En effet, l'allongement des jours induit chez les jeunes saumons des réactions endocriniennes en cascades entre organes internes (hypophyse, hypothalamus, foie et même thyroïde) ayant des conséquences internes et externes : tolérance à la salinité, comportement plus grégaire, argentage et croissance rapide du poisson.

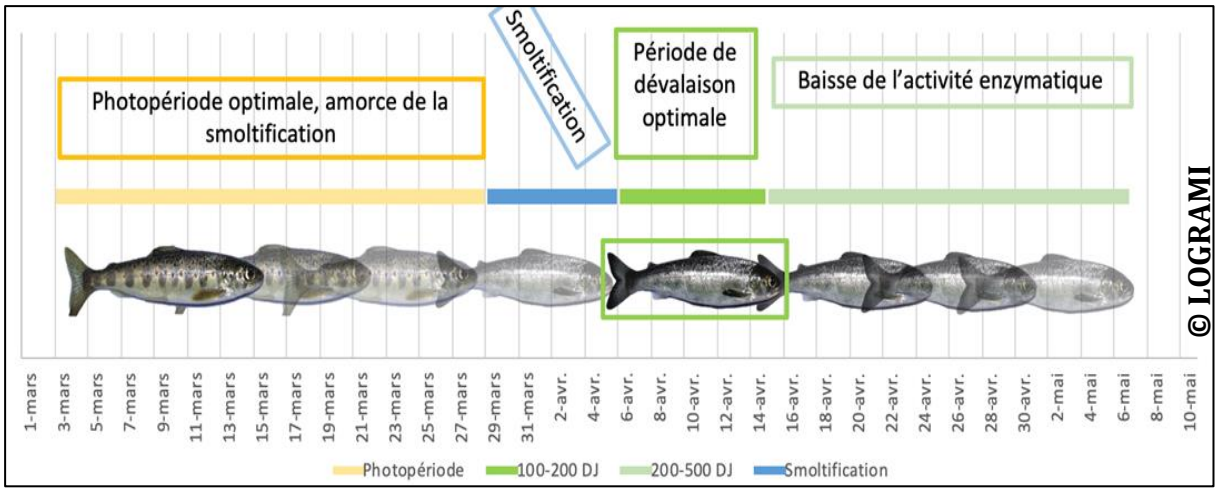


Figure 359 : Processus de dévalaison des smolts en fonction de la photopériode et le la température (exemple de la Gartempe à Châteauponsac : Campagno, 2019)

La fenêtre de photopériode optimale qui permet d'initier la smoltification a été déterminée sur les axes du bassin de la Loire qui accueillent de la reproduction de saumons. Une analyse du gain ou de la perte en temps en fonction de la date a été réalisée.

Pour chaque axe, le ratio « durée du jour à une date D divisé par la durée du jour à une date D-1 » est calculé afin de mettre en évidence les variations positives les plus importantes. Ces périodes de fortes variations positives sont les points de départ de la smoltification pour chaque rivière.

Ainsi, les dates de départ de la smoltification pour chaque axe sont les suivantes :

- **6 avril** sur la Gartempe à Châteauponsac,
- **2 avril** sur l'Allier à Langeac,
- **1 avril** sur la Sioule à Saint-Quintin-sur-Sioule,
- **4 avril** sur l'Alagnon à Massiac,
- **4 avril** sur la Dore à Ambert.

En moyenne sur l'ensemble des axes, la période de smoltification s'étale sur 10 jours +/- 1. Cette dernière est plus étalée sur l'Alagnon avec une période de 12 jours entre le 1er et 13 avril (Figure 360).

En moyenne, la période de dévalaison optimale s'étale également sur 9 jours +/- 1 entre le 13 et le 23 avril sur l'ensemble des rivières étudiées. Cette dernière est également plus étalée sur l'Alagnon avec une période de 11 jours.

En 2023, les périodes de smoltification (10 jours +/- 1) et de dévalaison (10 jours +/- 1) présumées sont globalement similaires aux données antécédentes. Des températures dans les normales de saison ont été constatées sur ces différents axes pendant le mois d'avril (+ 0,1 °C +/- 0,3).

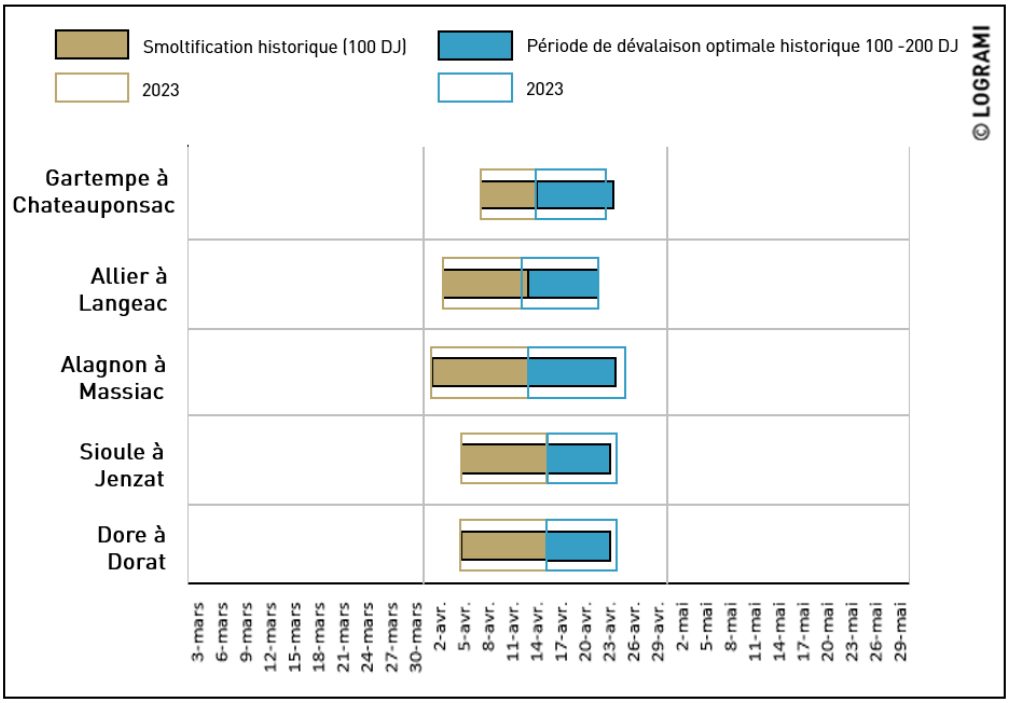


Figure 360 : Estimation des périodes de smoltification et de dévalaison des smolts sur la Gartempe, l'Allier, l'Alagnon, la Sioule et la Dore en 2023

Estimation des fenêtres favorables de dévalaison

Les comptages aux stations mettent en évidence des passages de smolts majoritaires sur la période de mars à mai en cohérence avec les calculs précédents. En fonction de la latitude, la température nécessaire pour amorcer la dévalaison varie entre 5 °C et 15 °C (McCormik et al., 1998). Une élévation rapide de la température peut initier une dévalaison précoce et accélérer la vitesse de migration (Martin et al., 2012). Pour des smolts d'origine Allier, conservés en pisciculture (Martin et al., 2012), l'activité de dévalaison est optimale entre 7,5 °C et 13,5 °C (Tableau 47).

Dans cette partie, l'amplitude du préférendum thermique (7,5 < T° < 13,5) pour la dévalaison des smolts va être analysée sur chaque station pendant la période de mars à mai ainsi que pendant l'amplitude moyenne de migration (90 % de migration).

Tableau 47 : Préféremdum de températures pour la migration des smolts (Sources : Martin et al., 2012)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	T° < 5
Migration limitée	5 ≤ T° < 7,5
Préférendum migration	7,5 ≤ T° ≤ 13,5
Migration limitée	13,5 < T° < 25
Risque mortalité	T° ≥ 25

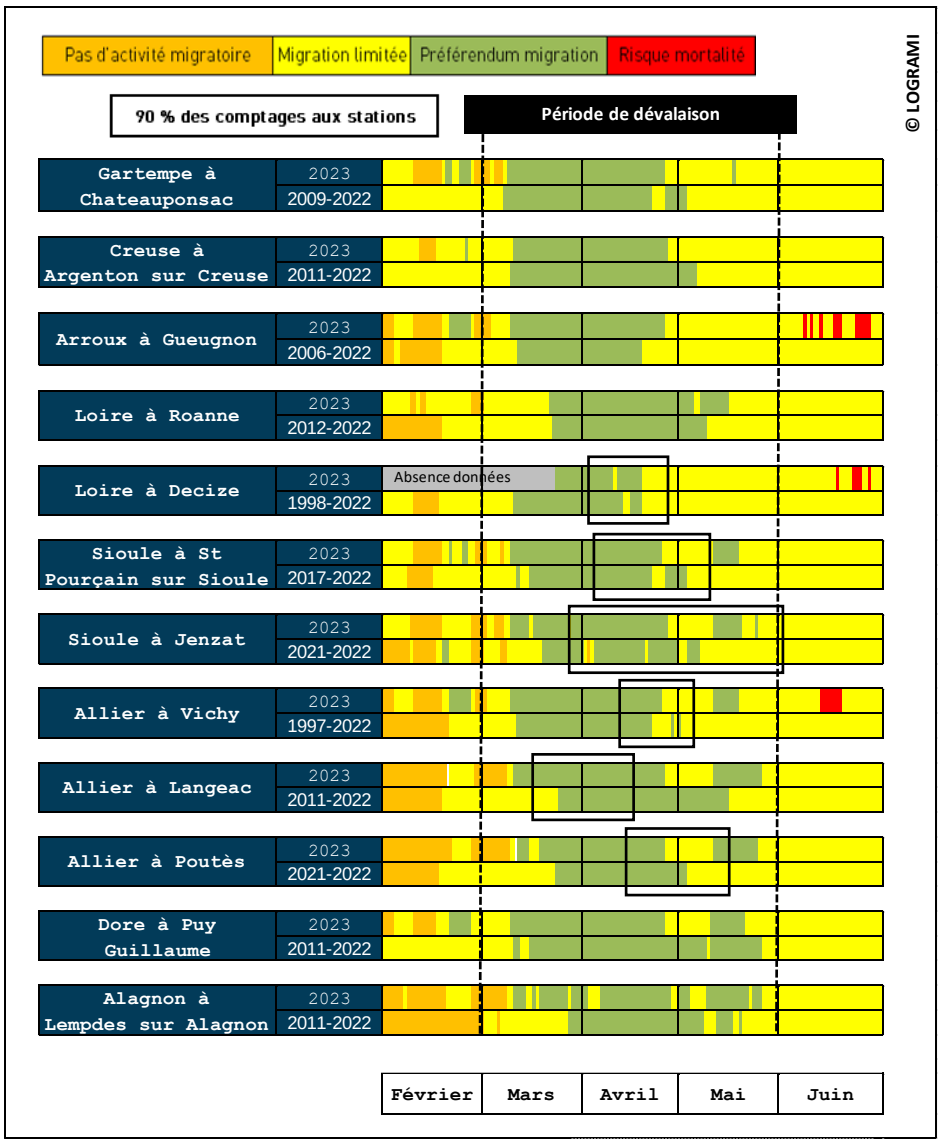


Figure 361 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration des smolts entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Durant la migration printanière en 2023, l'atteinte du seuil thermique de préférendum migratoire de 7,5 °C toutes stations confondues est plus précoce de 7 jours par rapport aux moyennes des données antérieures (11 mars +/- 2 jours contre 18 mars +/- 7 jours en moyenne).

L'amplitude du préférendum thermique (7,5 < T° < 13,5) pour la migration des smolts s'élève en moyenne depuis le début des mesures, toutes stations confondues, à 47 jours +/- 5 (Figure 362) soit 58 % +/- 10 du temps sur les 92 jours de mars à mai.

- Le maximum est atteint sur les têtes de bassin avec des valeurs supérieures à 59 jours aux stations de mesure d'Argenton sur Creuse sur la Creuse (+/- 8), Poutès sur l'Allier (+/- 16)
- Le minimum est enregistré aux stations de Gueugnon et Decize avec respectivement 41 % et 40 % ;
- Sur l'Allier, une diminution progressive de la fenêtre optimale de dévalaison de près 13 % entre l'amont (Poutès) et l'aval (Vichy) induite par l'augmentation naturelle de la température de l'eau selon le gradient amont – aval est observée.

En 2023, cette amplitude représente en moyenne 52 jours +/- 4. Les amplitudes printanières du préférendum thermique pour la migration des smolts (matérialisées par les barres vertes dans la Figure 361) ont été globalement plus longues de 4 jours (+/- 7) que les années précédentes pour l'ensemble les stations (Figure 362). Les températures dans les normales de saison de mars à mai sur l'ensemble du bassin (en moyenne + 0,5 °C +/- 0.3) ont augmenté l'amplitude du préférendum thermique favorable à la dévalaison des smolts.

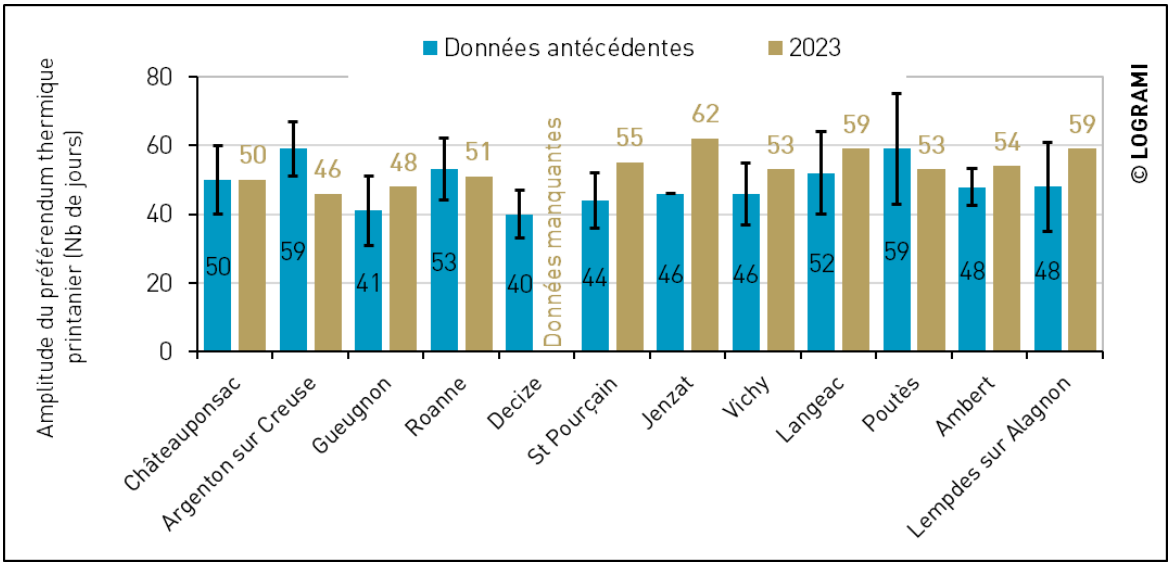


Figure 362 : Comparaison de l'amplitude moyenne des préférendums thermiques printaniers (mars à mai) pour la dévalaison des smolts aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures

Considérant 90 % de l'amplitude migratoire des smolts, ces températures favorables à la migration mesurées de mars à mai depuis le début de la mise en place des sondes thermiques couvrent en moyenne 61 % +/-7 de la période (Figure 363). Elles révèlent que, quelles que soient les années, les températures ne sont pas entièrement compatibles avec les exigences écologiques des smolts.

En 2023 sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables à la dévalaison des smolts représentent 68 % +/- 13 du temps (Figure 363). Ces dernières ont été globalement supérieures aux valeurs historiques (61 % +/- 7). La fenêtre de dévalaison des smolts a atteint 100 % à Langeac sur l'Allier. Les températures dans les normales de saison du mois d'avril et mai sur l'Allier à Langeac (en moyenne + 0,4 °C) ont augmenté de près de 10 jours l'amplitude du préférendum thermique favorable à la dévalaison des smolts.

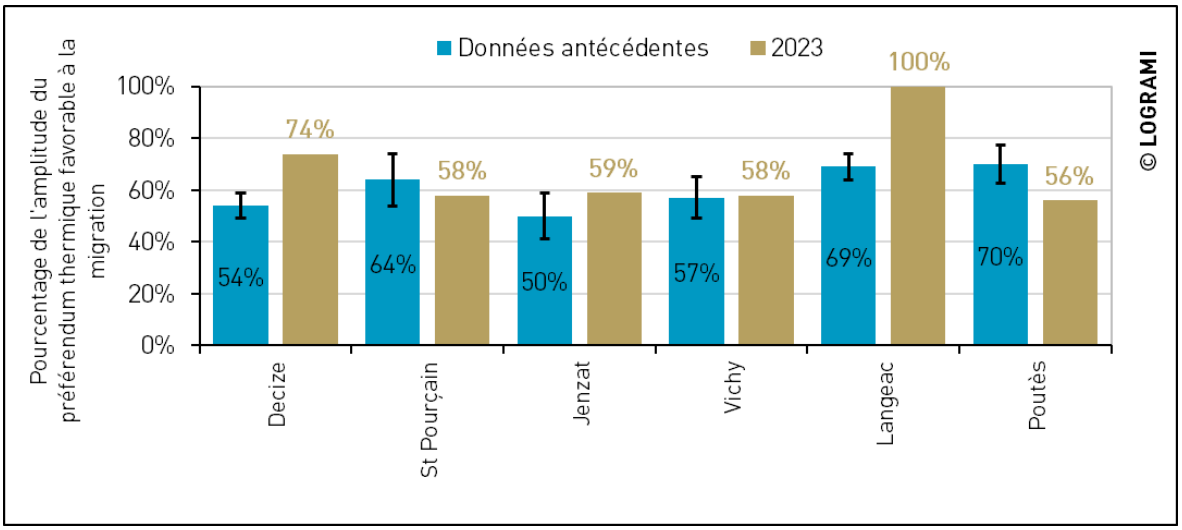


Figure 363 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la dévalaison des smolts aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures

10.6.1.2 Hydrologie

Le pattern de migration des smolts dépend du débit de l'eau (Stich et al., 2015). En général, les smolts sont davantage stimulés à dévaler quand le débit est plus élevé en combinant nage active et passive (Thorstad et al., 2013). Une accélération de la vitesse du courant stimule l'initiation de la dévalaison et permet aux smolts de s'orienter.

Concernant la dévalaison des smolts, 95 % des individus observés aux stations dévalent entre mars et mai. En 2023, les indices hydrologiques calculés pour cette fenêtre sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,7 (+/- 0,1) (Figure 364). Ces indices déficitaires sont en moyenne 2 fois inférieurs aux moyennes de référence calculées sur chaque station. Le mois de mai enregistre le plus faible indice hydrologique avec une moyenne de 0,6 +/- 0,1 toutes stations confondues.

Seul le mois d'avril sur la Maine à Angers enregistre des débits excédentaires (137 m^3/s) avec une valeur mensuelle supérieure aux débits de référence calculés sur une période de 9 ans (120 m^3/s).

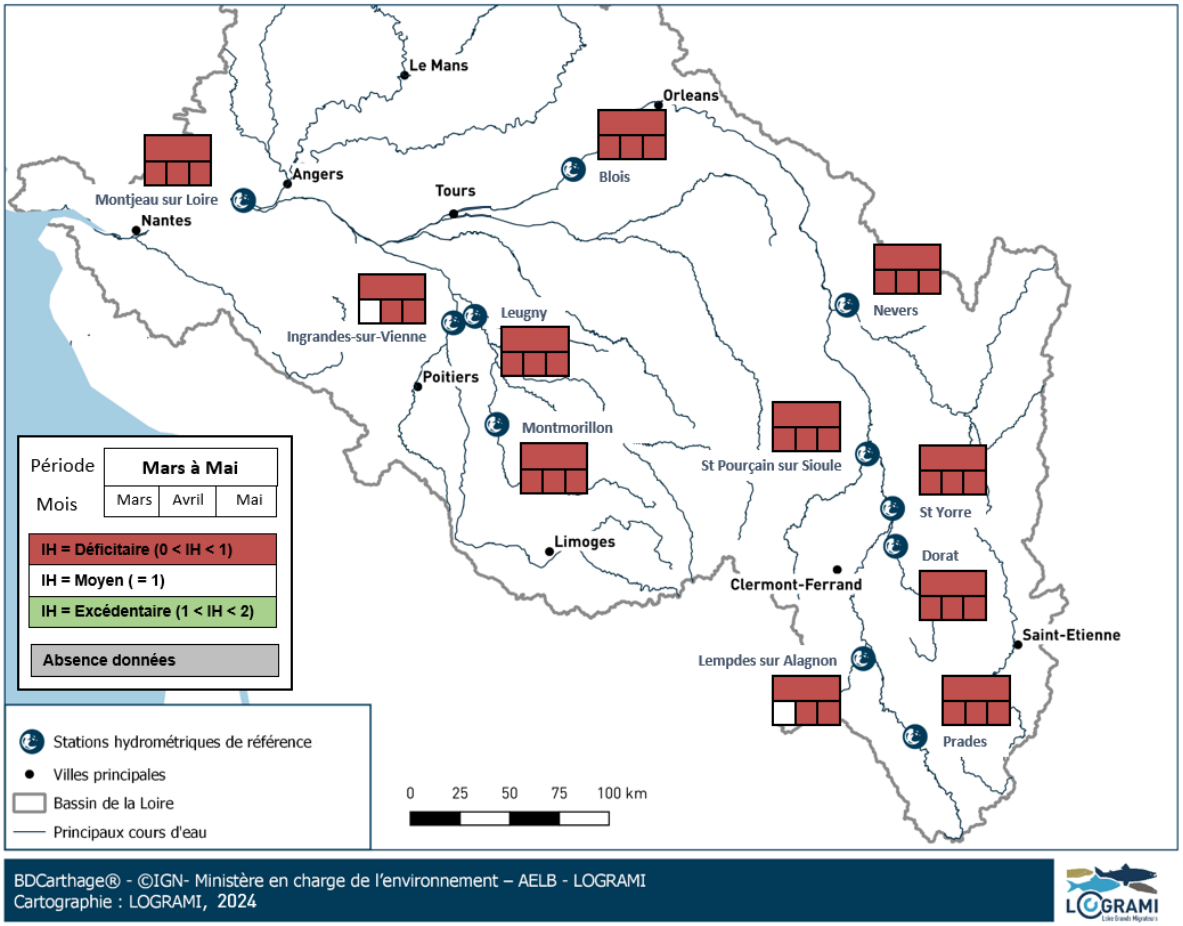


Figure 364 : Indices hydrologiques 2023 durant la période de dévalaison des smolts (mars à mai) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Pour exemple, en 2023 sur l'Allier, pendant la période de dévalaison des smolts, la station de Prades située sur l'Allier amont enregistre des débits moyens mensuels 2 fois moins importants que les débits de référence calculés sur une période de 21 ans. Les analyses effectuées sur ce site reflètent un processus observé sur l'ensemble du bassin. Ainsi, l'indice hydrologique calculé sur cette station de mars à mai est déficitaire (0,5) avec une valeur équivalente à celle observée en 2007 et 2020 (Figure 365). **Pour la 5eme année consécutive, l'indice hydrologique calculé sur cette station durant la période de dévalaison est déficitaire.**

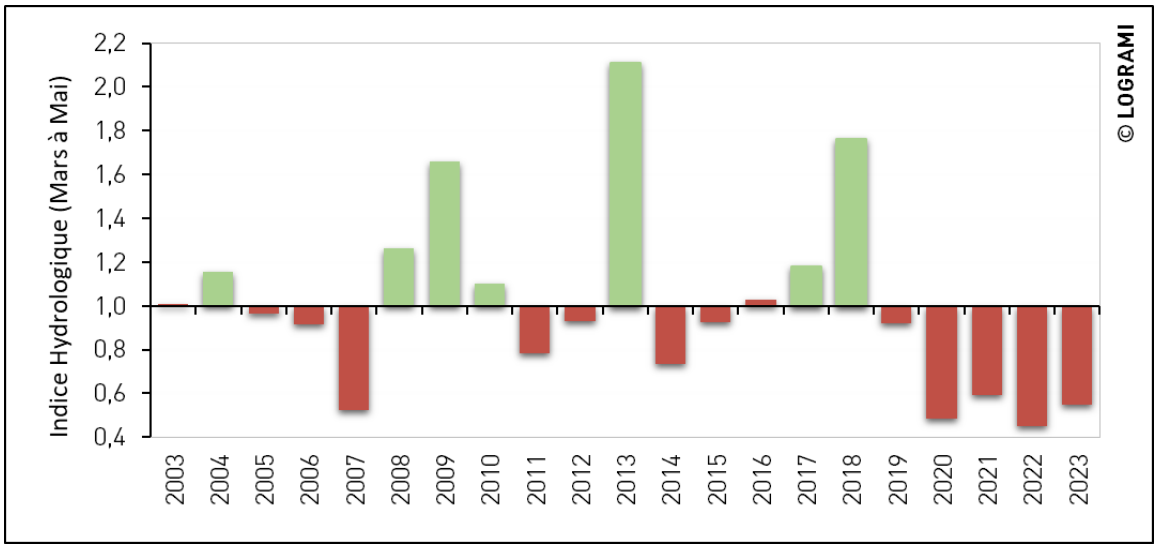


Figure 365 : Indices hydrologiques durant la dévalaison des smolts (mars à avril) sur la station hydrométrique de Prades depuis 2003 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

La dévalaison des smolts est stimulée par l'augmentation des débits. De manière à caractériser l'année 2023 par rapport aux années précédentes, les « coups d'eau » ont été définis par une augmentation d'un tiers du module par rapport à la moyenne des cinq jours précédents.

Une comparaison de la proportion du nombre de « coups d'eau » a été réalisée sur chaque rivière présentant de la dévalaison de smolts. Ainsi, sur les périodes de mars à mai, le nombre de coups d'eau est limité en 2023 (moyenne = 4 coups d'eau par axe +/- 1)

Sur la plupart des rivières, il est inférieur ou égal aux moyennes des années antérieures. Seules la Sioule et l'Alagnon présentent un nombre de coups d'eau plus important que les années précédentes (Figure 73) :

- 6 en 2023 contre 5 en moyenne de 2000 à 2022 à Saint-Pourçain-sur-Sioule ;
- Et 7 en 2023 contre 5 en moyenne de 2000 à 2022 à Lempdes-sur-Alagnon.

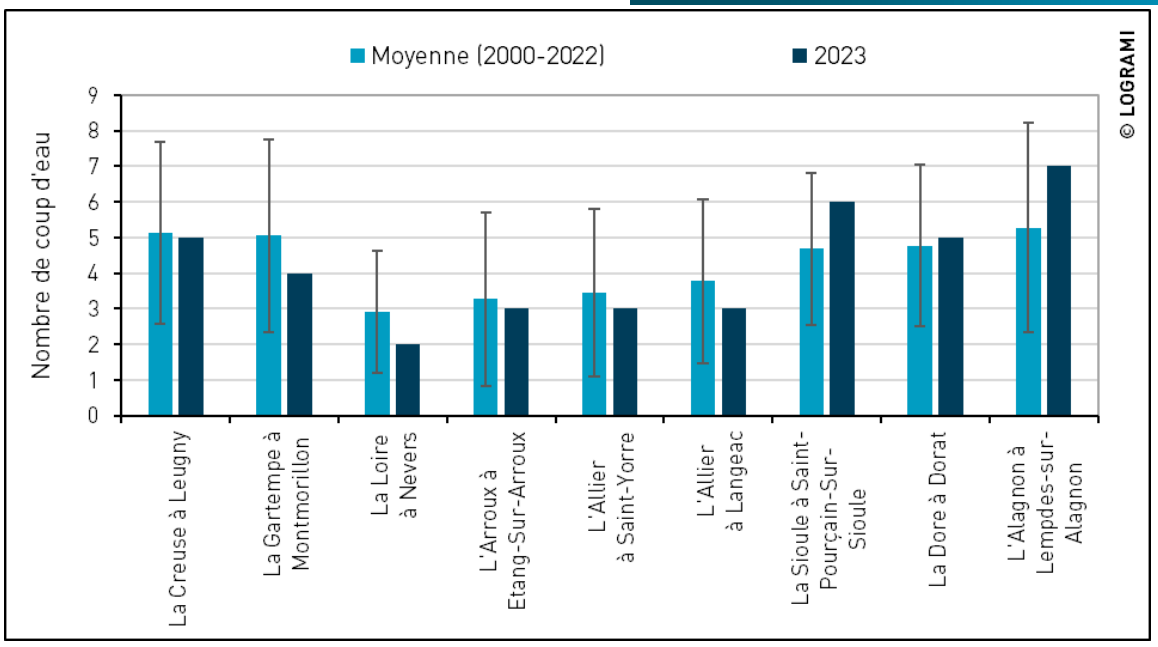


Figure 366 : Comparaison du nombre de coups d'eau en 2023 par rapport aux années antèrieures durant la période de dévalaison des smolts de mars à mai

En 2023, le déficit hydrologique au printemps a conduit à une forte baisse des débits naturels. **Le manque d'eau entre mars et mai a limité la dévalaison des smolts sur l'axe Creuse-Gartempe, l'Allier, la Dore, l'Arroux et la Loire. Toutefois, des coups d'eau plus nombreux sur la Sioule et l'Alagnon ont pu favoriser leur migration.**

10.6.2. Les effectifs de smolts aux stations de comptage

Certaines années, lorsque les voies de dévalaison sont déficitaires (pas de système de dévalaison, système de dévalaison inefficient, pas ou faible surverse au niveau des ouvrages transversaux), 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 les prises d'eau (turbines), par-dessus les vannes (surverse) ou par les exécutoires de dévalaison (hormis Poutès avant 2018) ne font pas l'objet d'un suivi. 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.

10.6.2.1 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 l'ancienne configuration de l'ouvrage et de l'entrée hydraulique de la passe à poissons, **les smolts devaient 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). Au total, 10 smolts radiomarqués avaient atteint l'ouvrage de Descartes. Ils avaient 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'avaient pas emprunté la passe à poissons pour dévaler.

10.6.2.2 Axe Loire à Decize

Les résultats du suivi depuis 2009 laissent apparaître la dévalaison d'un faible nombre de smolts (moyenne 26 individus +/- 40). 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 chambres des turbines.** Aucun smolt n'a été comptabilisé en 2023 à la station de comptage de Decize (Figure 367).

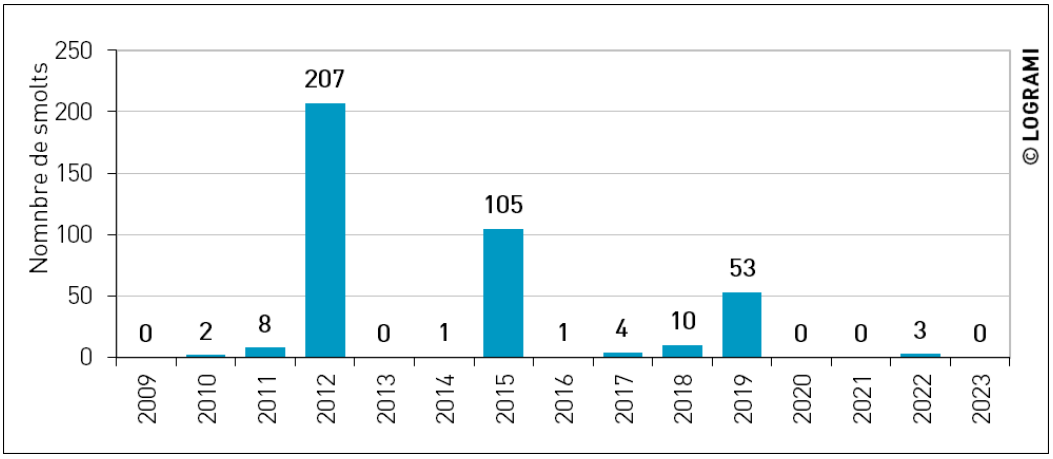


Figure 367 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009

10.6.2.3 Axe Sioule

Saint-Pourçain-sur-Sioule

Sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2023, 38 smolts ont été comptabilisés**. C'est le plus faible effectif enregistré depuis de début du suivi de la station de comptage en 2017.** Le plus fort effectif observé est de 2 370 smolts en 2019 (Figure 368). 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 de Moulin Breland. **Un aménagement complémentaire semble urgemment nécessaire afin que le dispositif de dévalaison puisse être efficace.**

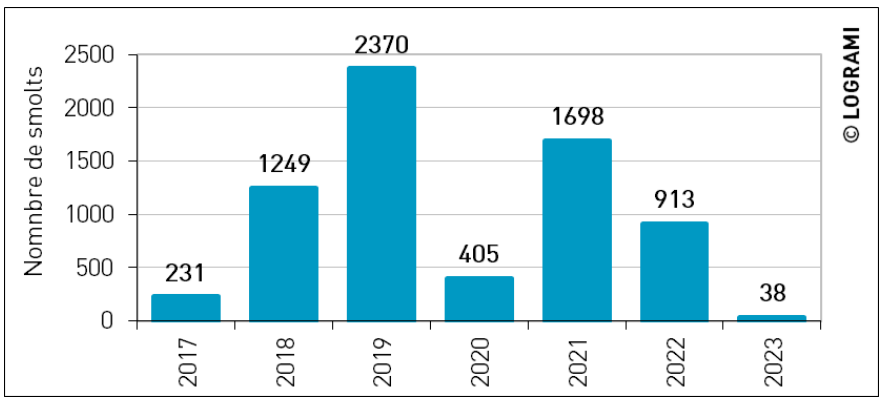


Figure 368 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017

Jenzat

Sur la Sioule à Jenzat, un seul smolt a été observé en 2023. Sur cet ouvrage, les smolts ont la possibilité de dévaler préférentiellement par conception en empruntant soit les turbines ichctyo-compatibles, soit la surverse du clapet amovible, soit la surverse au niveau de l'ouvrage transversal fixe.

Pour rappel, 31 smolts avaient été comptabilisés en 2022. **Ces comptages au niveau de la passe à poissons attestaient que les smolts avaient rencontré en 2022 des difficultés pour utiliser les voies de passages préférentielles.**

10.6.2.4 Axe Allier

Vichy

Durant la période de dévalaison des smolts, lors de faibles débits sur l'Allier (inférieurs à 50 m^3/s), le transit des poissons doit être 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 2 266 smolts +/- 3 289 y ont été observés. En 2023, un seul smolt a été comptabilisé (Figure 369). **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 adapté.**

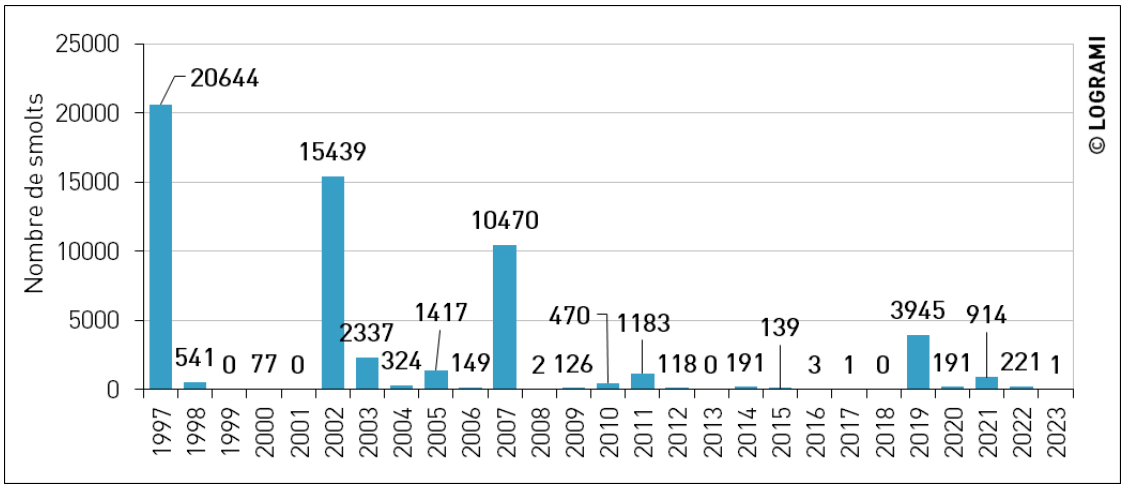


Figure 369 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997

Langeac

En 2023, 12 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 370). Lorsque l'usine de Langeac était fonctionnelle, 70 % des smolts dévalaient par la passe à poissons à l'usine. L'usine était hors service pendant la dévalaison des smolts entre 2020 et 2023. En 2024, l'usine de Langeac sera, normalement, de nouveau fonctionnelle.

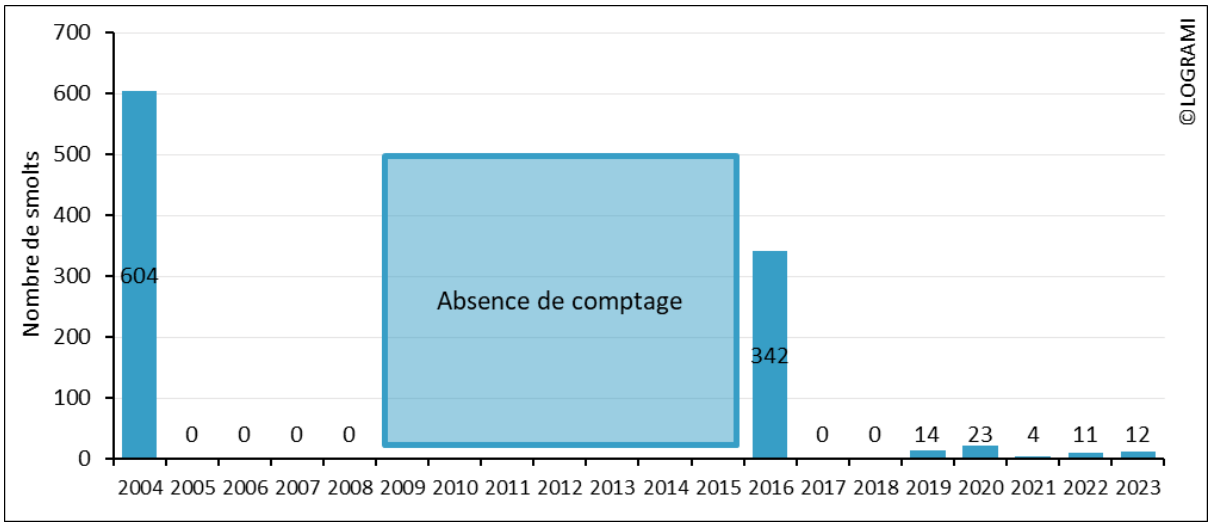


Figure 370 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis 2004

Poutès

Historiquement des comptages ont été effectués au niveau de la glissière de dévalaison de Poutès entre 1999 et 2018. De 2019 à 2021, 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. En 2022, un système de dévalaison est en place toute l'année en rive gauche du barrage. Aucun suivi n'est pour l'instant réalisé.

Depuis le début des comptages en 1999, en moyenne 8 997 smolts +/- 8 572 ont été comptés (Figure 371). 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 pouvaient 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.

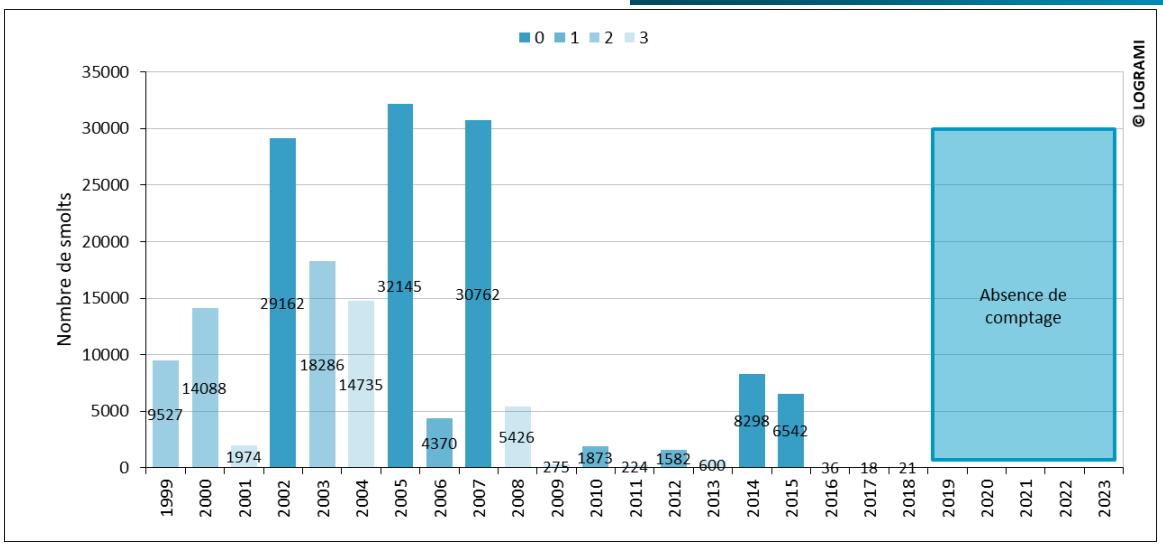


Figure 371 : Bilan des passages des smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018 en fonction des possibilités d'échappement sous les vannes pour les smolts : 0 = nulle ; 1= faible ; 2 = moyen ; 3 = fort.

10.6.3. Période de migration

10.6.3.1 Amplitude de migration

Depuis le début des suivis, l'amplitude de migration est similaire entre la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule et l'Allier à Vichy (Figure 372). La moitié des passages a lieu en moyenne avant le 23 avril +/- 10 jours à Saint-Pourçain-sur-Sioule et le 24 avril +/- 7 jours à Vichy. Ces stations localisées en aval des axes de reproduction présentent des amplitudes de migration plus tardive d'une dizaine de jours par rapport aux débuts des périodes de dévalaison optimales estimées sur les parties amont. Ce constat est lié à la distance à parcourir entre les secteurs et à la présence d'ouvrages transversaux qui limitent et retardent leur progression vers l'aval. La migration est plus précoce sur l'amont du bassin de l'Allier avec 50 % des passages enregistrés le 27 mars à Langeac.

Les individus comptabilisés à Langeac semblent en avance par rapport à la période de dévalaison estimée à l'aide des données thermique (13 au 22 avril). Cette différence peut s'expliquer par le fait que les comptages ne doivent pas être considérés comme exhaustifs sur cette station. Seuls les individus qui empruntent les passes à poissons sont contrôlés. La majeure partie des smolts dévale le système en empruntant soit la surverse du barrage soit la passe à canoés.

A contrario, la migration est beaucoup plus tardive à Jenzat avec 50 % des passages observés le 31 mai. Actuellement, seule une année permet de caractériser cette amplitude (31 individus en 2022). Cette dévalaison avait été réalisée dans des conditions de débits défavorables forçant les individus à retarder leur dévalaison. En effet, cette même année, la fenêtre optimale de dévalaison sur ce secteur se situait entre le 12 et le 23 avril soit plus d'un mois et demi avant l'observation de la moitié de la cohorte dévalante à la station de comptage.

Les comptages au barrage de Poutès ont été effectués au niveau de la glissière de dévalaison entre 1999 et 2018. Par forts débits (au-dessus de 30 m^3/s), les smolts pouvaient dévaler par l'ouverture des vannes (par le dessous). 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 pour échapper au passage par la prise d'eau et les turbines (2002, 2005, 2007, 2014 et 2015), ont été utilisées. Ainsi, dans ce cas de figure la période de dévalaison des smolts (90 % des effectifs) est

obligatoirement plus tardive et s'étale en moyenne sur 23 jours +/- 7, entre le 21 avril et le 14 mai. Cependant, les années où l'échappement est possible par les vannes, 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'était mise en place qu'à partir de mi-mars. Cette gestion était à l'origine d'un retard conséquent à la dévalaison engendré au passage de l'ouvrage de Poutès. Des suivis doivent être effectués de manière à mesurer ces effets retenues et déversoirs de dévalaison dans la nouvelle configuration de l'ouvrage.

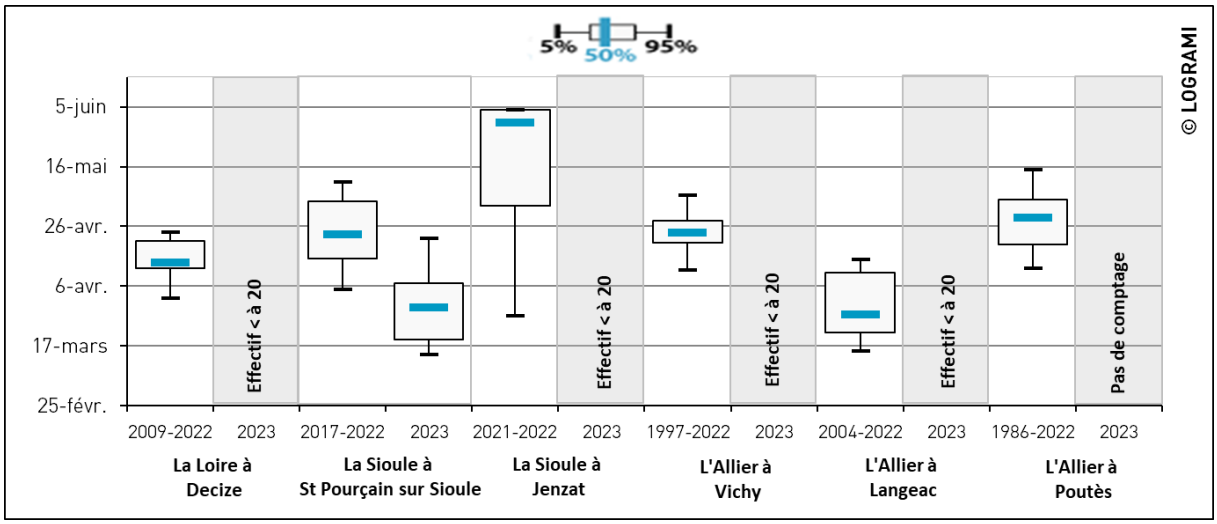


Figure 372 : Comparaison des périodes de passages des smolts en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

Sur la Sioule, en 2023 à Saint Pourçain-sur-Sioule, la migration des smolts est plus précoce que les 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 24 avril (+/- 7 jours). Le petit coup d'eau intervenu fin mars a pu favoriser cette migration précoce. La durée de la période de migration est similaire à la moyenne de celles des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 40 jours contre en moyenne 37 jours +/- 13 les années antécédentes.

10.6.3.2 Passages journaliers

Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule

En 2023 sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule, les smolts ont été comptabilisés entre le 11 mars et le 29 avril (Figure 373). Toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits faibles comprise entre 9,5 m^3/s et 33,5 m^3/s (module = 24 m^3/s). Les comptages se sont intensifiés pour une valeur de température de l'eau de 10 °C. 99 % des passages (37 individus) ont eu lieu avec des températures comprises entre 7,5 °C et 13,5 °C.

L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager deux périodes de plus forte activité migratoire entre le 14 et le 20 mars (11 individus soit 29 % de l'effectif) et entre le 4 et le 14 avril (14 individus soit 37 % de l'effectif). Durant la deuxième période, un pic de migration journalier est constaté le 7 avril avec 6 smolts comptés (soit 16 % de l'effectif annuel).

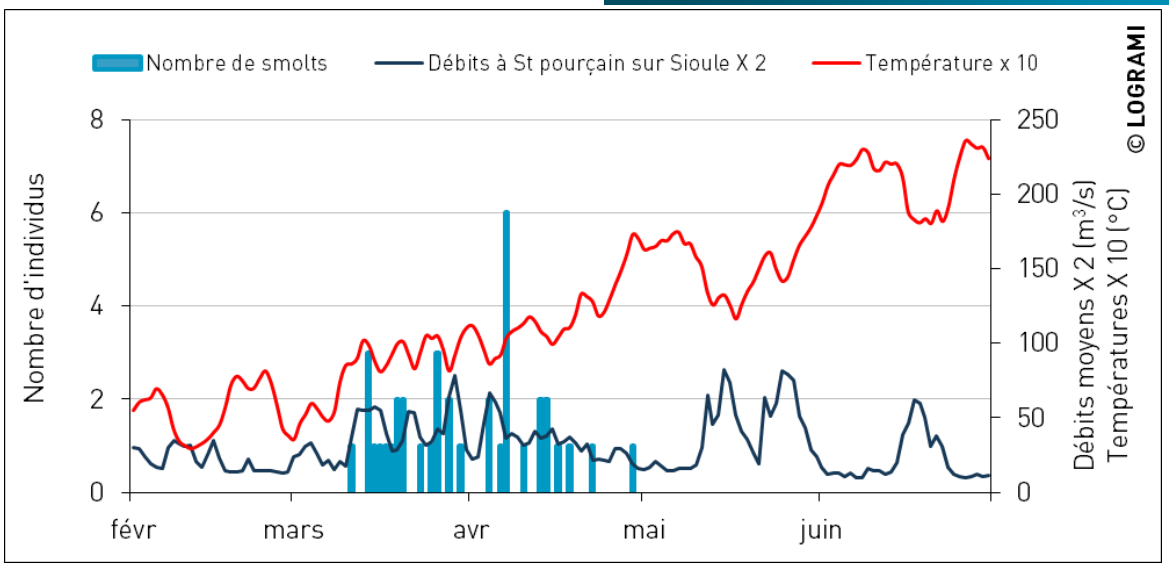


Figure 373 : Passages journaliers de smolts à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec la température de l'eau à Contigny et les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

De 2017 à 2023, 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 (65 % des passages). La comparaison de l'occurrence des débits pendant la période de migration avec les passages de smolts montre, qu'en-dessous d'un débit de 5 m³/s et au-delà de 20 m³/s, les fréquences de passages sont faibles voir nulles (Figure 374). Pour des débits supérieurs à 20 m³/s, les individus empruntent préférentiellement la surverse, plus attractive que le seuil pour dévaler l'ouvrage, la centrale hydroélectrique ne pouvant pas turbiner moins de 5 m³/s et plus de 20 m³/s.

En 2023, les différents coups d'eau rencontrés de mi-mars à début-mai ont favorisé la dévalaison des smolts sur le bassin de la Sioule. Ces crues, qui sont caractérisées par des débits supérieurs à 40 m³/s, ont permis également à des individus de franchir l'ouvrage en empruntant la surverse sur barrage.

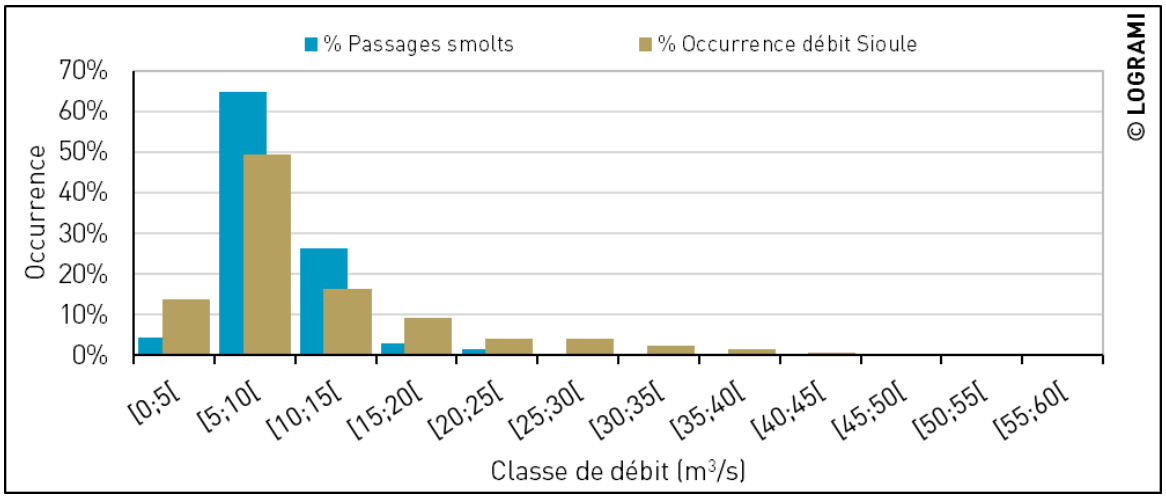


Figure 374 : Occurrence des passages journaliers de smolts et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Ces comptages montrent donc un dysfonctionnement de la dévalaison pour des débits compris entre 5 et 15 m³/s essentiellement alors qu'ils représentent tout de même plus de 65 % de l'occurrence. Des difficultés sont aussi rencontrées pour des débits compris entre 15 et 25 m³/s. 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 entrainant un blocage significatif des smolts préjudiciables à leur survie. Cela invite à repenser le système de la dévalaison sur ce site afin de garantir son efficacité.**

Jenzat sur la Sioule

En 2023, sur la Sioule à Jenzat un seul smolt a été observé 13 mars (Figure 375). Ce dernier, observé en dévalaison devant la vitre de la station de comptage, est remonté immédiatement après être passé pour ensuite dévaler par les turbines ichctyo-compatibles ou la surverse de l'ouvrage. L'observation a eu lieu avec une température de l'eau de 7,6 °C et un débit de 24,8 m³/s (module = 19 m³/s à Ebreuil)

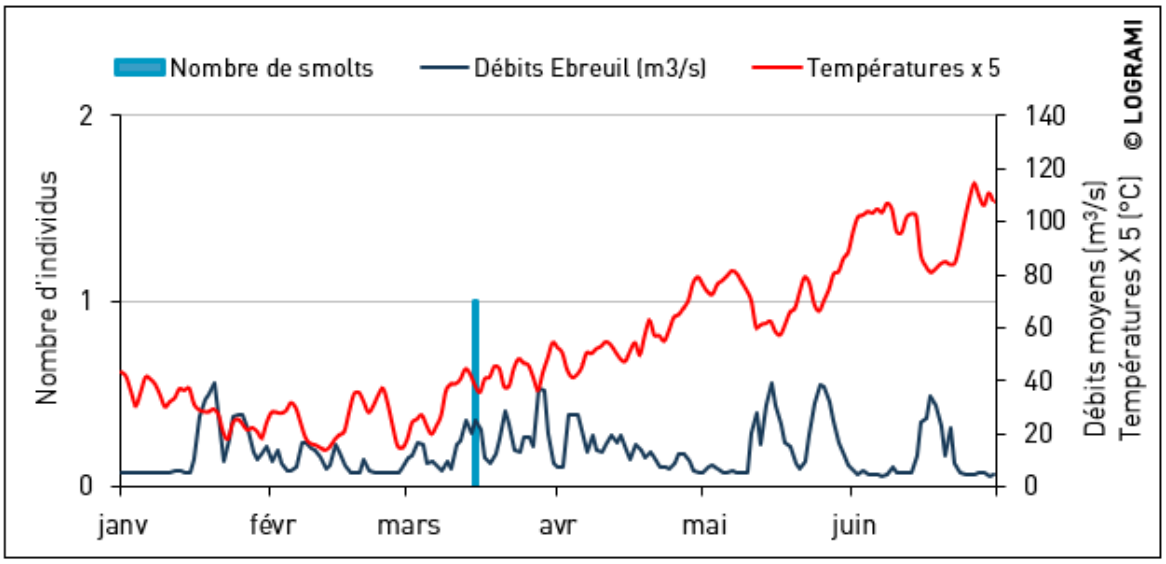


Figure 375 : Passages journaliers de smolts à Jenzat en relation avec la température de l'eau à Jenzat et les débits de la Sioule à Ebreuil en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Pour rappel, en 2021 de nombreux smolts ont été observés dans la retenue du seuil de Jenzat sur la Sioule fin-mai. Ces derniers semblaient rencontrer des difficultés pour dévaler l'ouvrage par le clapet de surverse (lame d'eau insuffisante). En effet, les très faibles débits pendant cette période ont provoqué l'arrêt des vis ichtyo-compatibles de l'usine et contraint les smolts à emprunter une autre voie de dévalaison peu attractive. Les comptages au niveau de la station renforcent cette hypothèse. **Il s'agirait de s'assurer de la compatibilité d'une dévalaison efficace par tout autre organe que les vis ichtyo-compatibles quand celles-ci sont à l'arrêt car, comme pour n'importe quel autre ouvrage, un blocage significatif des smolts est préjudiciable à leur survie.**

Vichy sur L'Allier

En 2023, sur l'Allier à Vichy, un seul smolt a été comptabilisé le 23 mars (Figure 376). Le passage a été observé au niveau de la passe à poissons située en rive gauche. L'entrée hydraulique de cette dernière, située face à l'Allier, est plus facilement utilisable par les smolts en dévalaison que celle située en rive droite. Le passage a eu lieu avec une température de l'eau de 10,9 °C et un débit de 69,7 m³/s (module = 92 m³/s à St Yorre).

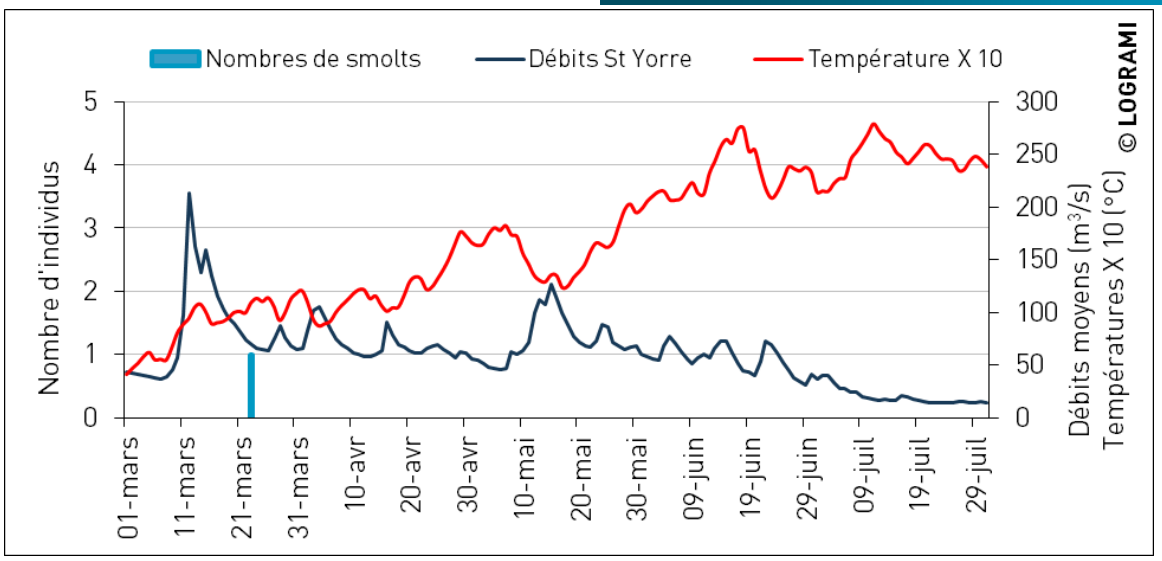


Figure 376 : Passages journaliers de smolts à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Le règlement d'eau du pont barrage de Vichy prévoit une gestion adéquate des vannes pendant la période de dévalaison des smolts fixée administrativement du 1er 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. **En 2023, aucune demande d'abaissement des vannes n'a été faite par LOGRAMI auprès de la ville de Vichy. Les débits sont restés supérieurs à 50 m³/s entre le 1er avril et 15 juin (moyenne = 70 m³/s).**

Langeac sur l'Allier

12 smolts ont été observés à Langeac au barrage en 2023 (Figure 377). Les smolts sont passés devant la vitre de comptage lorsque les débits étaient inférieurs à 20 m³/s. La gamme de température lors des passages est comprise entre 7,7 et 11,4 °C. Le passage des smolts par la passe à poissons au barrage est directement lié au fonctionnement de la centrale et aux débits. Pour rappel, la centrale était hors-service au printemps 2023.

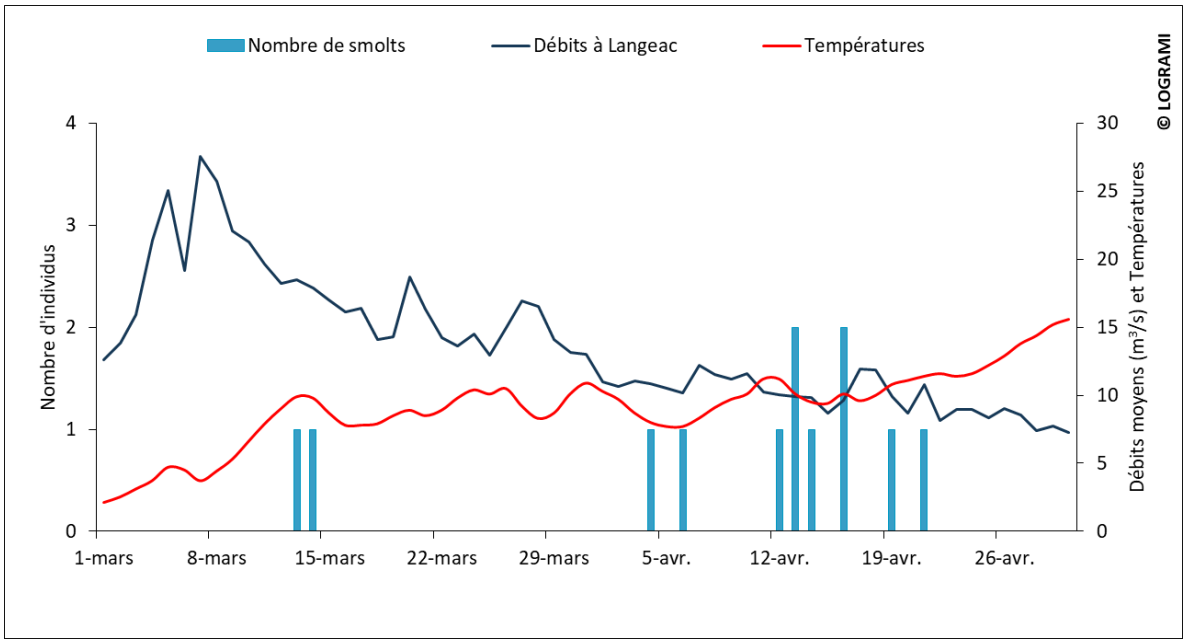


Figure 377 : Passages journaliers de smolts à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Langeac en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

10.6.3.3 Rythmes et horaires de migration

Une comparaison du rythme horaire est réalisée sur les stations présentant le plus de passages (supérieurs à 1 000 individus). Les passages entre 21h et 6h du matin sont considérés comme nocturnes (Figure 378). 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 84 %. A noter également, une plus forte activité entre 14h et 17h sur les stations de Vichy (41 %) et Saint-Pourçain-sur-Sioule (29 %).

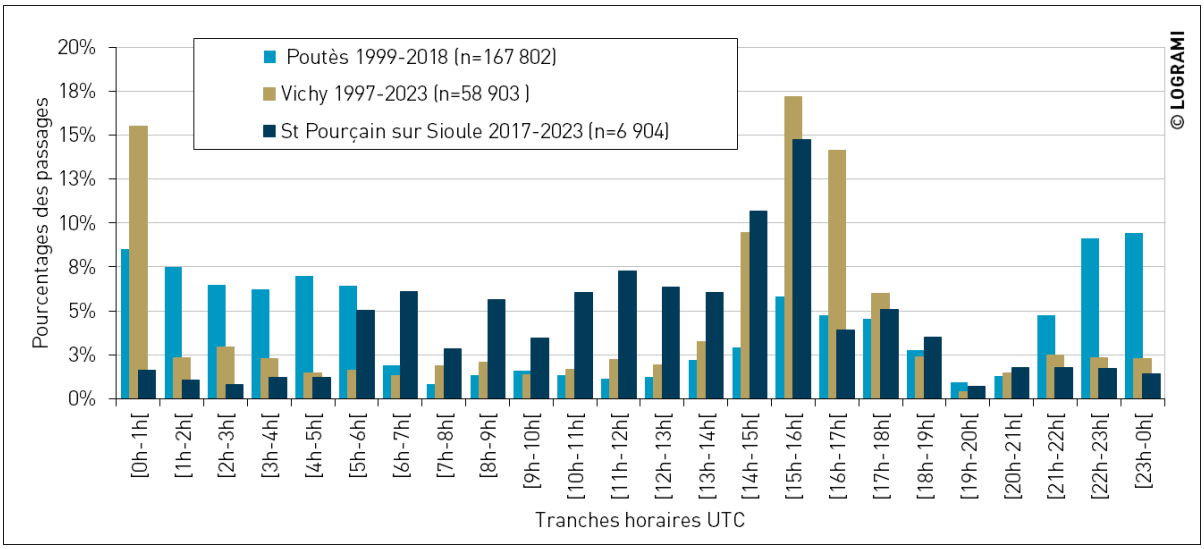


Figure 378 : Passages horaires des smolts dans la goulotte de dévalaison du barrage de Poutès et aux stations de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy depuis le début des suivis

10.6.4. Suivi de la dévalaison au seuil de Vieille-Brioude en 2023

Dans le cadre du Règlement d'eau du « Nouveau Poutès », deux suivis acoustiques doivent être réalisés entre 2022 et 2026 pour évaluer les conditions de dévalaison des smolts au barrage de Poutès. Le bureau d'étude PROFISH a été sollicité par EDF R&D pour réaliser cette étude. La même année, le bureau d'étude PROFISH sollicité par la SHEM d'ENGIE, réalise une étude dévalaison au pont barrage de Vichy pour un futur projet de centrale hydro-électrique. Bien qu'indépendants, ces deux études réalisées par PROFISH sont complémentaires et peuvent apporter des informations sur la perte en ligne et les vitesses de migrations des smolts sur cette portion de l'Allier.

Afin d'apporter des informations supplémentaires, LOGRAMI a décidé d'équiper l'ouvrage de Vielle-Brioude avec le même matériel utilisé à Poutès et à Vichy. L'équipement de cet ouvrage permet non seulement de borner la zone d'étude mais également d'évaluer la dévalaison au seuil de Vielle-Brioude.

Les données acoustiques récoltées par le bureau d'étude PROFISH au barrage de Poutès et Vichy étant confidentielles et en cours de traitements, il n'est pas possible d'exploiter l'ensemble des données. Les seules données qui ont été transmises à LOGRAMI sont l'identification, la date et l'heure de lâché des 10 smolts marqués à Vabres qui ont été détecté à Pont Gibert. La date et l'heure de détection de ces 10 smolts à Pont-Gibert, nous ont également été communiquées. Aucune donnée relative au barrage de Vichy n'a été rendue publique et donc utilisable pour ce rapport.

En 2007, l'ouvrage de Vieille-Brioude avait était équipé par LOGRAMI en matériel de radiopistage afin de suivre le comportement des smolts au droit de ce seuil (Bach et al., 2008). Les données acquises en 2023, bien que moins précises qu'en 2007, apportent des informations sur la dévalaison des smolts à Vieille-Brioude après les travaux réalisés sur cet ouvrage en 2019 au niveau du plan de grille.

10.6.4.1 Zone d'étude

Barrage de Vieille-Brioude

L'usine hydro-électrique de Vieille-Brioude peut turbiner au maximum 14 m^3/s. Elle est composée de 3 turbines, 2 grandes de capacités maximales de 5,5 m^3/s chacune et d'une petite de 3 m^3/s. La rampe de dévalaison au niveau du plan de grille est alimentée par 0,6 m^3/s (Figure 379).

Au niveau du barrage, le débit réservé doit être au minimum 6 m^3/s. Le débit dans la passe à poissons est de 0,5 m^3/s, et 1 m^3/s supplémentaire est injecté en entrée de passe pour un total d'1,5 $m^3/$ afin de rendre la passe à poissons plus attractive.

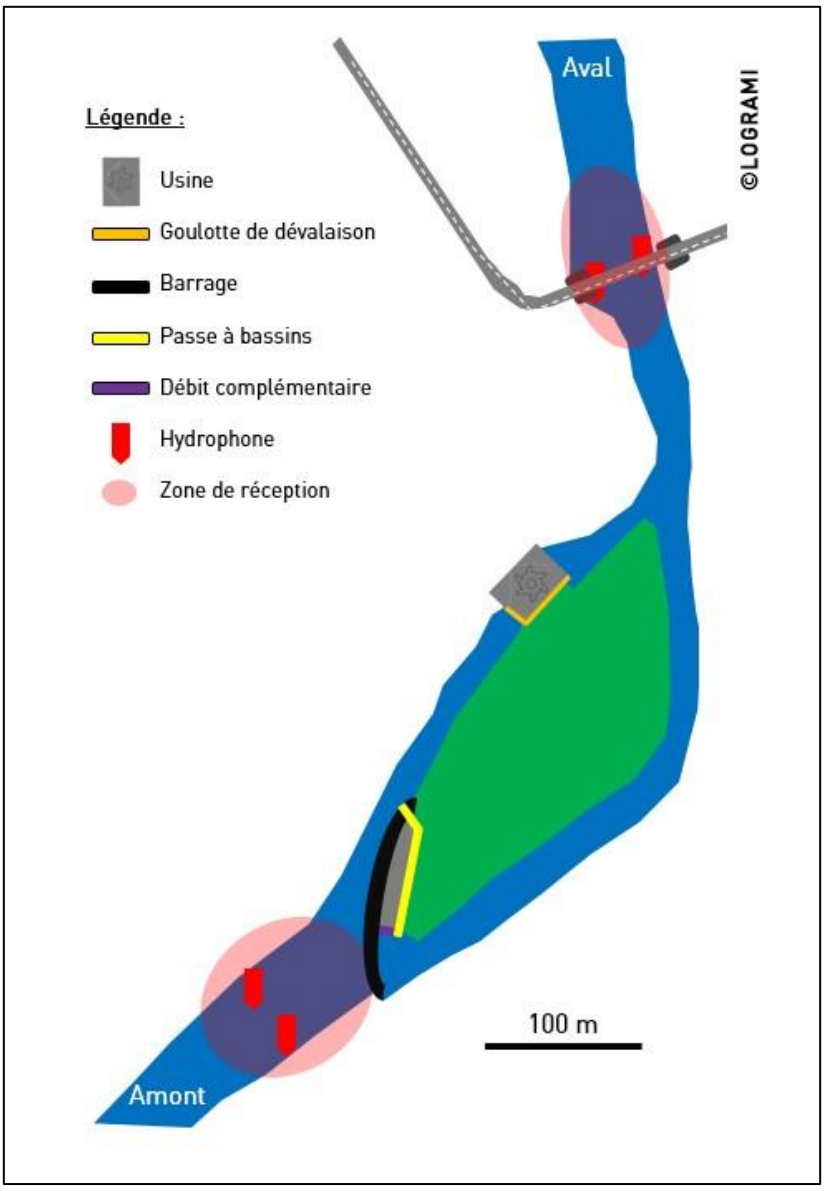


Figure 379 : Schéma du seuil de Vieille-Brioude avec zone de détection amont et aval

Etat de l'axe entre Vabres et Vieille-Brioude

Concernant l'état de l'axe dans l'ordre amont-aval concernant la dévalaison :

- Barrage de Poutès : aménagement à la dévalaison opérationnel depuis 2022. Goulotte de dévalaison installée en rive gauche (Figure 380) avec un débit transitant de 3 m^3/s du 1er avril au 30 septembre et de 4 m^3/s du 1er octobre au 31 mars hors période de transparence.

Figure 380 : Goulotte de dévalaison en rive gauche (4 m^3/s) du barrage de Poutès

- Seuil de Monistrol d'Allier : pas d'obstacle à la migration. Seuil de l'usine hydro-électrique du complexe Poutès-Monistrol d'Allier. Dévalaison par le seuil ou par la passe à poissons situé en rive gauche.

- Seuil de Langeac : pas d'aménagement à la dévalaison pour cet ouvrage. Canal d'amené de l'usine fermé depuis 2020. Les voies de dévalaison possibles au barrage sont la surverse, la passe à canoë et la passe à poissons (rive droite) (Figure 381).

Figure 381 : Seuil de Langeac

- Seuil du Chambon de Cerzat : aménagement pour la dévalaison réalisé en 2020 à l'usine. Système grilles-exutoires-goulotte avec espacement des entrefers de 20 mm. Dévalaison possible au niveau de la surverse du seuil et de la passe à poissons en rive gauche. (Figure 382)

Figure 382 : Seuil du Chambon de Cerzat en vue aérienne

10.6.4.2 Résultats

Conditions environnementales

Sur les 10 smolts lâchés à Vabres et ayant franchi Pont Gibert, 8 sont arrivés à Vieille-Brioude entre le 28 mars et le 3 mai 2023. Pendant cette période de l'année, les débits à Vieille Brioude ont été faibles et n'ont pas dépassé les 20 m³/s (entre 8,6 et 18,8 m³/s). Habituellement, le débit moyen mensuel d'avril est de 42,3 m³/s à cette station (module à 28 m³/s). Pour comparaison, les 6 smolts de 2007 se sont présentés à l'ouvrage entre le 29 avril et le 15 mai, pour des débits compris entre 9,4 et 23,4 m³/s (Figure 383 et Tableau 48). A noter que pendant cette période, 3 smolts ont pu bénéficier d'une augmentation de débit avec 23 m³/s le 15 mai 2007.

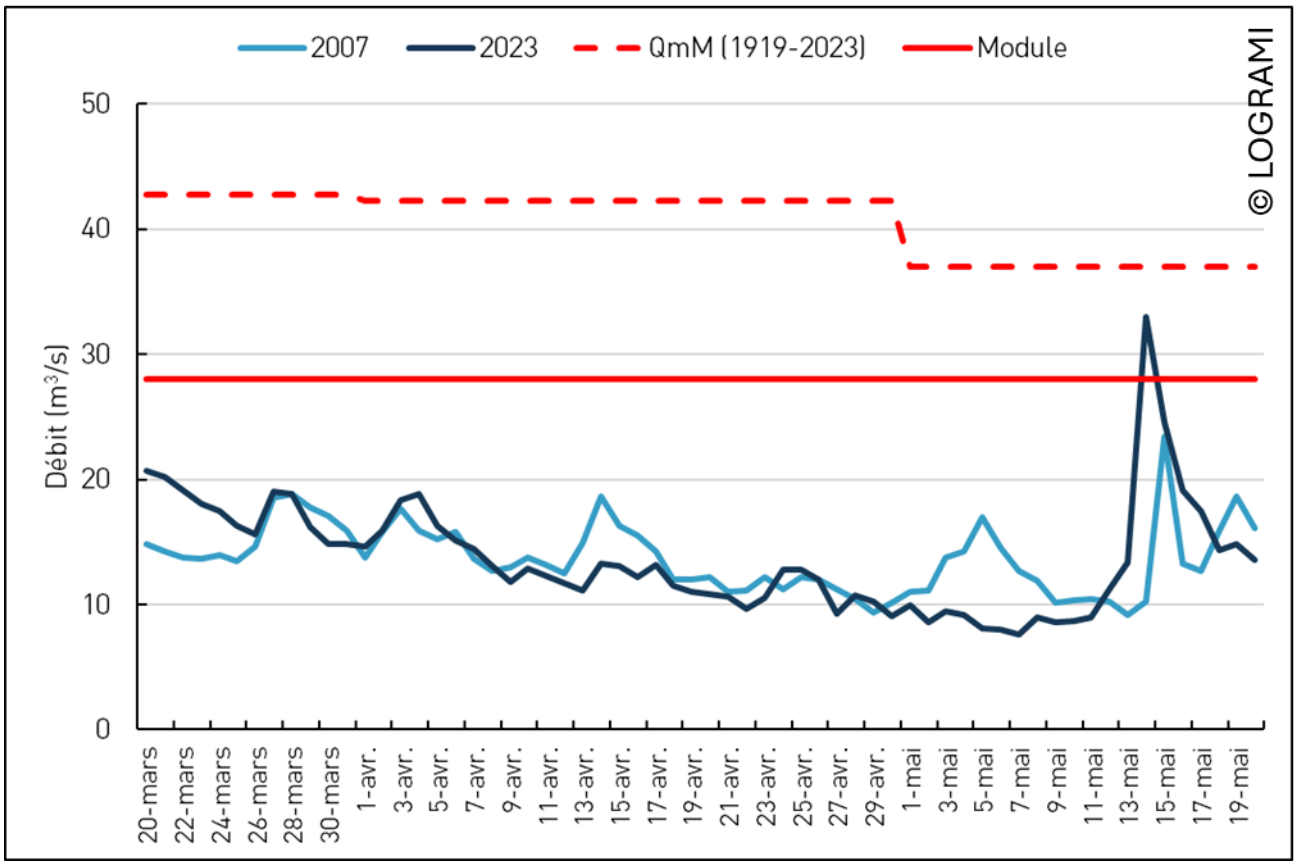


Figure 383 : Débit de l'Allier à Vieille-Brioude en 2007 et 2023 pendant la période d'étude de dévalaison des smolts marqués (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Tableau 48 : Date d'arrivée (avec débit moyen journalier) des smolts marqués en 2007 et 2023 à Vieille-Brioude (Sources : LOGRAMI – Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

2007		2023	
ID	Date d'arrivée (QMJ)	ID	Date d'arrivée (QMJ)
011	15/05 (23,4 m³/s)	20502	17/04 (13,2 m³/s)
1044	05/05 (17 m³/s)	21773	02/05 (8,6 m³/s)
1095	15/05 (23,4 m³/s)	35625	18/04 (11,5 m³/s)
1104	15/05 (23,4 m³/s)	38011	18/04 (11,5 m³/s)
1024	29/04 (9,4 m³/s)	46866	03/05 (9,4 m³/s)
1065	02/05 (11,1 m³/s)	48040	28/03 (18,8 m³/s)
		64878	28/03 (18,8 m³/s)
		65283	18/04 (11,5 m³/s)

Dynamique migratoire individuel

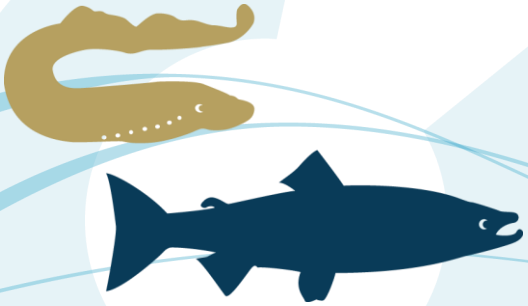
Les données récoltées permettent de faire une analyse du temps de trajet pour chaque poisson enregistré. A noter que l'horaire exacte du lâché n'a pas été notifié mais a été réalisé en début de matinée. Nous prendrons pour l'analyse une heure de référence de lâché basée sur 09h00.

48040 :

Ce poisson a été lâché le 22 mars 2023 à 9h00 à Vabres (Pk 344,2), il a ensuite été détecté le 25 mars 2023 à 20h34 soit 83 heures et 34 minutes plus tard à Pont Gibert (Pk 322). Sa vitesse moyenne a été d'environ 6,38 km/j.
Ce poisson s'est présenté en queue de retenue du barrage de Vieille-Brioude le 28 mars 2023 à 01h22 et s'est présenté en aval de l'obstacle pour la première fois à 02h05 soit 43 minutes plus tard.
A son arrivée comme à son départ, le débit de l'allier (station de Vielle-Brioude) est resté stable à 21 m³/s.
A ce même moment, l'usine hydroélectrique turbinait 68 % (Q turbinable*100/ QMJ du débit de l'Allier) avec un rendement d'environ 91 % (Q turbinable*100/ Qmax turbinable) de sa capacité maximale.

64878 :

Ce smolt a été lâché le même jour et dans les mêmes conditions que le poisson n°48040. Il a été détecté le 27 mars 2023 à 02h40 soit un peu moins de 114 heures plus tard à Pont Gibert. Sa vitesse moyenne était de 4,69 km/j.
Il s'est ensuite présenté dans la retenue du barrage de Vieille-Brioude le 28 mars 2023 à 21h43. Sa vitesse de progression a donc été bien plus rapide sur ce secteur (environ 29 km/j).



L'arrivée ainsi que le départ du smolt au barrage s'est effectué avec un débit stable d'environ 17 m^3/s à la station de Vieille-Brioude. Il a été détecté pour la dernière fois en amont de l'ouvrage à 21h43 et a été détecté pour la première fois en aval du barrage 42 minutes plus tard (à 22h26).
Lors de son passage, l'usine hydroélectrique turbinait dans les mêmes conditions que lors du passage du smolt n°48040.

38011 :

Ce poisson a été lâché le 24 mars 2023 à 9h00 à Vabres, il a ensuite été détecté le 14 avril à 21h46 à soit un peu moins de 516 heures plus tard à Pont Gibert. Sa vitesse de progression moyenne sur ce secteur était d'environ 1 km/j. Il s'est enfin présenté dans la zone de détection de l'hydrophone positionné dans la retenue du barrage de Vieille Brioude le 19 avril 2023 à 00h03. Son départ de la retenue s'est déroulé dans les mêmes conditions que lors de son arrivée dans la retenue, 17 minutes auparavant avec un débit de 10,9 m^3/s à la station de Vieille-Brioude.
Il a été détecté pour la dernière fois en aval de la retenue le même jour à 00h22. Sur ce secteur le poisson avait une vitesse de progression moyenne 13 km/j. Lors de son passage, l'usine hydroélectrique turbinait 46 % (Q turbinable*100/ QMJ du débit de l'Allier) du débit de l'Allier pour un rendement de 37 % (Q turbinable*100/ Qmax turbinable) de sa capacité de turbinage maximale.

46866 :

Ce poisson a été lâché le 7 mars 2023 à 9h00 à Vabres, il a ensuite été détecté à Pont Gibert le 30 mars 2023 à 21h34 soit environ 564 heures plus tard.
Il s'est présenté pour la première fois dans la retenue de Vieille-Brioude le 3 mai à 13h23 avec un débit d'environ 9 m^3/s et a été détecté en aval de la retenue dans les mêmes conditions de débits, 58 minutes plus tard à 14h22.
Lors de son passage à Vieille-Brioude, l'usine hydroélectrique turbinait 38 % (Q turbinable*100/ QMJ du débit de l'Allier) du débit pour un rendement de 26 % (Q turbinable*100/ Qmax turbinable) de sa capacité maximale.

21773 :

Ce poisson lâché en même temps que son congénère « 48866 » a été détecté à Pont Gibert le 28 mars 2023 à 23h12 soit 518 heures après son lâcher. Ce poisson a eu la même vitesse de progression que ces congénères « 46866 » et « 38011 » soit environ 1 km/j.
Ce smolt s'est présenté le 2 mai 2023 dans la retenue de Vieille-Brioude à 20h22 avec un débit d'environ 9 m^3/s et a été détecté en aval de la retenue le même jour à 20h46 soit environ 20 min plus tard dans les mêmes conditions de débits.
A ce même moment, l'usine hydroélectrique turbinait 32 % (Q turbinable*100/ QMJ du débit de l'Allier) du débit de la rivière pour un rendement de 20 % (Q turbinable*100/ Qmax turbinable) de sa capacité de turbinage maximale.

Parmi l'échantillon de poissons arrivés jusqu'à Vieille-Brioude, 3 smolts ont mis entre 1h20 et 17h pour être détecté du point amont au point aval. Il s'agit des smolts « 20502 », « 35625 » et « 65283 ».

20502 :

Ce poisson lâché à Vabres le 24 mars 2023 à 9h00 a été détecté à Pont Gibert le 13 avril à 23h29 soit environ 494 heures plus tard.
Il est arrivé dans la retenue de Vieille-Brioude le 17 avril 2023 à 00h12 avec un débit de 12,3 m^3/s. Il a ensuite été détecté pour la première fois en aval de la retenue le même jour à 01h33 soit environ 1h20 plus tard avec un débit équivalent.
Lors de son passage, l'usine hydroélectrique turbinait 55 % (Q turbinable*100/ QMJ du débit de l'Allier) du débit de la rivière avec un rendement de 52 % (Q turbinable*100/ Qmax turbinable) de sa capacité maximale de turbinage.

35625 :

Ce smolt a été lâché à Vabres le 6 avril 2023 à 9h00 et a été détecté à Pont Gibert (Pk 322) le 16 avril à 1h56 soit un peu mois de 233 heures plus tard.
Il a ensuite été capté dans la retenue de Vieille-Brioude le 18 avril à 2h30 avec un débit de 10,5 m^3/s. Il a été détecté en aval de la retenue pour la première fois le même jour à 19h13 soit plus de 16h plus tard. Lors de sa première détection en aval de l'ouvrage de Vieille-Brioude, le débit avait augmenté à 15,5 m^3/s.
Durant la journée du 18 avril 2023 l'usine hydroélectrique de Vieille-Brioude turbinait 44 % (Q turbinable*100/ QMJ du débit de l'Allier) du débit de l'allier avec un rendement d'environ 40 % (Q turbinable*100/ Qmax turbinable) de sa capacité maximale de turbinage.

65283 :

Ce dernier smolt lâché le 7 avril 2023 à 9h00 à Vabres et a ensuite été détecté à Pont Gibert le 14 avril à 21h35 soit environ 180 heures plus tard. Sa vitesse de progression sur ce secteur était d'environ 3 km/j.
Arrivé à Vieille-Brioude, ce smolt a été capté dans la retenue le 18 avril 2023 à 00h53 avec un débit d'environ 11 m^3/s.
Ce poisson a enfin été détecté pour la première fois à l'aval de l'ouvrage de Vieille-Brioude le même jour à 18h03 soit plus de 17 heures plus tard. Lors de cette détection, le débit était monté à environ 16 m^3/s.
Dans le même temps, l'usine hydroélectrique 48 % du débit de l'Allier et avait un rendement de 40 % de sa capacité maximale de turbinage.

Temps de franchissement du seuil de Vieille-Brioude

Bien que le matériel acoustique installé en 2023 à Vieille-Brioude ne permette pas de connaitre précisément le comportement des smolts au droit de l'ouvrage de Vieille Brioude notamment au niveau du plan de grille, il permet de comparer les temps de franchissements avec les données de 2007.

En 2007, le temps de franchissement moyen était de 4h03 ± 8h26 avec un maximum enregistré à 23h05 (smolt n° 1024). Le smolt (1024) lâché le 26 avril au niveau de la Vialette arrive au niveau du barrage de Vieille-Brioude le 29 avril à 10h51, il descend jusqu'à l'usine et remonte au barrage à 7 reprises. Le lendemain, il est localisé de 7h52 à 8h00 proche de la sortie amont de la passe à poissons du barrage puis remonte au niveau de la rive gauche du barrage. Ce smolt est ensuite vu, ce même jour, dévalant le seuil du barrage avec une douzaine de smolts à 8h05. Il est enfin localisé toujours le 30 avril à 14h30, 200 m à l'aval du pont de Vieille-Brioude.

En 2023, le temps de franchissement moyen est de 4h46 ± 7h30 avec 2 maximums de 16h43 et 17h07 (Tableau 49).

Le poisson 35625 est arrivé le 18/04 à 2h25 et a été capté pendant 2 min dans la zone amont. Il sera détecté le soir même à 19h11 sous le pont routier. Il est impossible de dire à quoi est dû ce retard. Le poisson a peut-être stationné au niveau du plan de grille sans revenir dans la retenue du barrage avant de dévaler ou alors le poisson est passé par le barrage rapidement après son arrivée pour marquer un temps de repos avant de reprendre sa migration.

Concernant le poisson 65283, il est également arrivé le 18 avril à 0h42 et a été enregistré pendant 10 minutes avant d'être capté par les hydrophones en aval à 18h01. Les explications de ce temps de retard sont les mêmes que pour le poisson 35625.

Tableau 49 : Temps de franchissement du seuil de Vieille Brioude des smolts marqués en 2007 et 2023 (Sources : LOGRAMI)

	2007		2023	
	ID	Temps de franchissement	ID	Temps de franchissement
	011	02:46:00	20502	01:18:30
	1044	01:02:00	21773	00:20:20
	1095	00:06:00	35625	16:43:27
	1104	00:32:00	38011	00:17:05
	1024	23:05:00	46866	00:58:15
	1065	00:46:00	48040	00:43:04
			64878	00:42:56
			65283	17:07:47
Moyenne		04:03:34		04:46:26
E-T		08:26:13		07:30:32
Médiane		00:46:00		00:50:40
Min		00:06:00		00:17:05
Max		23:05:00		17:07:47

Vitesses de migration

Au regard des données disponibles, il est possible de calculer 2 vitesses de migrations sur le Haut-Allier. Le secteur entre Vabres et Pont-Gibert et celui entre Pont-Gibert et Vielle-Brioude.

Pour faire les 22 kilomètres entre Vabres et Pont-Gibert, les 10 smolts ont en moyenne dévalé à 2,84 km/j (± 1,92). Parmi ces poissons, 8 ont été détecté à Vielle-Brioude, soit 52 km plus en aval. Pour effectuer cette distance ils ont migré à une vitesse moyenne de 19,72 km/j (± 5,85) soit 7 fois plus rapidement (Figure 384 et Tableau 50).

Au final pour faire le linéaire entre Vabres et Vielle-Brioude (74 km), les 8 smolts ont dévalé en moyenne à 6,18 km/j (± 4,08).

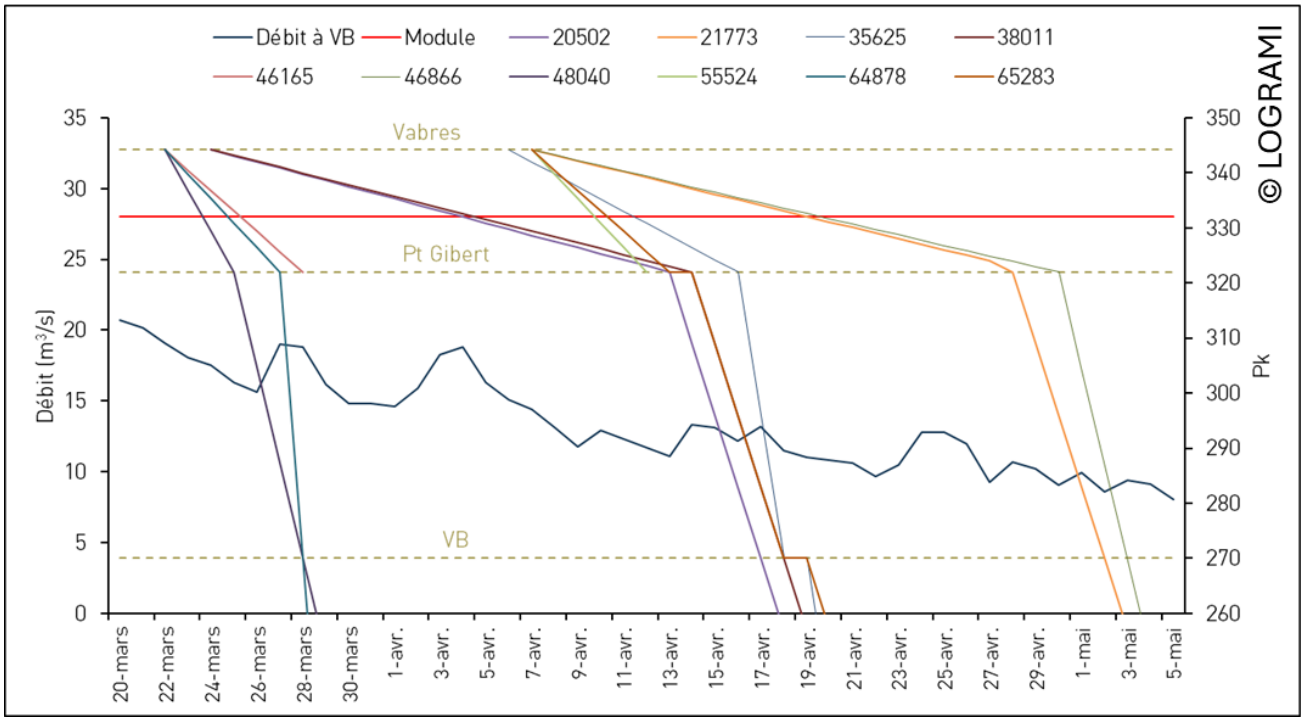


Figure 384 : Comportement des smolts marqués entre Vabres et le seuil de Vieille-Brioude en fonction du débit à Vieille-Brioude au printemps 2023

En 2007, la seule donnée comparative est celle du smolt 011 qui a été le seul poisson à avoir fait le tronçon de Poutès jusqu'à Vieille-Brioude. Pour faire la distance entre l'entrée de l'ancienne retenue de Poutès jusqu'à Vieille-Brioude, ce poisson a dévalé à une vitesse de 44,48 km/j. Pendant sa dévalaison sur ce tronçon entre le 14 et le 15 mai, le poisson a bénéficié d'une augmentation de débit. A Vieille-Brioude en 2007, le débit moyen journalier le 14 mai était de 10,3 m^3/s et à 24,3 m^3/s le lendemain.

Tableau 50 : Vitesse de migration des smolts marqués en 2023 entre Vabres/Pt-Gibert et Pt-Gibert/Vieille-Brioude (Sources : LOGRAMI)

	ID	Vitesse de migration (km/j) (Vabres-Pt Gibert)	Vitesse de migration (km/j) (Pt Gibert-Vieille Brioude)	Vitesse de migration (km/j) (Vabres-Vieille Brioude)
	20502	1,08	17,16	3,14
	21773	1,03	13,38	2,91
	35625	2,29	25,69	6,32
	38011	1,03	12,86	2,9
	46165	3,44		
	46866	0,94	19,52	2,83
	48040	6,38	23,62	13,05
	55524	4,61		
	64878	4,69	28,96	11,35
	65283	2,95	16,58	6,95
Moyenne		2,84	19,72	6,18
E-T		1,92	5,85	4,08
Médiane		2,62	18,34	4,73
Min		0,94	12,86	2,83
Max		6,38	28,96	13,05

10.6.4.3 Discussion

Sur les 99 poissons marqués pour l'étude de dévalaison du barrage de Poutès et lâchés à Vabres, seulement 22 sont arrivés dans la zone de détection amont du barrage de Poutès soit 22 %. Sur ces 22 smolts, 10 sont arrivés à Pont Gibert et pour finir 8 sont arrivés au seuil de Vieille-Brioude. La faiblesse des effectifs entrant et sortant du complexe Monistrol-Poutès est en partie expliquée par un dysfonctionnement des marques sur les smolts, selon EDF R&D. Lors des 2 premiers lâchés, des marques se sont éteintes entre le marquage et le lâché. Il est raisonnable de penser que les résultats de 2023 concernant l'ouvrage de Poutès sont à prendre avec précaution et ne sont pas révélateurs de la fonctionnalité réelle de la dévalaison. Il est impossible d'attribuer de manière fiable le pourcentage de smolts qui n'ont pas franchi le barrage de Poutès et de connaitre la proportion de smolts ayant eu des marques qui ont dysfonctionnées.

En s'intéressant uniquement aux 10 smolts (sur les 99) qui sont arrivés à Pont Gibert, nous pouvons calculer les vitesses de migrations entre Vabres et Pont-Gibert (22 km), entre Pont-Gibert et Vieille-Brioude (52 km) et au final entre Vabres et Vieille-Brioude (74 km). Il faut toutefois être prudent avec ces données et notamment au niveau du point de départ à Vabres. Nous ne disposons que de l'heure de lâché et nous avons considéré que les smolts ont été lâché à 9h00 du matin. La donnée la plus fiable est l'arrivée des smolts dans la zone de détection amont du barrage de Poutès mais cette donnée n'a pas pu nous être communiquée

(donnée considérée confidentielle par EDF). Pour faire Vabres / Pont-Gibert, les 10 smolts ont en moyenne dévalé à 2,84 km/j (± 1,92) et parmi ces poissons, 8 ont migré à une vitesse moyenne de 19,72 km/j (± 5,85) pour rejoindre Vieille-Brioude, soit 7 fois plus rapidement. Ainsi, pour faire le linéaire entre Vabres et Vielle-Brioude, les 8 smolts ont dévalé en moyenne à 6,18 km/j (± 4,08). Rappelons que le débit lors de la dévalaison des smolts en 2023 était plutôt faible pour la période et le débit était 2 à 3 fois inférieur au débit moyen mensuel. En comparaison avec 2007, une seule vitesse de dévalaison a pu être calculé sur un tronçon similaire (Poutès / Vieille-Brioude) avec une vitesse de 44,48 km/j (Bach et al., 2008) pour des conditions hydrologiques quasi-similaire à Vieille-Brioude en 2023. Il est compliqué de comparer cette unique donnée avec celles de 2023. Sur la Gartempe, plusieurs études sur la dévalaison des smolts ont été réalisées. En 2019, pour parcourir 20 km entre le barrage de Chaume et de Roche Etrangleloup, les smolts ont dévalé à une vitesse moyenne de 8,21 km/j (± 3,73). En 2021, pour 9 poissons, la moyenne de vitesse de dévalaison entre les barrages de Roche-Etrangleloup et de Descartes (148 km) est de 12,53 km/j pour une médiane de 10,89 km/j (Association LOGRAMI, 2021a). Globalement les vitesses de dévalaisons en 2023 sur le tronçon Pont-Gibert / Vieille-Brioude sont supérieurs à celles observées sur la Gartempe, quasiment le double. Toutefois le nombre d'ouvrages est bien plus important sur la Gartempe et donc la vitesse de migration est logiquement moindre.

La vitesse moyenne de migration sur le tronçon Vabres / Pont Gibert de 2,84 km/j (± 1,92) est un minimum car l'heure de départ n'est pas connue. Cependant, l'incertitude sur l'horaire du lâcher n'étant que de +/- 3 heures, cela n'a que très peu d'influence sur cette vitesse moyenne de migration. Seulement 2 ouvrages se trouvent sur ce secteur, Poutès et Monistrol-d'Allier, la vitesse moyenne très faible est soit lié au départ tardif après le marquage soit à des difficultés pour dévaler ce tronçon.

Concernant l'ouvrage de Vieille-Brioude, les 8 smolts ont franchi l'ouvrage en 4h46 ± 7h30 avec 2 poissons qui ont mis plus d'une demi-journée. Le point commun entre ces 2 poissons est qu'ils sont arrivés lorsque le débit était de 10 m^3/s et ils ont été détectés en aval lorsque le débit avait augmenté pour passer à 15 m^3/s. D'autres smolts ont franchi l'ouvrage sans retard apparent lorsque le débit était compris entre 9 et 21 m^3/s. Il est compliqué d'expliquer le retard de ces 2 poissons et cela ne semble pas lié directement au débit et au fonctionnement de l'usine. En 2007, le temps de franchissement de Vielle-Brioude était de 4h03 ± 8h26 pour des conditions de débit quasiment identiques à 2023. Cependant, en 2007, le système de dévalaison n'était pas le même qu'en 2023. En 2007, il n'y avait pas de système de dévalaison et l'espacement entrefer était de plusieurs centimètres et une partie des smolts devaient dévaler par les turbines du barrage. Actuellement le plan de grille est incliné à 26° et l'espacement entrefer est de 20 mm ce qui constitue une barrière comportementale pour les smolts. Dans cette configuration, des débits bas comme en 2023, le temps de franchissement des smolts en 2023 à l'usine de Vieille-Brioude parait satisfaisant.

En 2024, la même étude va être reconduite à Poutès. LOGRAMI va en profiter pour rééquiper l'usine de Vieille-Brioude et 3 nouveaux ouvrages. Le seuil de Langeac et Chambon de Cerzat en Haute-Loire et le barrage de Vichy dans l'Allier.

10.7. Dévalaison des « 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 385).

Les « survivants » qui tentent une dévalaison vers la mer sont appelés des « ravalés », à tort parfois « bécards ».

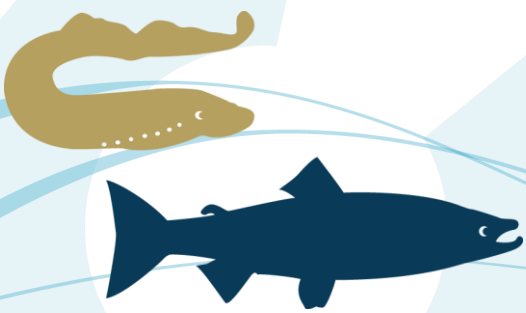


Figure 385 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009)

Les études de radiopistage menées sur le bassin de l'Allier en 2009 (Bach et al., 2011), sur la Sioule en 2012 (Bach et al., 2015) et sur l'Allier en 2019 (Association LOGRAMI, 2020) permettent de compléter ces informations en ayant le ratio entre les effectifs en 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 %. Pour les saumons qui ont effectué une reproduction, les pourcentages sont nettement plus élevés avec** entre leur lieu de reproduction et le point de contrôle aval des axes **des ratios de 19 %, 47 % et 57 %.** Cependant, ces dévalaisons observées au niveau des axes étudiés **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 (Bach et al., 2011), 84 % sur la Sioule en 2012 (Bach et al., 2015) et 100 % sur l'Allier en 2019 (Association LOGRAMI, 2020). 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 2ème retour sur le bassin du Scorff sont de l'ordre de 7 % (Caudal & Prévost, 2018).

10.7.1. Influence de l'hydrologie

Tout comme les smolts, la migration des ravalés dépend en partie du débit des rivières. Les ravalés sont stimulés à dévaler quand le débit est plus élevé en combinant nage active et passive.

Les ravalés sont observés en dévalaison sur certaines stations de comptages du bassin entre décembre de l'année n-1 et le mois de juin. 90 % des passages ont lieu du mois de janvier à mai. Ainsi, les conditions hydrologiques rencontrées durant les 5 premiers mois de l'année permettent de caractériser la migration des ravalés sur le bassin de la Loire.

En 2023, les indices hydrologiques pour cette période sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,6 (+/- 0,1) (Figure 386). Les indices oscillent entre 0,8 sur la Maine et 0,5 sur la Loire amont, la Sioule et la Cher. Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence.

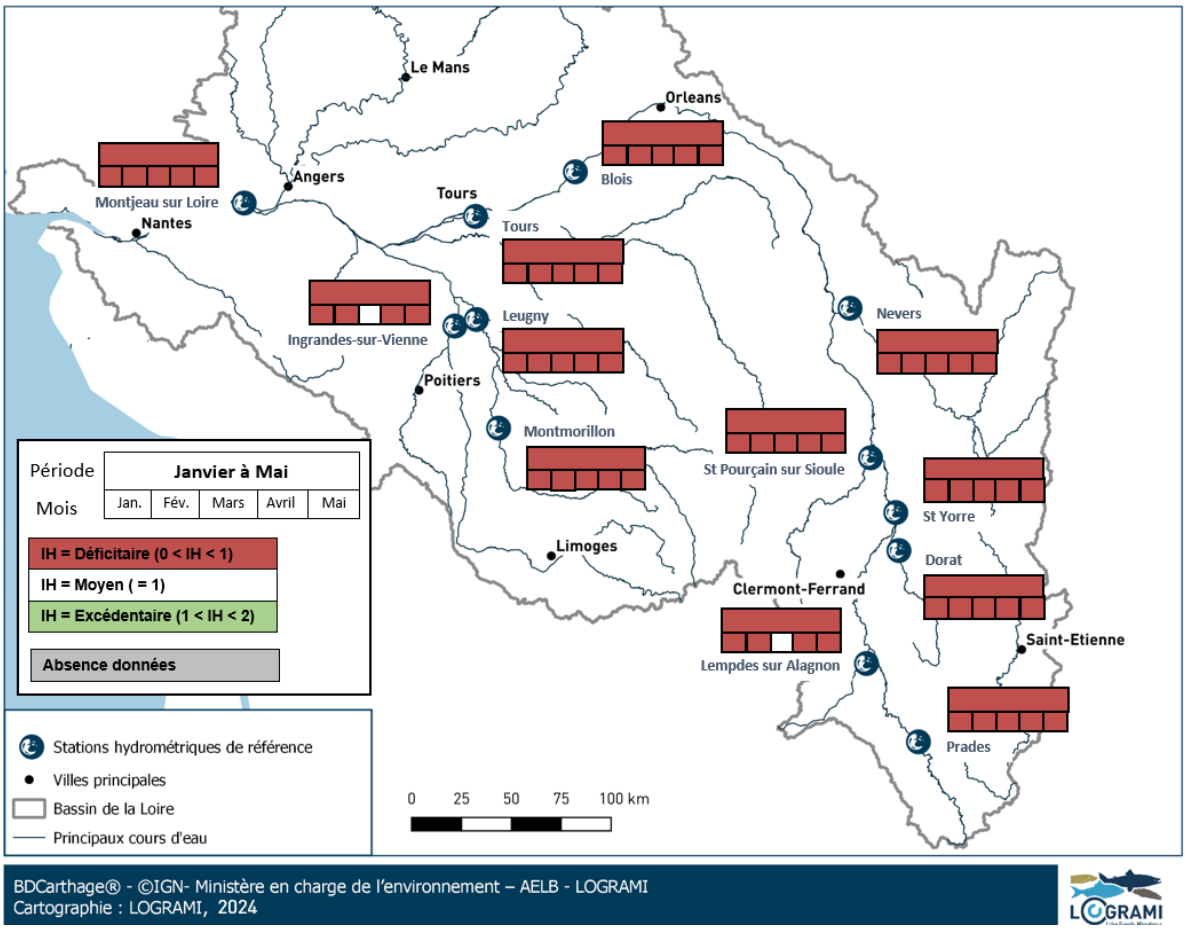


Figure 386 : Indices hydrologiques 2023 durant la période janvier à mai sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Le mois de mars est le mois qui enregistre l'indice hydrologique le plus élevé avec une valeur moyenne sur l'ensemble des stations de référence de 0,7 +/- 0,2. Des coups d'eau hivernaux ont été enregistrés sur les différents axes de reproduction des saumons du bassin de la Loire durant cette période (Tableau 51).

Tableau 51 : Crues hivernales observées en janvier 2023 sur l'Allier, l'Alagnon, la Dore, la Sioule, la Creuse, la Gartempe et l'Ardour (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Station hydrologique	Module (m^3/s)	Crue biennale (m^3/s)	Pic de crue sur la période
Allier	Langeac	21,2	282	27,6 m^3/s le 14/03
Alagnon	Lempdes-sur-Alagnon	11,1	112	64,7 m^3/s le 11/03
Dore	Dorat	18,5	151	37,1 m^3/s le 12/03
Sioule	Saint-Pourçain-sur-Sioule	24,0	153	39,2 m^3/s le 29/03
Creuse	Argenton sur Creuse	24,9	204	82,7 m^3/s le 11/03
Gartempe	Montmorillon	21,3	185	99 m^3/s le 11/03
Arroux	Etang-sur-Arroux	21,9	214	60,9 m^3/s le 15/03

Ces derniers, de faibles intensités avec des valeurs en dessous de la crue biennale, ont pu favoriser la dévalaison des ravalés.

10.7.2. Effectifs aux stations de comptage

Des ravalés sont observés en dévalaison sur les stations de comptages de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 387). Ils sont comptabilisés à Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule lorsqu'ils empruntent les passes de montaison pour dévaler. A Poutès (avant 2020), 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 387 : 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)

Comparativement aux effectifs en montaison, les ravalés comptabilisés à Poutès représentent, selon les années, entre 1 % et 27 % des individus, soit 8 +/- 9 ravalés en moyenne (Figure 389). Sur cette station une hésitation des ravalés à emprunter la goulotte de dévalaison a été observée, 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. La goulotte ayant été remaniée dans la nouvelle configuration de l'ouvrage, la capacité de dévalaison des ravalés à Poutès n'est actuellement pas connue.

A Vichy, les observations par la passe de montaison sont moins élevées avec 0 % à 1,9 % soit 5 ravalés +/- 4 en moyenne. Une partie des individus peut en effet profiter de la surverse pour dévaler bien que les suivis par radio pistage aient montré que cela posait également des difficultés et des retards migratoires à la dévalaison par défaut de voie de passage (attente de la surverse). En 2019, 4 ravalés marqués sont arrivés au barrage de Vichy, un n'a pas réussi à dévaler le barrage. Les 3 qui ont réussi sont systématiquement passés lors d'augmentation de débit et **lorsque celui-ci dépassait les 80 m³/s**. En dessous de cette gamme de débit et en absence de coup d'eau, le barrage de Vichy est bloquant pour les saumons en dévalaison post-reproduction.

La plus forte proportion de dévalaison est observée sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule pour la montaison de 2018 avec 49 % (soit 17 ravalés sur 35 montaisons). Il est possible qu'il y ait une sous-estimation 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 seuil.

En 2023, deux ravalés de la saison de montaison 2022 ont été observés : un sur la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule le 22 février 2023 et un sur l'Allier à la station de comptage de

Langeac le 24 février 2023 (Figure 388). Ces observations représentent 33 % des individus comptabilisés en montaison en 2022 sur la Sioule et 0,4 % sur l'Allier (Figure 389).

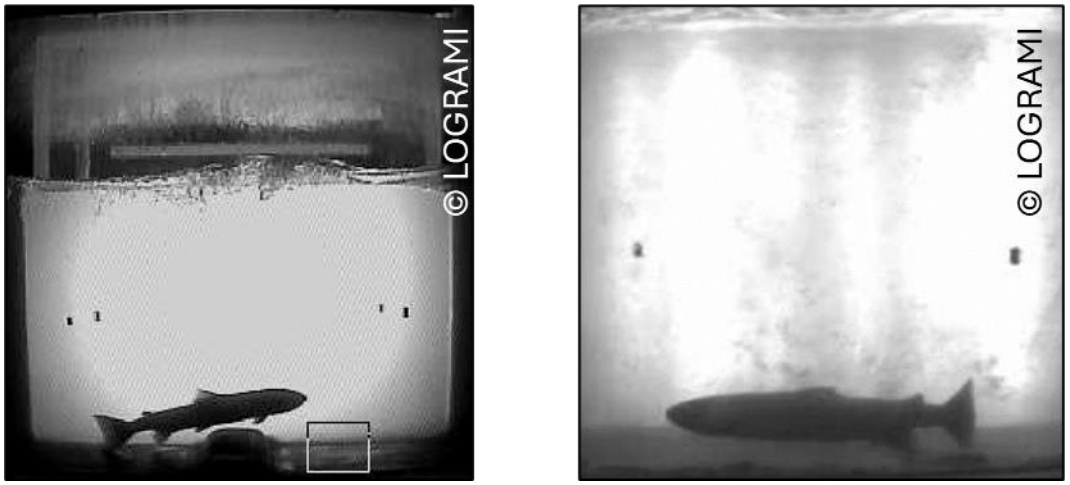


Figure 388 : Dévalaison de ravalés aux stationx de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule le 22 février 2023 (gauche) et de Langeac le 24 février 2023 (droite)

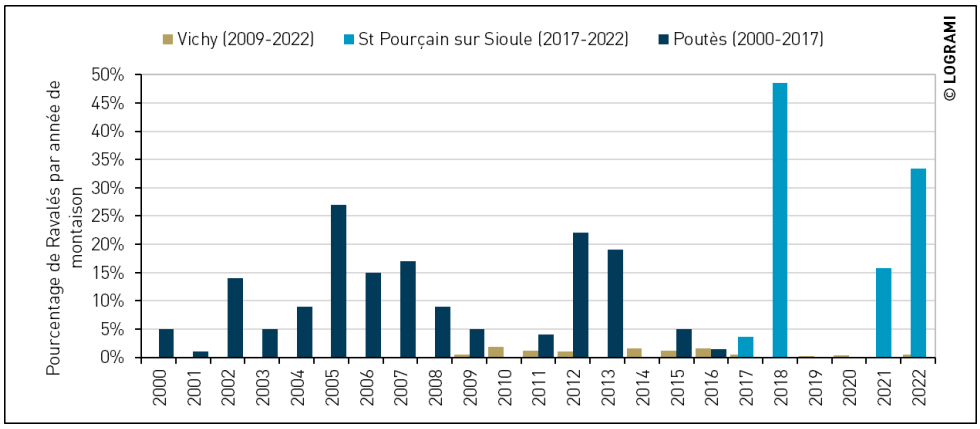


Figure 389 : Pourcentages de saumons ravalés (n+1) par année de montaison (n) observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier

10.7.3. Période de migration

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 23 individus et situées entre février et juin. A Poutès, de 2000 à 2017, 59 % des dévalaisons de ravalés sur 133 observations étaient constatées au mois d'avril. Pour rappel, l'exutoire était fonctionnel seulement entre le 15 mars et le 15 juin (Figure 390).

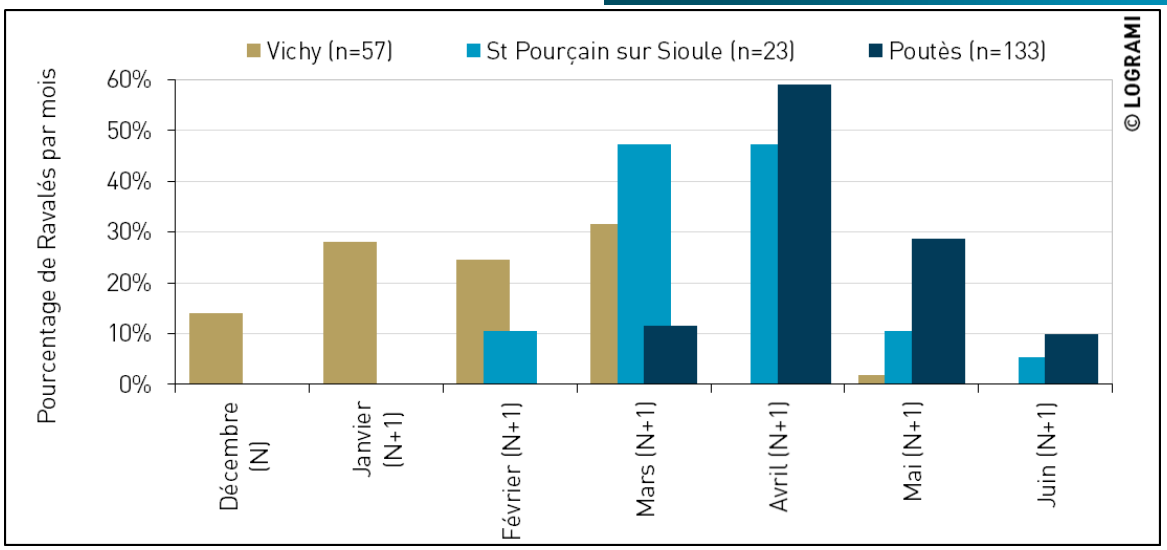


Figure 390 : Répartition mensuelle des effectifs de saumons ravalés observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier depuis le début des suivis aux stations (N = année de reproduction)

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 poisons**. Les opérations de suivis par radiopistage démontrent les retards à la dévalaison qu'ils subissent ajoutant une difficulté supplémentaire à favoriser le second retour de ces saumons.

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 la présence de systèmes de dévalaison non adaptés retardent et réduisent les chances de survie de ces poissons.**

10.8. Actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur la Sioule en aval du barrage de Queuille

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 5 affluents de l'Allier (Couze Chambon, Couze Pavin, Couze d'Ardes, Senouire et Desges), les années 2017, 2018, 2020, 2021 et 2022 ont permis l'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique du Chapeauroux et de l'Allier entre Langeac et Pont du Château (secteurs S4 et S5) ainsi qu'entre La Bastide Puy-Laurent et Pont d'Alleyras (secteur S1 et S2) (Figure 391) laquelle datait de 1999 (Malavoi, 1999; Minster & Bomassi, 1999). Le secteur S3 sera lui actualisé dans quelques année lorqu'un pseudo « équilibre sédimentaire » post-aménagement du barrage de Poutès sera constaté. L'Espezonnette a également été décrite en 2021.

En 2023, cette actualisation s'est poursuivie **sur la Sioule**, affluent majeur en rive gauche de l'Allier conformément à la proposition faite au comité de sélection des dossiers Plan loire et à l'opportunité d'apporter des élements plus récents pour le Sage en cours.

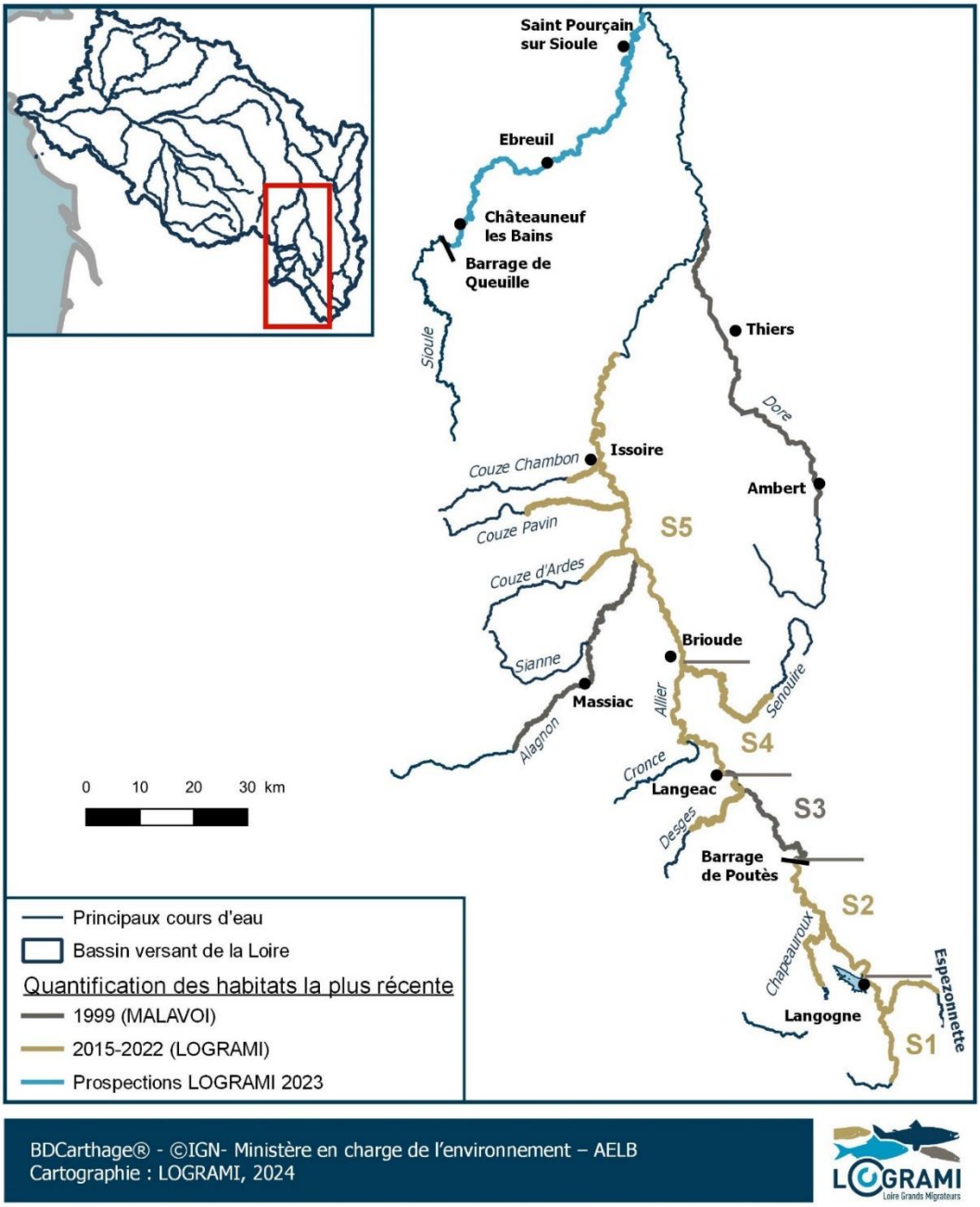


Figure 391 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2023 et niveau d'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier

10.8.1. Matériel et méthodes

10.8.1.1 La Sioule et le saumon

La Sioule prend sa source dans le département du Puy de Dôme (63) dans le massif des Monts Dore à une altitude de 1 140 m. Après un parcours de 165 km, elle conflue avec l'Allier à une altitude d'environ 219 m,

au niveau de la Ferté-Hauterive dans le département de l'Allier (03) (33km en aval de Vichy). La surface de son bassin versant est évaluée à 2 458 km^2. La Sioule possède un régime hydrologique de type pluvio-nival.

Après s'être écoulé sur 78 kilomètres, le cours de la Sioule est entravé par le barrage EDF des Fades (hauteur 68 m ; plan d'eau de 70 millions de m^3 ; construit en 1968). Quelques kilomètre en aval, se trouve le barrage de Queuille (hauteur 28 m ; plan d'eau de 5,9 millions de m^3 ; construit entre 1901 et 1904) (Figure 392). Outre l'artificialisation des débits en aval et les perturbations physico-chimiques potentiellement induites, ce complexe hydro-électrique constitue le verrou migratoire pour les poissons migrateurs remontant l'axe Sioule. En effet, ni le barrage de Queuille ni celui des Fades ne sont équipés pour assurer la continuité écologique.

Figure 392 : Photographie du barrage EDF de Queuille vue depuis l'aval

Ainsi, le linéaire décrit en 2023 correspond à celui décrit en 1999 (Malavoi, 1999; Minster & Bomassi, 1999) soit les **87,2 premiers kilomètres aval de la Sioule compris entre la confluence avec l'Allier et le barrage de Queuille** (Figure 391 et Figure 393).

La Sioule peut être divisée en deux secteurs présentant des caractéristiques hydromorphologiques différentes dont la limite s'établit au niveau de la commune de Jenzat (03) (Figure 393). Cette division correspond d'ailleurs aux deux secteurs Natura 2000 de ce cours d'eau :

- Les « Gorges de la Sioule », caractérisé par un secteur de gorges (51 km ; pente moyenne 0,245 %) qui alterne des faciès rapides et des plats très largement influencés par un nombre important de seuils.
- La « Basse Sioule », secteur de plaine (36,2 km ; pente moyenne 0,174 %) à l'aval de Jenzat (où la Sioule passe en 2ème catégorie piscicole) perturbé par une succession de 9 microcentrales.

Avant la Révolution, la Sioule aurait présenté 190 ha de surfaces en eau favorables au développement des juvéniles de saumon (Bachelier, 1963). En 1890, ces surfaces étaient considérés inaccessibles notamment par la présence des seuils de la Carmone et de Champagne érigés à proximité de Saint-Pourçain sur Sioule sur la Basse-Sioule (11km de la confluence avec l'Allier) (Bachelier, 1963).

La Sioule étant d'abord classée « cours d'eau à migrateurs » selon le code de l'Environnement (art. L.432-6) avec une liste d'espèces fixées par arrêté (saumon atlantique, anguille européenne, ombre commun, truite), des travaux de mise en conformité consistant principalement à l'équipement en dispositifs de franchissement de l'essentiel des ouvrages ont été réalisés dans le cadre d'un contrat de rivière entre 1991 et 1997. Ainsi, 100 ans plus tard, au gré de ces différents aménagements entrepris en faveur du rétablissement la continuité écologique (principalement montaison) et de la mise oeuvre d'un soutien d'effectifs par des opérations d'alevinage (à partir de 1982 mais plus significatif à partir de 1996), les différents suivis biologiques ménés entre les années 1996 et 2012 (piégeage/marquage, comptage des frayères) permettaient d'estimer l'exploitation de la Sioule par un nombre de géniteurs de saumon compris entre 30 et 70 individus (Lelièvre & Steinbach, 2008).

Une étude de la migration génésique des géniteurs par radiotélémétrie réalisée en 2012 avait principalement mis en évidence de très importantes difficultés de franchissement au niveau des ouvrages hydro-électriques rencontrés sur la Basse Sioule entrainant des retards préjudiciables à la survie des géniteurs (Bach et al., 2015). Depuis, en application de la Loi 214-17 (Sioule classée Liste 1 et 2), ces difficultés sont censées avoir été estompées par la réalisation d'aménagements plus fonctionnels et efficaces au droit des différents ouvrages considérés comme problématiques (à la fois pour la montaison et la dévalasison). Malheureusement malgré cette dernière campagne d'aménagements certaines difficultées perdurent comme en témoigne la découverte de nombreux saumons morts durant l'été 2020 sur la Basse Sioule et notamment en aval du Moulin de la Ville à St Pourçain sur Sioule, (Association LOGRAMI, 2021a).

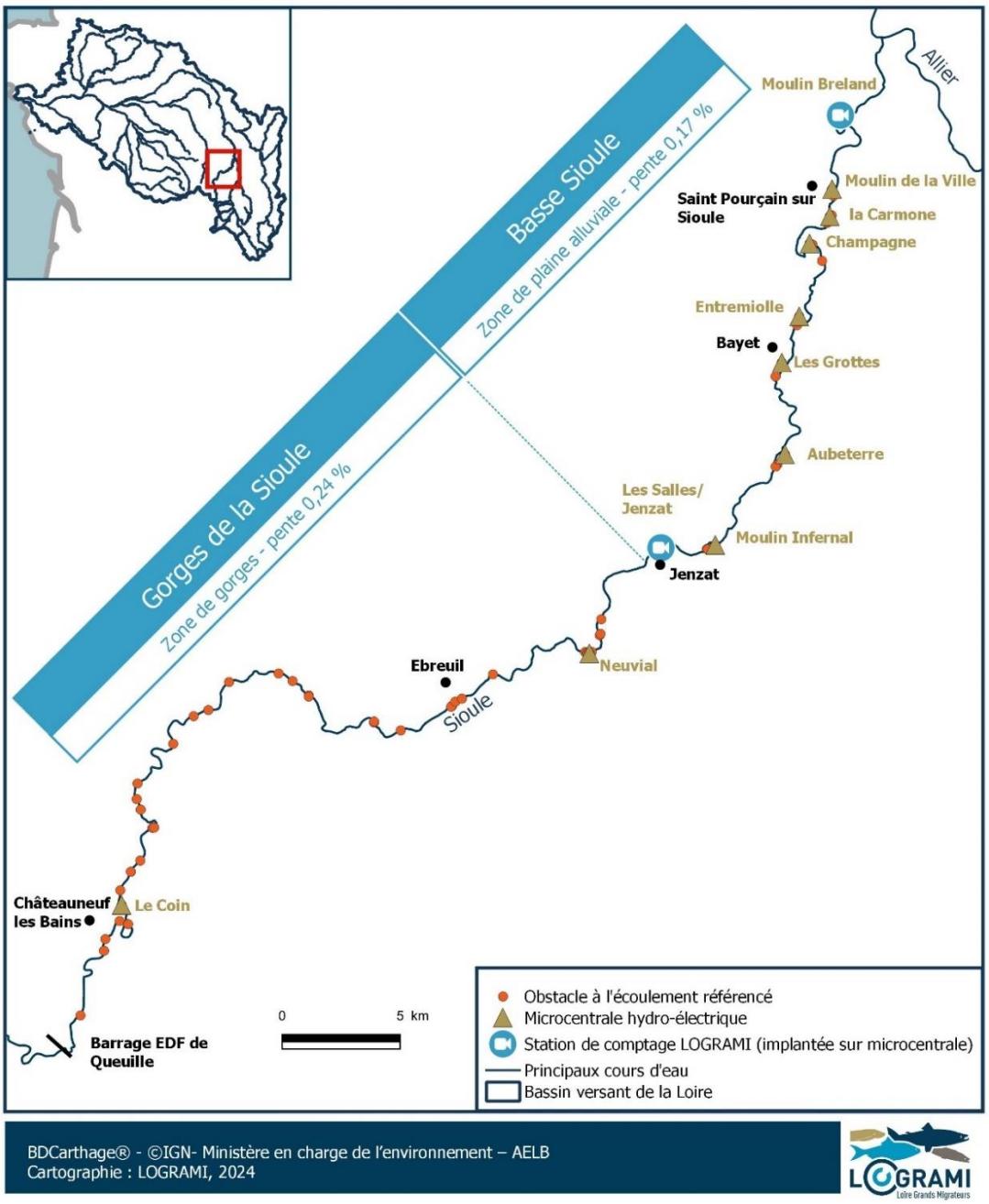


Figure 393 : Unités hydromorphologiques du linéaire de la Sioule accessible pour les poissons migrateurs et localisation des obstacles à l'écoulement

Entre 2017 et 2023, les nouvelles stations de comptages implantées sur la Sioule à Saint-Pourçain sur Sioule (Moulin Breland, premier ouvrage, non exhaustive) et à Jenzat (début 1ère catégorie piscicole, entrée des zones plus favorables) ont permis de quantifier des effectifs de géniteurs potentiels du même ordre de grandeur (quelques dizaines d'individus) (Association LOGRAMI, 2023). Les comptages de frayères ainsi que les échantillonnages automnaux de juvéniles à l'electricité permettent d'avérer la reproduction effective de ces géniteurs mais la très faible production d'alevins natifs met en évidence une très faible productivité (Association LOGRAMI, 2022). Par ailleurs, avec en moyenne environ 150 000 alevins nourris déversés par an sur la période 2000-2021, le soutien d'effectif qui permettait d'obtenir une production de tacons 0+ automnaux intéressantes (80 000 en moyenne) n'est plus réalisé depuis 2021.

10.8.1.2 Protocole de prospection terrain

L'ensemble du linéaire de la Sioule entre le barrage de Queuille et la confluence avec l'Allier a été parcouru de l'amont vers l'aval en binôme en bouées hydro-speed, en canoë (à partir d'Ebreuil) et très ponctuellement à pieds quand cela s'est avéré nécessaire.

Les faciès d'écoulements ont été déterminés selon la classification de (Malavoi & Souchon, 2002) (Figure 394). 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 (précision 6 m) grâce à l'application QField®, solution Qgis® mobile sous Android® (Figure 395). Ceci permet une intégration directe des données dans la base habitats de LOGRAMI (Association LOGRAMI, 2020).

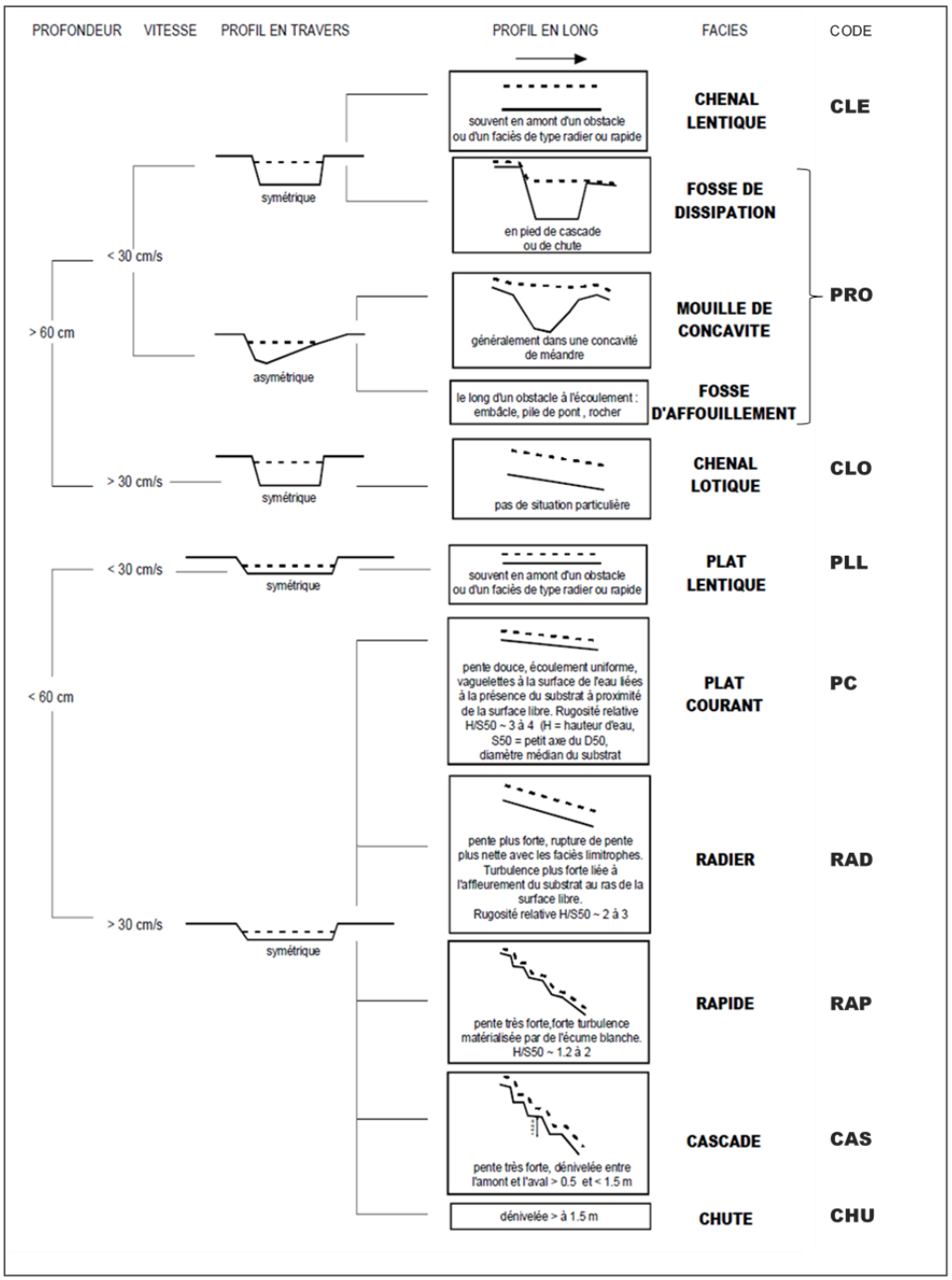


Figure 394 : Clé d'identification des faciès d'après MALAVOI et SOUCHON (2002)

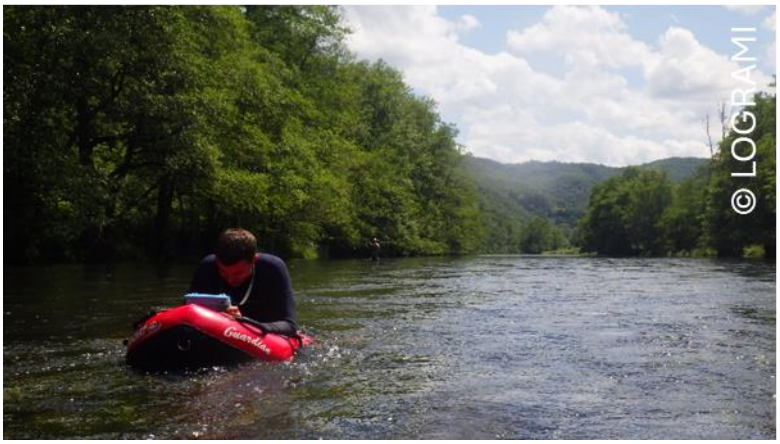


Figure 395 : Saisie d'un point « faciès » sur tablette

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 (Figure 396) ;
- 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.

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

Figure 396 : Classes de granulométrie utilisées pour la description de la granulométrie des faciès (classification de WENTWORTH (1922) simplifiée par LOGRAMI (COSYNS *et al.*, 2013)

10.8.1.3 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 2020/IGN 2022) tout en se recalant par rapport aux points pris sur le terrain (limite amont faciès - Figure

397). 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).

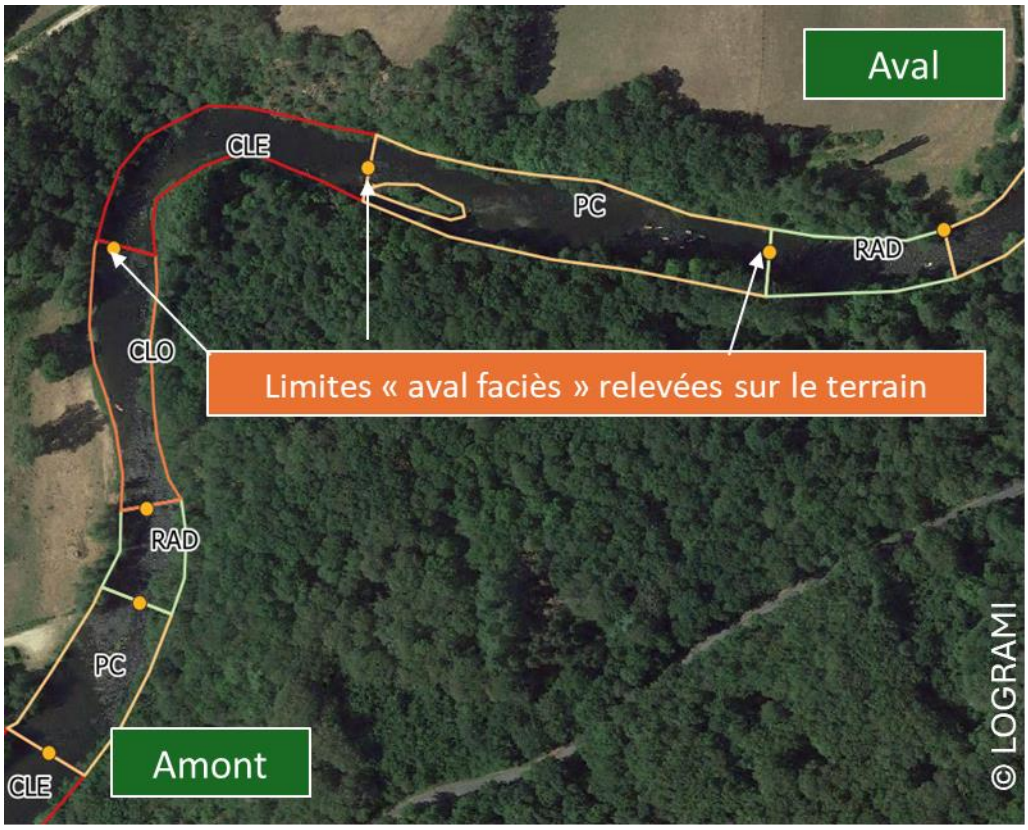


Figure 397 : Aperçu de la couche "faciès" après digitalisation de polygones à partir de photographies aériennes (Google satellite) et de points pris sur le terrain (limite amont faciès)

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

Détermination des surfaces « Equivalent 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 ; Bardonnet & Baglinière, 2000 ; Heland & Dumas, 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 Equivalent Radiers-Rapides (ERR) de Prévost & Porcher (1996) est utilisée pour quantifier la surface productive en juvéniles de saumons (SERR). Cette méthode initialement établie pour calculer les Totaux Autorisés de Captures (TAC) de saumons dans les rivières bretonnes a déjà été utilisée sur le bassin de la Loire (Bach et al., 2012, 2013, 2016, 2017; Minster & Bomassi, 1999).

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

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 la Sioule, la densité moyenne maximale des standards de la littérature d'un tacon 0+ par m^2 a été appliquée aux surfaces favorables dites « ERR ».

10.8.2. Résultats

10.8.2.1 Déroulement et conditions des prospections

87,24 kilomètres (hors bras secondaire) ont été parcourus d'amont en aval en 9 journées réparties sur 2 périodes distinctes, une de 4 jours début juillet et l'autre de 5 jours fin juillet (Tableau 52). En prenant en compte des bras secondaires, le linéaire total décrit atteint 103,35 kilomètres. 40h27min de prospections ont été nécessaire pour sa description. La vitesse moyenne résultante est de 2,55 +/- 1,05 kilomètres décrits/heure. Parmi les modes de prospection, la prospection à pieds est évidemment plus lente que celles où les opérateurs sont embarqués. Une courte prospection à pieds a été nécessaire pour décrire la partie amont du canal de fuite de la microcentrale hydro-électrique d'Entremiolles. Le canoë, utilisé à l'aval d'Ebreuil (zone moins pentue, moins turbulente et plus large) s'est avéré plus rapide que la bouée hydro-speed. Il est en effet plus « efficace » que les palmes dans les longues retenues lentiques que peut présenter la Basse-Sioule.

Les débits moyens instantanés de la Sioule enregistrés aux stations de Châteauneuf les Bains, Ebreuil et St Pourçain sur Sioule ont été utilisés pour caractériser les conditions hydrologiques lors de ces prospections (https://www.hydro.eaufrance.fr). Les débits observés lors de la première période de prospections début juillet sont nettement inférieurs aux valeurs de référence du mois de juillet mais s'apparentent aux valeurs de référence du mois d'août qui caractérisent l'étiage sur ce cours d'eau (Tableau 52). Pour la seconde période, les débits sont très nettement inférieurs aux valeurs de référence du mois d'août. La partie amont du linéaire a donc été décrit dans des conditions d'étiage « normal » tandis que la partie aval l'a été pour des conditions d'étiage « marqué » (valeurs équivalentes à période de retour biennale sèche pour Ebreuil et quinquennale sèche pour St Pourçain).

Bien que la définition des surfaces en eau ait été réalisée à partir de photographie aérienne prise pour des débits probablement moins restreints, la « normalité » des conditions hydrologiques durant les prospections n'étant pas observée au moins pour la partie située en aval d'Ebreuil, les résultats de cette quantification d'habitats doivent être considérés comme des minima.

Tableau 52 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur la Sioule en 2023 (Sources : LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr)

Date	Mode de prospection	Secteur décrit	Distance parcourue (hors bras secondaire) (km)	Bras secondaire	Linéaire total décrit (km)	Durée (hh:mm)	Vitesse (km/h)	Débit			
				Longueur cumulée (km)				Station	QM (m^3/s)	QM juillet ref	QM août ref
04/07/2023	Bouées Hydro-speed	Barrage de Queuille – Thermes de Châteauneuf	9,65	0,61	10,26	06:32	1,57	Châteauneuf les Bains	6,2	8	5,6
05/07/2023		Thermes de Châteauneuf – Pont de Menat	10,90	0,87	11,76	05:29:	2,15		5,5		
06/07/2023		Pont de Menat – Le Soult	9,82	0,81	10,63	05:23	1,97	Ebreuil	5,5	8,4	6,3
07/07/2023		Le Soult – Ebreuil	7,27	1,04	8,31	03:10	2,63		5,5		
25/07/2023	Canoë	Ebreuil - Jenzat	13,79	1,19	14,98	04:38	3,23		3,4		
26/07/2023		Jenzat - Bayet	14,17	3,87	18,05	04:47	3,77		3,4		
27/07/2023		Bayet – St Pourçain	11,27	5,8	17,07	06:54	2,47	St Pourçain sur Sioule	3,3	9,5	6
28/07/2023	A pieds	Canal de fuite Entremiolles		0,55	0,55	00:41	0,80		3,3		
31/07/2023	Canoë	St Pourçain - Conf. Allier	10,39	1,37	11,76	02:53	4,07		3,7		
Total			87,24	16,10	103,35	40:27	2,55				

10.8.2.2 Bilan de la quantification d'habitats favorables au développement de juvéniles de saumon atlantique sur la Sioule en aval du barrage de Queuille

1 251 faciès ont été inventoriés sur la Sioule en aval du barrage de Queuille. Leur digitalisation, qui a nécessité 40 h de traitement, a permis d'en évaluer une surface totale de **2 896 190 m²** (environ 289,6 ha). Les faciès lotiques prédominent en nombre (82,6 %) mais pas en surface (47,5 %). Les plats courants (PC) sont les faciès lotiques les plus largement observés (35,3 % des faciès totaux pour 24,9 % de la surface totale). Les chenaux lentiques (CLE) sont quant à eux, les faciès lentiques les plus largement rencontrés (14,1 % des faciès totaux pour 47,5 % de la surface totale).

Tableau 53 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur la Sioule en aval du barrage de Queuille en 2023 (Sources : LOGRAMI)

Faciès		Surface (m²)		%		Nb faciès		%	
Lentiques	CLE	1 372 219	1 520 112	47,4%	52,5%	177	218	14,1%	17,4%
	PLL	147 893		5,1%		41		3,3%	
Lotiques	CLO	343 947	1 376 078	11,9%	47,5%	259	1 033	20,7%	82,6%
	PC	722 297		24,9%		441		35,3%	
	RAD	300 797		10,4%		318		25,4%	
	RAP	9 037		0,3%		15		1,2%	
Total		2 896 190				1 251			
ERR		445 600							

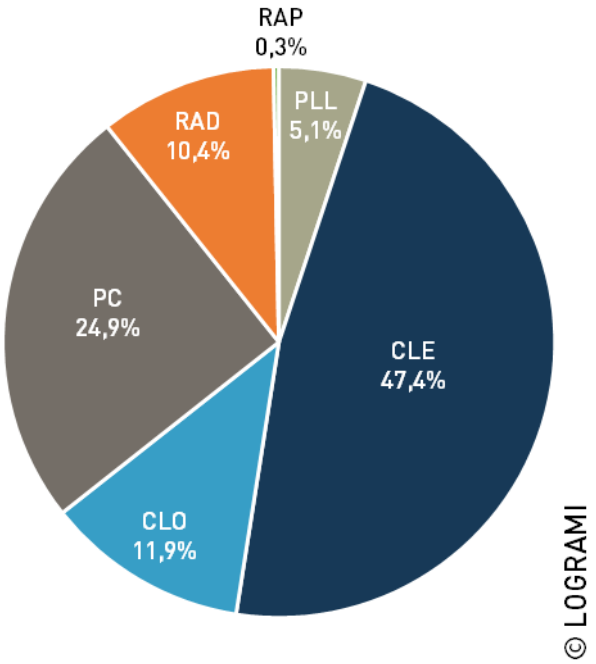


Figure 398 : Répartition des surfaces par faciès sur la Sioule en aval du barrage de Queuille en 2023

Les faciès potentiellement favorables au développement des juvéniles de saumon, radiers (RAD), rapides (RAP) et plats courants (PC) représentent 35,6 % de la surface totale décrite.

Parmi ces faciès favorables, 4 radiers et 10 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'**Equivalents Radier-Rapide** (surface des PC pondérée) :

- Les 4 radiers écartés présentaient une granulométrie dominante constituée de roche ou de roche-mère. Avec 3 108 m², la somme de leurs surfaces représente 1 % des surfaces de radiers du linéaire décrit et 0,1 % des surfaces totales décrites.

- Les 10 plats courants écartés présentaient une granulométrie dominante constituée de gravier ou de roche-mère. Avec 27 924 m², la somme de leurs surfaces représente 3,9 % des surfaces de plats courants du linéaire décrit et 1 % des surfaces totales décrites.

La granulométrie accessoire de 12 de ces 14 faciès étant constituée de cailloux, de blocs ou 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 peut donc être considérée comme minimale.

Ainsi, **la Sioule en aval du barrage de Queuille présenterait** un total d'**Equivalents Radier-Rapide** (surface des PC pondérée) de **445 600 m²** (environ 44,6 ha), soit **15,4 % de la surface totale décrite**.

Bien que possédant un profil de rivière de plaine, la Basse Sioule présente des surfaces ERR dès ses premiers kilomètres (5 % des surfaces ERR décrites sont situées en aval de St Pourçain sur Sioule) (Figure 399 et Figure 400). Il faut toutefois attendre le 14e kilomètre pour commencer à constater une augmentation significative de ces dernières. Le premier quartile (25 %) est atteint au bout de 27 km à hauteur de Broût-Vernet (03), le second (50 %) au bout de 50 km à Ebreuil (03) et le troisième au bout de 68 km au Pont de Menat (63). Les 37 km situés en amont d'Ebreuil représentent donc la moitié des surfaces favorables au développement de juvéniles de saumon de la Sioule. La partie aval étant moins pentue, il paraît « normal » que la densité kilométrique des surfaces ERR y soit moins importante que sur la partie amont (pour une part égale de 25 % des ERR, respectivement 27 et 23 km sur l'aval contre 18 et 19 km en amont).

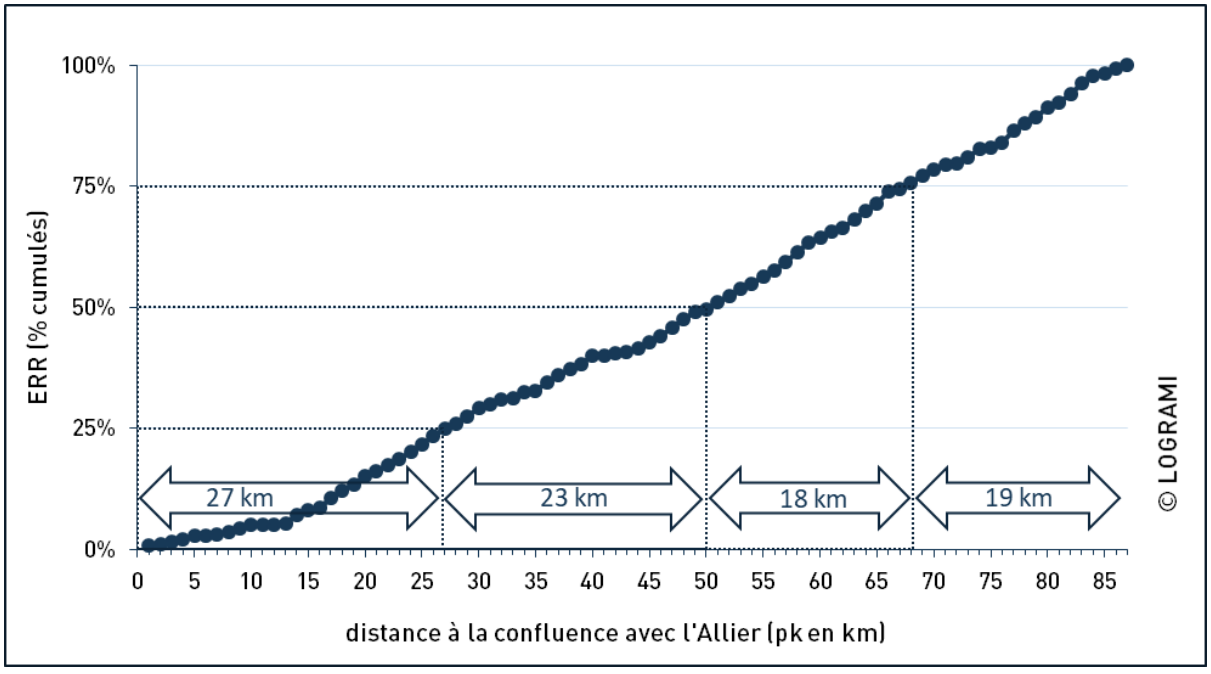


Figure 399 : Evolution longitudinale depuis la confluence avec l'Allier du cumul des surfaces ERR décrites sur la Sioule en aval de Queuille en 2023 (en %)

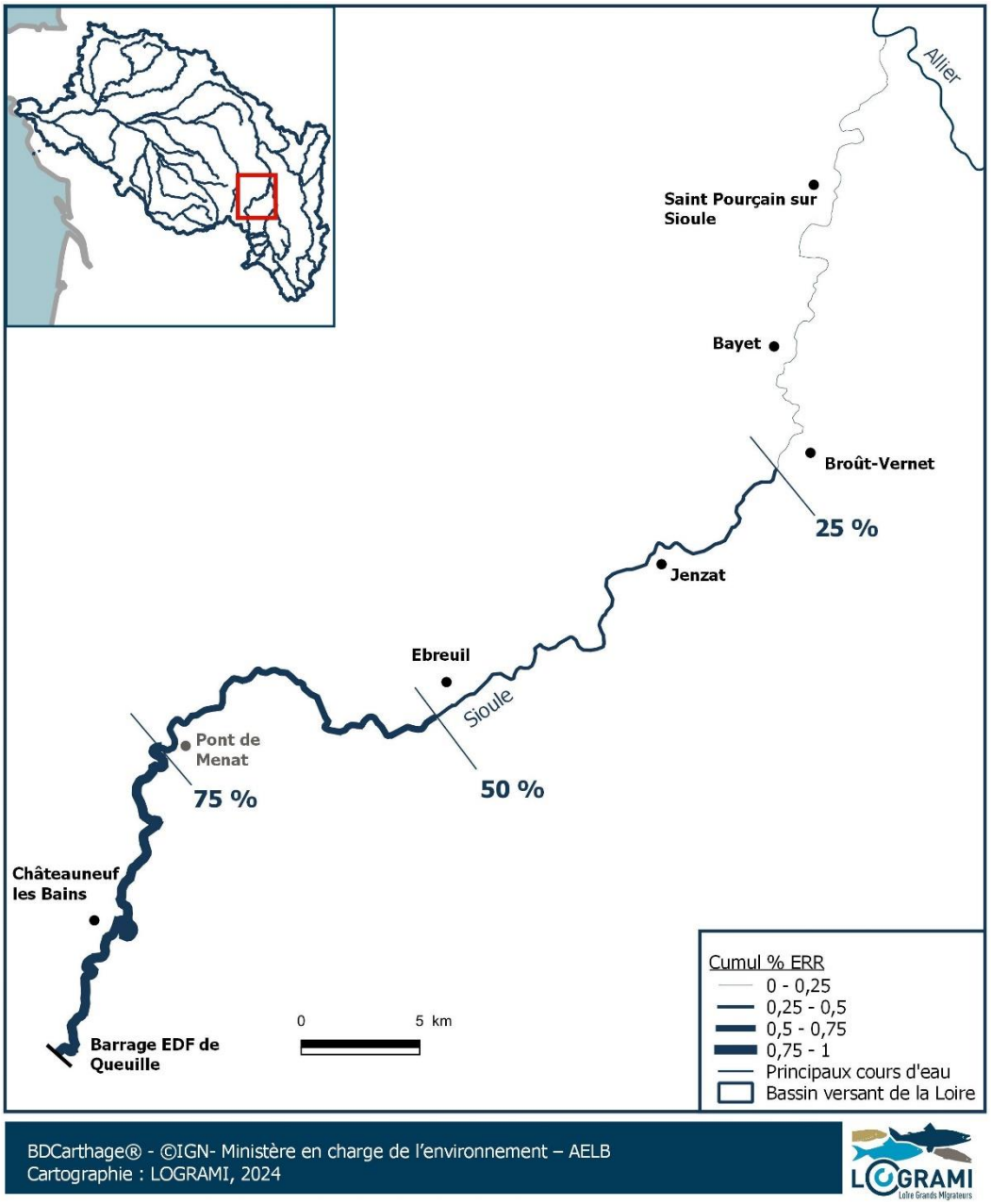


Figure 400 : Carte de répartition des surfaces ERR décrites sur la Sioule en aval de Queuille en 2023 (en % cumulés depuis la confluence avec l'Allier)

10.8.2.3 Production potentielle de tacons 0+ d'automne de la Sioule

Selon la densité de 1 tacon/m² d'Equivalents Radier-Rapide de la littérature, la Sioule en aval du barrage de Queuille présentant un total d'ERR de 445 600 m², aurait une production potentielle de **445 600 tacons 0+ d'automne**.

10.8.2.4 Impact des ouvrages sur les faciès situés en amont

Sur le linéaire décrit, 41 ouvrages dont 4 non référencés dans le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) ont été recensés soit 1 ouvrage tous les 2,13 km. 38 de ces 41 obstacles engendrent artificiellement par leur effet retenue (remous liquide) une surface de **866 722 m² de faciès lentiques** (Tableau 54) soit **63,2 % des surfaces lentiques décrites et 29,9 % des surfaces totales décrites**. Ces 38 retenues représentent un linéaire total de **24 km soit 27,5 %** du linéaire principal décrit (bras secondaire exclus).

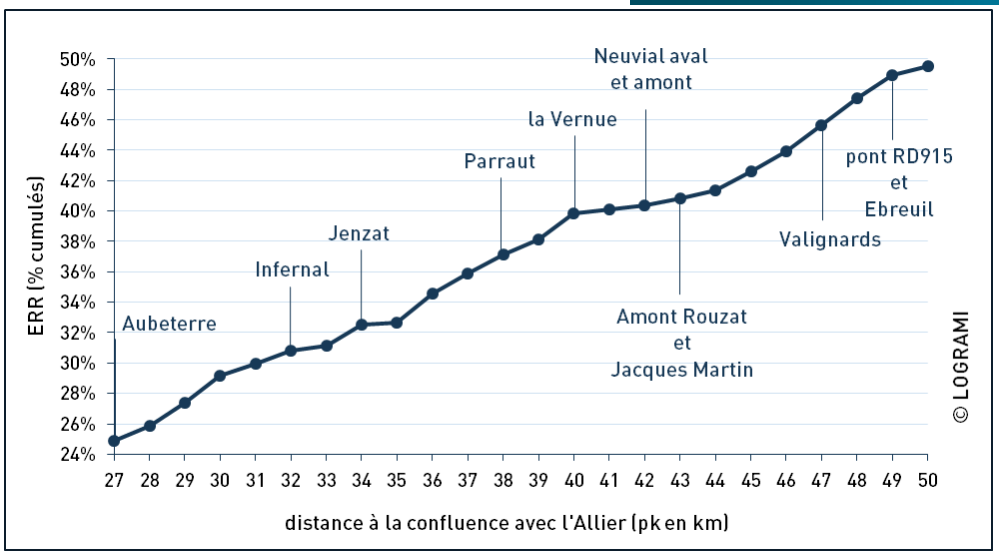
Par application de la proportion d'habitats favorables d'Equivalent-Radier-Rapide calculée sur la surface totale décrite sans retenues artificielles (21,22% pour 2 099 468 m² (2 896 190-866 722)) à la surface totale de ces retenues, la perte potentielle par ennoiement d'ERR causée par ces ouvrages a été estimée à 183 956 m², ce qui représente une proportion effrayante de **41,3 % des surfaces ERR décrites** sur la Sioule.

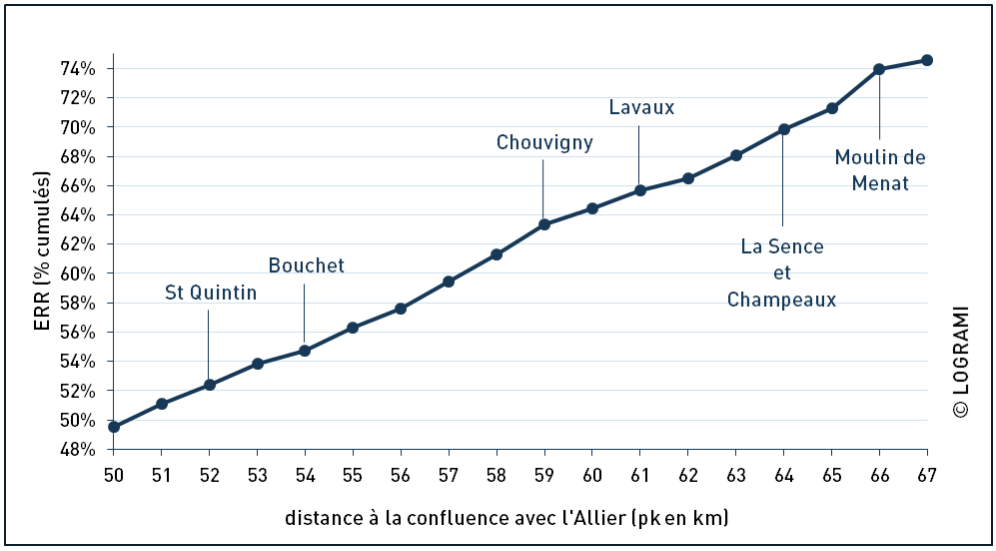
A l'échelle des tronçons représentant 25 % des surfaces ERR (quartiles), les secteurs « Pont de Menat-Queuille » et « Broût-Vernet-Ebreuil » présentent des densités d'ouvrages par kilomètre linéaire plus importantes (respectivement un ouvrage pour 1,46 km et 1,92 km). Dans la majorité des cas, la présence des ouvrages se traduit en amont immédiat par une nette diminution de la pente de la courbe représentant le cumul (en %) des surfaces ERR depuis la confluence avec l'Allier (Figure 401).

Les retenues des 11 centrales hydro-électriques recensées représentent 56,9 % des faciès lentiques induits artificiellement (perte estimée d'ERR : 104 671 m²). **Ainsi, 43,1 % de faciès lentiques artificiellement induits sont le fruit de 27 ouvrages à usage non hydro-électrique (perte estimée d'ERR : 79 285 m²).**

Tableau 54 : Surfaces et longueurs des faciès lentiques induites par les ouvrages recensés sur le linéire de la Sioule décrit en 2023 (dans le sens aval-amont) (Sources : LOGRAMI)

Ouvrage	ROE	Hydro-électricité	Surface faciès lentiques de la retenue (m^2)	Longueur retenue (m)
Moulin Breland	**24506**	**oui**	**85 427**	**1 300**
Moulin de la Ville	**27285**	**oui**	**56 911**	**1 200**
Moulin de la Carmone	**27616**	**oui**	**59 918**	**1 033**
Moulin Champagne	**29140**	**oui**	**37 691**	**1 110**
Entremiolles	**29268**	**oui**	**32 662**	**1 100**
Grottes	**29614**	**oui**	**21 400**	**853**
Aubeterre	**29625**	**oui**	**39 508**	**1 510**
Infernal	**29663**	**oui**	**46 993**	**1 190**
Jenzat	**29689**	**oui**	**42 936**	**1 100**
Moulin Parraut	non référencé	non	15 260	519
La Vernue	29702	non	20 106	595
Neuvial aval	29715	non	8 628	374
Neuvial amont	**29781**	**oui**	**55 445**	**1 560**
Amont Rouzat	non référencé	non	12 048	394
Jacques Martin	non référencé	non	13 378	400
Valignards	29846	non	1 839	93
Radier pont RD915	80418	non	14 695	420
Moulin d'Ebreuil	29825	non	34 615	858
St Quintin	11026	non	17 217	456
Bouchet	11012	non	5 274	180
St Gal	11002	non	0	0
Le Rodet	11000	non	0	0
Chouvigny	10988	non	7 215	312
Lavaux	10982	non	22 152	683
La Sence	10976	non	12 591	490
Champeaux	10969	non	11 493	454
Moulin de Menat	5473	non	12 071	420
Rochocol	non référencé	non	4 786	170
Chez Barthomier	5468	non	21 604	605
Garachons	5441	non	16 994	364
Chez Mathias	5406	non	11 992	398
Les Isles	1921	non	4 044	133
La Collange	1916	non	24 168	586
La Fayolle	1905	non	23 034	683
Braynant	1911	non	17 109	487
Le Coin	**4573**	**oui**	**14 165**	**477**
La Croix	4497	non	9 986	300
Les Grands Bains	4484	non	8 449	385
Le Bordas	4462	non	0	
Lavaux-Châteauneuf	4562	non	10 135	427
Les Heyroles	4247	non	12 783	397
			866 722	**24 016**





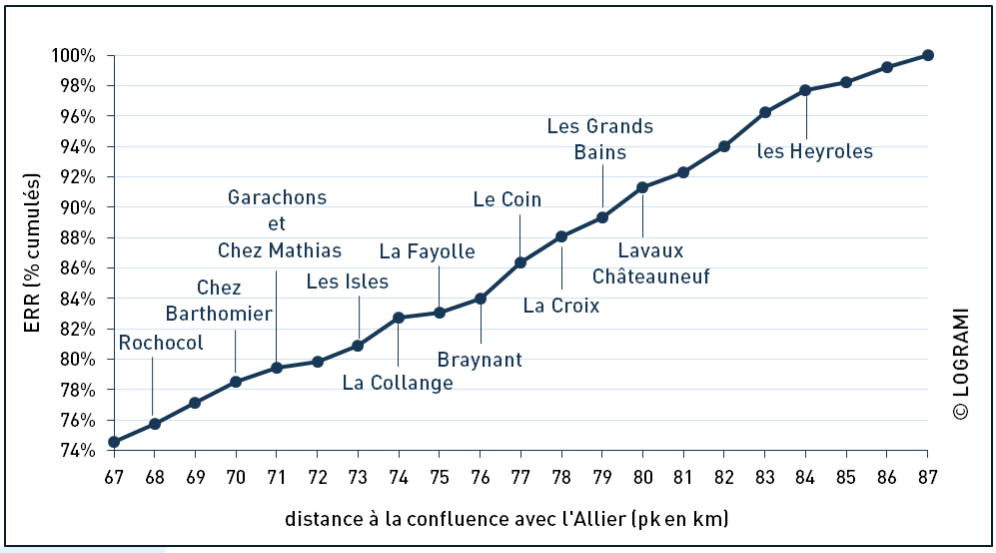


Figure 401 : Evolution longitudinale depuis la confluence avec l'Allier du cumul des surfaces ERR décrites sur la Sioule en aval de Queuille en 2023 (en % ; un graphique pour chaque quartile) et localisation des ouvrages engendrant des retenues

10.8.3. Comparaison avec la quantification de 1999

Les données obtenues durant la campagne de cartographie de la Sioule en aval du barrage de Queuille en 2023 ont été comparées à celles acquises par Minster & Bomassi (1999) sur le même linéaire.

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 2023.

La comparaison des deux quantifications d'habitats sur le linéaire commun (Tableau 55) met en évidence :

- Une surface en eau décrite quasiment équivalente (289,6 ha en 2023 contre 293,1 ha en 1999) ;
- Un nombre de faciès beaucoup plus important en 2023 (+134 %) ;
- Des surfaces de faciès lotiques décrites beaucoup plus importantes en 2023 (+72,6 %);
- **Une surface d'ERR favorable aux juvéniles de saumons beaucoup plus importante en 2023 (+38,4 %).**

A l'échelle des faciès, c'est la réduction drastiques des PLL en 2023 qui paraît la plus marquante lorsque pour les autres faciès des augmentations de surface sont observées (appartion des CLO).

Tableau 55 : Comparaison des quantifications d'habitats de la Sioule réalisées en 1999 et en 2023 (Sources : LOGRAMI, Malavoi, 1999; Minster & Bomassi, 1999)

	2023		1999	
Faciès	surface (m^2)	nb faciès	surface (m^2)	nb faciès
CLE	1 372 219	177	1 067 425	90
PLL	147 893	41	1 045 665	121
CLO	343 947	259		
PC	722 297	441	593 472	175
RAD	300 797	318	198 763	147
RAP	9 037	15	4 502	2
non décrit			21 014	
Total faciès	2 896 190	1 251	2 930 841	535
Total faciès lotiques	1 375 534	1 033	796 737	324
ERR	445 600		321 959	

10.8.4. Discussion

10.8.4.1 Méthodologie descriptive des habitats

Tout comme constaté en depuis 2017 sur les secteurs de l'Allier dont la cartographie des habitats a été mise à jour, toutes les différences observées entre les bilans des deux quantifications (1999 et 2023) résultent des disparités dans les méthodes employées pour distinguer les faciès et pour estimer leurs surfaces (Association LOGRAMI, 2022).

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 000e (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 2023, comme le montre l'augmentation du nombre de faciès décrits (quasiment 3 fois supérieur à celui de 1999), le travail de détermination des faciès effectué depuis la rivière est beaucoup plus précis. Aussi, les granulométries

principale et accessoire n'étaient pas décrites en 1999 car pas appréciables précisément. Par ailleurs, en 1999, la largeur moyenne des faciès était mesurée sur carte au 1/25 000e au droit de chaque faciès. Il était considéré que cette largeur correspondait à la largeur du cours d'eau à l'étiage dans la mesure où les prises de vues aériennes de l'IGN, dont étaient issues les cartes, étaient généralement réalisées en été. Enfin sur SIG, par croisement entre les longueurs des faciès avec leur largeur à l'étiage, leur surface était calculée. Dans le cas de faciès non parallélépipédiques, cette méthode de calcul est moins respectueuse de la réalité que celle des polygones employée (digitalisation du contour des faciès et retrait des « îlots » émergés).

La surface en eau décrite étant toutefois quasiment équivalente entre les 2 campagnes de quantifications, l'importante augmentation des surfaces d'habitats lotiques observée en 2023 (+72,6%) apparaît comme imputable à la différence notable de précision de la méthode de description des habitats employée. En effet, même si certaines surfaces lotiques ont été retrouvées depuis 1999 au gré d'effacement d'ouvrage ou bien par dégradation de l'état de quelques-uns, le gain résultant, bien que bénéfique pour la fonctionnalité du cours d'eau, reste minoritaire.

Ainsi, la cartographie des habitats menée sur la Sioule en 2023 est plus précise que celle de 1999 et il en résulte une importante augmentation des surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons (+38,4 %). Cette surface actualisée représente 42 % des potentialités productives du linéaire de l'Allier et 20 % de celle du bassin de l'Allier.

10.8.4.2 Température de l'eau et potentialité salmonicoles de la Sioule

Comme évoqué régulièrement dans ce rapport, la sensibilité importante du saumon atlantique vis-à-vis la température de l'eau qui influence directement la quantité d'oxygène soluble dans l'eau est un paramètre fondamental qui régit sa distribution, son activité et son cycle biologique. Ainsi, pour le développement des juvéniles de saumons, la plage de **températures optimales** est comprise **entre 7 et 21 °C** (AEAG, 2018).

La caractérisation thermique annuelle de la Sioule est possible grâce à l'implantation et le suivi par LOGRAMI de 4 stations de mesure enregistrant la température horaire de l'eau réparties équitablement le long du linéaire colonisable par les saumons. L'évolution longitudinale de la proportion moyenne de la période de mai à septembre présentant des conditions optimales de température pour le développement des tacons (7 à 21 °C) sur ces 4 stations met en évidence une diminution progressive du caractère favorable au développement des juvéniles de saumon selon le gradient « amont-aval », avec un secteur amont présentant des conditions jugées optimales quasiment durant toute la période de développement et un secteur aval durant quasiment la moitié de la période (Figure 402).
Le réchauffement de l'eau de la Sioule durant la période estivale induit donc des températures élevées pouvant être limitantes voire létales pour les tacons. La durée d'exposition à ces conditions pénalisantes paraît plus importante sur la deuxième moitié « aval » du linéaire étudié (aval Ebreuil). **La productivité des habitats favorables de ce secteur, qui représente quand même la moitié des surfaces ERR décrites, est donc à relativiser.**

Une récente étude a révélé que ce réchauffement naturel était très largement amplifié par la présence de seuils sur la Sioule avec notamment, en période « chaude » (juin à septembre 2022, débit moyen = 5,4 m3/s à Ebreuil), à longueurs égales, un réchauffement 2,5 à 3 fois plus important des portions influencées par des seuils que les portions libres (Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, 2023).
Par ailleurs cette même étude a mis en évidence que dans l'hypothèse d'une Sioule exempte de seuil, les caractéristiques thermiques réellement mesurées durant l'été 2022 dans le secteur de Jenzat (limite 1ère/2ème catégorie piscicole) auraient été rencontrées environ 25 km plus à l'aval, au niveau de Saint-Pourçain-sur-Sioule. Dès lors, le gain potentiel concernant les populations de salmonidés et, d'une manière générale, l'ensemble de l'écosystème, semble considérable. Sans ouvrages et donc sans retenues, le secteur salmonicole serait largement étendu en termes de linéaire et notamment de zones de frayères potentiellement favorables pour l'espèce Saumon atlantique (Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, 2023).
Une fois de plus, ces résultats, dans le contexte de changement climatique actuel qui se traduit notamment par une augmentation de la température et une diminution du débit des cours d'eau,

encourage la prise en compte de ces enjeux pour le maintien d'une population viable de saumons atlantique sur ce cours d'eau.

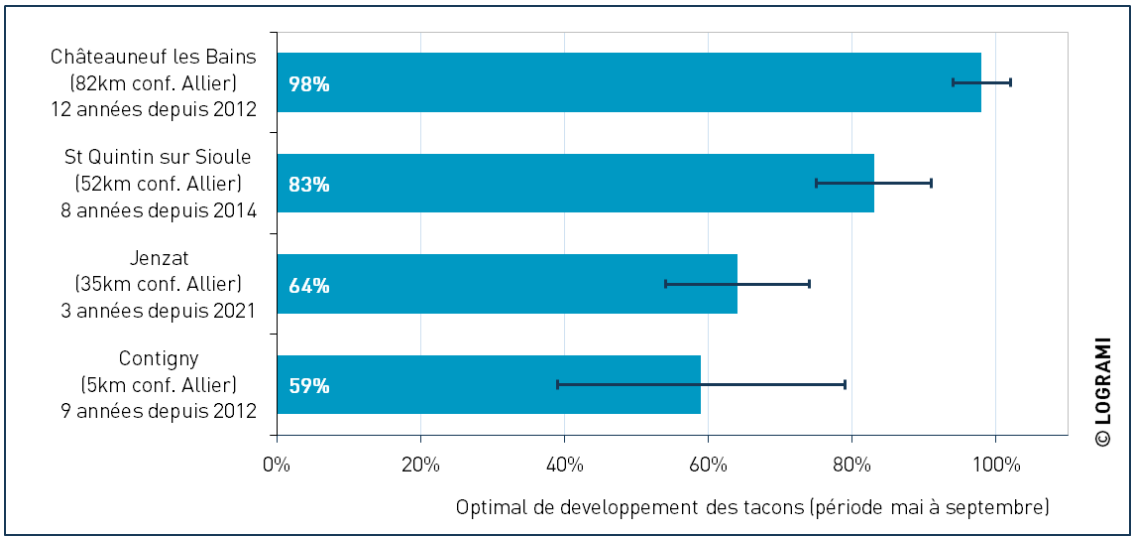


Figure 402 :Evolution longitudinale de la proportion moyenne, sur la période allant de mai à septembre, des conditions optimales de température pour le développement des tacons (7 à 21 °C) sur les stations de la Sioule suivies par LOGRAMI

10.9. Conclusion

Montaison des géniteurs et reproduction

Avec seulement 113 géniteurs potentiels comptabilisés au droit des 5 stations de comptage d'entrée d'axe du bassin de la Loire, l'année 2023 est sans conteste la plus mauvaise année concernant les remontées de géniteurs de saumon depuis les premiers suivis en 1997.

En l'absence de possibilité de comptage à Descartes sur la Creuse, l'essentiel de ces saumons ont été comptabilisés à Vichy sur l'Allier (seulement 96) et dans une moindre mesure sur la Sioule (15 à Jenzat). De manière anecdotique, un saumon a pu être observé à Châtellerault (Vienne) tout comme à Decize (Loire).

Pour des raisons hydrologiques, seul l'Allier a pu être survolé pour effectuer le comptage des frayères de ces saumons ayant migré en 2023.

Outre la faiblesse de ces retours, la très faible proportion d'individus de 2 étés de mer à Vichy interpelle par son caractère atypique. Ce manque est directement imputable aux évènements hydrologiques extrêmes survenus sur le bassin de l'Allier durant la reproduction 2019 et aux printemps 2020 qui ont impactés fortement à la fois le recrutement naturel et l'implantation des juvéniles de pisciculture déversés ce qui a conduit à la production de tacons 0+ estimée la plus faible depuis 2000.

Globalement avec de faibles débits printaniers et des températures élevées précocement atteinte mi-juin, les conditions environnementales 2023 n'ont pas été particulièrement favorables à la migration des géniteurs. Par ailleurs, les conditions de température estivales ont été très défavorables en 2023. Le seuil des 25° a notamment été dépassé durant 10 jours à Brioude pour la première fois depuis 2016.

Malgré tout, le taux de transfert des géniteurs entre Vichy et Langeac (24 % ; 21 géniteurs comptabilisés) ainsi que le ratio « frayères comptabilisés en amont de Vichy » / « géniteurs potentiels Vichy » (équivalent à la moyenne 2000-2021) semblent indiquer que les 2 petits coups d'eau observés en mai ont facilité la migration printanière des saumons après leur passage à Vichy, de sorte qu'ils ont pu atteindre les secteurs

plus favorables à leur survie durant l'été. L'absence de coup d'eau à l'automne a particulièrement réduit les migrations automnales à Langeac (seuls 4 saumons sur 21).

Au barrage de Poutès, 2 saumons ont pu être comptabilisés lors de leur passage par l'ascenseur, le premier avant la première période de transparence au printemps et le second après la période de transparence automnale. Le suivi de la reproduction ayant pu être réalisé sur l'ensemble du linéaire de l'Allier, le nombre de frayères comptabilisées en amont de Poutès a été utilisé pour estimer à 13 le nombre de saumons ayant franchi le barrage en 2023.

Avec seulement 43 frayères comptabilisées sur l'Allier, la dépose d'œufs potentielle est très faible. En lien avec les bas débits automnaux, plus de 2/3 de ces frayères se situent en aval de Langeac. La production de juvéniles 0+ en 2024 s'annonce déjà réduite.

Comme constaté depuis 2020, en 2023, malgré une hydrologie déficitaire, la mise en transparence du barrage de Poutès a permis un transfert d'exploitation pour la reproduction des saumons du secteur S3 (historiquement fortement exploité) vers le secteur S2. La tendance à l'amélioration de la franchissabilité du barrage de Poutès par les géniteurs, qui constitue un des objectifs de sa reconfiguration, semble se confirmer.

Recrutement juvéniles

Durant la phase de développement des œufs de saumons sous graviers, des secteurs du bassin versant de la Loire présentant potentiellement de la reproduction de saumon en 2022, seule l'Alagnon a connu un pic de crue potentiellement destructeur (dépassant 5 fois le module le 11 mars 2023). Le développement des œufs sur les autres secteurs ne semble pas avoir été impacté par une trop forte hydrologie.

Durant la phase de développement des juvéniles, seule la Senouire a connu un événement hydrologiquement impactant. Les débits d'étiage ont encore été très faibles en 2023. La Senouire a notamment connu un assec de 3 journées pour la 2e année consécutive. Par ailleurs, d'un point de vue thermique, l'été 2023 a été très chaud et tous les cours d'eau étudiés présentent des proportions de période favorable aux développements des juvéniles inférieures aux moyennes historiques.

La réduction des habitats favorables ainsi que celle de la qualité de l'eau potentiellement induite ont nécessairement impacté de manière conséquente le développement des juvéniles de saumon du bassin de la Loire.

En l'absence d'alevinage et en lien avec des effectifs de géniteurs candidats à la migration vers la Gartempe potentiellement très réduits en 2022 notamment en raison des difficultés migratoires rencontrées sur cet axe aussi bien à la montaison pour les géniteurs qu'à la dévalaison pour les smolts, aucun juvénile de l'année n'a été capturé sur la Gartempe en 2023.

Avec 68 097 tacons 0+ d'automne, la production estimée du bassin de l'Allier en 2023, principalement assurée par l'axe Allier (97,5 %), est la plus faible jamais obtenue depuis 2001, très loin de la production moyenne considérée depuis 2000 (355 884 +/- 130 967 ; 19,7%), pour un effectif de géniteurs potentiels et des quantités alevinées ne représentant que 39,4% et 35,1% des moyennes respectives. L'année 2023 s'intègre donc dans la tendance au déclin de la production de juvéniles observée depuis 2020 en lien avec une concomitance de la diminution des effectifs de géniteurs potentiels et celle des quantités d'alevins de pisciculture déversés. Il semblerait, par ailleurs, que les conditions hydro-climatiques de l'année 2022 plutôt défavorables à la migration des géniteurs vers l'amont du bassin aux conditions de développement des juvéniles réputées plus favorables, ont induit une potentielle « perte » de production.

Avec 10 626 tacons 0+ natifs, la production du bassin de l'Allier en 2023 est la plus faible jamais estimée depuis 2009. Avec une valeur de 15,6 %, la proportion d'individus natifs de la population globale en 2023 constitue, elle aussi, la plus faible proportion jamais calculée depuis que la distinction "natif/aleviné" par secteur est possible (2009).

Sur les principaux affluents non alevinés, la très faible production de tacons natifs estimée sur l'Alagnon (188) et leur absence sur la Sioule et la Dore sont aussi 2 résultats marquants de 2023.

Dévalaison des smolts

En 2023 sur l'ensemble des stations de mesure, les fenêtres optimales de température pour la dévalaison des smolts ont été globalement inférieures aux valeurs historiques. Le manque d'eau entre mars et mai n'a pas favorisé la dévalaison des smolts sur tous les axes sauf sur la Sioule et l'Alagnon où des coups d'eau plus nombreux ont pu être constaté. En 2023, du fait des faibles débits, des smolts ont ainsi pu être observés aux stations de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (38) et de Jenzat sur la Sioule (1), à Vichy (1) et Langeac (12) sur l'Allier. 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 réglementaire mais non réalisé) permettrait conséquemment d'augmenter la survie de ces individus.

Dans le cadre du suivi de la dévalaison des smolts à Poutès (sous maitrise d'ouvrage EDF R&D), et en s'intéressant uniquement aux 10 smolts marqués par radio télémétrie (sur les 99) qui sont arrivés à Pont Gibert, nous avons calculé les vitesses de migrations entre Vabres et Pont-Gibert (2,84 km/j ± 1,92 pour 22 km), et entre Pont-Gibert et Vieille-Brioude (19,72 km/j ± 5,85 pour 52 km). Cette différence de vitesse de dévalaison est notable en termes de distances parcourues par jour. Cette dernière est comparable à nos résultats sur l'axe Gartempe mais très inférieur à la donnée de 2007 sur ce même axe avec un poisson ayant dévalé à une vitesse de 44,48 km/j. Concernant l'ouvrage de Vieille-Brioude, les 8 smolts ont franchi l'ouvrage en 4h46 ± 7h30 avec 2 poissons qui ont mis plus d'une demi-journée. La faible hydrologie explique pour partie ce temps de transit qui pourrait être qualifié d'acceptable.

Dévalaison des ravalés

Le manque d'eau en hiver et au printemps a limité la dévalaison des ravalés sur l'ensemble du bassin de la Loire. Toutefois, des coups d'eau hivernaux au mois de mars ont pu favoriser la dévalaison des ravalés sur les axes de reproduction des saumons.

Chaque année, des ravalés sont observés en dévalaison sur les stations de comptage du bassin de l'Allier et de la Sioule faute de trouver d'autres alternatives pour leur dévalaison. Les données montrent que ce sont généralement des femelles et que ces poissons représentent entre 0,4 % et 49 % des saumons en montaison et entre 19 et 57 % des individus reproducteurs. La fécondité des femelles étant reliée à la taille, ces saumons qui potentiellement repartent vers la mer pour quelques années plus tard revenir frayer à nouveau, participent de façon plus importante au renouvellement de la population.

Les observations de ravalés 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 comptages plus tardifs 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.

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.

Cartographie des habitats

En 2023, 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 et élaborée en 2018 par LOGRAMI, a été enrichie par une campagne de description des habitats de la Sioule en aval du barrage de Queuille. Cette dernière a permis d'actualiser les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons à l'aide d'une méthode, à priori, plus précise car plus réaliste que celle employée en 1999. Les surfaces d'Equivalents-Radier-Rapide (ERR) sont revues à la hausse comparativement à celles évaluées en 1999 (de 321 959 à 445 600 m^2 soit une augmentation de 38,4 %). Cette augmentation est liée à une meilleure précision de la méthode de description des habitats appliquée en 2023.

La Sioule représente ainsi, en termes d'habitat, 42 % des potentialités productives du linéaire de l'Allier et 20 % de celle du bassin de l'Allier. Malheureusement, quasiment la moitié de ses surfaces productives ne présenterait que la moitié du temps des conditions de température favorable au développement des juvéniles de saumons.

11. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs

11.1. Contexte de l'étude

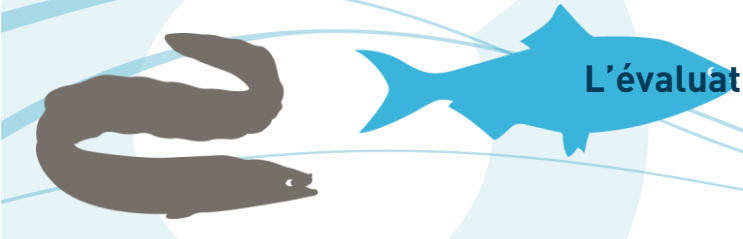
L'objectif central du PLAGEPOMI pour le saumon est de garantir la pérennité de la population, et d'aboutir à terme à une population sauvage autonome, autrement dit, d'améliorer son statut de conservation. Le recours au déversement est parfois nécessaire, quand le saumon a complètement disparu d'un cours 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'INRAe 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 contribue pas à améliorer la dynamique de la population sauvage de saumons.

Pour rappel, les grandes conclusions en 2012 étaient que la population sauvage de saumons de l'Allier n'est actuellement pas viable. En l'absence de déversement, la population à Vichy décroit. La contribution du programme de déversement à la production de 0+ est importante depuis les années 90 mais le programme n'a pas résolu le problème du rétablissement d'une population se maintenant de façon autonome. Le taux de retour « 0+ - adulte » a sévèrement baissé depuis les années quatre-vingt. Ainsi, P. Martin (Conservatoire National du Saumon Sauvage) a rappelé à Oloron Sainte Marie en 2009 que « la pisciculture n'est que palliative et n'a de sens que si les problèmes sont réglés en parallèle ».

Les déversements dans le bassin de la Loire 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.

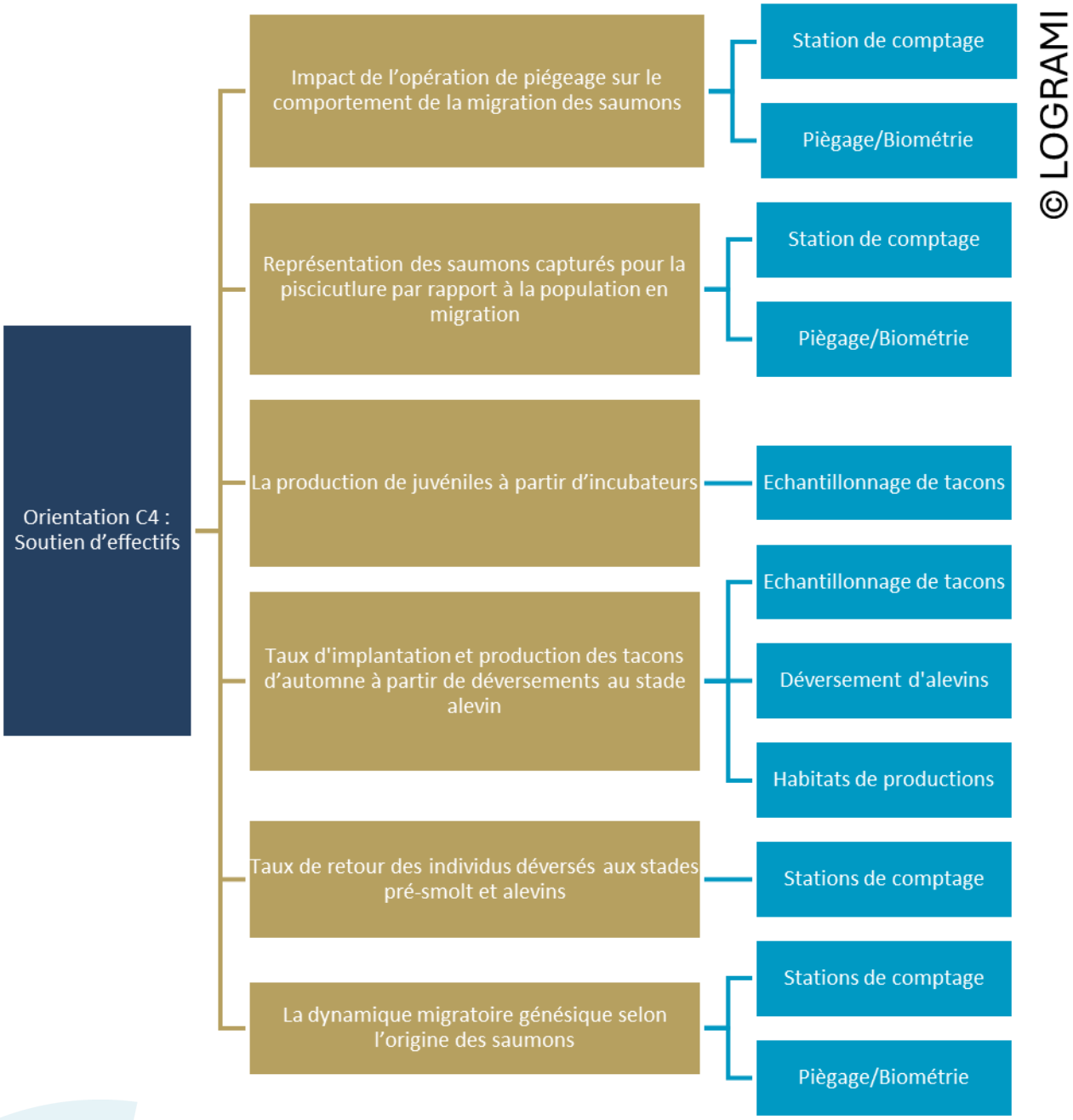


Figure 403 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 du PLAGEPOMI : Soutien d'effectifs

11.2. Impact du piégeage sur le franchissement des saumons

Pour alimenter la pisciculture avec des géniteurs de retour (comprenant des poissons sauvages et des poissons issus de déversement), des saumons sont piégés au niveau de la station de comptage de Vichy. L'opération de piégeage est assurée par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) depuis 2009.

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 le nombre de journées de piégeage par semaine (Bach et al., 2015).

Suite à cet allongement des journées de piégeage, le comportement des passages de saumons a été modifié. Avant 2014, les passages des saumons après le piégeage entre 15h et 18h représentaient 39,5 % (+/- 4) contre 25,4 % (+/-7) pour les journées sans piégeage. Depuis 2014, la différence des passages en fin de journée après le piégeage est moins marquée avec 14,9 % des passages entre 17h et 18h contre 9,9 % 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 404 et Figure 405).

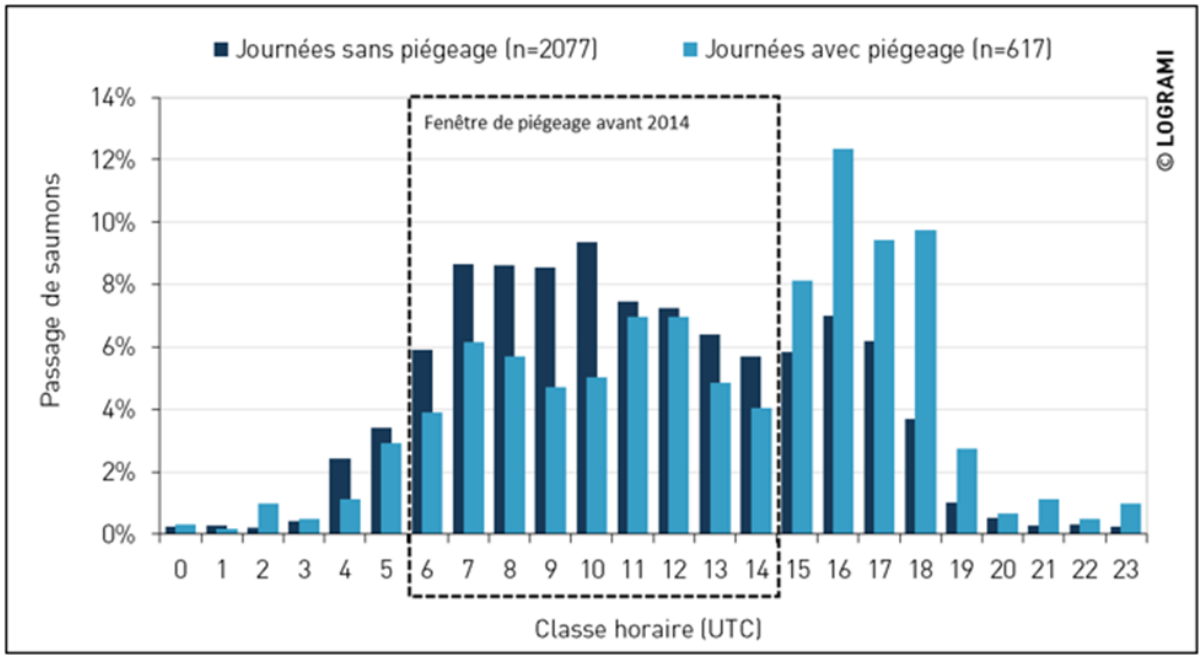


Figure 404 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2009-2013

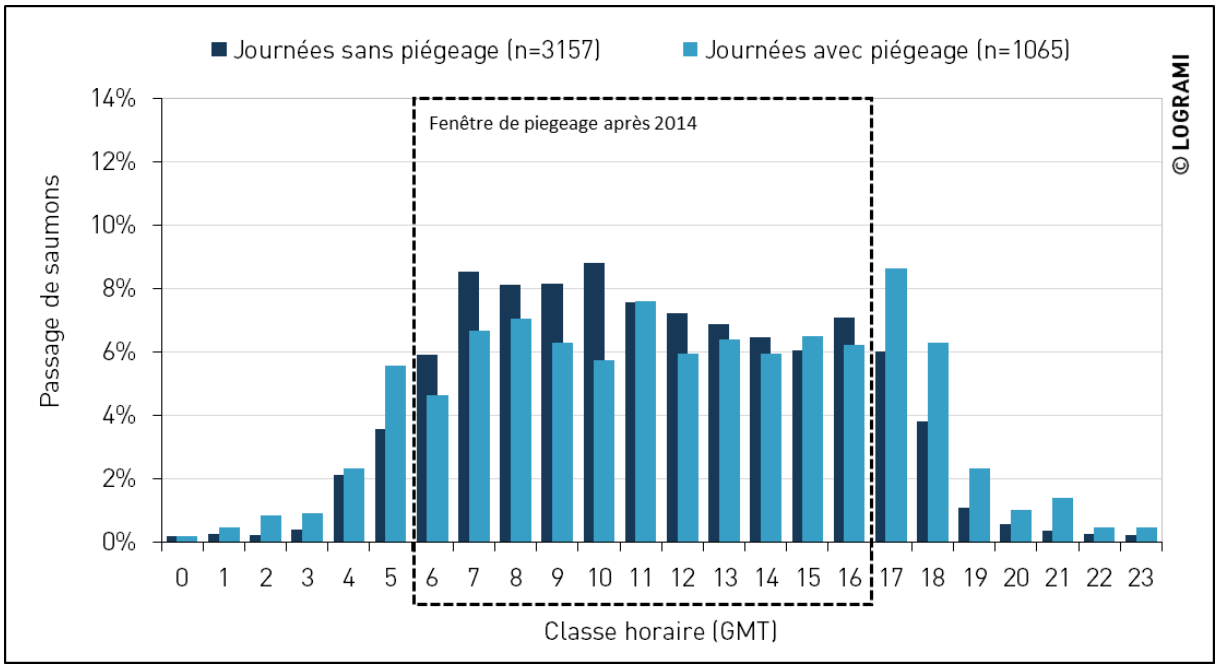


Figure 405 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2014-2023

En 2023, lors des journées de piégeage, 66,7 % des passages sont réalisés entre 6h et 16h (amplitude de piégeage maximale) (Figure 406). Sans piégeage, cette plage horaire présente 76,5 % des passages. Sur la période 2014-2022, la répartition des passages est similaire avec 81,0 % sans piégeage et 69,1 % avec piégeage. Il semblerait que l'opération de piégeage, telle qu'elle a été menée en 2023, ait perturbé la répartition horaire des passages de saumons les jours avec piégeage de façon similaire à la période 2014-2022.

Les passages les jours de piégeage sont diffus et moins étalés dans la journée avec des passages moins abondants dans l'après-midi. Un passage plus important est observé après la mise en place du piège entre 6h et 7 h (16,5 %) et avant la relève du piège de 12h entre 11h et 12h (25 %) lors des jours de piégeage.

On note enfin que pendant les journées avec piégeage, aucun passage n'a lieu entre les créneaux 8h-9h et 12h-13h probablement dû à l'effarouchement causé par les manipulations du pièges (pose comme relève) (Figure 406).

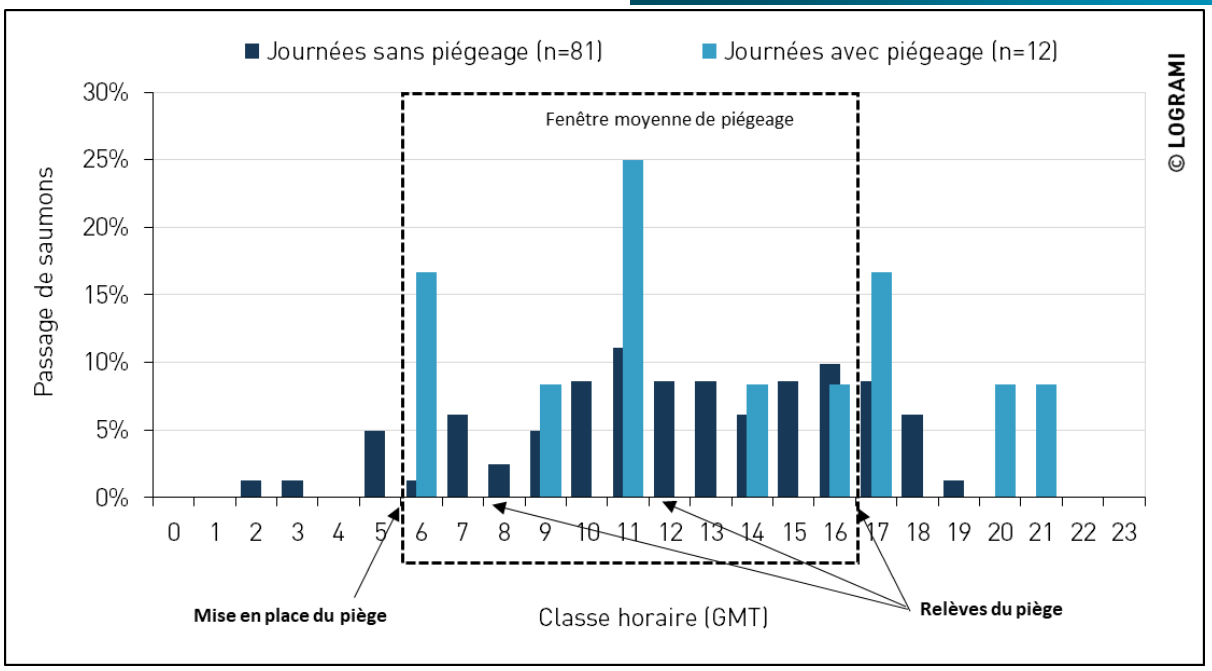


Figure 406 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires de leur passage devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage en 2023

11.3. Captures de géniteurs à Vichy pour la pisciculture

Avant 2009, la totalité des saumons prélevés pour la pisciculture étaient capturés 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, suite aux suivis par radio pistage et aux études de mortalité (Association LOGRAMI, 2021b), il apparaît que 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, 36 individus (+/- 15) sont capturés par an à Vichy pour participer au programme de soutien d'effectifs (soit 7,5 % +/- 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).

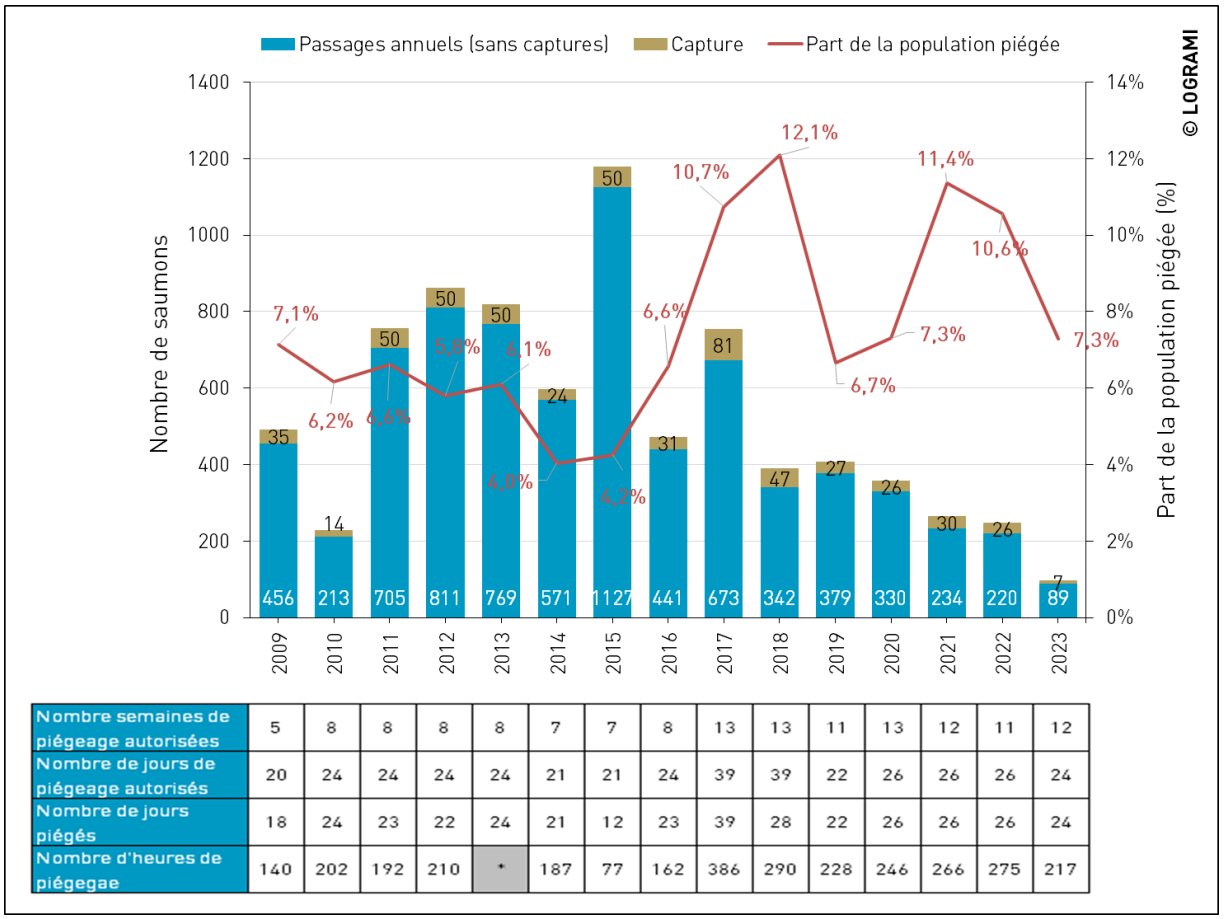
Ainsi, afin de garantir la représentativité de l'échantillon capturé par le CNSS et de limiter la perturbation sur la migration, le piégeage était autorisé 3 jours maximum par semaine jusqu'en 2019.

A partir de 2020, la fenêtre de capture est réduite à 2 jours par semaine et ce principe est inscrit dans les recommandations du plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI) 2022-2027. Cependant, en 2022, la DDT 03, en contradiction avec le PLAGEPOMI 2022-2027, a autorisé le piégeage durant 3 jours par semaine (au lieu des 2 prévus dans le PLAGEPOMI) sous condition d'un nombre total de jours de piégeage autorisés ne dépassant pas 26 jours.

En 2023, afin de continuer à réduire l'impact du piégeage sur la population de saumons, et en conformité avec le PLAGEPOMI, le nombre de jours de capture est passé à nouveau à 2 journées maximum par semaine. Les opérations de piégeage ont eu lieu les mardis, mercredis ou jeudis de 7h à 16h UTC entre le 15 mars et le 1er juin 2023.

11.3.1. Historique des campagnes de piégeage

De 2009 à 2016, en moyenne 23 journées de piégeage étaient autorisées (+/- 2) entre les semaines 14 et 22 (Figure 407). 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., 2015). Depuis 2017, en moyenne 29 jours (+/- 6) de piégeage sont autorisés pour prélever des géniteurs à Vichy.



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nombre semaines de piégeage autorisées	5	8	8	8	8	7	7	8	13	13	11	13	12	11	12
Nombre de jours de piégeage autorisés	20	24	24	24	24	21	21	24	39	39	22	26	26	26	24
Nombre de jours piégés	18	24	23	22	24	21	12	23	39	28	22	26	26	26	24
Nombre d'heures de piégegae	140	202	192	210	*	187	77	162	386	290	228	246	266	275	217

*Manque d'information pour 2013

Figure 407 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture du CNSS depuis 2009 (Données : CNSS et LOGRAMI)

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 en effet la fermeture des passes à poissons lors d'une crue supérieure à 300 m^3/s pour éviter leur encombrement. Cette situation s'est présentée en 2016 et 2018 empêchant le piégeage respectivement pour 1 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, 2018 et 2022 provoquant respectivement la suppression d'une, de deux et d'une journée 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.

En 2023, aucun de ces 4 cas de figure ne s'est présenté.

Depuis 2009, la part de la population piégée à Vichy s'élève à 7,5 % (+/- 2) de la population migrante. Cette proportion bien plus élevée en 2017, 2018, 2021 et 2022 (11 %, 12 %, 11 % et 10 %) est liée à l'augmentation du nombre d'heures de piégeage. En 2023, cette proportion est similaire à la moyenne avec 7,3 % 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 408).

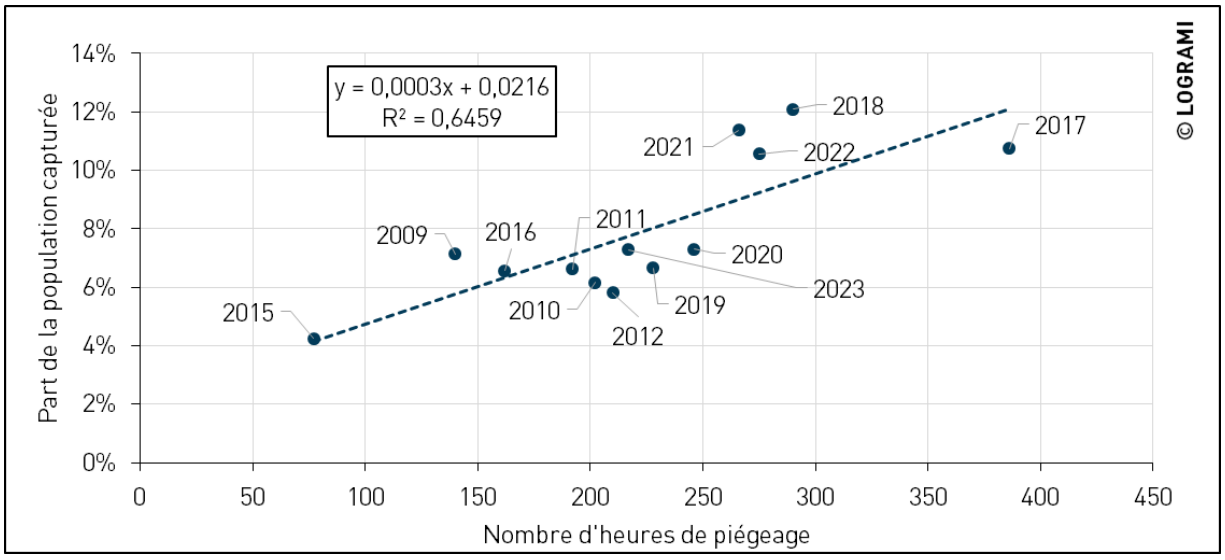


Figure 408 : Part de la population de saumon atlantique échantillonnée en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009

Depuis 2009, le nombre de jours de piégeage représente en moyenne 17 % +/- 4 du temps de migration printanier. La migration des saumons s'étale en moyenne sur 144 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 409). **En 2023, le piégeage a été opéré 24 % du temps de la migration. Ce rapport plutôt élevé est lié à la période de migration très courte (82 jours) enregistrée en 2023 à Vichy.**

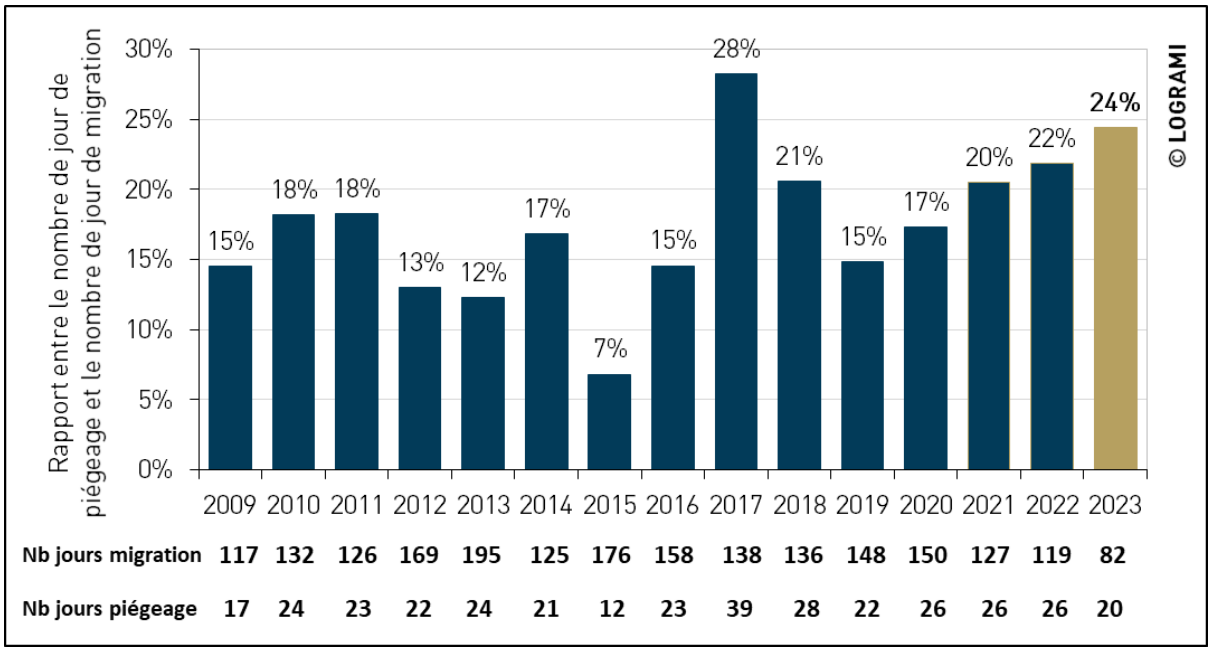


Figure 409 : Rapport entre le nombre de jours de piégeage de saumons et le nombre de jours de migration printanière à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Données : LOGRAMI et CNSS)

11.3.2. Effort de piégeage 2023

Depuis 2009, la capture de saumons par unité d'effort (CPUE) de piégeage (heure) est en moyenne toutes années confondues de 0,20 +/- 0,1 (Figure 410). La CPUE très élevée en 2015 est due aux forts passages de saumons enregistrés au cours de la saison (1 177 géniteurs).

En 2023, le CNSS a capturé 7 saumons, soit une CPUE de 0,03 saumon par heure de piégeage. C'est la plus faible CPUE enregistrée depuis 2009. Cette dernière est due aux très faibles passages de saumons cette même année (96 géniteurs).

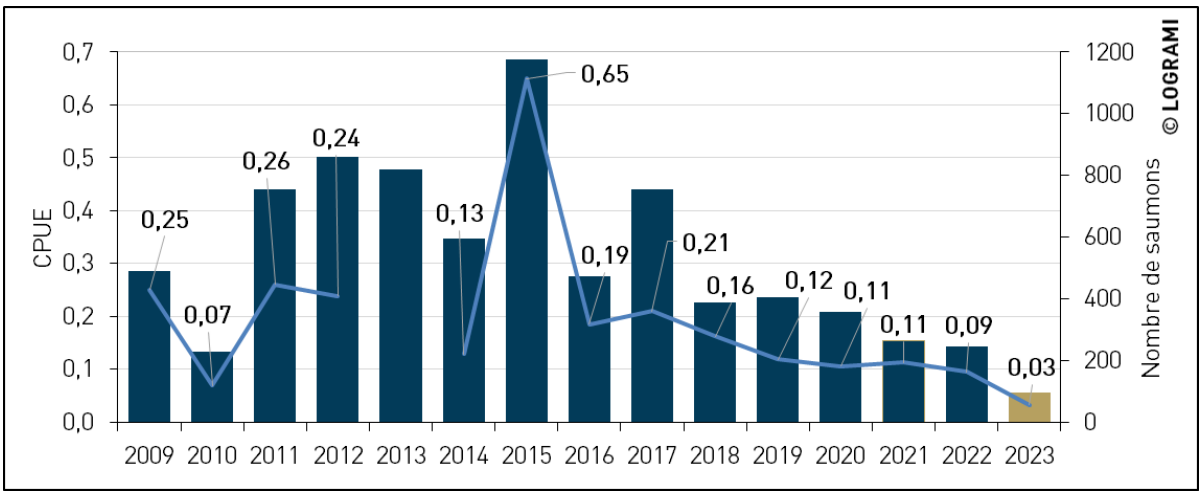


Figure 410 : CPUE (courbe bleue) pour chaque campagne de piégeage de saumons atlantiques du CNSS à Vichy sur l'Allier depuis 2009 et effectifs migrants à la station de Vichy. En 2013, les informations disponibles sont insuffisantes pour calculer une CPUE (Données : LOGRAMI et CNSS)

En 2023, le nombre de captures (7) 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, 96 saumons

avaient franchi le barrage de Vichy, correspondant donc à un maximum de 14 saumons prélevables pour la pisciculture.

11.3.3. Captures hebdomadaires 2023

En 2023, aucune journée de piégeage n'a eu lieu la semaine 11 (13 au 19 mars), le nombre de passages de saumons n'étant pas suffisant pour autoriser l'opération (3 saumons au 12 mars 2023) (Figure 411). Lors de la semaine 12, le CNSS n'a pas piégé à Vichy malgré une possibilité de capture (10 passages au 19 mars). Un maximum de 2 saumons a été capturé la semaine 20. A contrario, aucun individu n'a été piégé les semaines 14, 17, 19 et 22.

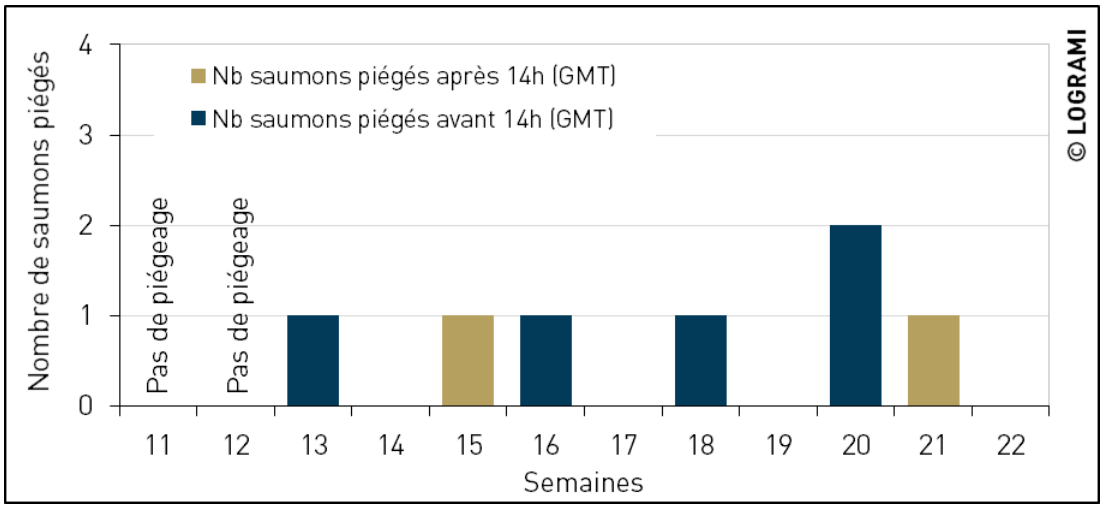


Figure 411 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2023 (Données : CNSS)

Suite à la recommandation de l'allongement de la journée de piégeage entre 14h et 16h (UTC) proposé par LOGRAMI en 2014 et mise en place à partir de 2017, 2 saumons supplémentaires ont pu être capturés en 2023 par le CNSS lors de ces journées de piégeage (29 % de l'échantillon) (Figure 412).

En moyenne depuis 2017, le CNSS a augmenté ses captures de 29 % +/- 11 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.**

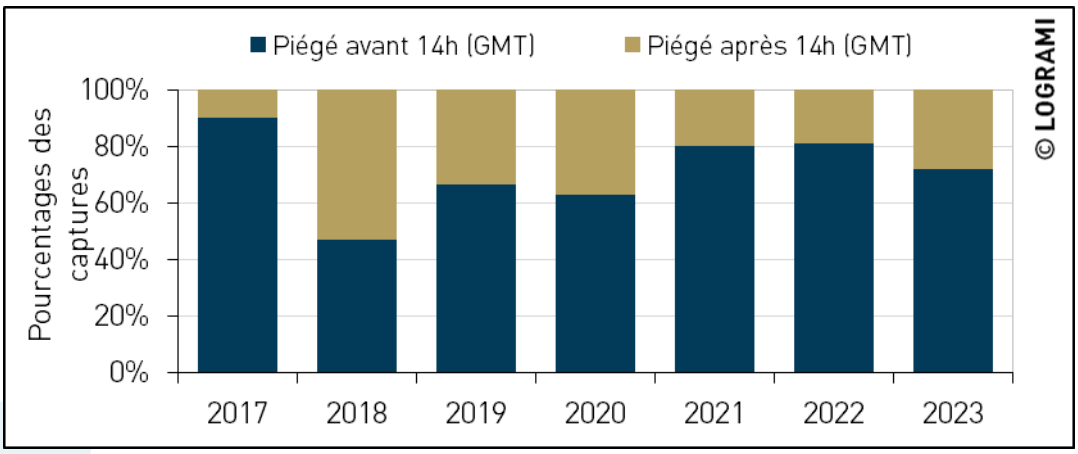


Figure 412 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Données : CNSS)

11.3.4. Représentativité des captures en 2023

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 la dynamique migratoire (potentiellement la diversité du patrimoine génétique).

En 2023, le piégeage a commencé le 28 mars (semaine 13) et s'est terminé le 31 mai (semaine 22). Durant cette période, 73 % de l'effectif de saumons migrants est passé à Vichy.

11.3.4.1 Répartition des saumons en migration et piégés sur l'ensemble de la période de migration 2023

Les résultats montrent qu'une partie des saumons en début et fin de période a échappé à l'échantillonnage (Figure 413). La campagne de piégeage s'étalant du 28 mars au 31 mai, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés, soit 26 % de la population en migration avant le 28 mars (25/96) et 1 % de la population en migration après le 31 mai (1/96).

Les captures réalisées en avril (29 % des captures (2/7)) et en mai (59 % des captures (4/7) sont déséquilibrées au regard de la population en migration à Vichy (49 % des passages (47/96) en avril et 21 % des passages (20/96) en mai). Toutefois, compte tenu des faibles effectifs, cet écart observé entre l'échantillon capturé et la migration ne représente seulement que 2 saumons.

La semaine de piégeage la plus efficace est située entre le 16 et le 17 mai (semaine 20) avec 2 saumons piégés. Les captures réalisées cette semaine représentent 60 % de la population en migration hebdomadaire (2/5).

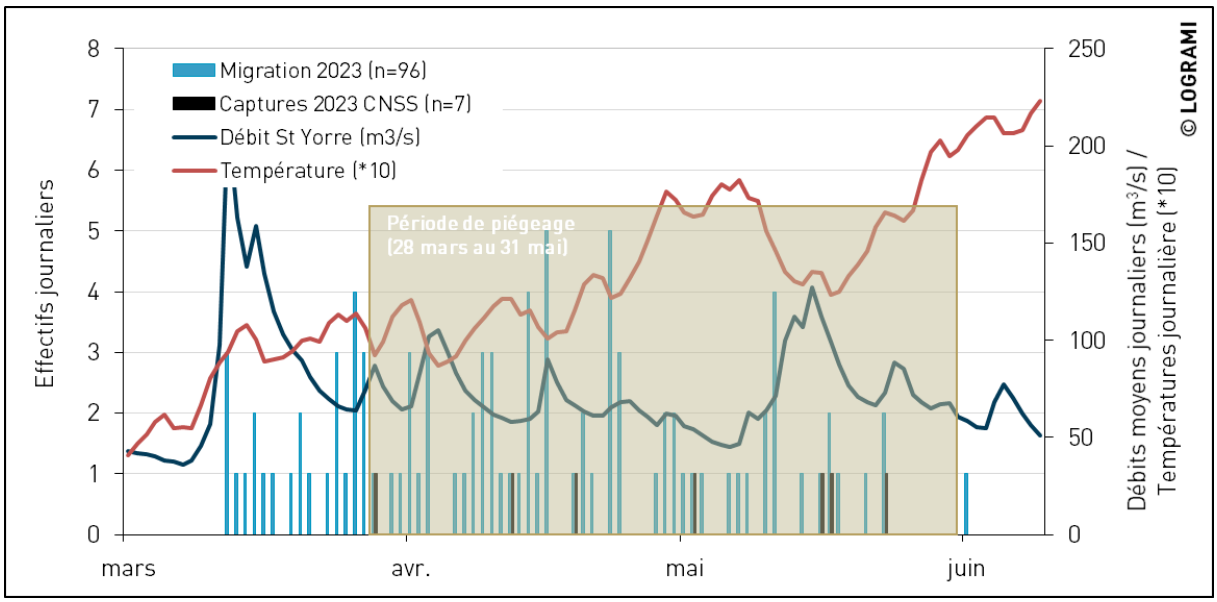


Figure 413 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans les passes à poissons de Vichy (Allier) en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

11.3.4.2 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 de la représentativité de l'échantillon.

Les saumons ont été capturés à raison d'environ 0,7 individus par semaine (+/- 0,6) avec une semaine particulière (semaine 20) où 2 saumons ont été piégés.

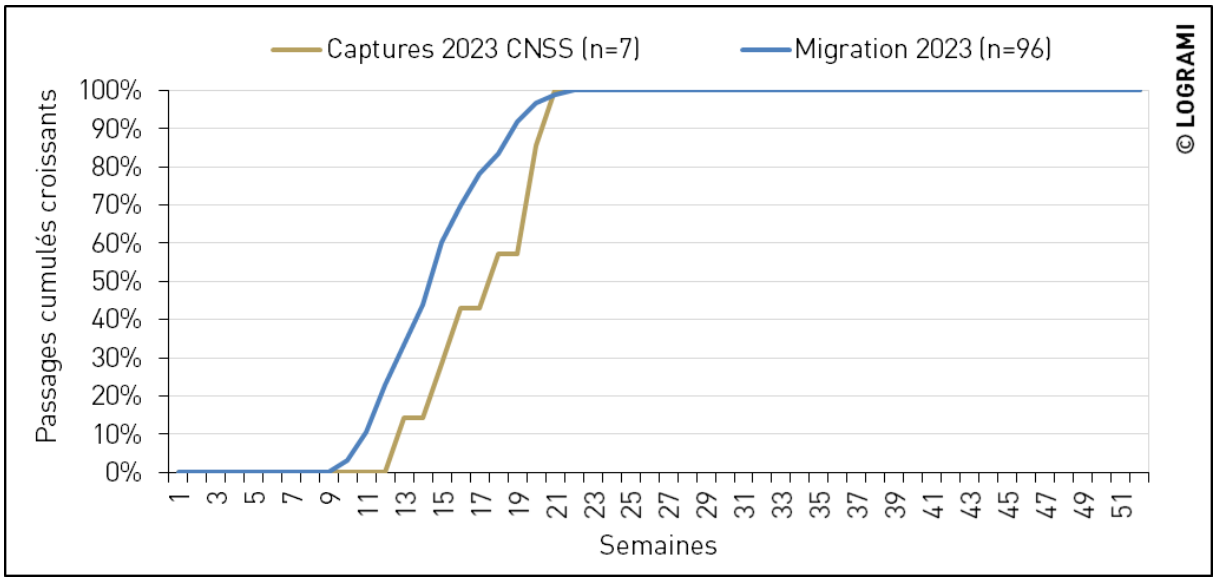


Figure 414 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2023

Une sous représentativité de l'échantillon est constatée tout au long de la saison. Elle est liée à l'absence de piégeage de la semaine 11 (pas assez de saumons pour débuter la campagne : 9 individus au 13 mars), l'absence de piégeage la semaine 12 (choix du CNSS) qui a accentué ce décalage et l'absence de capture lors des semaines 14, 17, 19 et 22.

Cependant, l'échantillonnage mené en 2023 suit significativement la tendance des passages (R^2 = 0,88) (Figure 415). Il apparaît que l'échantillon prélevé représente de manière satisfaisante le rythme de la migration permettant d'éviter les biais liés aux traits de vie individuels des poissons (âge et éventuelle différence de fitness sauvages/déversés).

Par conséquent, en 2023 la période d'échantillonnage des effectifs de la semaine 13 à 22 s'est révélée favorable à un échantillonnage représentatif.

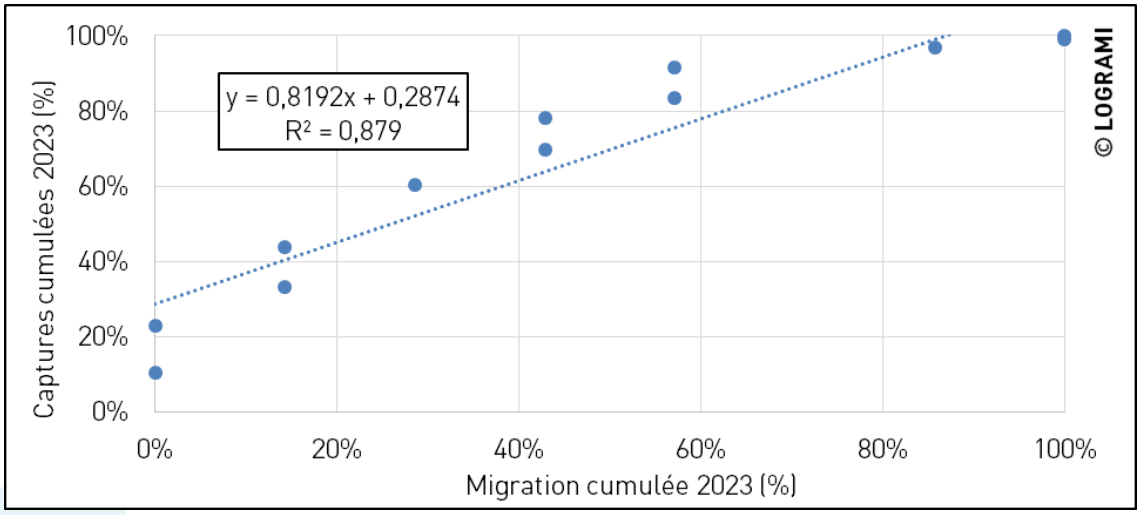


Figure 415 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2023

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

La répartition des saumons capturés en 2023 par âge de mer est la suivante :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %),
- 3 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (43 %),
- 4 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (57 %).

La comparaison de la répartition annuelle par classes d'âges de mer montre une sur-représentation des saumons de 2 étés de mer et une sous-représentation des saumons de 3 étés de mer dans l'échantillon des captures (Figure 416).

Les écarts observés (17 % pour les 2 étés et les 3 étés) entre l'échantillon capturé et la migration représentent seulement 1 saumon. **L'échantillon capturé en 2023 est donc représentatif de la population en termes de classe d'âge**.

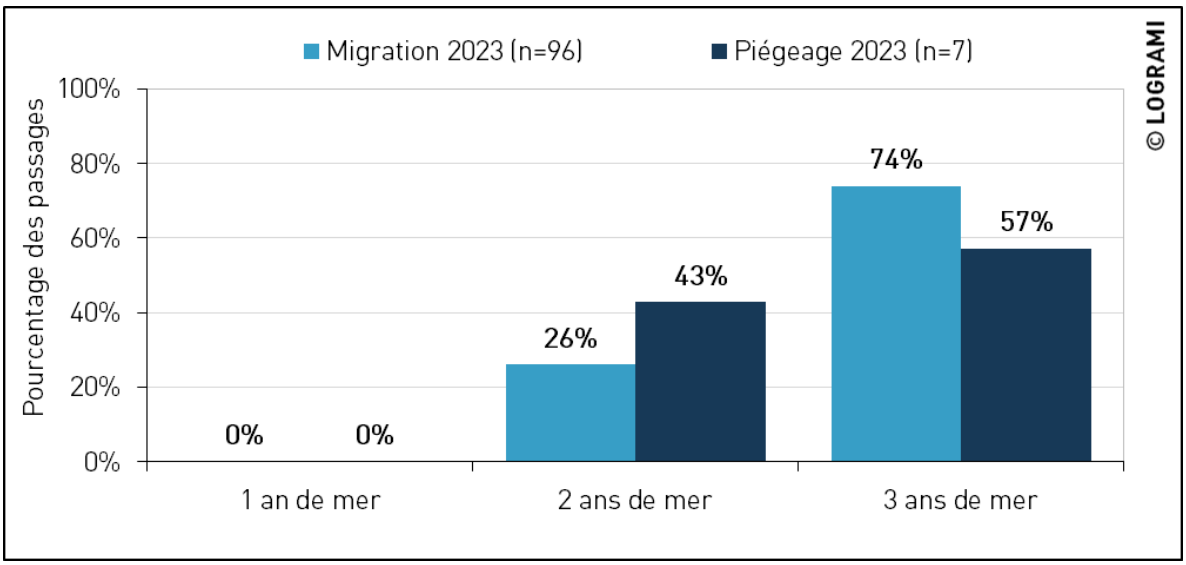


Figure 416 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2022 avec celles des individus piégés

11.3.5. Impact du piégeage sur le comportement des saumons

Lors du dépouillement des vidéos de la station de comptage, la présence des saumons est relevée dès leur 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 2009-2022, 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 % +/- 5 les jours de piégeage. Ainsi, l'opération de piégeage augmente de 28 % les allers-retours avant le passage des individus.

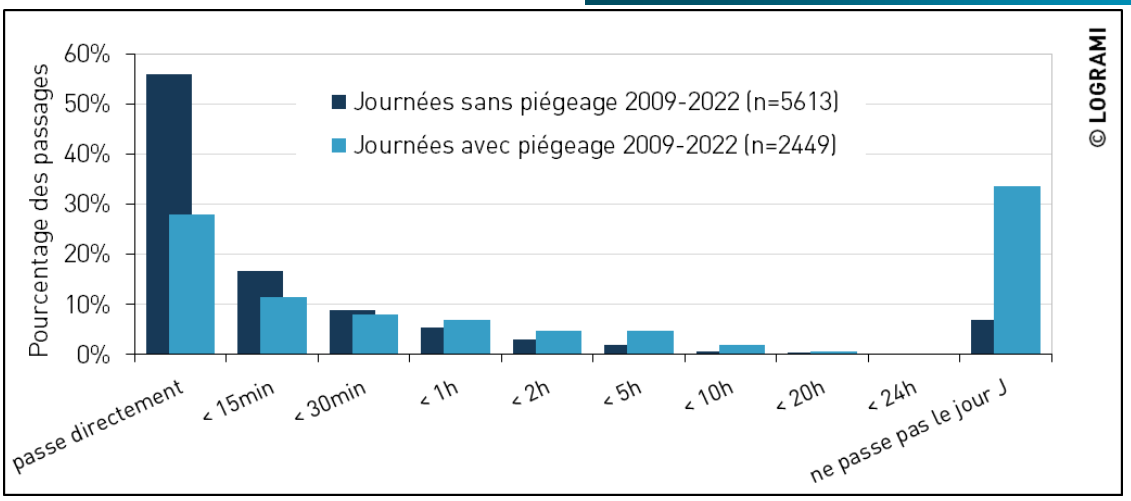


Figure 417 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en fonction de la mise en place ou non du piège sur la période 2009-2022

En moyenne, la part des saumons se présentant devant la vitre et qui ne passent pas le jour même augmente très sensiblement dès lors qu'il y a du piégeage, passant de 7 % (+/- 2 en l'absence de piégeage) à 34 % (+/- 5). 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 4 % (33 % +/- 6) par rapport à la période 2009-2013 (37 % +/- 2).

En 2023, durant les journées sans piégeage, 54 % des saumons passent directement en amont de la vitre de comptage sans aller-retour contre seulement 43 % les jours de piégeage (Figure 418). Ainsi, l'opération de piégeage a augmenté de 11 % les comportements d'allers-retours avant le passage. Néanmoins, le taux de franchissement le jour même lors de journées de piégeage est en moyenne de 28 % (+/- 5) sur la période 2009-2022. Ainsi, le **piégeage 2023 a été de ce point de vue moins impactant pour la migration des saumons**.

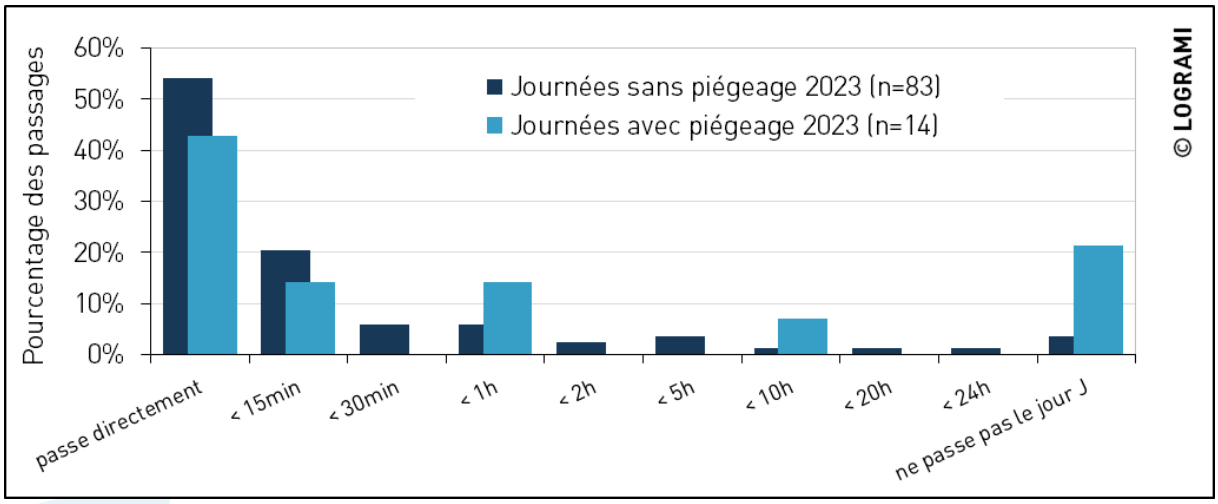


Figure 418 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2023 en fonction de la présence ou de l'absence du piégeage

11.3.6. 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 20 minutes (+/-7). Pour les journées avec piégeage, le temps de passage est trois fois plus important avec une durée avoisinant les 60 minutes (+/- 19).

Ainsi, de 2009 à 2022, les opérations de piégeage ont provoqué un retard moyen de franchissement de l'ouvrage de 39 minutes (+/- 19) par saumon.

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 4 minutes par rapport à la période 2009-2013. Cette modification de stratégie semble avoir engendrée une augmentation du temps de franchissement moyen des saumons de 24 minutes, passant de 24 minutes (+/- 10) pour la période de 2009-2013 à 47 minutes (+/- 20) pour la période 2014-2023.

En 2023, un retard moyen de franchissement d'une heure et vingt et une minutes est constaté (rapport entre le temps de passage moyen avec et sans piégeage). Il représente près du double du retard moyen habituellement observé sur la période 2009-2022 (39 minutes +/-21) (Figure 419).

Les temps de passage élevés lors des journées avec et sans piégeage enregistrés en 2023 sont dus à deux saumons ayant mis plusieurs jours pour franchir l'ouvrage :

- Journée sans piégeage : 1 passage de saumon en 98 heures et 27 minutes
- Journée avec piégeage : 1 passage de saumon en 31 heures et 47 minutes (passage le lendemain d'une journée sans piégeage)

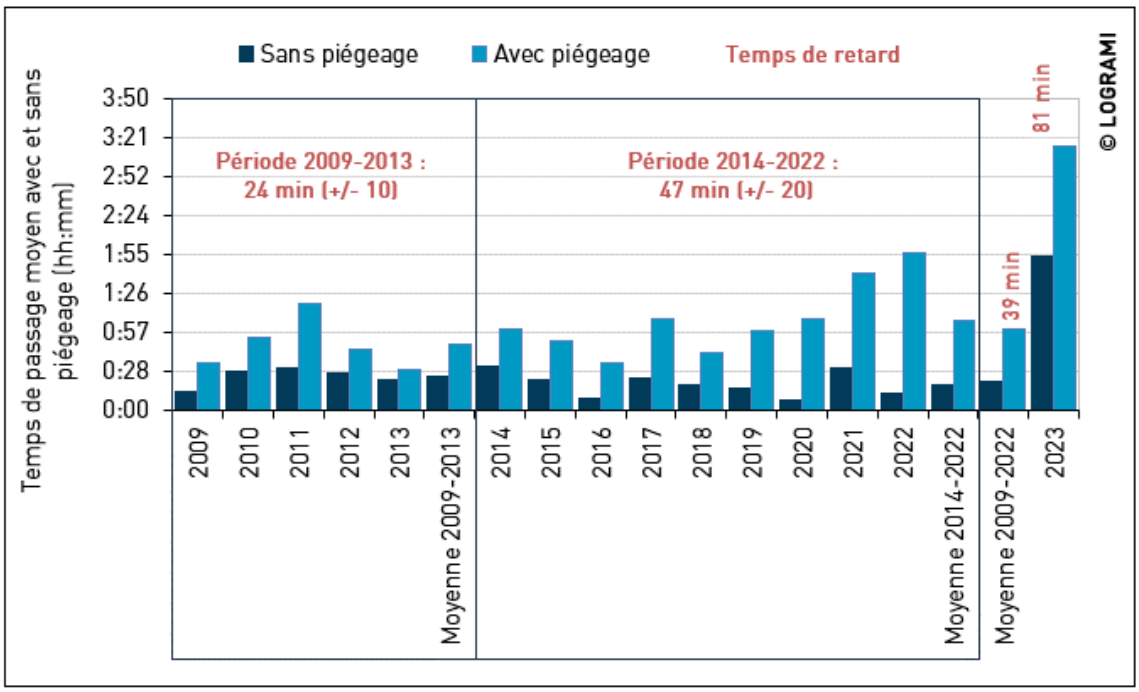


Figure 419 : Retard moyen des saumons au droit de la vitre de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier depuis 2009 les jours avec et sans piégeage

11.4. Production de juvéniles à partir d'incubateur

11.4.1. 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 (CNSS). 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 420).

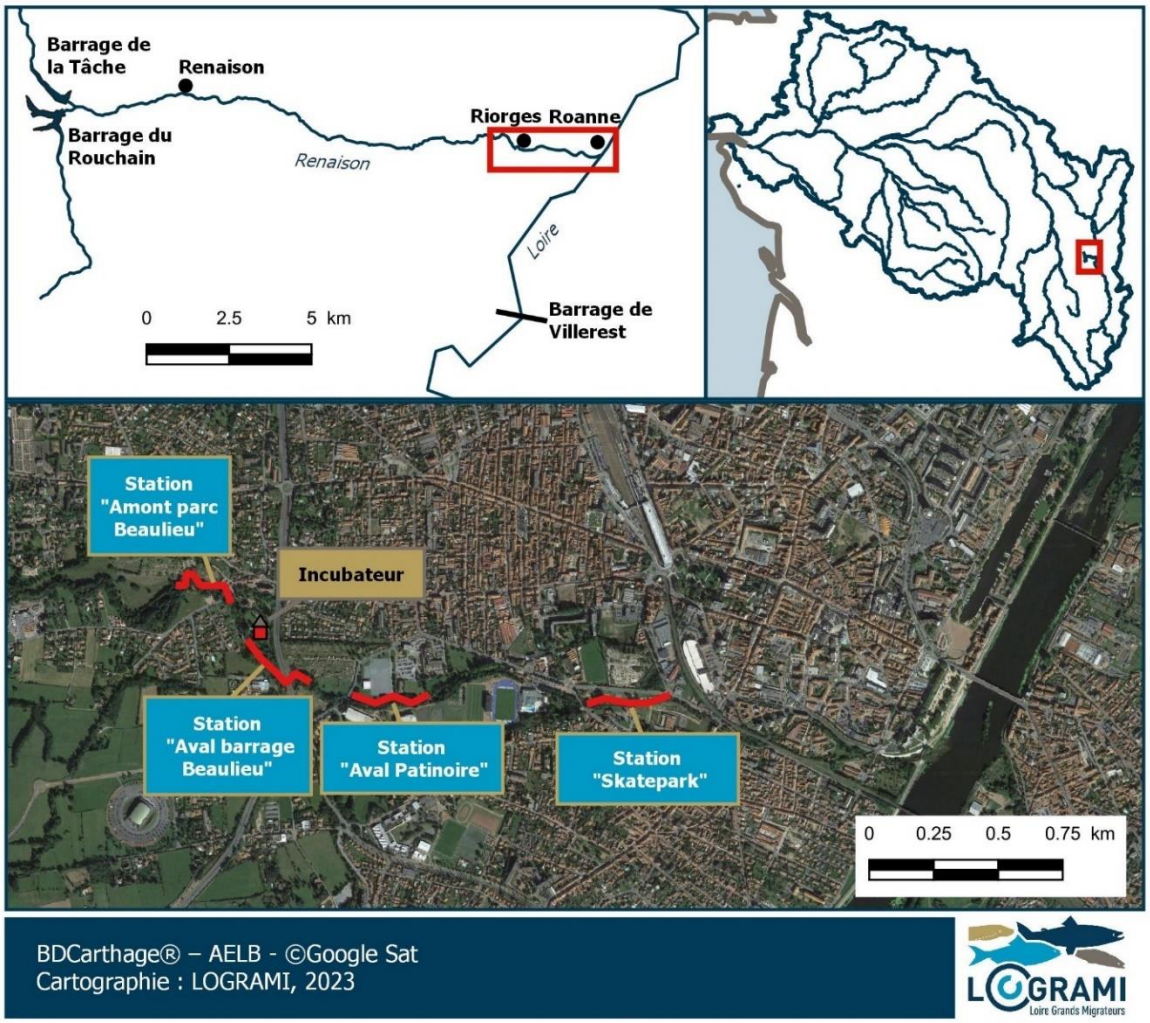


Figure 420 : Localisation des quatre stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2023

Les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons étant connues (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 421).

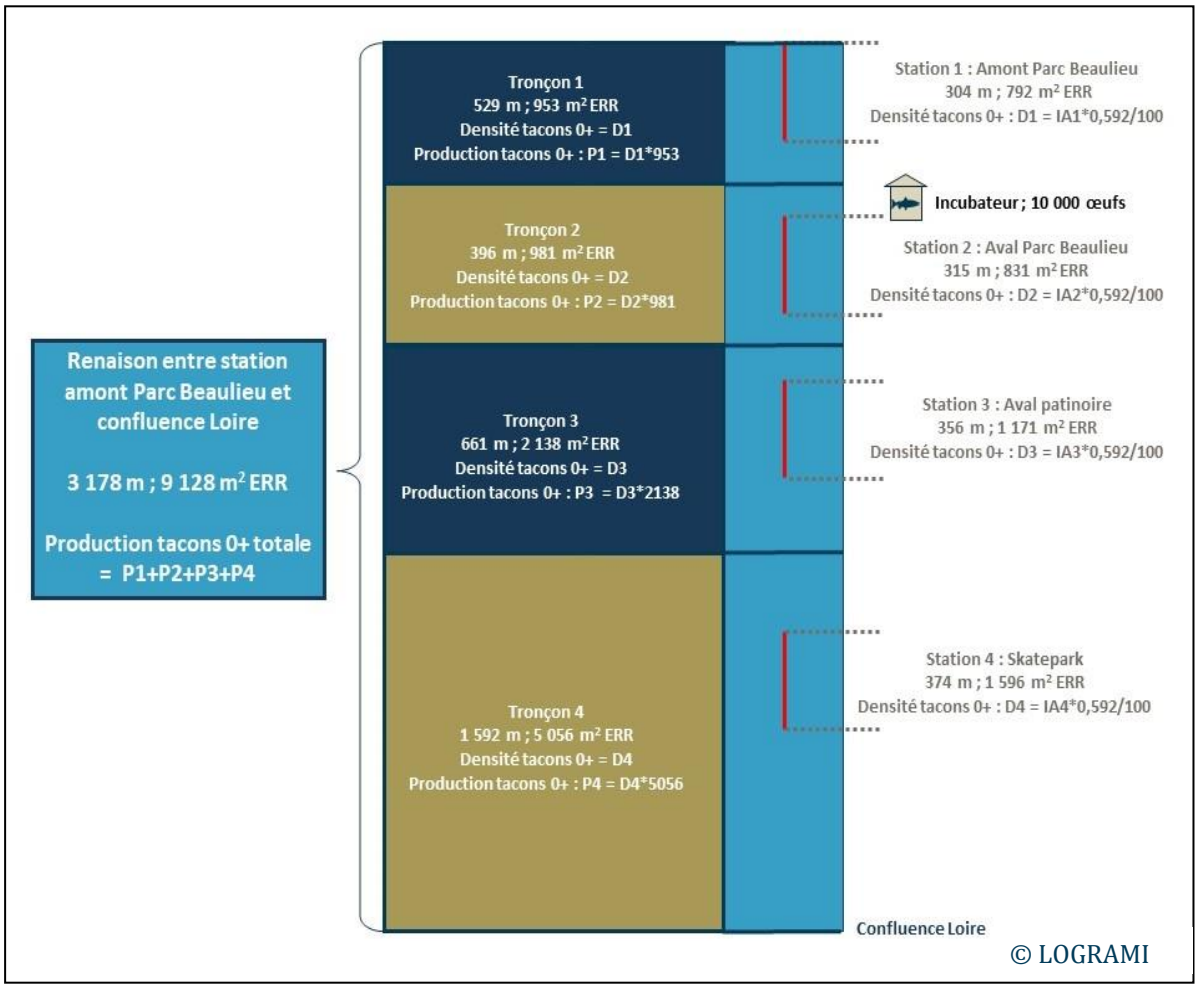


Figure 421 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) (ERR : Equivalents Radiers-Rapides = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier ») (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012)

11.4.2. Résultats 2023

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 2023, ces derniers ont été réalisés le 04 octobre**.

Tableau 56 : 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	06/10/2022	04/10/2023
Amont parc Beaulieu	0	0	1	0	0	0	0	3	0
Aval barrage Beaulieu	82	0	36	51	41	25	15	47	14
Aval patinoire	46	5	46	42	28	17	13	10	21
Skate-park		6	14	4	12	6	11	3	8
moyenne	42,67	2,75	24,25	24,25	20,25	12	9,75	15,75	10,75

Tableau 57 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Moyenne 2015-2022	Ecart-type
Tronçon 1 Amont parc Beaulieu	0	0	6	0	0	0	0	17	0	0,9	6,08
Tronçon 2 Aval barrage Beaulieu	476	0	209	296	238	145	87	273	81	207,3	144,48
Tronçon 3 Aval patinoire	582	63	582	532	354	215	165	127	266	356,1	214,24
Tronçon 4 Skate-park		180	419	120	359	180	329	90	240	264,5	127,95
Production totale	1058	243	1216	948	952	540	581	506	587	756	334
Mise en charge (œufs)	10000	10000	10000	10000	12000	10027	10000	10000	10000		
Implantation = survie entre œuf fécondé et tacon d'automne (%)	10,6%	2,4%	12,2%	9,5%	7,9%	5,4%	5,8%	5,1%	5,9%	7,4%	3,3%

Le suivi de la production de l'incubateur sur le Renaison en 2023 met en évidence (Tableau 56 et Tableau 57) :

- Une abondance de tacons 0+ jugée « très faible » plutôt uniformément répartie à rebours de la « classique » décroissance observée selon le gradient amont-aval depuis l'aval immédiat de l'incubateur ;
- Une abondance moyenne de 10,75 tacons 0+/5 min (+/- 8,98) qui peut être considérée comme très faible mais qui s'inscrit dans la tendance observée depuis 2020 ;
- Une production automnale estimée à 587 tacons 0+, répartie entre l'aval du seuil du parc Beaulieu et la confluence avec la Loire, soit une implantation de 5,9 % des œufs mis en place dans l'incubateur (10 000 en 2023) contre 7,4 % (+/- 3,3) en moyenne sur la période 2015-2022.

La production estimée en 2023 et l'implantation qui en découle sont moins importantes que celles observées en moyenne sur la période 2015-2022 mais elles sont du même ordre de grandeur que celles observées depuis 2020.

Ne disposant pas de relevés hydrologiques pour ce cours d'eau, il est difficile d'incriminer l'hydrologie pour tenter d'expliquer cette faible production au regard de l'historique du suivi mais force est de constater que la relative stabilité de la production depuis 2020 semble indiquer que les conditions de développement des juvéniles issus de l'incubateur sont à priori sensiblement similaires depuis 4 ans.

11.5. Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin dans le bassin de l'Allier

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 (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 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 (Bach et al., 2018).

La densité d'alevins déversés est le nombre d'alevins déversés par surface d'habitats favorables à proximité de la station.

Le nombre d'alevins déversés est fourni par le Conservatoire National du Saumon Sauvage prestataire des déversements sous maîtrise d'ouvrage FDAAPPMA43. La densité d'alevins déversés préconisée par le cahier des charges du marché de repeuplement sur le bassin de la Loire est de 1 alevin/m^2 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, 2017). Un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie selon la même référence et pour les mêmes stades. En considérant la survie du stade d'ensemencement pré-estivaux (alevins d'1 à 3 g) au tacon de 1 été, un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie (Richard, 2017). 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.

11.5.1. Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier

Sur le bassin de l'Allier, en 2023, 320 745 alevins ont été déversés dont 289 110 par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et 31 635 par l'Association Protectrice du Saumon produits par les incubateurs de l'Arçon, de la Prade et de Blassac (Sauvadet, 2023). La très grande majorité des alevins ont été déversés sur l'Allier puisque seuls 18 alevins issus de l'incubateur de la Prade ont été déversés sur la Cronce. Aucun autre affluent n'a été aleviné en 2023.

En termes de répartition des alevins déversés, les particularités ou adaptations singulières du plan d'alevinage mis en œuvre en 2023 par rapport aux dernières années, dans un contexte de réduction significative des quantités déversées (320 745 alevins déversés en 2023 contre 1 022 264 alevins déversés (+/- 250 708) 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 quatrième année consécutive, 140 143 alevins répartis sur 97 points ont été déversés entre le 29 mai et le 8 juin 2023 sur le secteur S2 entre Saint-Etienne-du-Vigan et Alleyras, soit 43,7 % des déversements de l'Allier (Figure 422). *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 sont potentiellement présents dans les comptages aux stations depuis 2022 dès la première année de gestion de l'ouvrage avec 91 jours de transparence minimum ;*

- Les quantités déversées par le CNSS sur le secteur S4 entre le 9 et le 13 juin 2023, après une diminution observée depuis 2019, ont été revues à la hausse (112 638 alevins sur 63 points soit 35,1 % des déversements de l'Allier contre, en moyenne, 76 2625 +/- 23 234 sur la période 2019-2022 et 130 373 +/- 62 306 sur la période 2001-2018).

- Le nombre d'œufs mis en incubateurs, qui avait drastiquement chuté à partir de 2020 avec le passage au 100 % origine géniteurs sauvages, a quant à lui légèrement augmenté en 2023 par rapport à 2021 et 2022 (39 960 œufs dont 13 330 dans l'incubateur de l'Arçon, 13 300 dans l'incubateur de La Prade-Cronce et 13 330 dans l'incubateur de Blassac en 2023 contre 25 500 2021 et 30 575 en 2022 et contre 222 389 +/- 47 922 en moyenne sur la période 2001-2019).
  La majeure partie des alevins produits par ces trois incubateurs (31 617 alevins pour 31 635 produits) a été directement déversée manuellement dans l'Allier (10 points sur le secteur S4) pour la troisième année consécutive par l'APS entre le 9 avril et le 22 mai 2023 (Sauvadet, 2023). **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. Par ailleurs, 7 des 10 points déversés par l'APS ont également fait l'objet de déversements d'alevins en provenance du CNSS quelques jours plus tard. Ainsi, pour tous ces points, au regard de leurs surfaces ERR disponibles, ces doublons ont conduit à des surdensités préjudiciables à l'implantation voire à la survie des individus déversés. En effet, le plan d'alevinage du CNSS définit par la FDAAPPMA 43, en accord avec les règles du PLAGEPOMI en vigueur, considérant que la probabilité de présence d'alevin y était nulle ou très fortement réduite (pas de comptage exhaustif des frayères en 2022, prévoyait pour tous ces points une exploitation optimale des surfaces disponibles en termes de densité d'alevins déversés. Pire encore, deux de ces déversements ont été réalisés à l'endroit même où une frayère avait pu être observée en décembre 2022, ce qui a potentiellement pu nuire à la production naturelle (concurrence artificielle par ailleurs proscrite par le PLAGEPOMI). Cet état de fait met en évidence un manque de concertation dans la mise en œuvre de cette pratique qui conduit d'abord à enfreindre les règles définit par le PLAGEPOMI et surtout à une diminution de son efficacité supposée. Cette conséquence est d'autant plus dommageable que la production d'alevins de pisciculture en question est actuellement issue de géniteurs sauvages prélevés à Vichy et dont la capture n'est pas sans impact sur le reste de la population.**
  Cet apport d'alevins porte le nombre d'alevins total déversés sur le secteur S4 de l'Allier à 144 273 individus soit 45 % des déversements de l'Allier contre 70 466 en 2021 et 129 256 en 2022 ;

- Tout comme pratiqué sur l'Allier, des déversements d'alevins produits dans l'incubateur de la Prade ont été réalisés manuellement pour la troisième année consécutive par l'APS sur la Cronce

(petit affluent rive gauche de l'Allier situés dans le secteur S4 sur lequel est implanté le dit incubateur) mais de manière très marginale et négligeable en 2023 : seulement 18 alevins en fin de saison d'émergence (Sauvadet, 2023).

- Le secteur S5 a été aleviné en 2023 avec 36 329 alevins (11,3 % des déversements de l'Allier) répartis sur 18 points sur les 10 premiers kilomètres de l'extrémité amont du secteur (entre le seuil de la Bageasse et le pont de Vezezoux). La quantité déversée en 2023 est toutefois nettement inférieure à la moyenne observée entre 2010 et 2020 (212 522 +/- 85 181 alevins) ;

- Comme en 2022, aucun autre affluent n'a été aleviné en 2023.

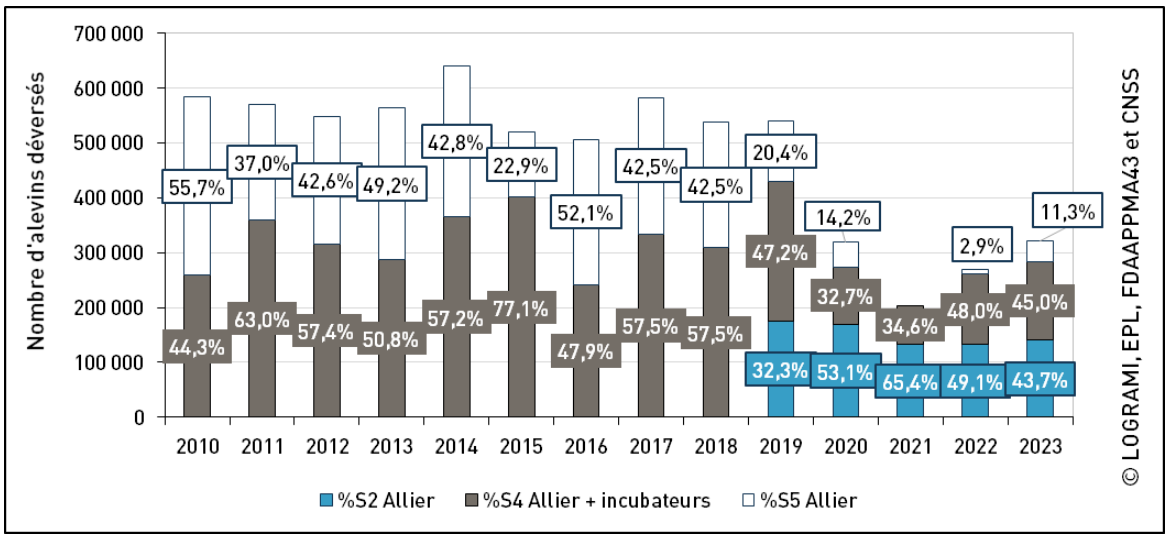


Figure 422 : Evolution des quantités d'alevins de pisciculture déversées sur les secteurs de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, EPL et CNSS)

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 423).

La densité moyenne déversée sur l'Allier est de 0,7 alevins déversés/m² d'ERR avec des densités moyennes comprises entre 0,4 alevins déversés/m² d'ERR sur le secteur S5 de l'Allier et 0,8 alevin déversés/m² d'ERR sur le secteur S4 de l'Allier (Figure 423).

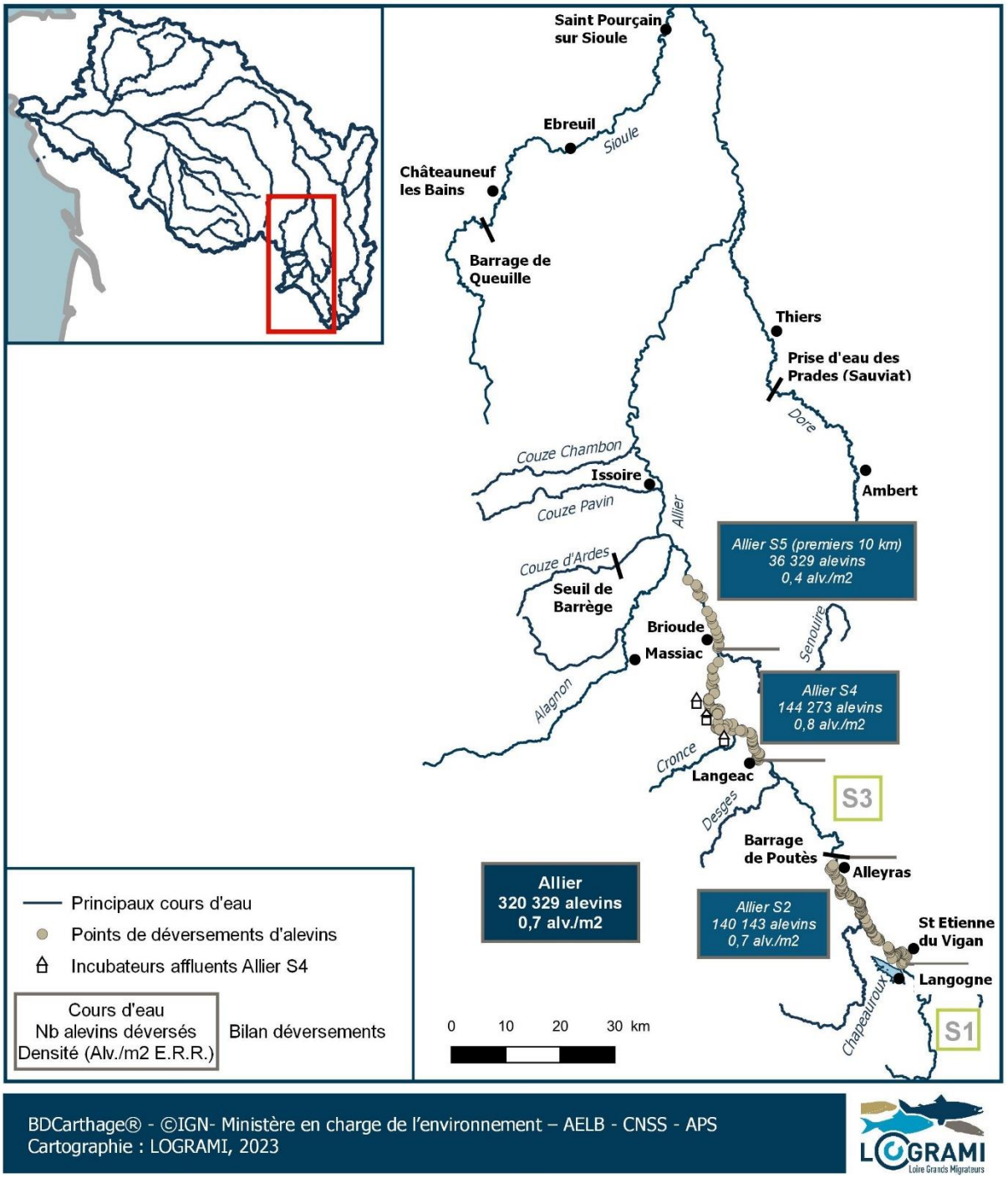


Figure 423 : Répartition des quantités et des densités d'alevins de saumon de pisciculture et d'incubateurs déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2023

11.5.2. Production estimée et taux d'implantation moyen

Comme évoqué précédemment, les productions et donc les taux d'implantation moyens calculés sont surestimés par l'apport probable de tacons natifs sur les secteurs alevinés (quelques frayères observées en 2022). Ces valeurs doivent donc être considérées comme des valeurs maximales.

11.5.2.1 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 57 471 tacons soit une implantation globale de 17,9 %, ce qui peut être considéré comme une survie moyenne (Richard, 2017). Cette production est en très grande majorité assurée par l'Allier (57 418 tacons 0+ d'automne) puisqu'avec 53 tacons 0+ d'automne, la production de la Cronce peut être considérée comme marginale (Figure 424).

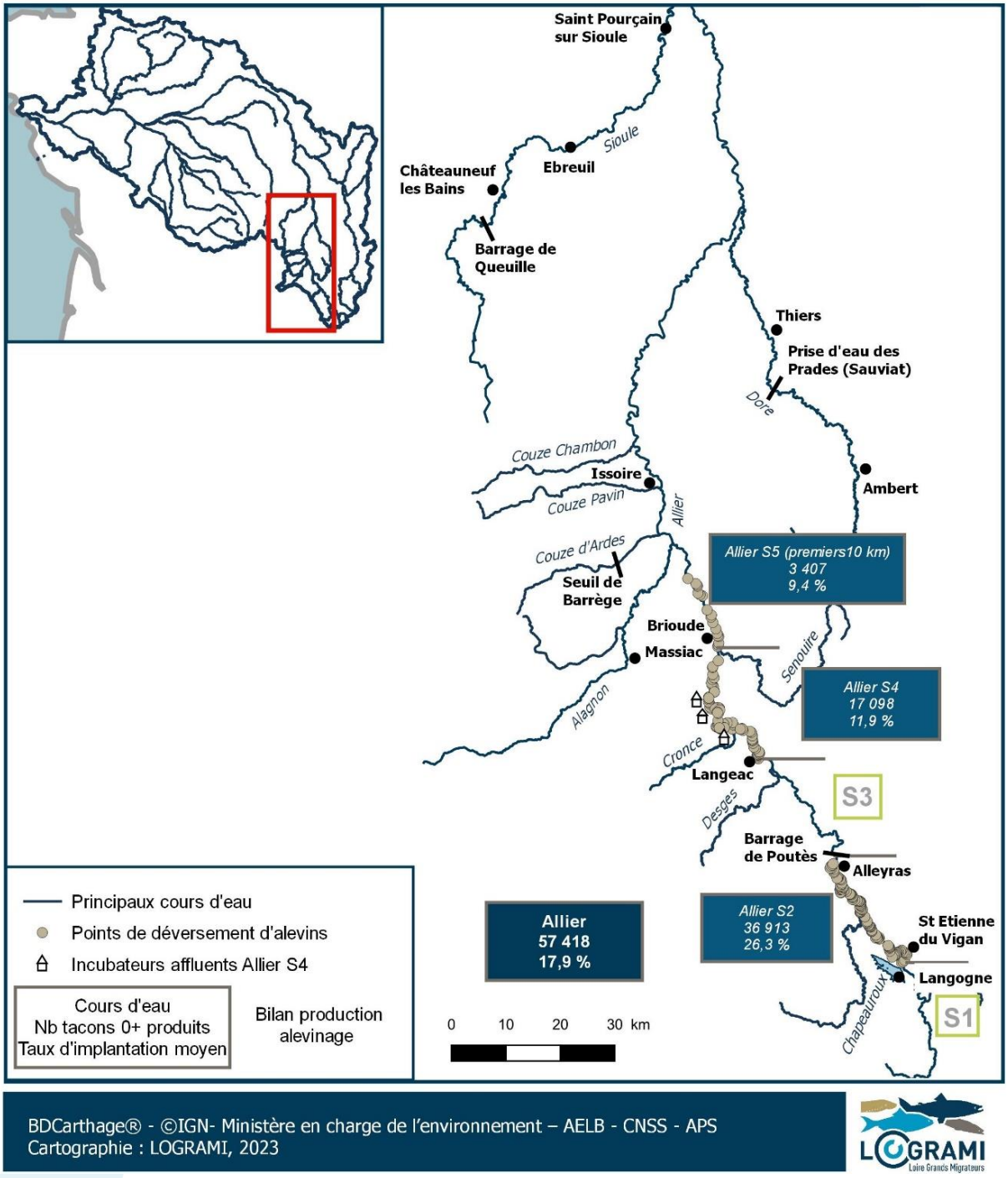


Figure 424 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2023 et taux d'implantation moyens correspondants

11.5.2.2 Sur l'Allier

Les 20 échantillonnages réalisés sur les secteurs S2, S4 et S5 de l'Allier ont permis d'estimer la production totale de l'Allier à 57 418 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture dont 36 913 sur S2, 17 098 sur S4 et 3 407 sur S5.

Les taux d'implantation moyens décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (26,3 % sur S2, 11,9 % sur S4 et 9,4 % sur S5).

Secteur S2 : Langogne - Poutès

Les 9 échantillonnages réalisés sur le secteur S2 ont permis d'estimer sa production à 39 913 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture (Figure 425).

Afin de caractériser le taux d'implantation moyen observé en 2023 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 26,3 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S2 de l'Allier en 2023 est inférieur à la moyenne observée depuis 2001 (36,3 % +/- 12,1) (Figure 425). Il semblerait que le taux d'implantation moyen tende à baisser entre les deux périodes distinctes « 2001-2007 » et « 2019-2023 ». Toutefois, comme cela est présenté depuis le début de cette analyse, il est évident que la participation de la reproduction naturelle dans le calcul de la production de tacons d'automne du secteur induit une surestimation du taux d'implantation, qui croit, à priori, avec le nombre de saumons comptabilisés à l'ascenseur de Poutès l'année précédente. Ainsi, la production calculée en 2023 ayant été obtenue pour le plus faible effectif de géniteurs estimés à Poutès l'année n-1, cette valeur est très probablement la moins biaisée par l'apport d'alevins natifs et donc la plus objective de la série chronologique.

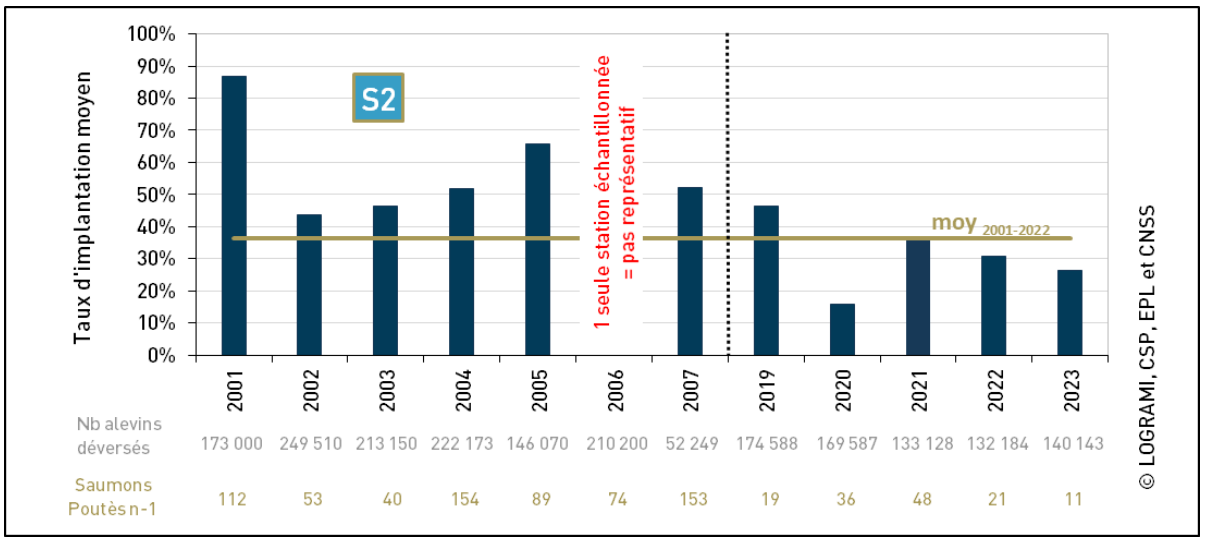


Figure 425 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S2 de l'Allier pendant les périodes 2001-2007 et 2019-2022 (Sources : LOGRAMI, Conseil Supérieur de la Pêche, Etablissement Public Loire et CNSS)

Secteur S4 : Langeac – la Bageasse

Les 6 échantillonnages réalisés sur le secteur S4 ont permis d'estimer sa production à 17 098 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture. Cette production ne correspond qu'à 15,2 % 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 11,9 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S4 de l'Allier en 2023 est inférieur à la moyenne observée depuis 2010 (20,7 % +/- 8,5) (Figure 426). Ce taux d'implantation est certes inférieur à ceux observés lors des « bonnes » années aux conditions environnementales favorables (2013, 2014 et 2019) mais s'intègre dans la tendance des valeurs constatées dans le reste de la chronique 2010-2023.

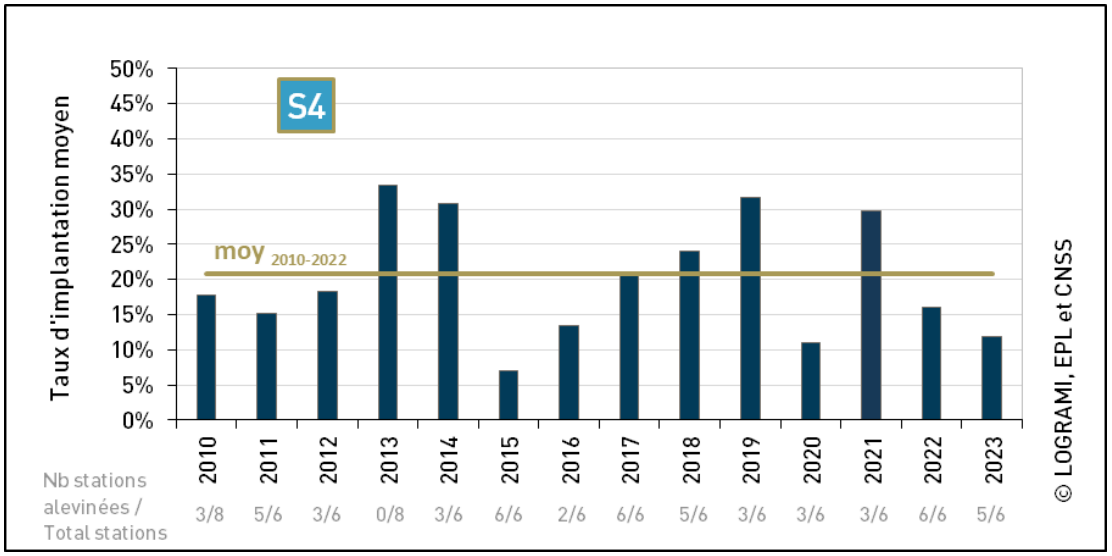


Figure 426 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, Etablissement Public Loire et CNSS)

Secteur S5 : aval la Bageasse

Les 5 échantillonnages réalisés sur le secteur S5 ont permis d'estimer sa production à 3 407 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture. Aucune de ces stations n'avait fait directement l'objet d'un déversement d'alevins de pisciculture. Seules deux de ces stations ne figuraient pas dans le secteur directement aleviné (10 km amont du secteur S5). Avec une valeur de 9,4 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S5 de l'Allier en 2023 est inférieur à la moyenne observée depuis 2010 (18,5 % +/- 4,9) (Figure 427).

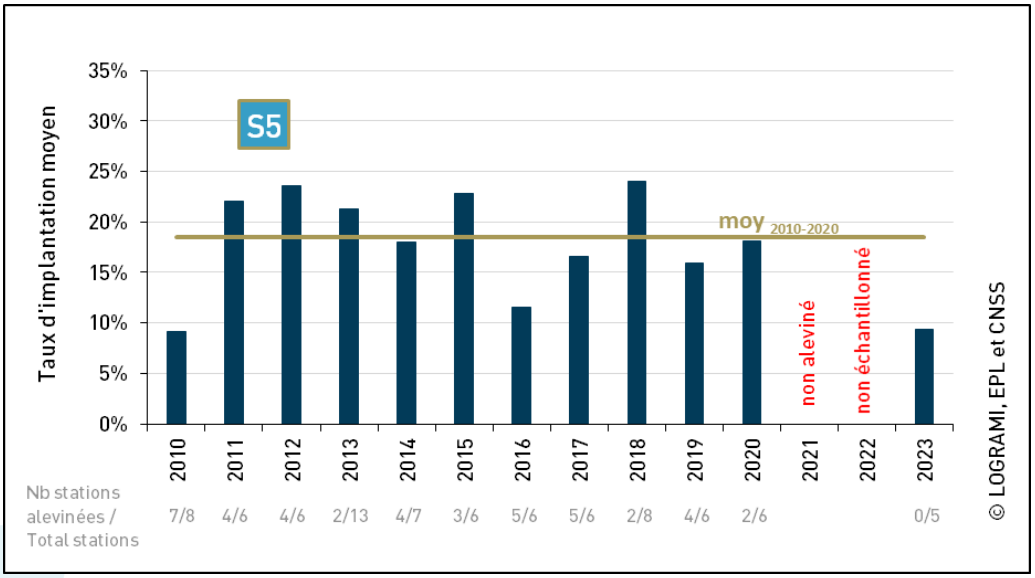


Figure 427 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, Etablissement Public Loire et CNSS)

11.6. Taux de retour des saumons déversés

11.6.1. 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 428). 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.

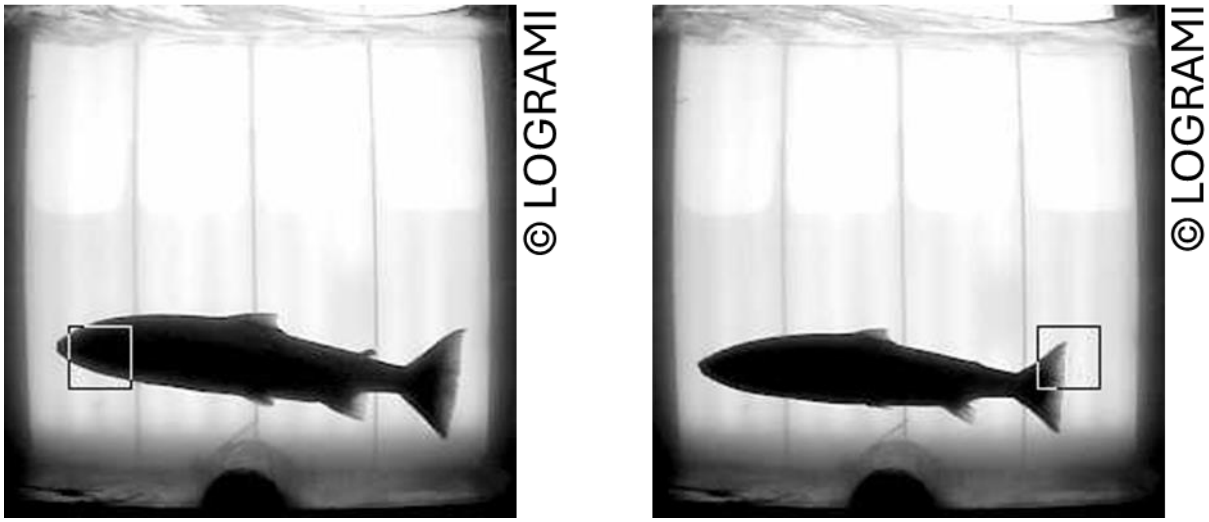


Figure 428 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence (à gauche) ou de l'absence (à droite) de nageoire adipeuse

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.

Les déversements de smolt ont été réalisés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) sous la maîtrise d'ouvrage de l'Etablissement Public de la Loire.

A partir du nombre de smolts déversés sur chaque axe, des passages de saumons marqués et en omettant le phénomène de divagation, des taux de retour pour chaque bassin peuvent être calculés.

11.6.1.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe

Entre 2009 et 2019, 25 220 pré-smolts (+/- 12 261) ont, en moyenne, été déversés sur la Gartempe par le CNSS. 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. Bien que faible au regard de la littérature, le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 est un des meilleurs du bassin Loire avec 0,09 % (+/- 0,06), soit environ **9 saumons revenus à Descartes pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de la Gartempe** (Figure 429). L'année 2013 favorable à la dévalaison et le déversement des smolts en aval des turbines a même augmenté cette proportion à 24 saumons de retour pour 10 000 alevins déversés. Il apparaît que dans une stratégie de réamorçage du bassin Creuse-Gartempe, ce stade pourrait de nouveau être envisagé pour combler l'absence de déversement d'alevins depuis 2020.

11.6.1.2 Sur le bassin de l'Allier

Entre 2003 et 2016, un programme de déversement de smolts a eu lieu sur le bassin de l'Allier. Confirmant les orientations prises dans le « Plan de restauration du saumon Loire-Allier », ce stade de déversement ne paraît pas adapté à une stratégie de restauration de l'espèce 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.

En moyenne depuis 2003, 231 831 smolts marqués +/- 66 000 ont été déversés chaque année sur le bassin de l'Allier par le CNSS. Le taux moyen de retour des smolts deversés 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** (Figure 429). Ce taux très faible révèle l'échec d'une telle stratégie mais est également de nature à alerter le gestionnaire sur la faiblesse des taux de retour sur cet axe pour tous les saumons quelle que soit leur origine ou stade de déversement.

11.6.1.3 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, entre 1998 et 2019, 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** (Figure 429) (Bach et al., 2018).

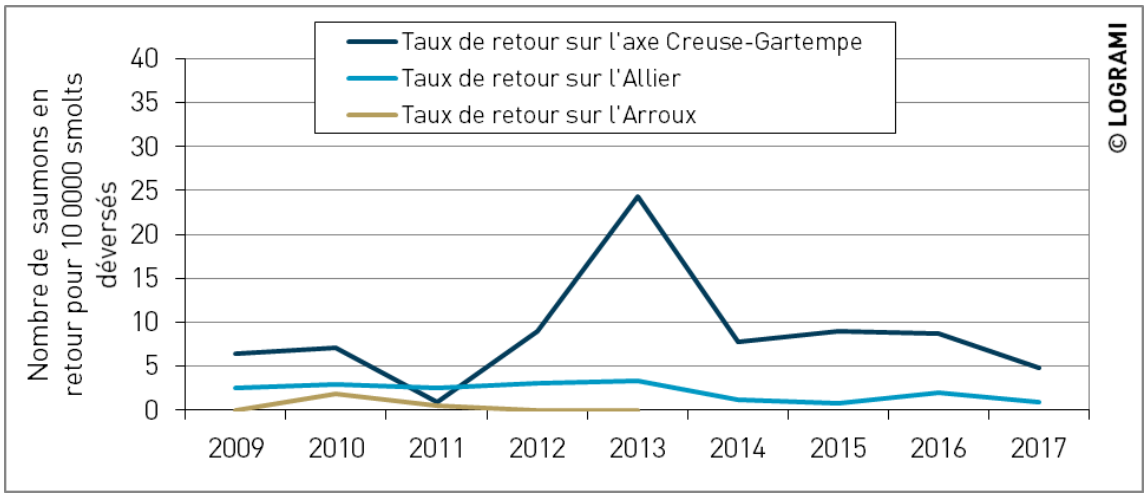


Figure 429 : Comparaison des taux de retour de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2017

11.6.1.4 Comparaison inter-bassins

Les déversements au stade pré-smolts ont participé au soutien d'effectif en saumons sur le bassin de la Loire. Ce soutien représentait en moyenne 11,5 % (+/- 6) des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy (entre 2006 et 2020), 30 % (+/- 12) sur la Creuse à Descartes (entre 2012 et 2022) 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.**

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 20 fois plus que les taux moyens observés actuellement sur l'Allier.

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.

11.6.2. 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.

À 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 trois 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 d'axe fluvial : 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.

Les déversements d'alevins nourris sont réalisés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) et ont été sous la maîtrise d'ouvrage de l'Etablissement Public de la Loire jusqu'en 2022 et sous la maîtrise d'ouvrage de la Fédération de pêche de Haute-Loire depuis 2023.

Depuis 2020, aucun alevin n'a été déversé sur la Gartempe et sur l'Arroux. 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 sur la Gartempe.

11.6.2.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe

De 2006 à 2019, en moyenne 184 822 alevins (+/- 42 208) ont été déversés à ce stade sur la Gartempe.

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 sur le bassin Creuse-Gartempe serait en moyenne de 0,035 % (+/- 0,020) 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 2019, **environ 3 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 alevins nourris déversés sur le bassin de la Gartempe** (Figure 430). 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, 2017).

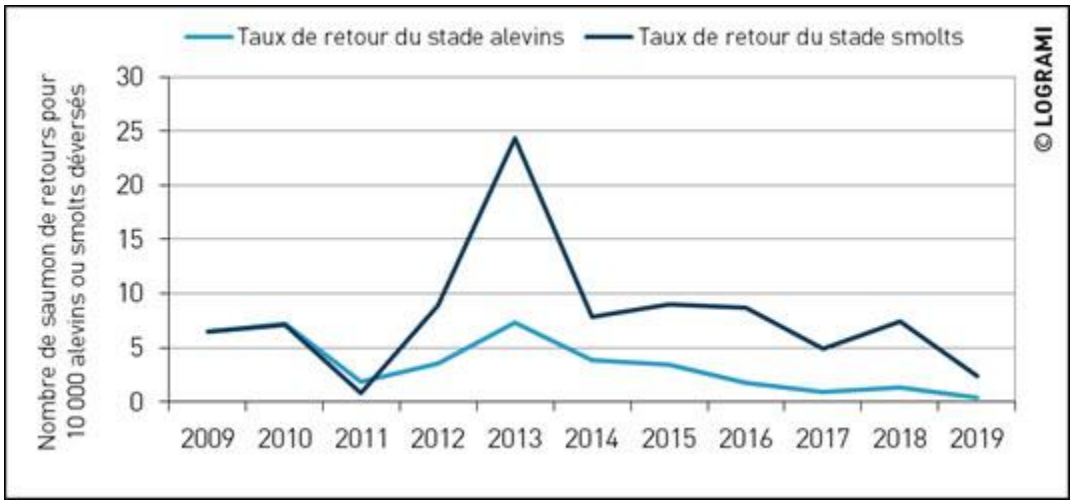


Figure 430 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe de 2009 à 2018

Ces taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière (Figure 430). 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. L'année 2013 permet encore une fois de souligner l'impact des turbines puisque contrairement aux smolts, ces alevins ont tous été déversés en amont des turbines et ont donc subi une mortalité à la dévalaison (7 saumons de retour pour 10 000 alevins déversés au lieu de 24 saumons de retour pour 10 000 smolts déversés).

11.6.2.2 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 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.

11.6.2.3 Sur le bassin de l'Arroux

De 1998 à 2019, chaque année, en moyenne 70 251 alevins de saumons (+/- 12 839) 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).

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de 0,004 % (+/- 0,003) en prenant l'hypothèse que tous les retours de saumons avec adipeuse sont issus des déversements d'alevins sur cet axe. En moyenne, de 2009 à 2019, **environ 0,4 saumon sont revenus à Gueugnon pour 10 000 alevins déversés sur le bassin de l'Arroux**. Ce taux de retour particulièrement faible (Richard, 2017) met en évidence une efficacité minime du programme de déversement sur ce sous-bassin.

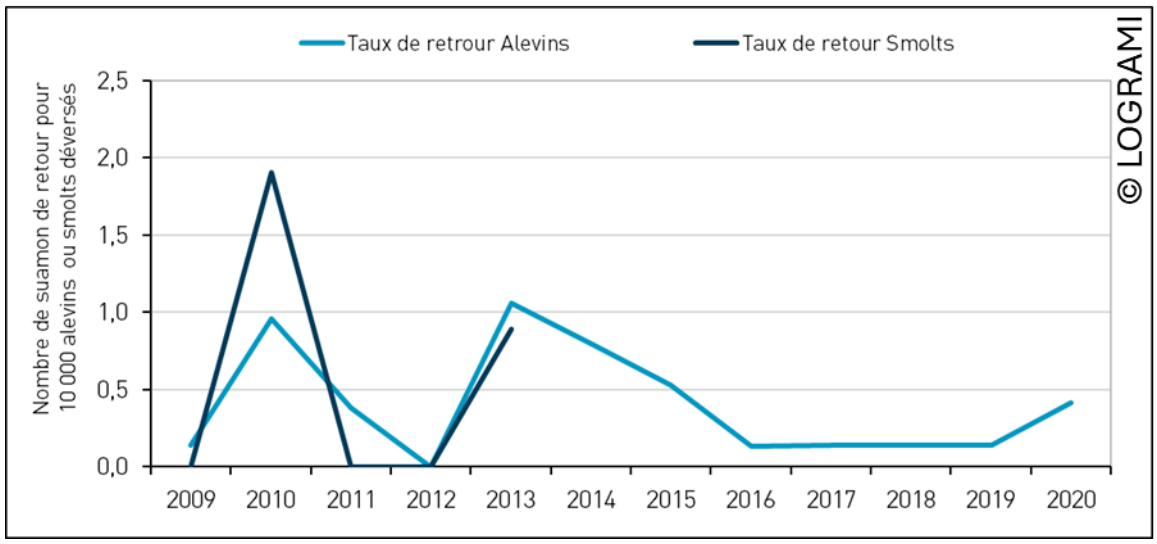


Figure 431 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2020 (Sources : LOGRAMI)

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 fois 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 431).

11.6.2.4 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 probablement ce résultat. Dans les conditions de changement climatique, cet atout de proximité augmente de façon évidente la survie. En ce sens, la présence de saumons d'un an de mer sur l'axe Creuse, actuellement disparu de l'Allier, permet d'attester de cette mortalité différentielle lors de la remontée.

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. Les études précédentes (adipeuses coupées) font en effet état de 5 % d'erratiques mais ceux-ci sont dans les deux sens puisque des marquages de smolts déversés sur la Gartempe ont été retrouvés en montaison sur l'Allier.

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.

Quoiqu'il en soit, les résultats en termes de taux de retour des poissons issus d'alevinage restent faibles dans le bassin de la Loire (entre 0,4 et 4 saumons de retour pour 10 000 alevins déversés). 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 étaient de 0,15 % (MIGRADOUR, 2019).

11.7. 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 (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).

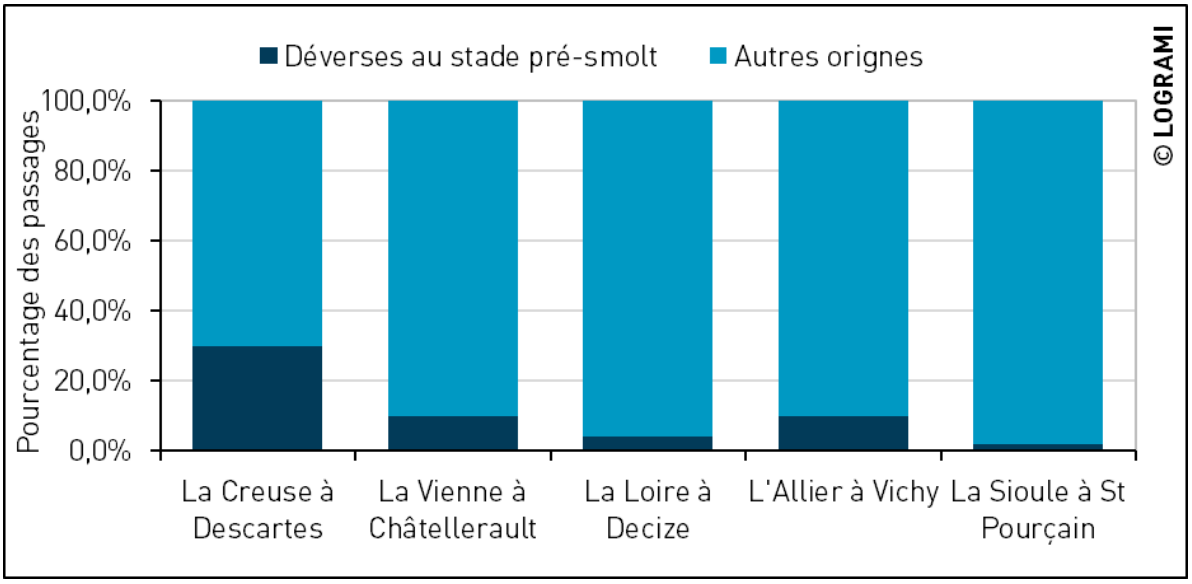


Figure 432 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis les premiers retours de saumons sans adipeuse jusqu'en 2022

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables (Figure 432). 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 10 %. Ces variations peuvent entre autres s'expliquer par des niveaux de reproduction naturelle différents entre les axes et des quantités variables de smolts déversés sur chaque cours d'eau.

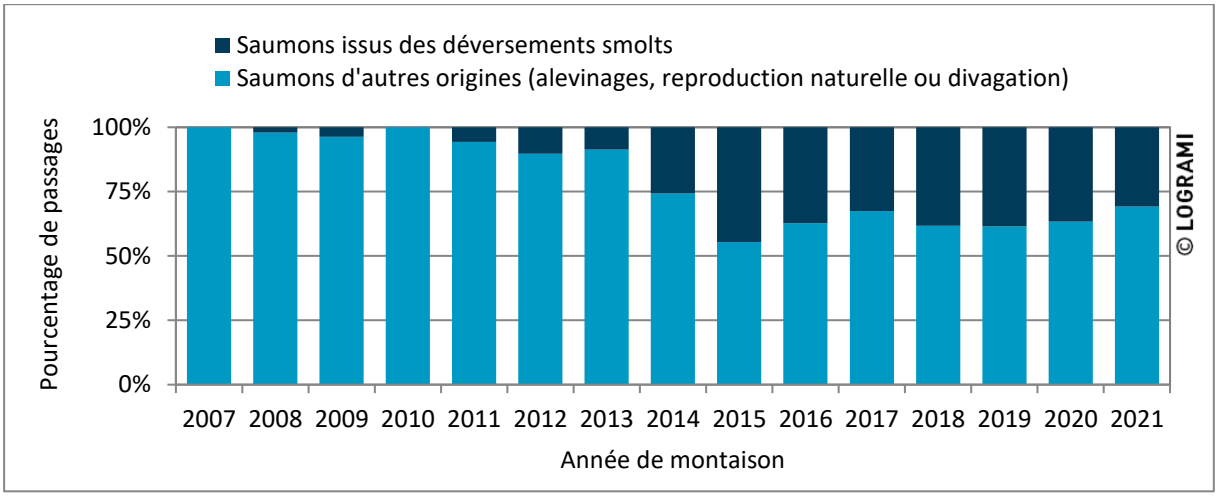
En 2023, un total de 113 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. **Tous les poissons avaient une nageoire adipeuse**. Ce résultat était attendu dans la mesure où les derniers déversements de smolts sur l'Allier remontent à 2016 (dernière année de retour attendue : 2020 pour les 3 ans de mer issus des smolts mode bas) et ceux réalisés sur la Gartempe remontent à 2019 (dernière année de retour attendue : 2022 pour les poissons ayant passé 3 ans en mer).

11.7.1. 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 issus du 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 bassins versants plus lointains. 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 2008 et 2009). Le même constat a été effectué à la station de Châtellerault sur la Vienne où, depuis 2004, 16 saumons sur les 161 comptés ne possédaient pas d'adipeuse (soit 9,9 % 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.

Pour rappel, la station de comptage de Descartes a été fonctionnelle jusqu'en juillet 2021. Elle est depuis lors à l'arrêt suite à une crue qui a endommagé l'ouvrage. Sur la série chronologique disponible allant de 2012 (premier retour complet des poissons marqués) à 2021, les individus sans adipeuse représentent en moyenne 30 % (+/- 13) de l'effectif annuel (Figure 433). Depuis 2015, cette proportion est plus élevée et relativement stable (moyenne de 38 % +/- 4).



*Suite à une crue intervenue en juillet 2021, plus aucun comptage n'a lieu à la station

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

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).

Les stratégies de soutien passées de 2007 à 2013 artificialisaient les retours avec environ 4 saumons (+/- 4) issus de smolts et 69 saumons (+/- 28) issus d'alevins déversés pour l'ensemble du bassin Creuse-Gartempe (Figure 434). Depuis 2013, les smolts sont déversés à l'aval des principales usines hydroélectriques. Ce changement de stratégies a permis d'augmenter le nombre de géniteurs en retours (en moyenne 42 individus (+/- 22) entre 2014 et 2017).

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. **La réduction des quantités déversées réduit ces retours de géniteurs issus des déversements de près de 40 %** (32 géniteurs (+/- 11) issus des déversements entre 2018 et 2021 contre 76 individus +/- 42 en moyenne).

Depuis 2020, tous les déversements ont été stoppés sur ce bassin. Les retours de saumons devraient donc être logiquement de moins en moins nombreux sur le bassin Creuse – Gartempe. **Seulement quelques individus issus de ces repeuplements sont attendus lors des remontées 2024 et plus aucun en 2025.**

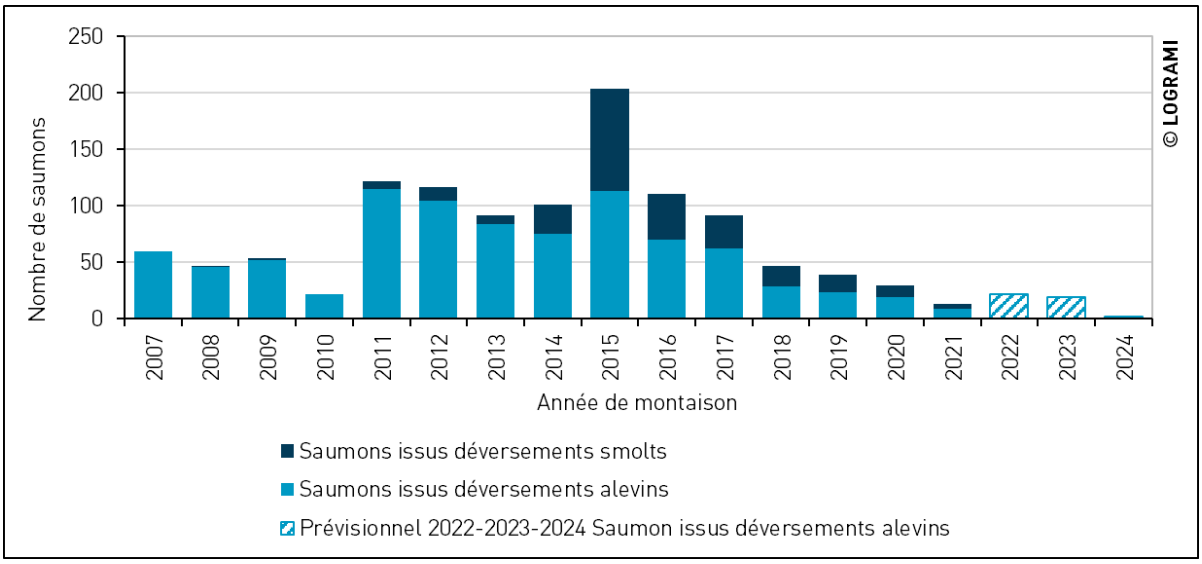


Figure 434 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2021 et estimation des retours selon leur origine depuis 2022

11.7.2. 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 2016 sur l'Allier. Ainsi, les derniers saumons issus de ces déversements ont été comptabilisés en 2020 (3 ans de mer). Entre 2005 et 2020, 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 2023, aucun individu sans adipeuse n'a été comptabilisé à Vichy.

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 annuellement à Vichy issus des déversements au stade alevins.

Entre 2005 et 2022, la moyenne interannuelle du nombre de saumons issus des déversements d'alevins s'élève à 30 % (+/- 11). En tenant compte des retours de saumons issus des déversements d'alevins (30 %) et de smolts (10 %), **la part d'individus issus de la reproduction naturelle s'élève annuellement en moyenne à 60 % (+/- 11)** (Figure 435).

En 2023, le nombre de saumons de retour n'est pas conforme (96 géniteurs) par rapport au nombre de saumons attendus issus de déversements d'alevins (113 géniteurs potentiels) avec le taux de retour appliqué de 2 saumons pour 10 000 alevins déversés sur le bassin de l'Allier. Les survies des alevins déversés ont alors été beaucoup plus faibles.

Afin d'estimer la composition de la population, les calculs ont été basés sur les pourcentages moyens (2005-2022) de provenance des individus en tenant compte qu'aucun individu issu des déversements de smolts n'était attendu en 2023 (issus d'alevins 30 % ou de reproduction naturelle 70 %). Ainsi, sur les 96 individus comptabilisés, 29 proviendraient des déversements d'alevins et 67 seraient issus de la reproduction naturelle.

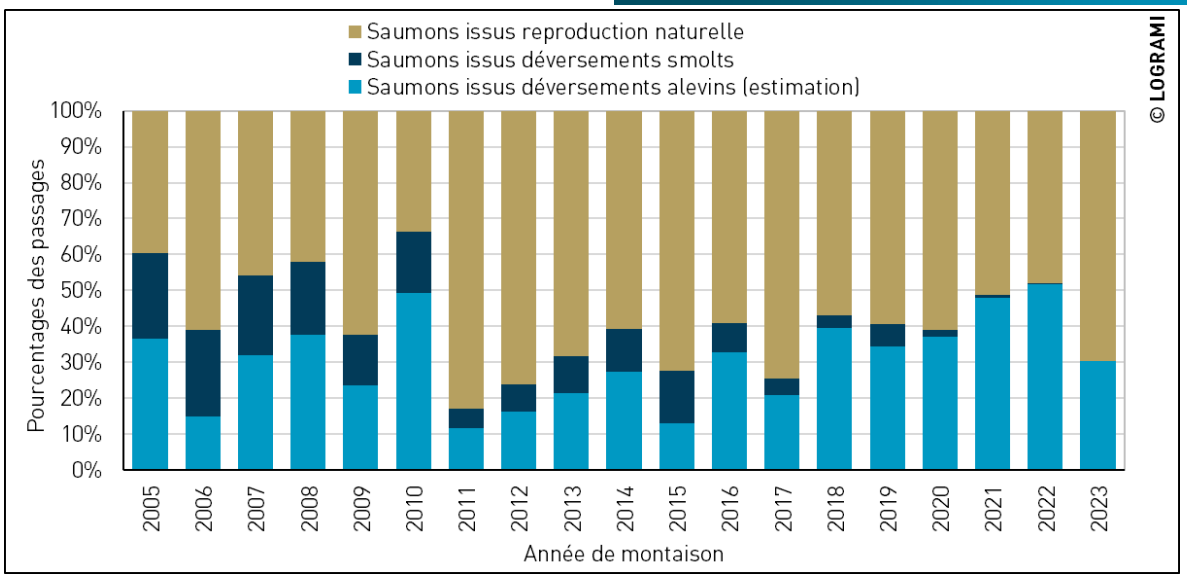


Figure 435 : Evolution des proportions de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy depuis 2005

Les stratégies de soutien passées portées de 2005 à 2016 artificialisaient les retours avec environ 243 saumons (+/- 60) issus de smolts et d'alevins déversés pour l'ensemble du bassin de l'Allier (hormis l'axe Sioule) (Figure 436). **Ainsi, depuis 2017, l'arrêt complet des déversements de smolts et la réduction des quantités déversées d'alevins réduisent ces retours de géniteurs issus des déversements de près de 30 %** (166 géniteurs attendus (+/- 20) 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.

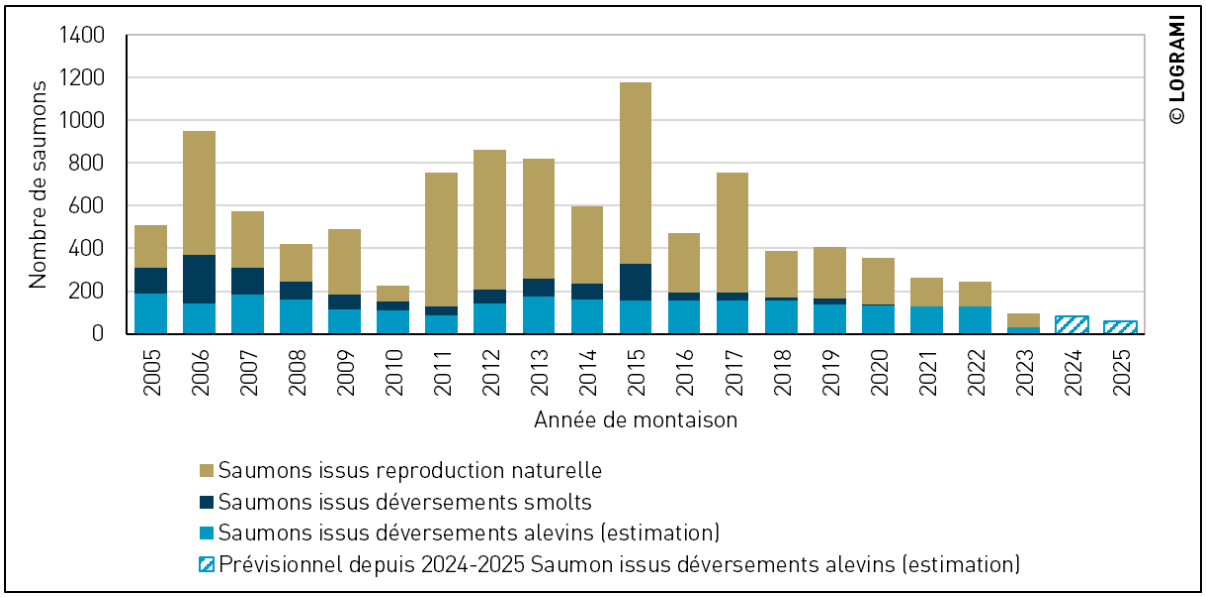


Figure 436 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy de 2005 à 2022 et estimation du nombre de saumons issus des déversements au stade alevin en 2024 et 2025

Ces tendances soulignent la constance (au moins jusqu'en 2022) de l'apport des poissons issus d'alevinage dans les retours à Vichy, et mettent en évidence que les variations d'effectifs observées entre les bonnes et

les mauvaises années sont dues à la fraction sauvage (Figure 436). L'année 2015 illustre ce processus avec une très bonne année de retours de géniteurs essentiellement due aux retours de saumons natifs.

A contrario, les retours des saumons natifs sont en diminution depuis plusieurs années. Les conditions hydrologiques et thermiques difficiles rencontrées par les saumons à tous leurs stades de vie est de nature à alerter sur la capacité du maintien de cette espèce sur l'axe.

11.8. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolts

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.

L'année 2022 constituait la dernière année où des saumons sans adipeuse pouvaient être attendus sur le bassin Creuse-Gartempe (3 ans de mer – sauf année supplémentaire passé en rivière avant la dévalaison).

Les dynamiques migratoires étudiées aux stations de Vichy, Langeac et Descartes montrent chroniquement que les saumons issus des déversements au stade smolt ont une dynamique migratoire plus tardive que les saumons issus d'autres origines et ce quels que soient leurs âges de mer :

- 2 ans de mer : 6 à 12 jours de retard
- 3 ans de mer : 8 à 15 jours de retard

Ces retards peuvent entraîner des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet, les saumons arrivants tardivement ont de grands risques d'effectuer des arrêts migratoires dans des zones de survie estivale réduite (Températures trop chaudes) (Bach et al., 2011; Marcon et al., 2020)**.**

11.9. 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 39 minutes) voire des refus de passage des saumons (28 % supplémentaires) au pont barrage de Vichy.

En 2023, l'opération de piégeage a induit un retard moyen de franchissement de 1h21 et a augmenté de 11 % les comportements d'allers-retours avant le passage. Le temps de retard représente près du double du retard moyen habituellement observé sur la période 2009-2022 (39 minutes). 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 pendant 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, 36 individus (+/- 15) 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 maximums sans excéder 15 % de remontées constatées à Vichy l'année N. En 2023, 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.

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 de 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, 29 % des captures ont été réalisées entre 14h et 16h.

En 2023, 7 saumons ont été prélevés par le CNSS. Les captures représentent 7,3 % de la population migrante. L'échantillon piégé par le CNSS représente de manière satisfaisante le rythme de la migration de la population à Vichy et s'approche significativement de sa composition en classes d'âge de mer.

Dans le cadre de ces opérations de soutien d'effectifs, des déversements aux stades œufs, alevins et smolts sont réalisés sur le bassin de la Loire. En fonction des modes de déversements, des productivités ou des taux de retour peuvent être calculés.

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 (APS). Plus récemment en 2015, un incubateur à saumons a vu le jour sur le Renaison, 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 2023, une implantation de 5,9 % de la mise en charge en œufs fécondés est constatée (moyenne 7,4 %). Ne disposant pas de relevés hydrologiques pour ce cours d'eau en 2023, il est difficile d'incriminer l'hydrologie pour tenter d'expliquer cette faible production au regard de l'historique du suivi. Toutefois, il est fort probable que le caractère sec de l'année 2023 ait limité la colonisation par l'aval tout en réduisant la surface des habitats disponibles en aval immédiat de l'incubateur.

Le stade alevins :

Sur le bassin de l'Allier, pour des raisons budgétaires, la quantité d'alevins déversés a fortement diminuée depuis 2021. 320 745 alevins de pisciculture ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2023 par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et l'APS (quasiment le quart de la moyenne sur la période 2010-2019). La diminution de quantité globale s'est également accompagnée de l'abandon des déversements sur certains affluents comme la Dore en 2021 et la Sioule en 2022. La Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Senouire dont l'alevinage est plus récent n'ont pas non plus été alevinées en 2023.

Ces déversements sont répartis sur l'Allier (S2, S4 et S5) ainsi que sur la Cronce sur laquelle l'APS a déversé une toute petite 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 57 471 tacons soit une implantation globale de 17,9 %. 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 (26,3 % sur S2, 11,9 % sur S4 et 9,4 % sur S5). Ces taux d'implantation sont plutôt bons au regard des classes définies par la bibliographie. Toutefois, ces derniers sont tous inférieurs aux moyennes historiques. Les conditions environnementales printemps-été de l'année 2023 ont probablement été pénalisantes.

- La quasi-totalité des alevins produits par ces trois incubateurs a été directement déversée manuellement dans l'Allier (10 points sur le secteur S4) pour la troisième année consécutive par l'APS. Ces déversements manuels dans ce cours d'eau apparaissent inopportuns (surdensités préjudiciables à l'implantation des individus déjà déversés par le CNSS et compétition avec les alevins natifs issus de la reproduction naturelle).

Respectivement 2 et 4 saumons sont de retour à Vichy et à Descartes pour 10 000 alevins déversés contre seulement 0,4 à Gueugnon. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe et de l'Allier est respectivement 8 et 4 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 %. Ces taux laissent sous-entendre une efficacité « minime » de ces programmes de déversement sur ces trois axes. Pour comparaison, sur le Gave de Pau, le taux de retour des alevins déversés entre 2011 et 2014 est de 0,15 % (soit 15 saumons de retours pour 10 000 alevins déversés).

Depuis 2020, les déversements d'alevins ont été stoppés sur la Gartempe et diminués sur l'Allier. Les retours de saumons issus de ces déversements devraient donc être logiquement de moins en moins nombreux sur ces deux axes (seulement quelques individus sont attendus sur la Gartempe et moins de 100 géniteurs sur l'Allier lors des remontées 2024 et 2025).

Sur les bassins Creuse-Gartempe et Arroux où très peu ou pas de reproduction naturelle est observée, l'action doit prioritairement porter sur l'amélioration de la survie en phase de montaison des géniteurs, de croissance des alevins et de dévalaison des smolts.

Le stade smolts :

Les taux de retour calculés pour ce mode de déversement sur les trois sous-bassins de la Creuse-Gartempe, de l'Allier et de l'Arroux (entre 0,007 à 0,09 %), sont très largement en dessous des préconisations qui se situent au-dessus de 0,45 %, soit environ 20 fois plus que les taux moyens observés actuellement sur la rivière Allier.

Confirmant les orientations prises dans le « Plan de restauration du saumon Loire-Allier », ce stade de déversement ne paraît pas adapté à une stratégie de restauration de l'espèce 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 vis-à-vis des conditions de dévalaison avec la présence de nombreux ouvrages hydroélectriques non équipés à la dévalaison.

La comparaison des taux de retours des alevins et des smolts sur la Gartempe met en évidence qu'en l'absence de restauration de la fonctionnalité de la rivière et en absence d'arrêt de turbinage pour les usines non équipées de dispositifs à la dévalaison, 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.

Depuis 2017, l'arrêt complet des déversements de smolts et la réduction des quantités déversées des alevins réduisent les retours de géniteurs issus des déversements de près de 30 % sur l'Allier et de 40 % sur la Creuse sur la période 2018-2021

En tenant compte des retours de saumons issus des déversements d'alevins et de smolts, la part d'individus issus de la reproduction naturelle sur l'Allier s'élève annuellement en moyenne à 60 % (+/- 11). Cette donnée est encourageante et reste en accord avec l'objectif du plan de gestion actuel 2022-2027 qui vise à court terme le retour d'adultes à Vichy issus à plus de 50 % de saumons natifs et l'atteinte à long terme d'une population de saumons sauvages qui se renouvelle naturellement.

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 paraitre minimes mais ont des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet, les saumons qui arrivent tardivement ont de grands risques d'effectuer des arrêts migratoires dans des zones de survie estivale réduite. Il est ainsi probable que la mortalité estivale des saumons issus des déversements 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 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 de ces mesures de gestion devraient permettre d'augmenter les taux de retour de façon conséquente et de répondre 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.

12. Evolution de la colonisation par le silure

Le suivi des stations de comptage du bassin de la Loire permet d'acquérir des données chronologiques sur les effectifs de Silure glane (*Silurus glanis*) transitant dans les passes à poissons. Afin de donner chaque année une tendance générale de présence du Silure glane au niveau des passes à poissons, les données de comptage collectées au niveau des 7 ouvrages où le silure est observé ont été analysées. Il s'agit des stations de : Descartes sur la Creuse, Châtellerault sur la Vienne, Decize sur la Loire, Vichy sur l'Allier, Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule, Gueugnon sur l'Arroux et Roanne sur la Loire (Figure 437). Les autres stations du bassin (Châteauponsac sur la Gartempe, Jenzat sur la Sioule, Langeac sur l'Allier et Poutès sur l'Allier) n'ont à ce jour jamais permis d'observer cette espèce.

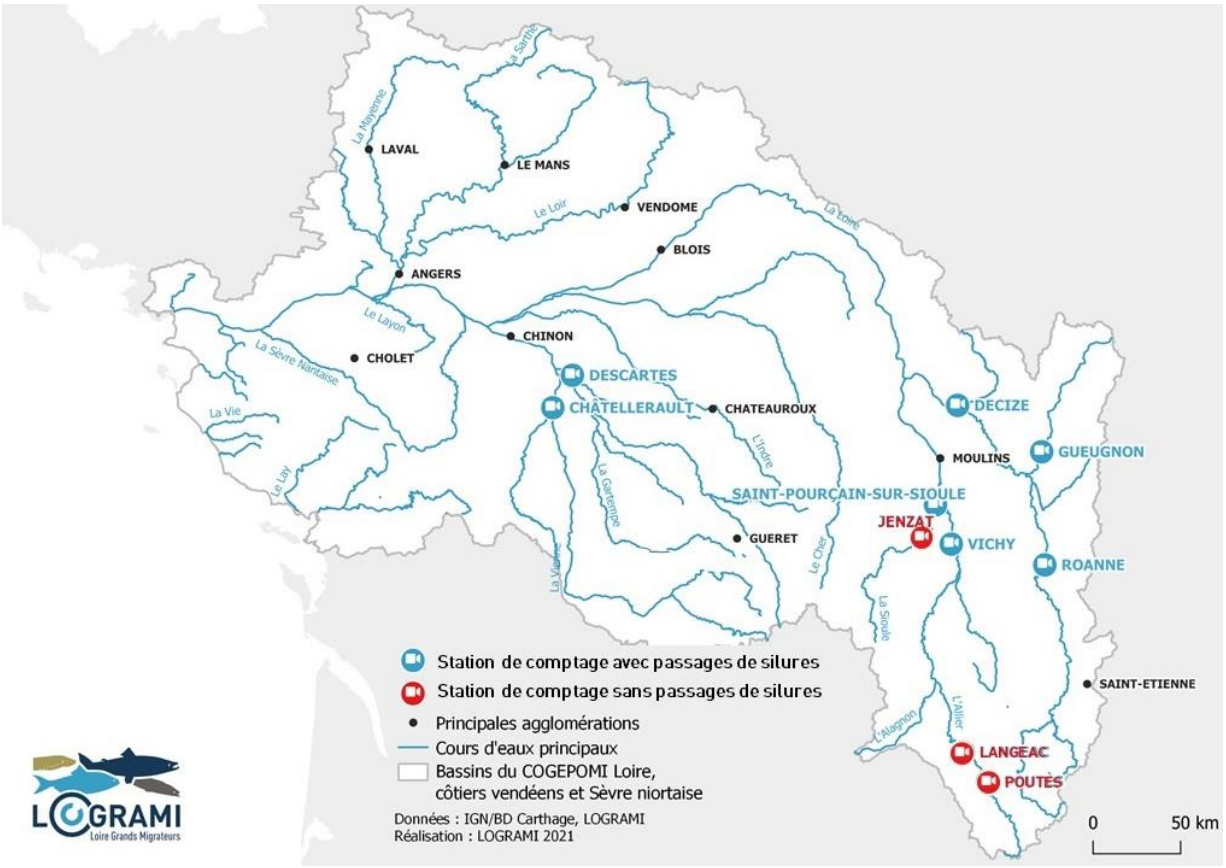


Figure 437 : Stations de comptage du bassin de la Loire avec des passages de silures

Il est important de noter que les stations de comptage ne sont pas un outil exhaustif pour évaluer la population en place de silures dans la mesure où d'une part les silures n'ont pas d'obligation particulière à migrer pour réaliser leur cycle de vie, et d'autre part les caméras des stations sont installées dans les derniers bassins amont des passes, ce qui ne permet pas d'observer les individus qui seraient présents à l'aval. D'autre part, ces suivis ne donnent pas forcément une une image représentative de la structure en taille des individus, dans la mesure où les passes peuvent être peu confortables pour les plus gros individus et que les individus âgés ont tendance à être sédentarisés, ce qui limite leurs déplacements.

12.1. Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin

En 2023, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 478 individus. Ce nombre est plus faible que la moyenne interannuelle (736 individus +/-331) des passages de silures sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2023. Toutefois ce total ne prend pas en compte la station de Descartes qui n'est plus en eau depuis 2022

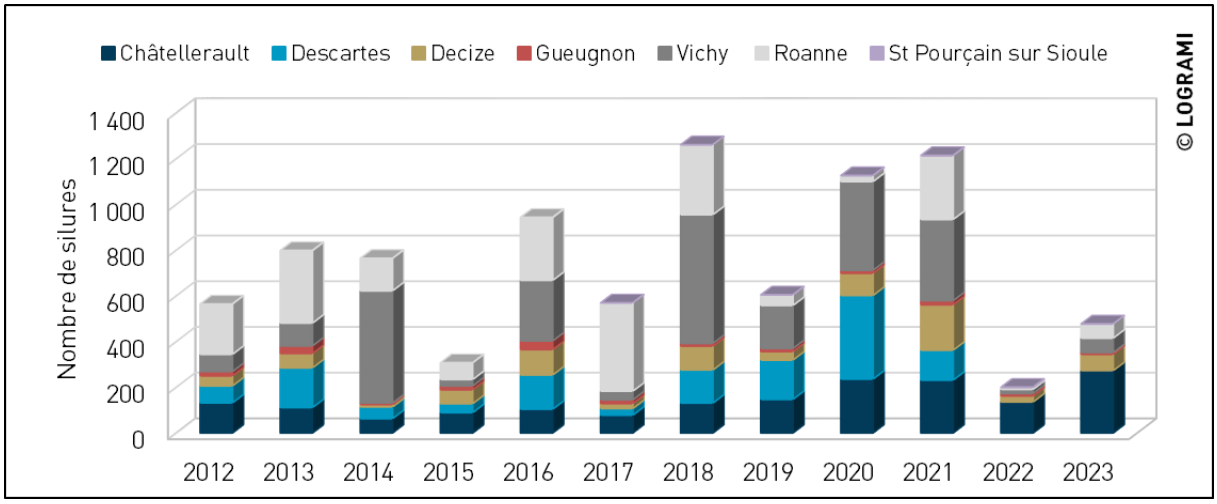


Figure 438 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012 (Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 et aucun comptage à Descartes depuis 2022)

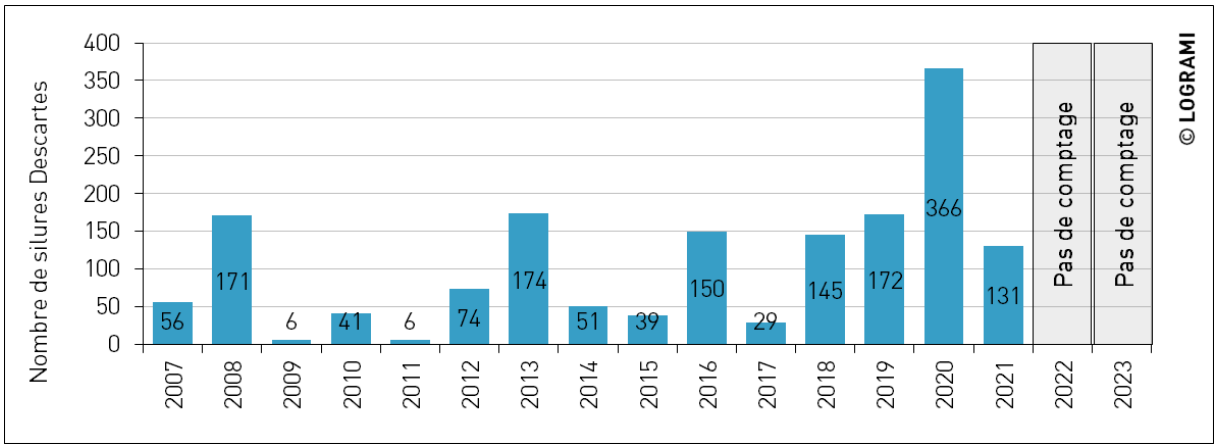


Figure 439 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

Sur la Vienne, 274 silures ont franchi l'ouvrage de Châtellerault en 2023. Cet effectif est le plus important jamais observé depuis l'ouverture de la station de comptage en 2004. Cette augmentation est dans la continuité des cinq dernières années (176 individus +/- 53 contre 76 individus +/- 37 de 2004 à 2017).

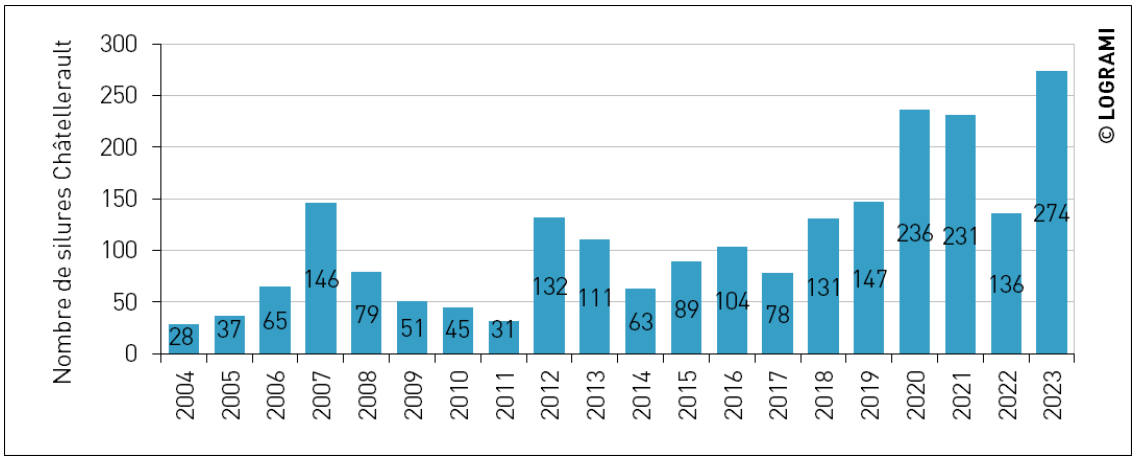


Figure 440 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

Sur l'Allier, 63 silures ont été comptabilisés en 2023. Cet effectif est faible au regard de la médiane calculée depuis 1997 à la station de Vichy (93 individus).

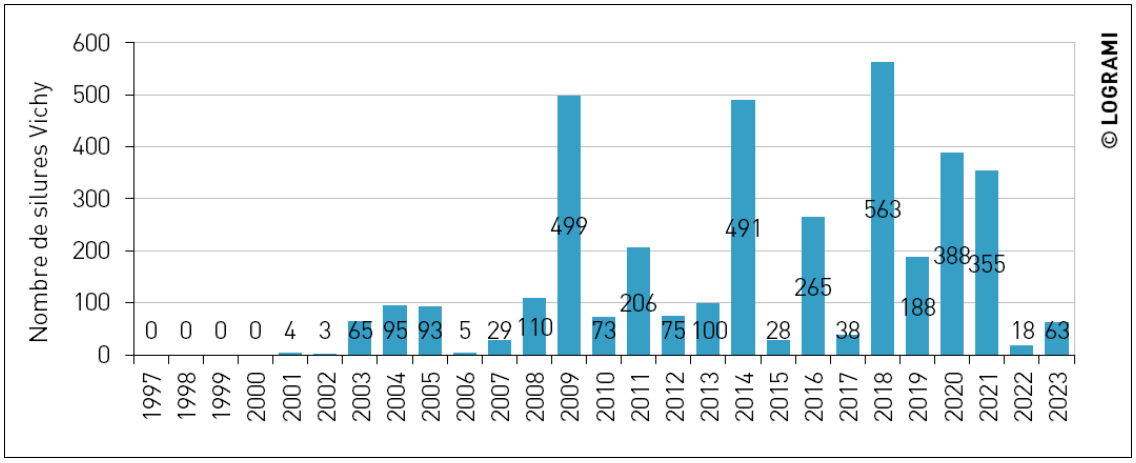


Figure 441 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997

Sur l'Arroux, 8 silures ont été comptabilisés à Gueugnon en 2023. Les faibles effectifs obtenus chaque année mettent en évidence une moindre colonisation des silures à ce niveau du bassin.

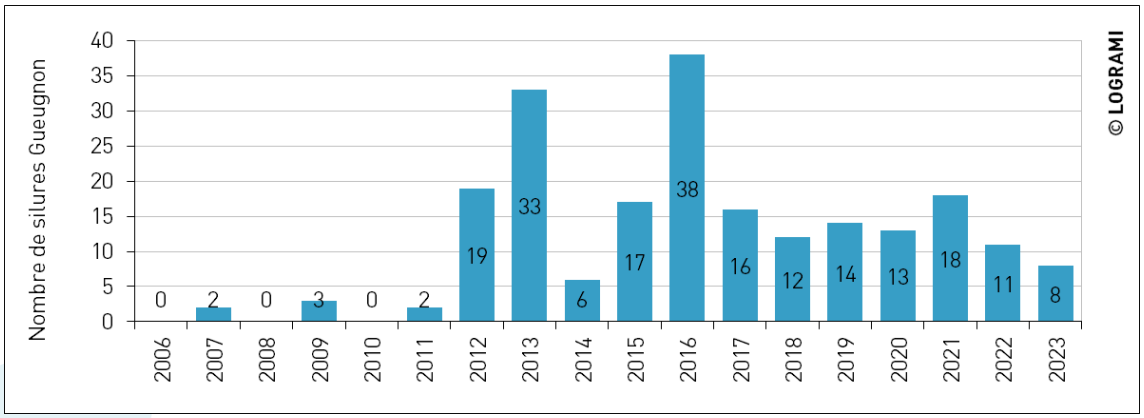


Figure 442 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis

Sur la Loire amont, 71 silures ont été comptabilisés au seuil de Decize en 2023. Cet effectif est légèrement supérieur à la moyenne des onze dernières années (53 individus +/-51).

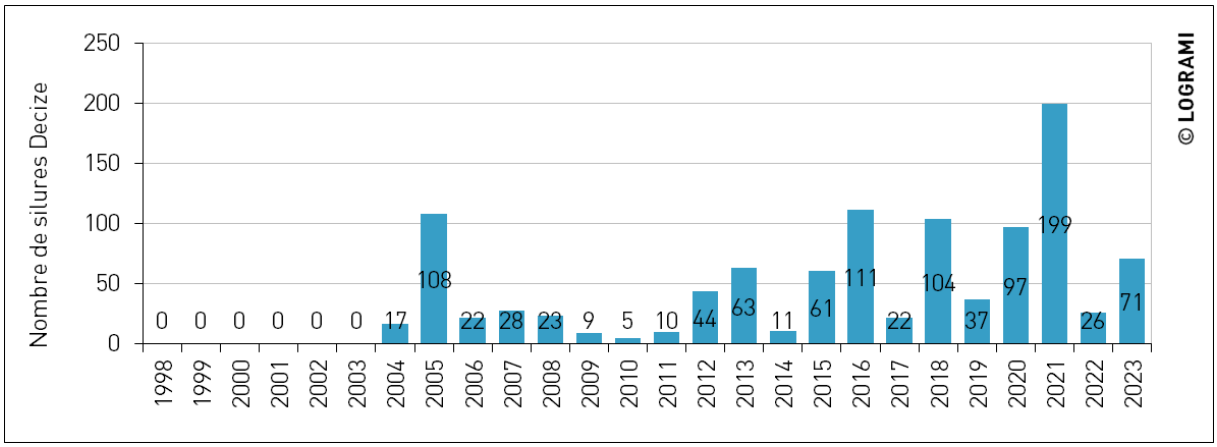


Figure 443 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998

A Roanne, 62 silures ont été comptabilisés en 2023. Malgré des effectifs comptés plus importants que ceux de l'année 2022, il reste faible au regard de la moyenne interannuelle observés depuis 2012 avec 188 individus (+/- 134). 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.

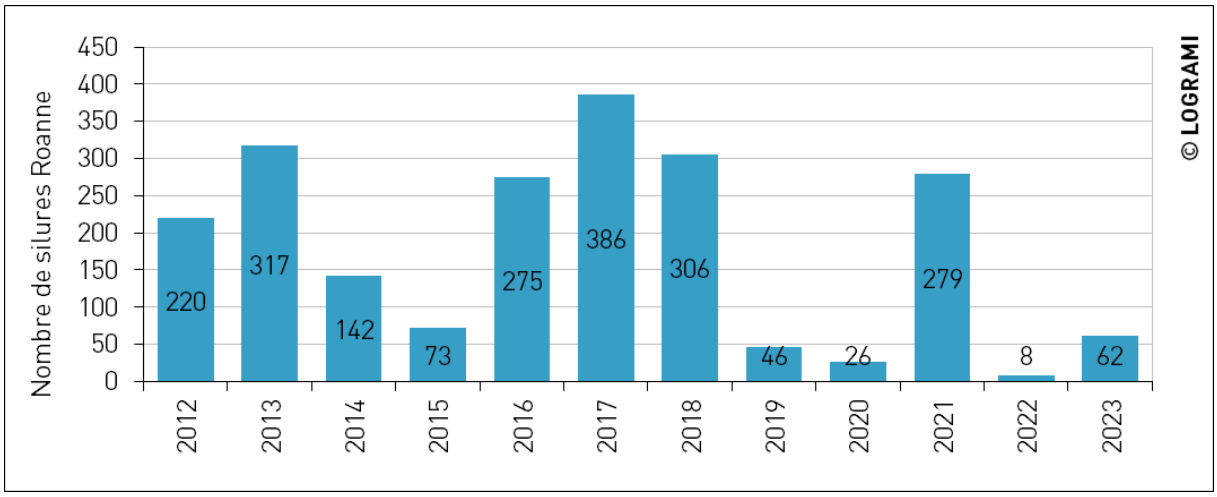


Figure 444 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012

Sur la Sioule, 4 silures ont été observés en montaison puis en dévalaison du mois de juin à septembre. Avant 2023 seulement 3 individus avaient été recensés depuis le début du suivi de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017. Pour rappel, un silure de 130 cm a été observé en montaison le 23 juin 2022. Un deuxième individu de 58 cm avait été observé en dévalaison en 2020 et un autre de 124 cm en montaison en 2021. Pour rappel, à cette station, le suivi n'est pas exhaustif puisqu'une passe à macro-rugosités en pré-barrages, présente en rive droite, permet théoriquement le passage de silures. Quelques individus ont d'ailleurs été capturés par des pêcheurs à la ligne dans la retenue de l'ouvrage

12.2. Amplitude de migration aux stations de comptage

L'amplitude totale de la période de migration est un peu plus importante sur les stations de comptage de Châtellerault et Roanne avec respectivement 99 jours (+/- 30) et 100 jours (+/- 48) pour 90 % des passages (Figure 445). A contrario, les amplitudes de migration sont plus courtes sur les stations de Descartes et Decize avec respectivement 68 jours (+/- 25) et 79 jours (+/- 44) pour 90 % des passages.

Annuellement, les premiers silures sont comptabilisés sur le bassin de la Vienne (Descartes et Châtellerault) et sur la Loire amont (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 28 mai (+/- 12 jours) à Descartes, le 20 mai (+/- 13 jours) à Châtellerault et le 1er juin (+/- 13 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. En effet, la moitié des passages n'est effectuée qu'à partir du 13 juin (+/- 19 jours) à Vichy sur l'Allier, du 25 juin (+/- 4 jours) à Gueugnon sur l'Arroux et du 4 juillet (+/- 20 jours) à Roanne sur la Loire amont. Seule la station de Roanne présente une seconde migration automnale (période : septembre à novembre) qui représente en moyenne 17 % (+/- 10) de l'effectif annuel.

En 2023, les rythmes migratoires observés aux différentes stations de comptage suivent la même périodicité que les années précédentes. Ainsi, 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 (données issues des stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des observations de silures 2001-2023). 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).

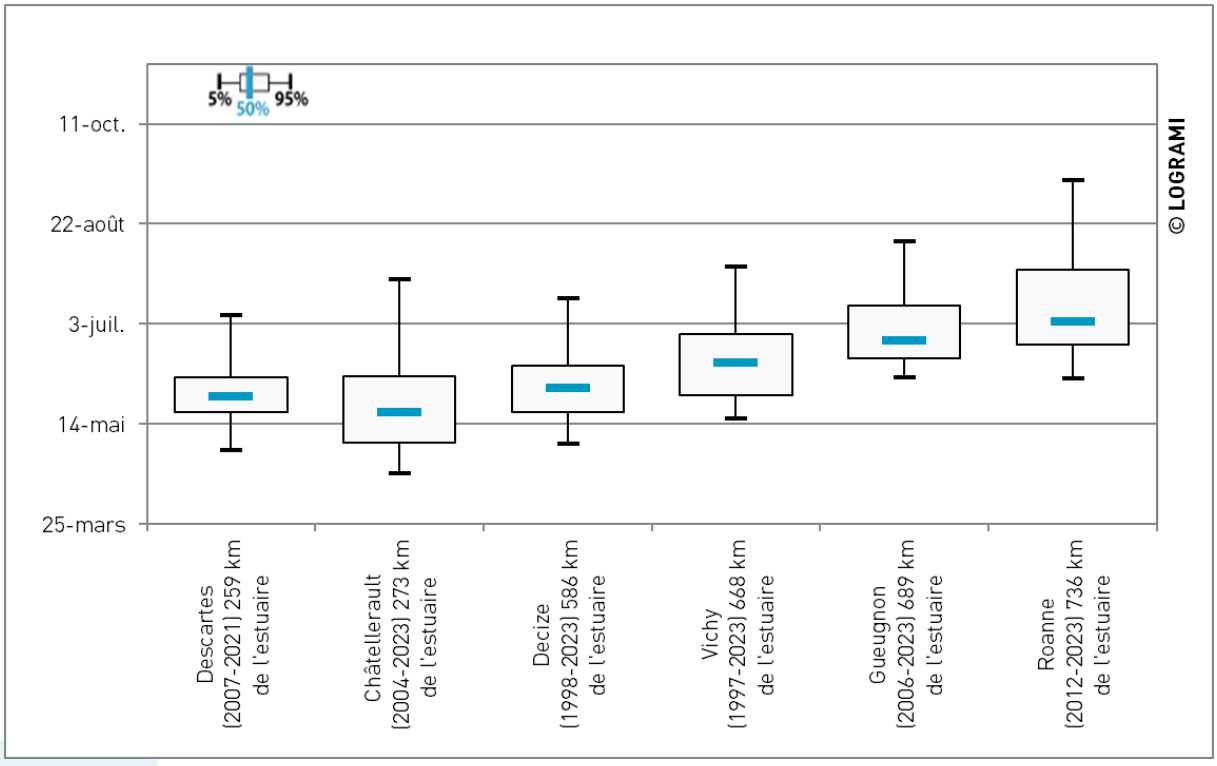


Figure 445 : Comparaison des périodes de passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

12.3. Comportement de migration aux stations de comptage

Les horaires de migration sont dépendants du cycle biologique de l'espèce étudiée. 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 horaires du silure.

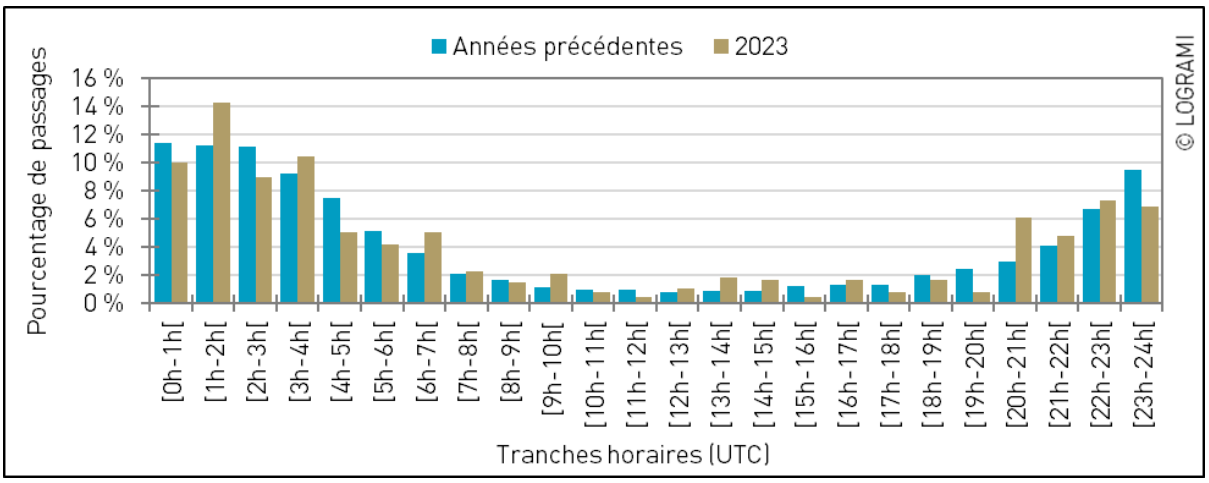


Figure 446 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=11001) et en 2023 (n=478)

La migration des silures est souvent décrite comme nocturne dans la littérature (Keith et al., 2011). Mais depuis le début des suivis, seuls 79 % des passages ont lieu entre 20h et 5h UTC. Ces tendances sont confirmées en 2023 avec 77,5 % 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. En 2023, le pic horaire est constaté entre 1h et 2h avec 14,1 % des passages. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée (Figure 446).

12.4. Comparaison interannuelle

Le Silure glane est un prédateur opportuniste d'eau douce qui n'a pas besoin de migrer pour accomplir son cycle de reproduction, toutefois il semble vouloir coloniser de nouveaux territoires comme en témoigne la hausse des effectifs observés aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis respectifs. Une analyse des tailles des individus par cohorte pourrait permettre d'apprécier, par sa structure, la dynamique de population du silure qui peuple le bassin de la Loire ainsi que ses évolutions potentielles. Pour cela, la population a été séparée en 5 classes de tailles. Les individus de 0-80 cm sont considérés comme juvéniles jusqu'à 4 ans environ et sont alors pour la plupart encore incapables de se reproduire. La cohorte de 80-120 cm correspond au silure capable de se reproduire dont le régime alimentaire est essentiellement orienté vers les mollusques ou crustacés (Faure & Tanzili, 2016). En somme, ils ne sont théoriquement pas en capacité de s'attaquer à des grands migrateurs. La classe de taille de 120-170 cm concerne les adultes, reproducteurs, opportunistes en termes de prise alimentaire. Les classes supérieures à 170 cm mettent en évidence des individus qui sont désormais quasi exclusivement piscivores et cannibales envers les jeunes stades d'après les données des contenus stomacaux de l'étude menée sur le Rhône (Faure & Tanzili, 2016). Un silure de plus de 200 cm aurait entre 20 et 25 ans (Faure & Tanzili, 2016).

A la station de Descartes, la part des jeunes stades (0-80 cm) a tendance à baisser depuis 2007. En 2012, l'apparition des premiers individus de plus de 200 cm a été constatée ainsi que l'observation plus régulière de silures de tailles comprises entre 170 et 200 cm (Figure 447).

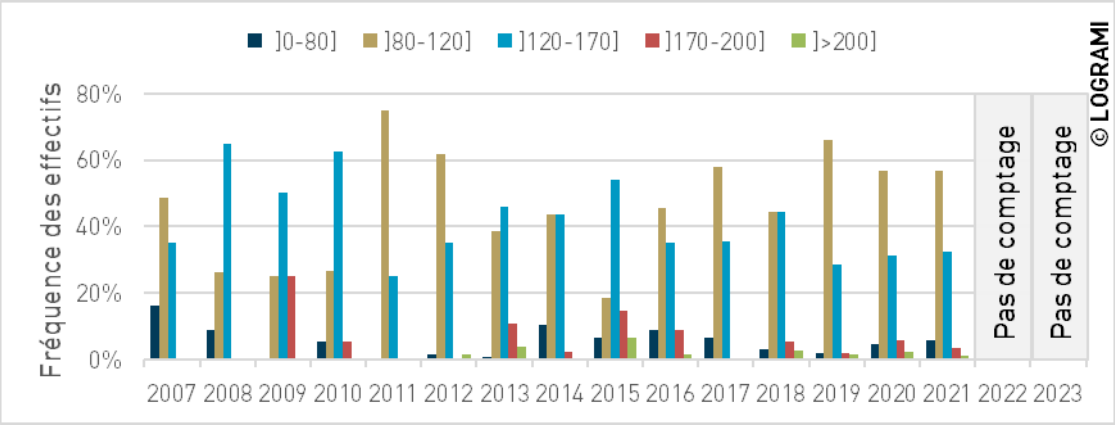


Figure 447 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2007 à la station de comptage de Descartes (Creuse) par classes de taille

Les effectifs de la station de Châtellerault suivent relativement la même dynamique que sur la Creuse à Descartes avec une apparition plus régulière des individus d'une taille supérieure à 170 cm depuis 2012 (Figure 448). Dans le même temps, la part des juvéniles est en net recul ce qui peut être probablement dû au rétrocontrôle de la population exercé par les individus plus grands. Cette station illustre parfaitement cette dynamique. Ainsi, la régulation de l'abondance des populations de silures semble être réalisée par les grands silures eux-mêmes (Faure & Tanzili, 2016).

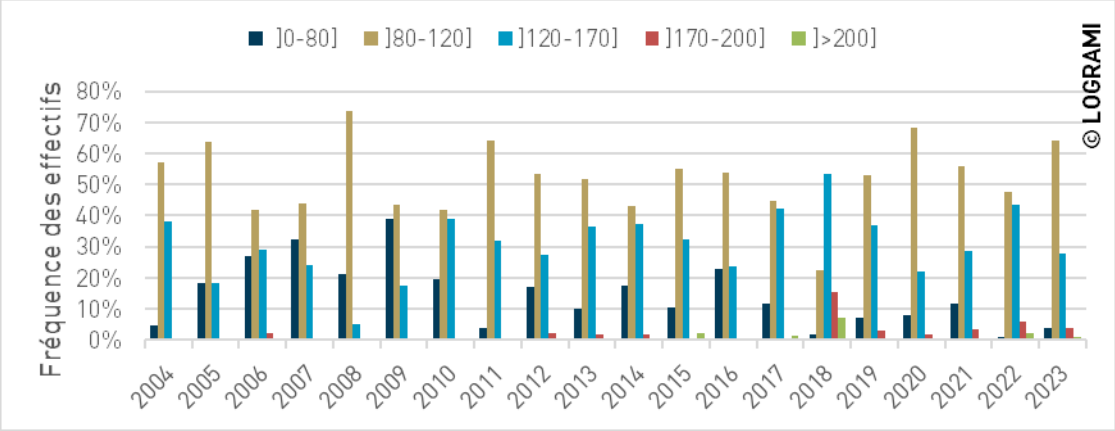


Figure 448 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2004 à la station de comptage de Châtellerault (Vienne) par classes de taille

La station de Vichy présente des effectifs de juvéniles en diminution depuis 2009 alors qu'ils étaient largement majoritaires de 2009 à 2011 (pour rappel les premiers silures ont été comptés en 2001 mais les mesures exhaustives n'ont été réalisées qu'à partir de 2009). Parmi les autres classes de tailles, la part des individus]80-120] est toujours en augmentation et représente près de 73% des effectifs. Après avoir fait leur apparition en 2016, les individus dépassant 170 cm sont toujours présents en 2023 (Figure 449). La classe des silures d'une taille supérieure à 200 cm est inexistante. En effet, la localisation amont dans le bassin versant semble limitante pour les plus grandes tailles, la probabilité de présence de l'espèce étant liée à plusieurs facteurs comme la distance à la source (>210 km, la température de juillet (18,9°C), la largeur du lit (>39 m), la surface du bassin versant (>1300 km^2), l'altitude (<140 m), la profondeur (>80 cm), la pente (<18 m/km) (Valadou, 2007). L'altitude et la distance à la source sont relativement limitantes puisque la station de Vichy est située à 243 m d'altitude et à environ 200 km de sa source située en Lozère. Avec une eau à 22°C +/-2 en moyenne au mois de juillet depuis 2009, la température n'est pas limitante, tout comme les autres paramètres hydromorphologiques. Cette population semble encore en expansion au vu de la croissance du nombre d'individus de taille comprise entre 120 et 170 cm. Les effectifs de silure

ayant une taille supérieure à 170 cm pouvant exercer un rétrocontrôle par la prédation de congénères ne sont encore que peu représentés.

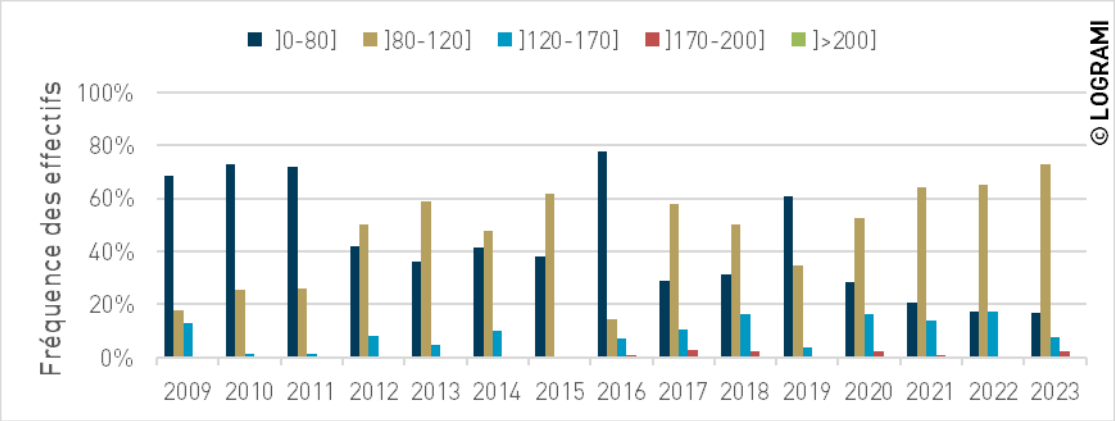


Figure 449 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Vichy (Allier) par classes de taille

A Decize, un phénomène étonnant d'un point de vue de la dynamique de population s'observe, il s'agit de la part très importante des individus adultes lors des trois premières années de comptage, notamment de la classe]120-170 cm]. Ceci s'explique par des effectifs très faibles, 7 +/- 2 individus en moyenne. Ceux-ci étaient probablement les géniteurs qui ont initié la dynamique d'expansion puisqu'à partir de 2011, les premiers juvéniles sont observables (Figure 450). D'après une étude réalisée dans le bassin du Rhône, 75 % des jeunes individus (60-110 cm) se déplacent vers l'amont pour coloniser le milieu (Faure & Tanzili, 2016) ce qui peut expliquer l'augmentation progressive des cohortes inférieures à 110 cm à partir de cette année-là. L'apparition d'individus dépassant 170 cm est observée en 2019, ce qui qui semble une nouvelle fois induire une diminution des individus de taille inférieure à 80 cm probablement par rétrocontrôle de prédation.

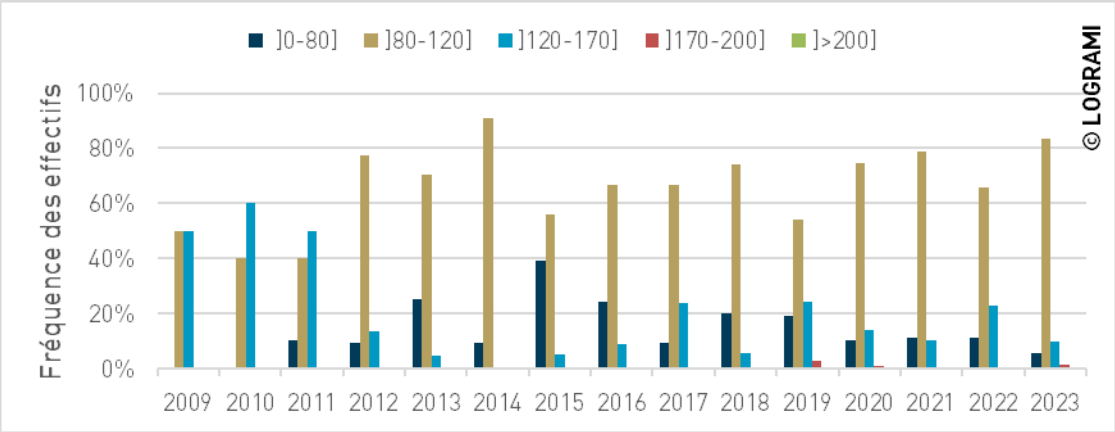


Figure 450 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Decize (Loire) par classes de taille

Les effectifs de la station de Roanne sont essentiellement composés d'individus d'une taille comprise entre 80 et 120 cm (Figure 451). La part des individus de 170 cm est négligeable, ce qui peut s'expliquer tout comme à la station de Vichy, par des paramètres limitant comme l'altitude (257 m altitude), la distance à la source la plus proche (250 km) ou encore les ressources trophiques qui sont peut-être moins abondantes et qui peuvent limiter la vitesse de croissance.

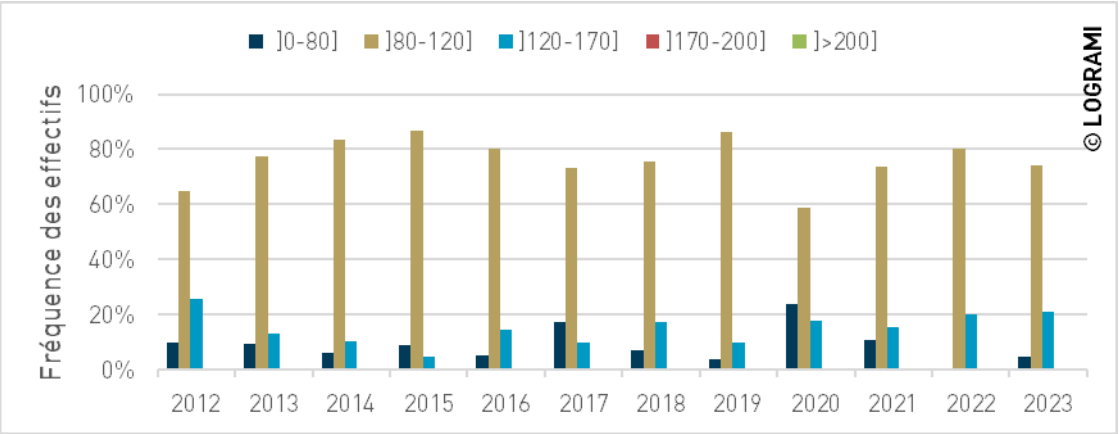


Figure 451 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2012 à la station de comptage de Roanne (Loire) par classes de taille

A Gueugnon sur l'Arroux, la part de juvéniles qui représentaient au moins 40 % des effectifs (+/-11) jusqu'en 2016 a diminué au profit de silures d'une taille supérieure à 120 cm (Figure 452). Ceci peut expliquer la baisse des effectifs observée, puisque ce sont davantage les juvéniles qui migrent vers l'amont (dans 75 % des cas) à la différence des grands silures qui se sédentarisent (Faure & Tanzili, 2016). Aucun individu de grande taille (>170 cm) n'a d'ailleurs été observé. Ceci peut s'expliquer par la largeur de l'Arroux qui est nettement plus petite que celle des autres cours d'eau étudiés. En effet, le lit est d'environ 30 m au niveau de la station de Gueugnon là où le silure apprécie les rivières possédant une largeur supérieure à 39 m (Valadou, 2007). Même si le silure parait être pour le moment en expansion (augmentation de la part des individus d'une taille comprise entre 80 et 170 cm), la capacité d'accueil du milieu va être limitante sur cet affluent de la Loire.

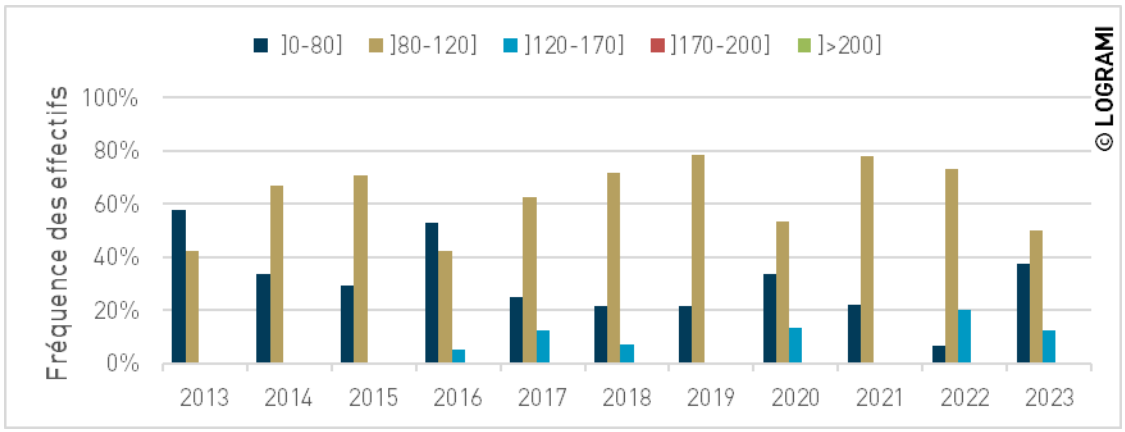


Figure 452 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2013 à la station de comptage de Geugnon (Arroux) par classes de taille

En somme, l'analyse des classes de taille indique que le silure a été en expansion globalement depuis le début des suivis respectifs aux stations de comptage. L'augmentation du nombre d'individus excédant 170 cm, notamment en aval du bassin sur la Creuse et la Vienne, témoigne d'une installation plus avancée de la population avec la possibilité d'une stabilisation des effectifs voire une régression. Il a été montré que le meilleur régulateur du silure était le cannibalisme exercé par les plus grands individus sur les jeunes stades (Faure & Tanzili, 2016). Ce qui nécessite entre 20 et 25 ans pour voir apparaître d'aussi grands silures dans une population. Or, les premiers individus ont été comptés il y a tout juste une vingtaine d'années pour certaines stations (2001 pour l'Allier à Vichy par exemple). Même si c'est moins significatif à la station de Decize et de Roanne, une diminution de la part du nombre de juvéniles d'une taille comprise entre 0 et 80 cm a été observée à toutes les autres stations. Certains facteurs abiotiques évoqués par l'étude réalisée sur les cours d'eau français (Valadou, 2007) peuvent ralentir la croissance des populations de silure en amont des stations de Vichy, Roanne et Gueugnon (altitude trop élevée, distance à la source trop faible et largeur du lit inférieure à 39 mètres). Les prochaines années confirmeront si l'année 2023 caractérise le

début d'une baisse des effectifs. D'autre part, la mobilité des silures n'est pas la même en fonction de l'âge des individus, ainsi les silures se sédentarisent à mesure qu'ils grandissent. La probabilité de sous-estimer les plus vieux stades est grande d'autant que les juvéniles migrent 75 % du temps vers l'amont (Faure & Tanzili, 2016).

12.5. Conclusion

Les données fournies par les stations de comptage du bassin de la Loire permettent d'avoir une vision de l'évolution des effectifs ainsi que de la dynamique migratoire du Silure glane. Les stations de comptage étant localisées au niveau du dernier bassin des passes à poissons, les silures situés en aval de l'ouvrage ou dans les bassins en aval restent exempts de tout comptage. Les mouvements des silures sont donc caractérisés au droit de la vitre de comptage et ne traduisent en rien le comportement des poissons au droit de l'ouvrage ou même encore à l'entrée ou à la sortie de la passe à poissons.

3 axes ressortent de l'analyse des effectifs comptabilisés aux diverses stations : la Loire amont avec la station de 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.

En 2023, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 478 individus. Ce nombre est plus faible la moyenne interannuelle des passages de silures sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire suivis entre 2012 et 2023 qui est de 736 individus (+/- 331)

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. 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 2023, les rythmes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, suivent la même périodicité que les années précédentes. 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.

L'analyse interannuelle des classes de taille indique que le silure a été en expansion globalement depuis le début des suivis aux stations de comptage. L'augmentation du nombre d'individus de grande taille (>170 cm), notamment en aval du bassin sur la Creuse et la Vienne, témoigne d'une installation plus avancée de la population avec la possibilité d'une stabilisation des effectifs voire une régression par rétrocontrôle dû à la prédation des grands individus sur les juvéniles (<80 cm). D'autre part, la mobilité des silures n'est pas la même en fonction de l'âge des individus, ainsi les silures se sédentarisent à mesure qu'ils grandissent. La probabilité de sous-estimer les plus vieux stades est grande puisque les juvéniles migrent 75 % du temps vers l'amont. Ainsi, la diminution des observations de silures aux stations pourrait témoigner localement d'une stabilisation de la dynamique de la population. Les prochaines années confirmeront si l'année 2023 caractérise le début d'une baisse durable des effectifs.

13. La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

13.1. 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.

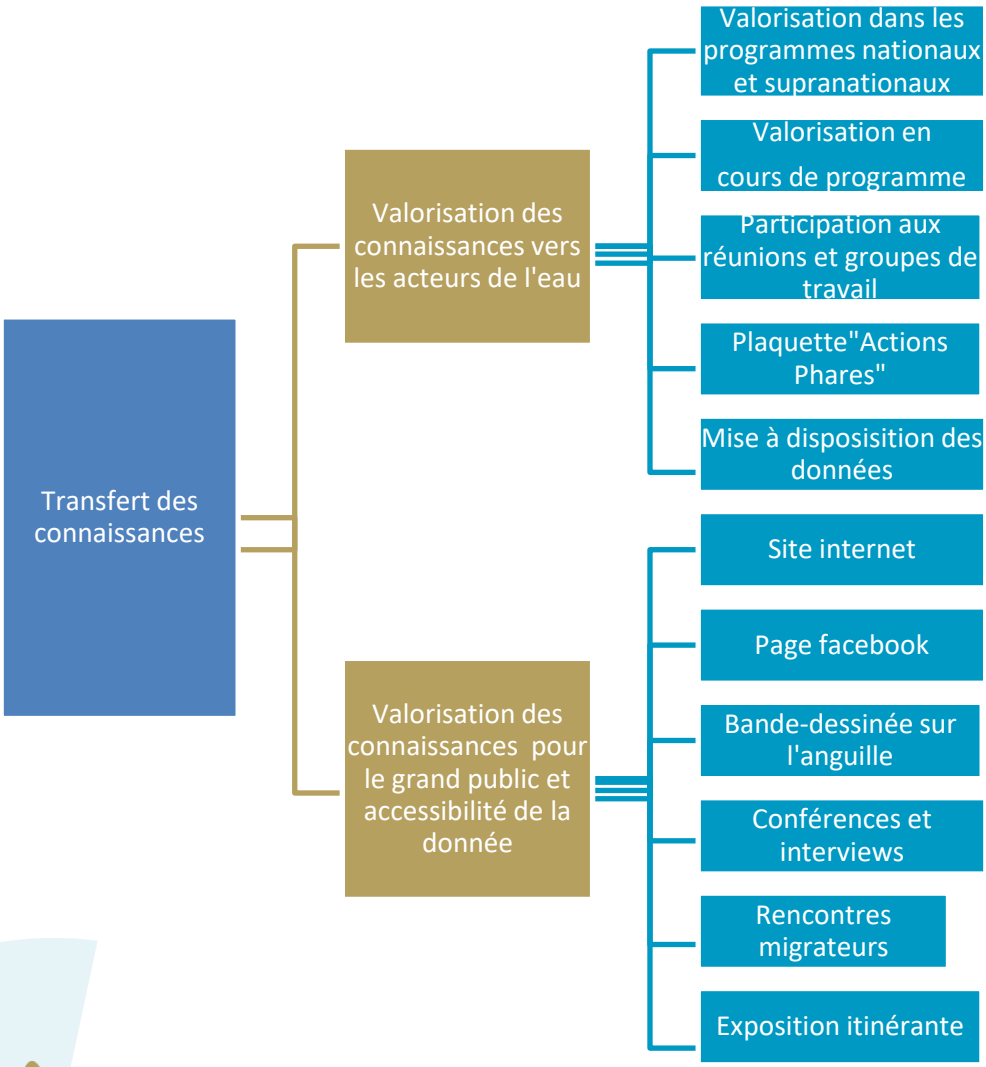


Figure 453 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre du PLAGEPOMI en 2023 : transfert des connaissances

13.2. La valorisation vers les acteurs de l'eau

13.2.1. Valorisation des informations dans les programmes nationaux et supranationaux

13.2.1.1 Intégration des informations dans les programmes nationaux et supranationaux

La valorisation des informations recueillies dans le cadre de ce projet est réalisée de différentes façons :

- Les informations sont portées à la connaissance afin d'enrichir les plans et rapportages notamment dans le cadre de l'OCSAN (Organisation de Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord) et de la révision des plans de gestion français du saumon et de l'anguille ;
- Les informations issues des stations de comptage sont utilisées dans le cadre de la poursuite de l'étude de l'évolution des effectifs et modification de taille des poissons migrateurs à l'échelle européenne.
- 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.
- Egalement, le site PONAPOMI (OFB) utilise les données du programme de recherches appliquées pour la présentation de la situation des poissons migrateurs.
- Enfin, la participation de LOGRAMI à la rédaction du Plan National Migrateurs Amphihalins permet d'intégrer les indicateurs de populations et de pression existants.

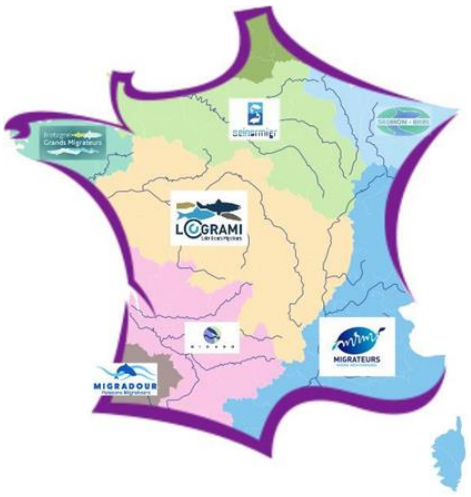


Figure 454 : Répartition et logos des Associations Migrateurs en 2023

13.2.1.2 Présentation des migrateurs au Festival Salamandre

La programmation du Festival Salamandre a lieu chaque année en octobre à Morges en Suisse. Il s'agit d'un festival nature avec des projections de films, des invités, des expositions d'artistes naturalistes, des activités pour les familles, etc, qui sont en lien avec la revue du même nom.

Ce festival International accueille chaque année entre 6000 et 9000 amoureux et amoureuse de nature. Chaque année une thématique est développée et en 2023, Le festival s'est intéressé aux migrations.

Dans la recherche de films sur le sujet, en tentant tant bien que mal de découvrir d'autres migrations que celles bien connue des oiseaux, l'organisateur à découvert nos petites capsules vidéos sur notre travail et les espèces de poissons migrateurs de la Loire. Nous avons donc été invités à présenter dans le cadre du festival, du 20 au 22 octobre 2023, la migration des saumons et anguilles notamment.

Nous avons tout d'abord participé à une émission radio (RTS) pour une interview en direct sur la migration des poissons. Ensuite, nous avons effectué une conférence d'environ 40 min sur la grande scène du théâtre de Morges. A la suite de quoi s'est ajoutée la projection d'une de nos vidéos : « un voyage semé d'embuches

». Un débat et des questions de salle ont ensuite permis des échanges qui se sont prolongés par un petit stand à la suite de la conférence, dans le théâtre, pour répondre aux questions supplémentaires des personnes présentes.

Figure 455 : Photographies de l'interview à RTS lors du festival SAMAMNDRE, de la présentation des poissons migrateurs en plénière et du stand pour les questions suplémentaires (Sources A. Baisez, LOGRAMI)

13.2.2. 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 migrateurs 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 ces populations. 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.

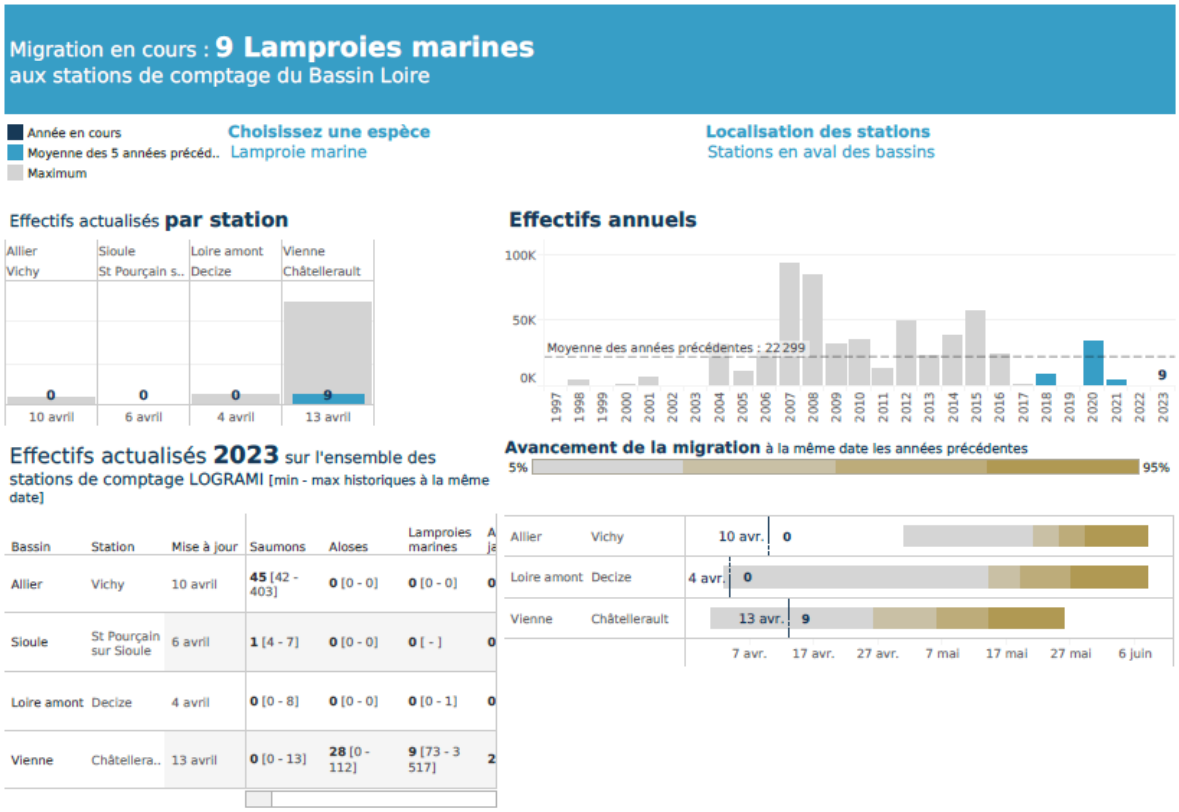


Figure 456 : Exemple d'une page du site web en cours d'étude pour les données de stations de comptage sur les lamproies marines le 19 avril 2023 (Sources LOGRAMI)

13.2.3. La participation aux réunions et groupes de travail

13.2.3.1 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 complémentaire effectué par les animateurs des Tableaux de bord et la Directrice sur les indicateurs et les expertises.

L'année 2023 avec 181 réunions est dans la continuité des années précédentes (2021-2022, moyenne de 185+/-52) avec une plus forte participation de notre structure aux réunions du fait de l'organisation par visio-conférence (évitant les temps de trajet chronophages et favorisant la disponibilité des équipes pour quelques heures dans une journée). Il apparaît que ce type de réunion a permis la présence de l'association à un plus grand nombre de réunions en 2023 contre en moyenne 80 les années 2015 à 2020 (80+/-11). Cependant, il apparaît que les réunions en présentiel sont plus favorisées (59%) que ces dernières années. En effet depuis 2020, les réunions en présentiel représentaient 38 +/- 9 % des réunions par an. Cette tendance sous-entend une plus forte disponibilité des agents en 2023 pour assurer la participation de LOGRAMI.

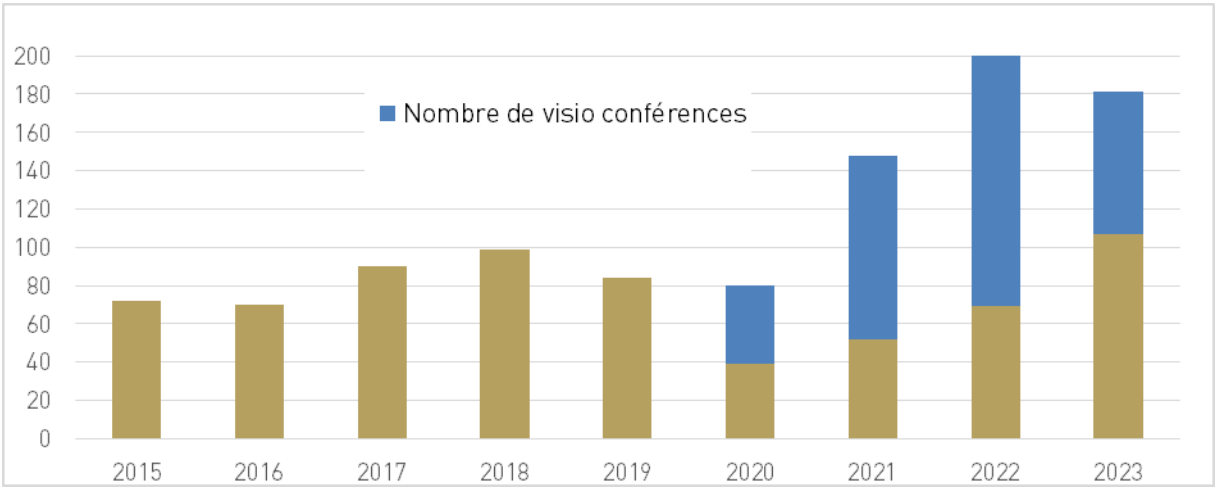


Figure 457 : Nombre de réunions d'un ou plusieurs jours réalisées par les agents de LOGRAMI dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire de 2015 à 2023

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'années en années depuis 2015 et se situe en 2023 entre 40 et 70 réunions chacune. Pour permettre la présence de LOGRAMI, une adaptation des équipes est nécessaire avec un relais pris en interne par l'ensemble des agents.

L'investissement de LOGRAMI à travers la participation d'Angéline Sénécal aux problématiques de gestion territoriale et continuités écologiques à plein temps engendre de facto une plus grande représentation et

mise à disposition des informations et enjeux des poissons migrateurs sur les réunions décisionnelles telles que :

- Contrats territoriaux
- Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (Commissions, CLE, études HMUC)
- Natura 2000
- Réunions sur les règlements d'eau et la continuité écologique
- Groupes de travail du PLAGEPOMI

D'un autre côté, Aurore Baisez est plus présente sur les réunions d'acteurs à l'échelle du bassin, des marais côtiers et du grand public.

Valorisation par public cible

Comme les années précédentes, le public concerné en 2023 est essentiellement constitué des acteurs du bassin (54%). Enfin, une quarantaine de réunions concerne l'organisation des opérations, le traitement et la bancarisation des données. L'année 2023 se particularise par un plus grand nombre de réunions dites grand public (9%) développée dans la partie dédiée.

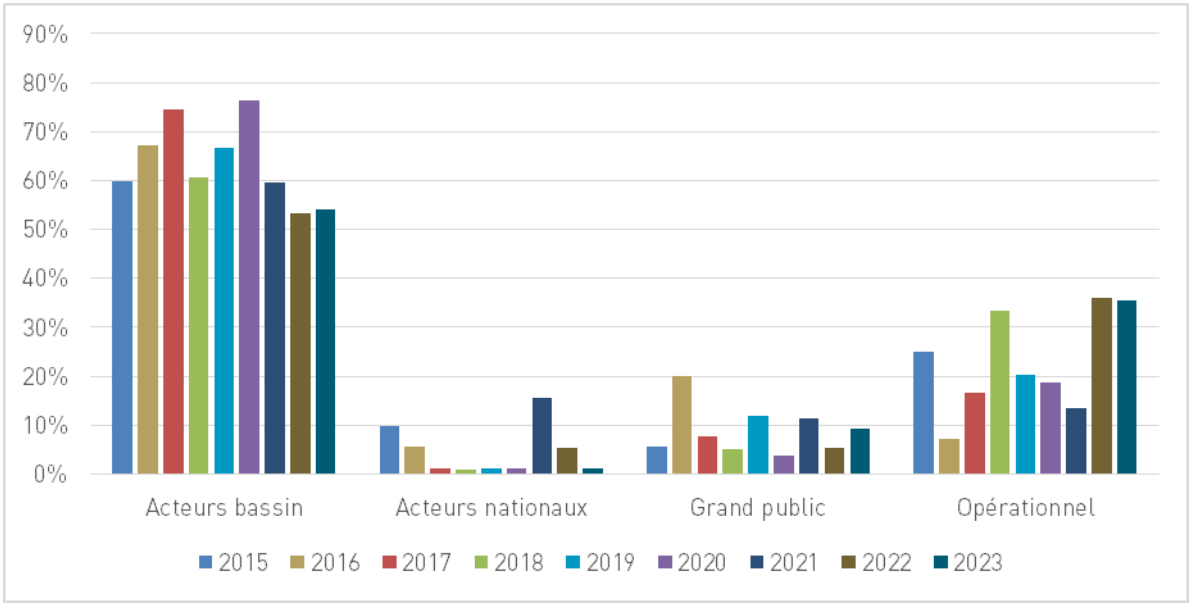


Figure 458 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par les agents de LOGRAMI de 2015 à 2023

Types de réunions

De nombreuses réunions (43 soit 23%) 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... La participation aux réunions (20%) concerne également les comités de pilotage ou comités techniques de contrats territoriaux ou de continuité écologique. Les restitutions des études monopolisent également les agents avec 19 réunions ciblées sur la transmission des résultats des études (10%).

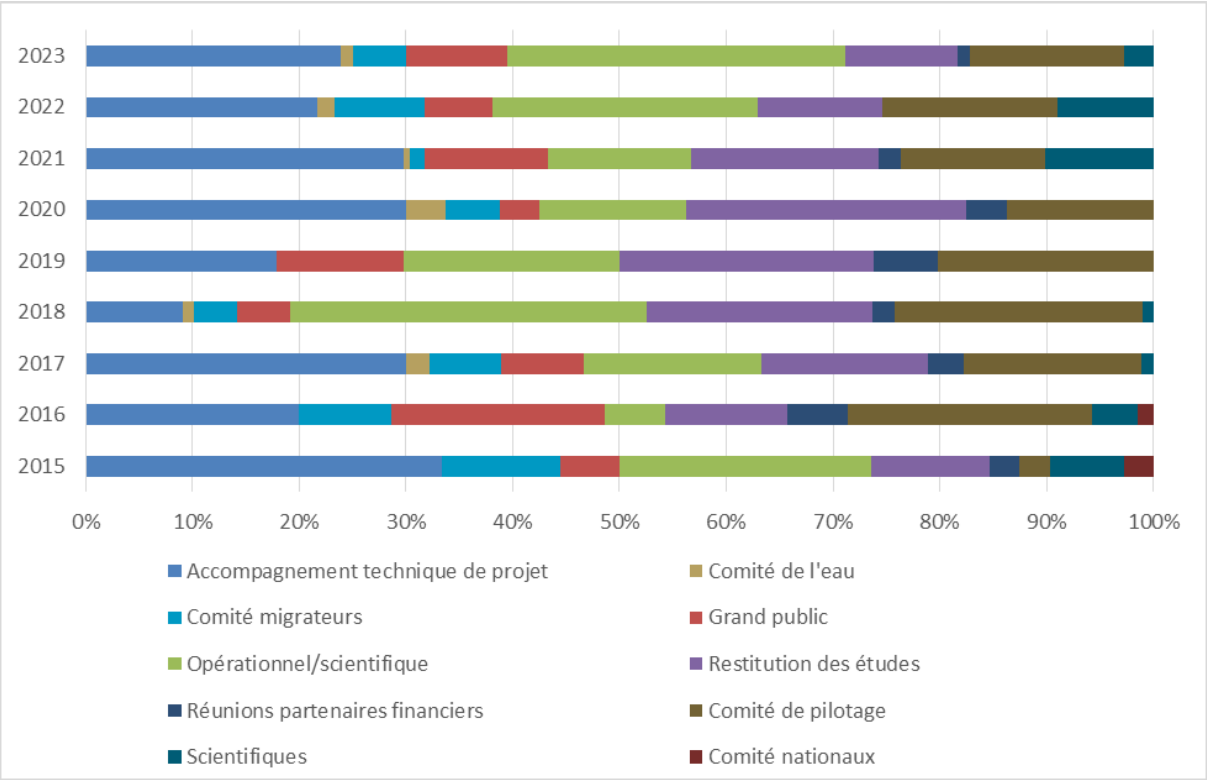


Figure 459 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2023

En 2023, des réunions revêtent un caractère scientifique (34%) avec des réflexions sur les techniques de suivis, le traitement des données et les groupes de travail sur les espèces. Ce nombre de réunions est plus élevé que les années précédentes révélant une plus forte interaction autour du traitement de l'information et de la mise en œuvre des suivis.

13.2.3.2 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 à destination des acteurs locaux.

Compte tenu de notre expérience, ces journées de restitution ont été maintenues en présentiel mais également organisées en visio-conférences. Elles sont 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 avec des informations ciblées sur les secteurs Vienne-Creuse-Cher-Loire moyenne (en visio conférence) et Loire amont-Allier (en format mixte visio et accueillie par la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique de l'Allier).

Les acteurs en présence ont été invités par messagerie et une actualité sur le site de LOGRAMI. 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 ») pour des questions et remarques des participants.

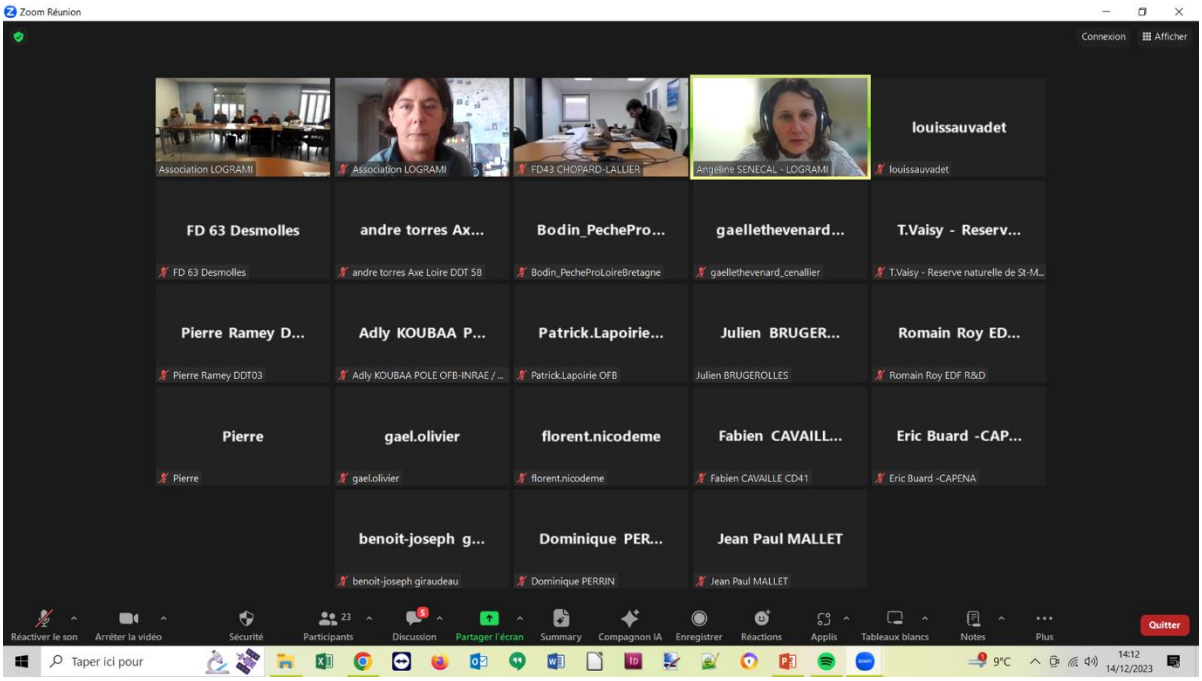


Figure 460 : Capture d'écran des restitutions mixte visio-conférence et présentiel du 14 décembre 2023 (Sources : LOGRAMI)

En 2023, les deux restitutions totalisent 56 participants de 40 organismes différents. Ces restitutions ont rassemblé un nombre équivalent de participants que les années précédentes (55+/-6) exception faite de 2022 (=95). La visio-conférence simultanément à la réunion présentielle augmente la participation d'organismes hors du bassin et géographiquement éloignés et semble donc élargir le public de ces restitutions.

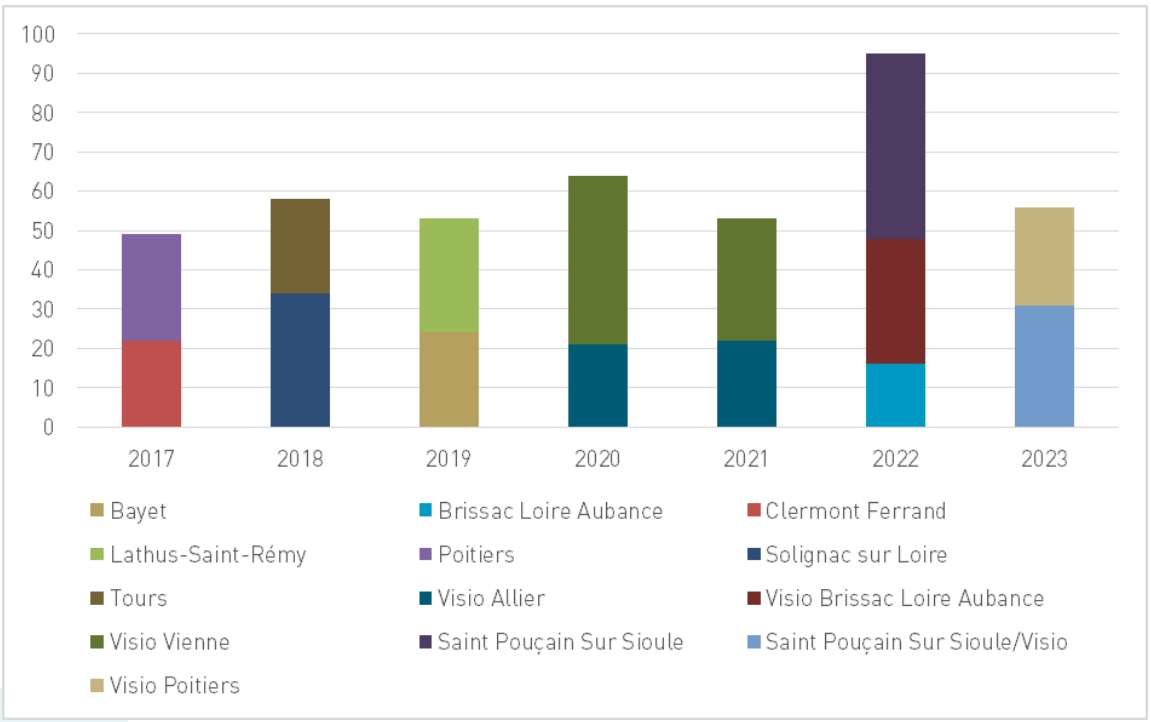


Figure 461 : Nombre de participants présents aux restitutions de LOGRAMI organisées depuis 2017 et en visio-conférence ou format mixte depuis 2020 (Sources LOGRAMI)

Certaines structures sont fidèles à ce rendez-vous et participent de façon systématique, telles que les Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique mais elles ont été moins mobilisées en 2023. De même pour les structures GEMAPI alors que cette thématique est encore plus prégnante pour les poissons grands migrateurs.

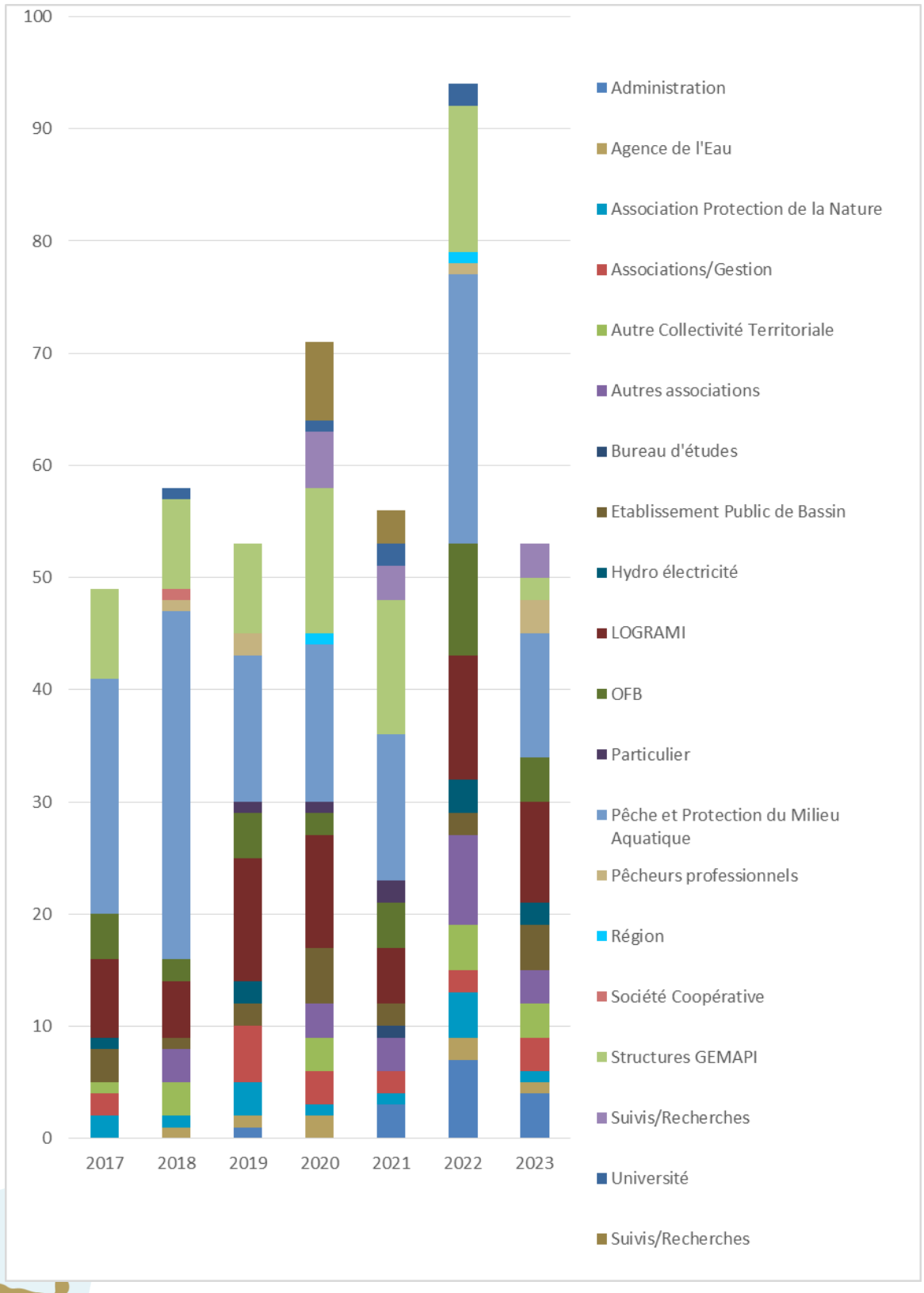


Figure 462 : Nombre de participants par principaux organismes présents lors des restitutions par année (données LOGRAMI)

Les Associations environnementales, l'OFB, les Etablissements publics de bassin, l'Agence de l'Eau ainsi que d'autres collectivités territoriales restent présentes. De façon plus opportune, il y a la participation de bureaux d'études, d'organismes de suivis et recherches, d'Universités, de représentants d'Hydro électricité, de Conservatoires d'Espaces Naturels et de Régions. L'année 2023 se particularise par la présence des pêcheurs professionnels et des universitaires légèrement plus représentés que d'habitude.

13.2.4. 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 463 : Visuel de la plaquette Actions phares 2022 réalisée et publiée en 2023 (Source : LOGRAMI)

En 2023, le numéro d'Actions Phares a été imprimé et diffusé à 2300 exemplaires. Il est également téléchargeable en format informatique sur le site internet de LOGRAMI (www.logrami.fr). Sur la période de mars à décembre (ne prenant donc pas en compte le mois de février, mois de parution), elle a été téléchargée 111 fois en 2023 sur les 129 plaquettes téléchargées (86% année 2022). Les exemplaires des années précédentes sont également en ligne et 18 téléchargements d'anciens numéros « d'Actions Phares » ont été effectués en 2023 dont le plus ancien date de 2009.

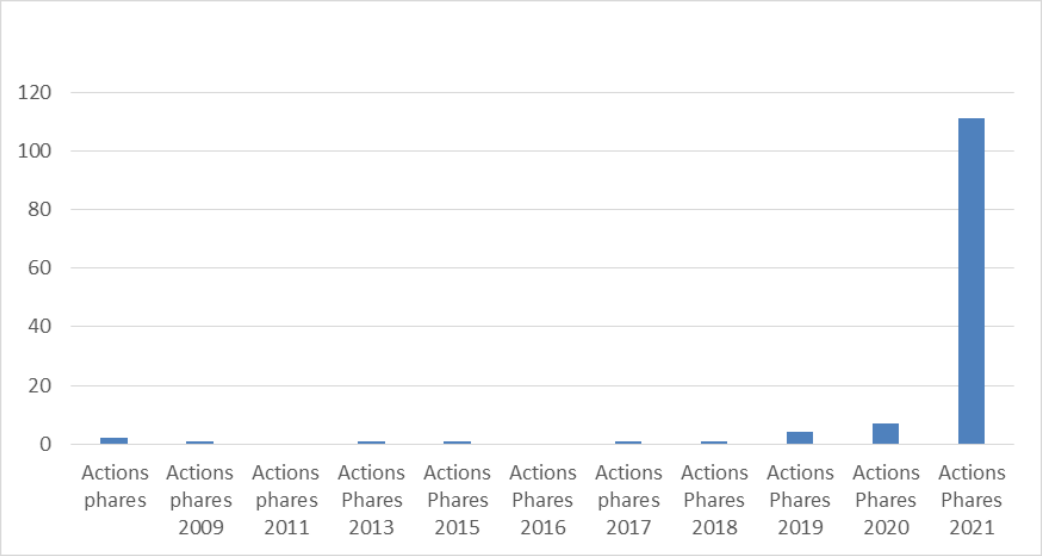


Figure 464 : Nombre de téléchargements des plaquettes Actions phares sur le site web de LOGRAMI (Source : LOGRAMI)

13.2.5. La mise à disposition des données

13.2.5.1 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 »[4]. 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 disposition 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

[4] Loi n° 2015-1779 du 28 décembre 2015 parue au JO n° 0301 du 29 décembre 2015

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.

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.

13.2.5.2 Evaluation de la mise à disposition des données

Téléchargement des données des stations de comptages

Ainsi, sur le seul site web de LOGRAMI, les statistiques ne sont disponibles que de mars à décembre 2023, **les données des stations de comptages ont été utilisées avec 183 téléchargements à minima (11% des téléchargements).** Les données ont été directement chargées en format .csv. 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 assez standards d'années en années avec **Vichy (39%) et Châtellerault (21%),** L'année 2023 se particularise avec une plus grande variabilité de stations faisant l'objet de téléchargements de donnée.

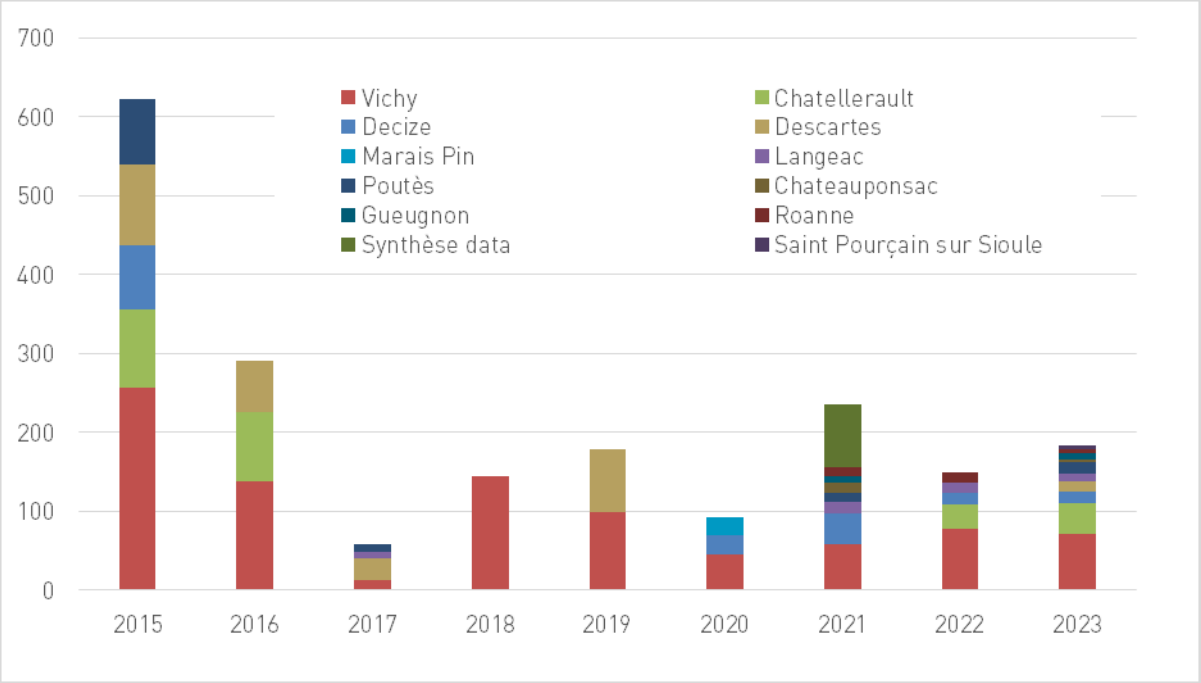


Figure 465 : Téléchargements des données des stations de comptage sur le site web de LOGRAMI par site et par an (Sources LOGRAMI)

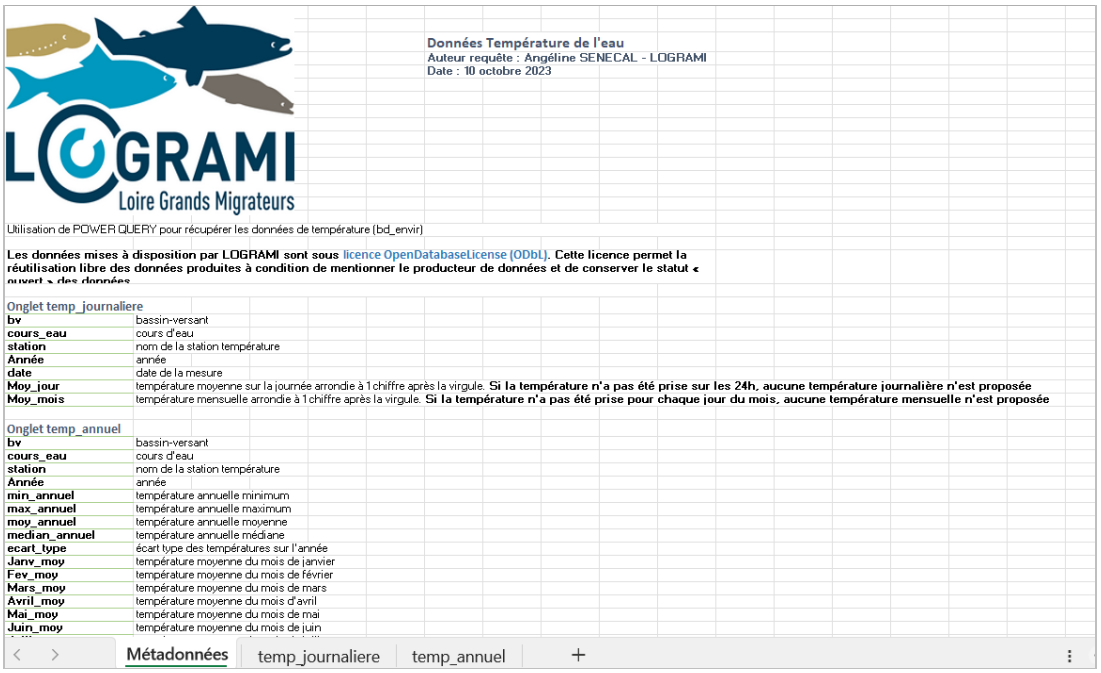
Transmission de données

Chaque année, des demandes de données issues des suivis et études réalisées par LOGRAMI sont effectuées par différentes structures. Elles génèrent un travail important en plusieurs étapes :

- identification précise des données demandées,
- extraction des données de nos bases,
- réalisation du fichier, métadonnées associées
- envoi et suivi des données fournies.

Bien que le rapport de fin d'études des structures bénéficiant des données soit sollicité par LOGRAMI afin de prendre en compte les résultats de cette valorisation de nos données, les structures demandeurs n'envoient que très rarement le rapport de fin d'étude (2 rapports sur 43 envois de données depuis 2013). Nous ne sommes donc pas en mesure de savoir l'usage précis qui a ensuite été effectué à partir de nos données.

Les données mises à disposition par LOGRAMI sont sous licence OpenDatabaseLicense (ODbL). Cette licence permet la réutilisation libre des données produites à condition de mentionner le producteur de données et de conserver le statut « ouvert » des données : https://www.logrami.fr/mentions-legales/.



Données Température de l'eau
Auteur requête : Angéline SENECAL - LOGRAMI
Date : 10 octobre 2023

LOGRAMI
Loire Grands Migrateurs

Utilisation de POWER QUERY pour récupérer les données de température (bd_envir)

Les données mises à disposition par LOGRAMI sont sous licence OpenDatabaseLicense (ODbL). Cette licence permet la réutilisation libre des données produites à condition de mentionner le producteur de données et de conserver le statut « ouvert » des données

Onglet temp_journaliere

bv	bassin-versant
cours_eau	cours d'eau
station	nom de la station température
Année	année
date	date de la mesure
Moy_jour	température moyenne sur la journée arrondie à 1 chiffre après la virgule. **Si la température n'a pas été prise sur les 24h, aucune température journalière n'est proposée**
Moy_mois	température mensuelle arrondie à 1 chiffre après la virgule. **Si la température n'a pas été prise pour chaque jour du mois, aucune température mensuelle n'est proposée**

Onglet temp_annuel

bv	bassin-versant
cours_eau	cours d'eau
station	nom de la station température
Année	année
min_annuel	température annuelle minimum
max_annuel	température annuelle maximum
moy_annuel	température annuelle moyenne
median_annuel	température annuelle médiane
ecart_type	écart type des températures sur l'année
Janv_moy	température moyenne du mois de janvier
Fev_moy	température moyenne du mois de février
Mars_moy	température moyenne du mois de mars
Avril_moy	température moyenne du mois d'avril
Mai_moy	température moyenne du mois de mai
Juin_moy	température moyenne du mois de juin

Métadonnées | temp_journaliere | temp_annuel

Figure 466 : Onglet de métadonnées issu d'un des fichiers de données envoyé en 2023

En 2023, onze demandes de données ont généré l'envoi de fichiers à des partenaires. Les structures demandeuses concernaient à 27 % des Etablissements publics de recherche (INRAe) et à 18 % des bureaux d'études. Une plus grande diversité d'organismes est observée en 2023 avec également des Fédérations de Pêche et de protection des milieux aquatiques, des établissements publics, des associations et des syndicats…

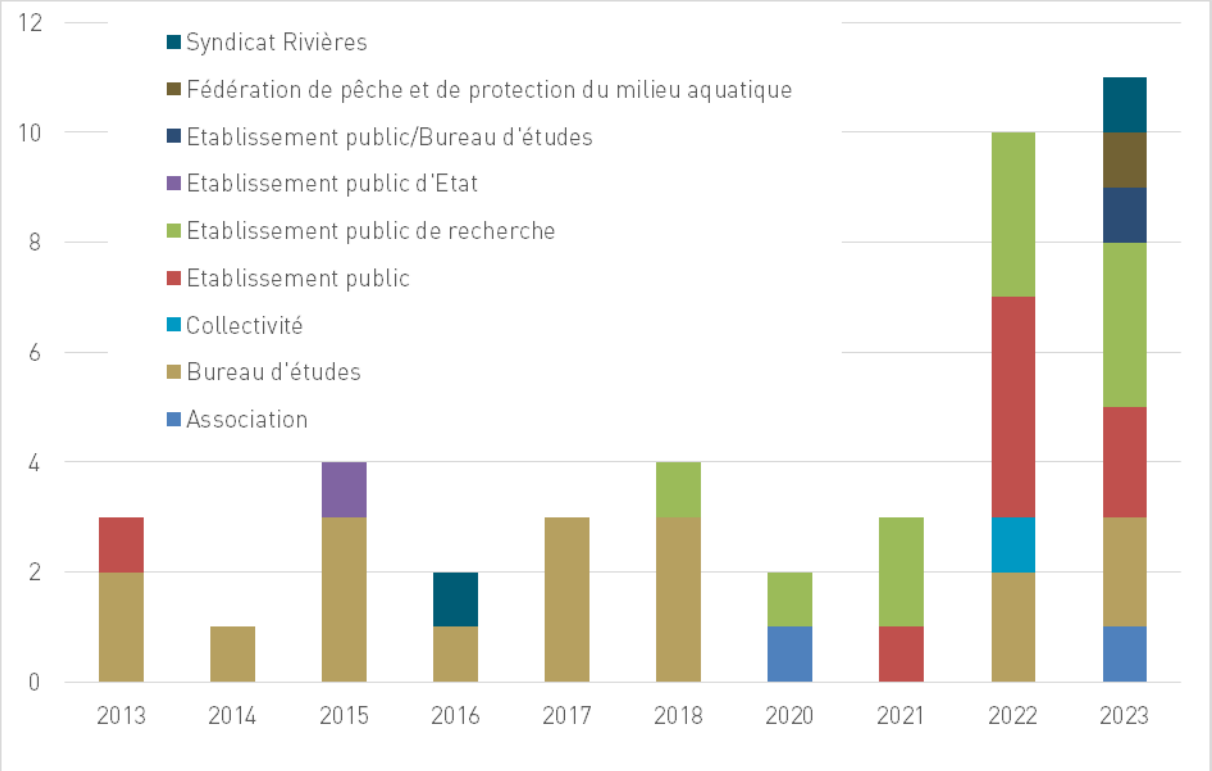


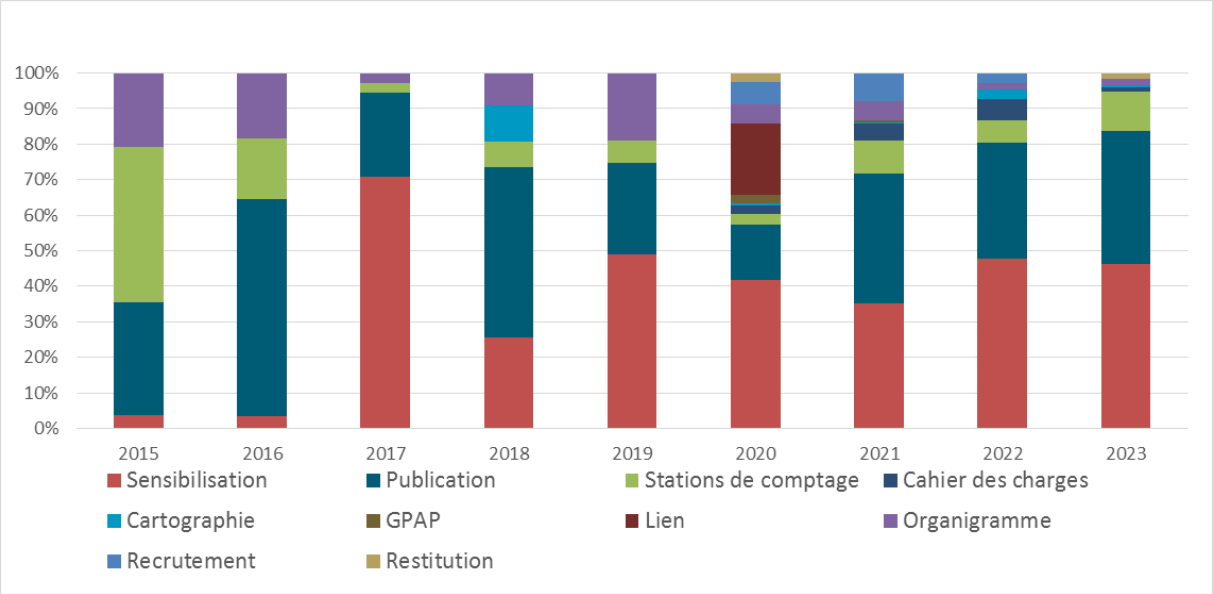
Figure 467 : Structures ayant bénéficié d'un travail d'extraction spécifique (Sources LOGRAMI)

13.2.5.3 Téléchargement d'informations

Rubriques des téléchargements

Les informations sont partielles puisque les statistiques ne démarrent qu'en mars 2023. Aussi, les 1653 éléments téléchargés représentent naturellement moins que les nombres habituels de téléchargements (depuis 2015 en moyenne 2238+/-521).

Depuis la création des premiers jeux en 2015, la rubrique sensibilisation semble progresser d'année en année avec de plus en plus de visites et téléchargements. En 2023, ils représentent 46% des téléchargements. Les rapports et documents de gestion sont également très téléchargés avec près de 37% des téléchargements. Enfin, les données des stations de comptage représentent 11% des téléchargements. Ces trois rubriques sont de manière assez récurrente celles qui engendrent le plus de chargements d'informations. L'organigramme est aussi téléchargé probablement pour contacter la personne référente directement au sein de la structure.



Enfin, la mise ligne des cahiers des charges pour la recherche de prestataires rencontre aussi un public avec près de 19 téléchargements en 2023 pour la recherche d'un prestataire pour le modèle de dynamique de population et de la bande dessinée sur l'anguille.

Publications

De mars à décembre 2023, l'essentiel des publications téléchargés correspondent aux lettres d'actions phares (21%), les rapports d'études de Logrami (75%) ou des documents comme le PLAGEPOMI (4%).

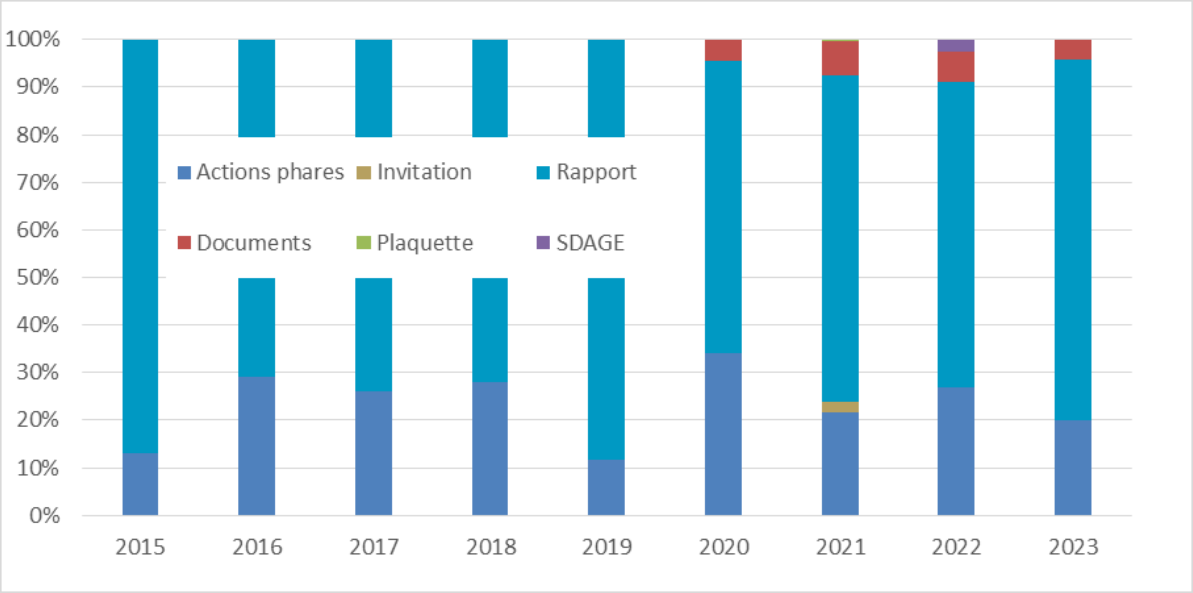


Figure 468 : Nombre de téléchargements des posters par espèce et par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI)

Le rapport d'activité de l'année précédente est celui qui est le plus téléchargé. En 2023, le rapport 2022 représente 73% des téléchargements soit 341 fois. Il y également celui de l'année qui précède comme celui de 2021 avec 11% des téléchargements et des plus anciens (au total 12 téléchargements) dont en 2023 celui de 2011. Depuis 2015, 520+/-155 téléchargements des rapports du programme de recherches appliquées LOGIPOMI ont été effectués par an entre 50 et 90 % des téléchargements chaque année concernent les deux derniers rapports disponibles.

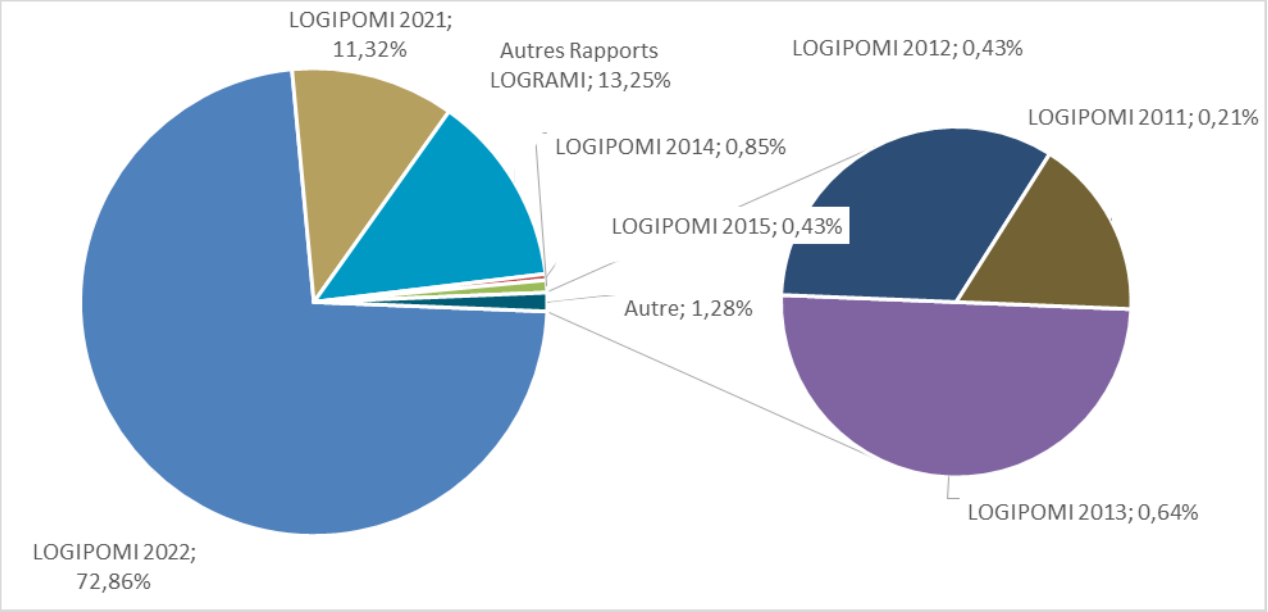


Figure 469 : Pourcentages de téléchargements par année du rapport LOGIPOMI et autres rapports (Sources LOGRAMI)

D'autres rapports sont également téléchargés en 2023, ils représentent 13% des téléchargements et concernent des études ciblées comme des études d'habitats des saumons su la Gartempe ou des radiopistages de saumons (détail du programme LOGIPOMI) mais aussi du Réseau anguille et du Tableau de bord (autres programmes Plan Loire).

Sensibilisation

Cette rubrique rassemble les éléments de communications les plus téléchargés depuis 2020 et représente 46% des téléchargements en 2023. Le suivis des éléments téléchargés est détaillé depuis 2018 et malgré l'incomplétude des données pour 2023 (mars à décembre) il y eu 760 téléchargements. Les jeux du kit pédagogique sont les plus plébiscités (57%), mais il y a aussi le jeu de cartes « les poissons de nos rivières » (8%), les posters (17%), les cycles de vie des poissons migrateurs (8%), l'exposition (3%) et les panneaux du sentier (2%).

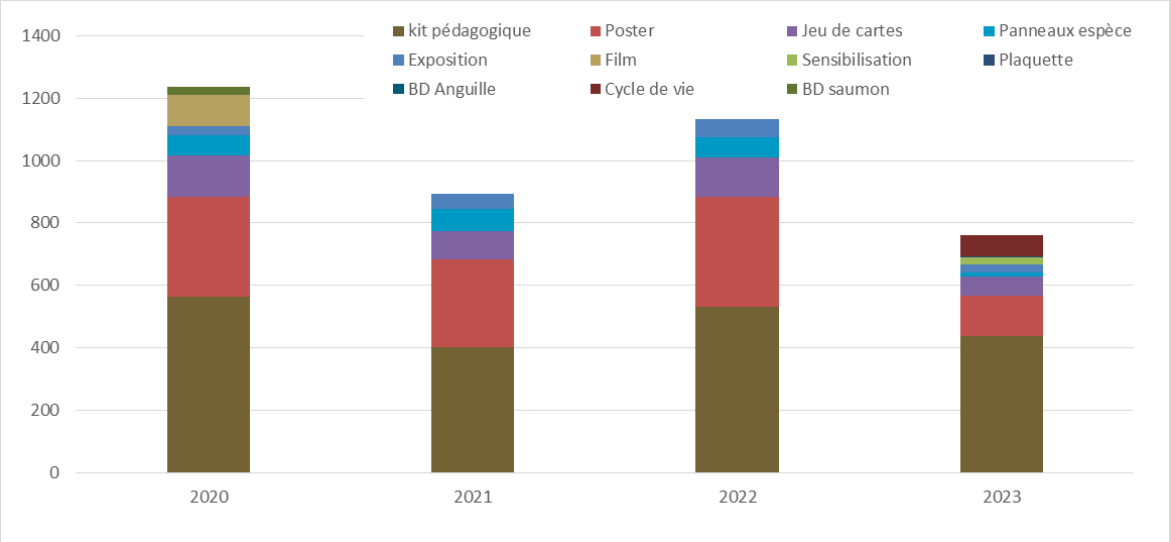


Figure 470 : Nombre de téléchargements des posters par espèce et par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI)

Parmi les 497 téléchargements de jeux pédagogiques, les deux jeux de cartes ont le plus de succès (37% des téléchargements) notamment celui dont le but est d'obtenir une rivière fonctionnelle (« Sauvons les poissons migrateurs » 24%). Le jeu de Loire (8%) et le jeu de plateau sur la dévalaison des anguilles (7%) sont également les plus téléchargés. Cette rubrique semble répondre à un besoin pédagogique au sein des écoles car le cahier d'exercices (17%), le cahier du maître (10%) et les jeux d'activités motrices (12%) sont très téléchargés également.

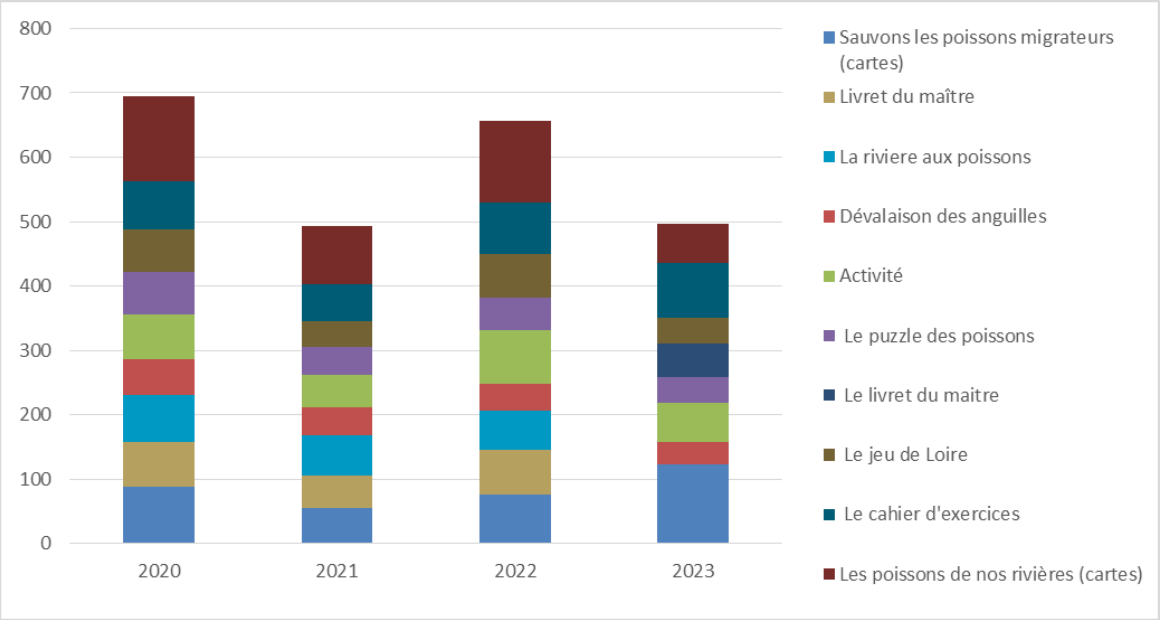


Figure 471 : Nombre de téléchargements de jeux par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI)

Les posters représentent 17% des téléchargements de documents de sensibilisation (131 posters). De façon récurrente c'est le poster du saumon atlantique qui est plus téléchargés (21%) mais aussi l'anguille européenne (14%). Les autres amphihalins du bassin Loire tels que les Gandes aloses, les Lamproies marines et fluviatiles et les Truites de mer sont téléchargées à près de 7%+/-3. Cependant les espèces migratrices non classées en amphihalins actuellement et absentes du bassin Loire sont également téléchargées avec le Mulet porc (11%), l'Eperlan (3%) et le Flet (14%) et l'esturgeon (3%).

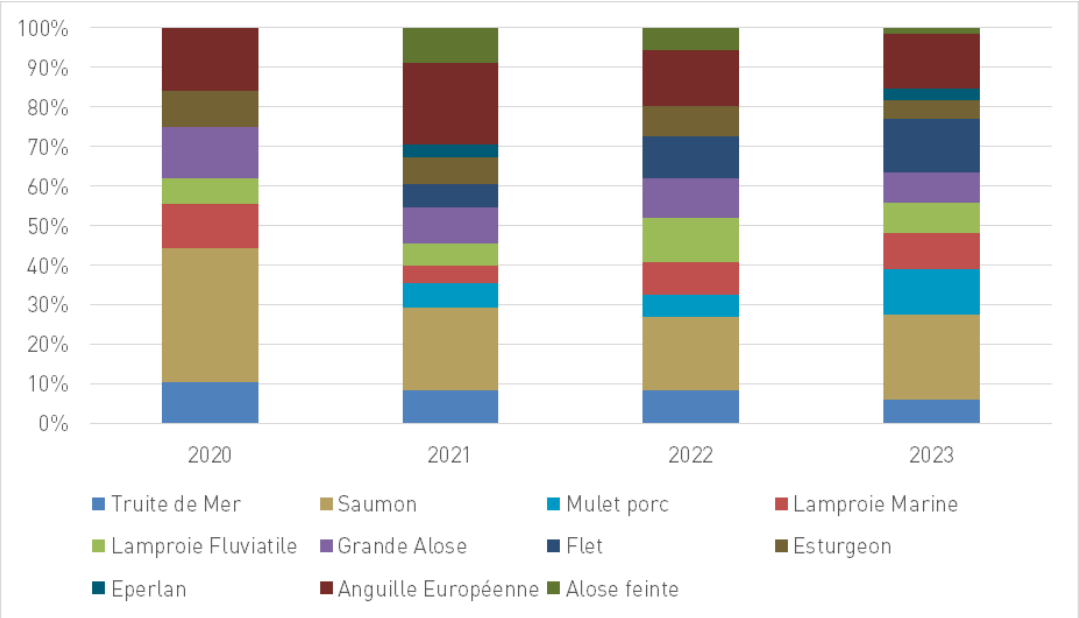


Figure 472 : Pourcentages de téléchargements de posters par espèce par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI)

13.3. La valorisation des connaissances pour le grand public

13.3.1. 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.

En 2023, les statistiques de suivi de notre site web ont été modifiées par le prestataire en cours d'année. La synthèse de l'année 2023 n'est donc pas très aisée pour certaines informations et la méthodologie de statistique ne semble complétement comparable aux années précédentes. Nous avons donc parfois présenté les statistiques partielles avant le changement de logiciel de statistique ou après et précisé les données utilisées le cas échéant.

13.3.1.1 Public cible et fréquentation

Audience

Comparativement aux audiences historiques du site web de LOGRAMI, 2023 est difficile à appréhender. L'année n'est pas complète (statistiques nouvelles à partir de mars 2024 et le système semble différent). Compte tenu de ces informations partielles, les statistiques historiques de janvier à mars donnent 20 756 visites. Le nombre de visiteurs de mars à décembre 2023 par le nouveau système de suivi est à priori de 42 729 visites, l'ensemble donne donc 63 485 visites avec une moyenne historique de 2009 à 2022 de 51 554 (+/-9704) visites.

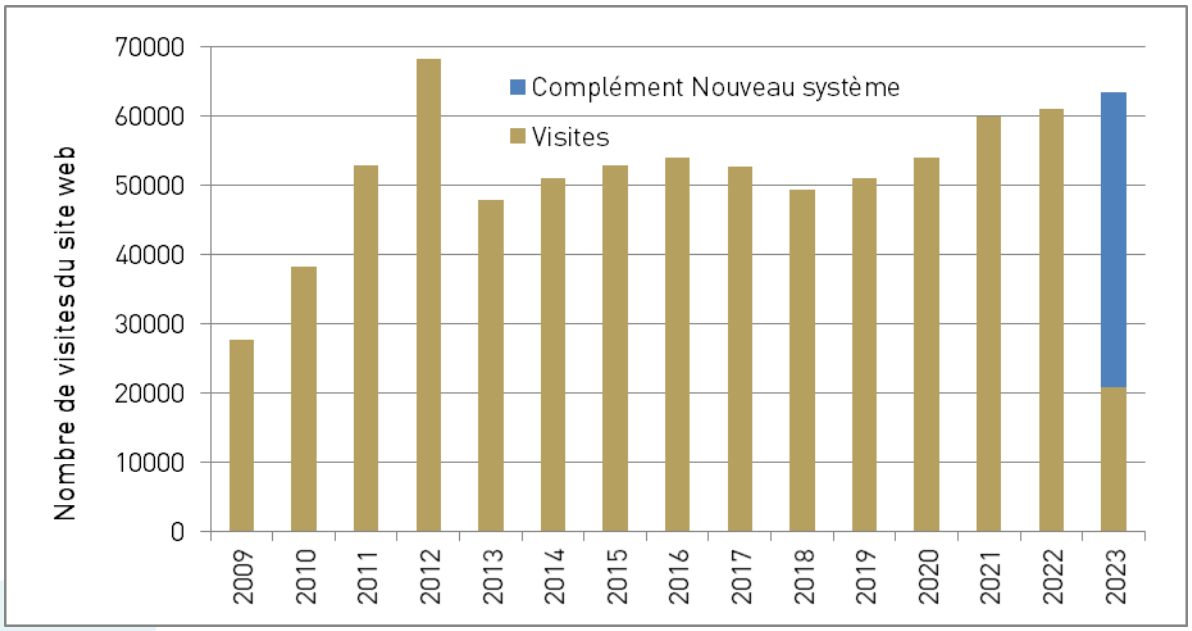


Figure 473 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2023 (Source : LOGRAMI)

En 2023, les statistiques moyennes de visites par jour ne sont accessibles qu'avec l'ancien système jusqu'en juin. Ils sont de 208 (+/-69). Cette moyenne est assez stable d'une année sur l'autre (moyenne 2015-2022 = 140+/-72) et la moyenne calculée sur la partie printanière (présentant de plus fortes connexions) surestime probablement la moyenne.

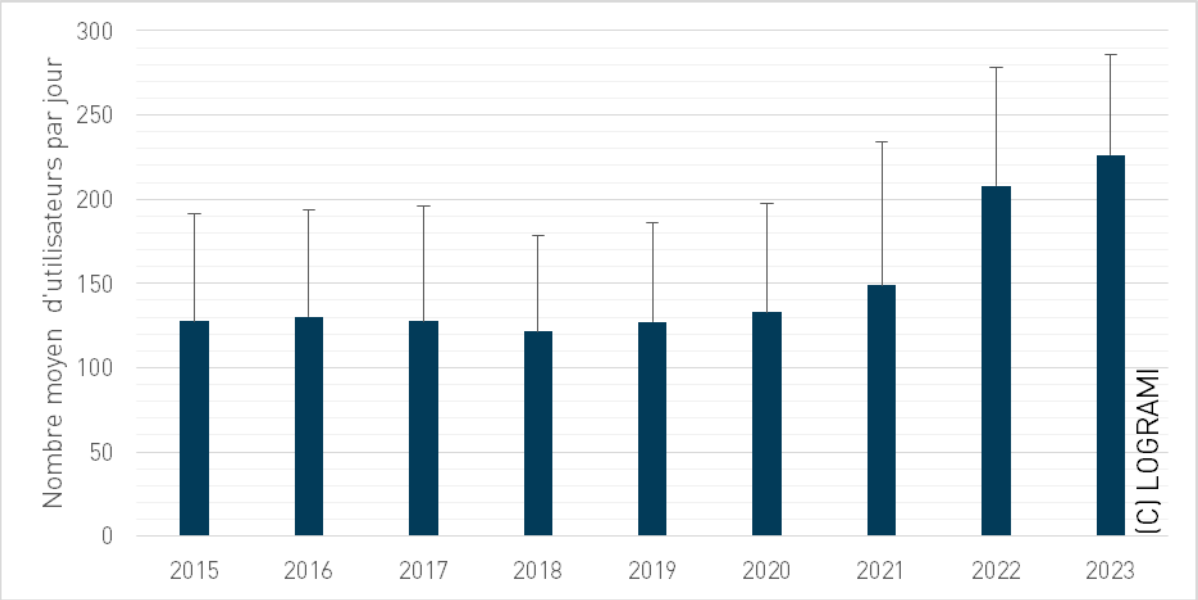


Figure 474 : Statistiques du nombre moyen de visites par jour du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2023 (Source : LOGRAMI)

Cependant, contrairement aux années précédentes, l'année 2023 semble présenter plus de connexions sur la période étudiée (Janvier à juin). Pour autant, il semble que le phénomène saisonnier soit tout de même observé avec un pic en début de saison à 274 +/- 56 connexions par jour sur le mois de mars.

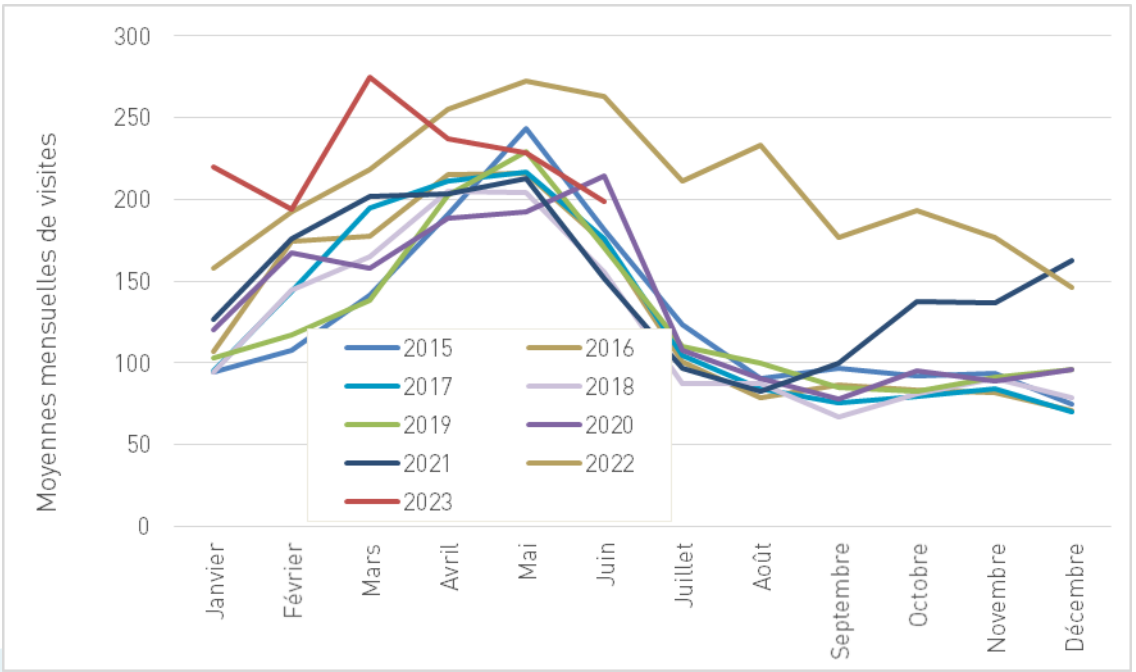


Figure 475 : Moyennes mensuelles de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à juin 2023 (Source : LOGRAMI)

Public cible

En termes de public, la répartition hommes/femmes présente quasiment la parité (42% de femmes en 2023). Le public du site web permet une bonne représentation de toutes les tranches d'âges. Le schéma de répartition semble standard d'une année à l'autre. Il y a une légère augmentation des 35 à 44 ans et 45-54 ans en 2023 et une diminution des 25 à 34 ans.

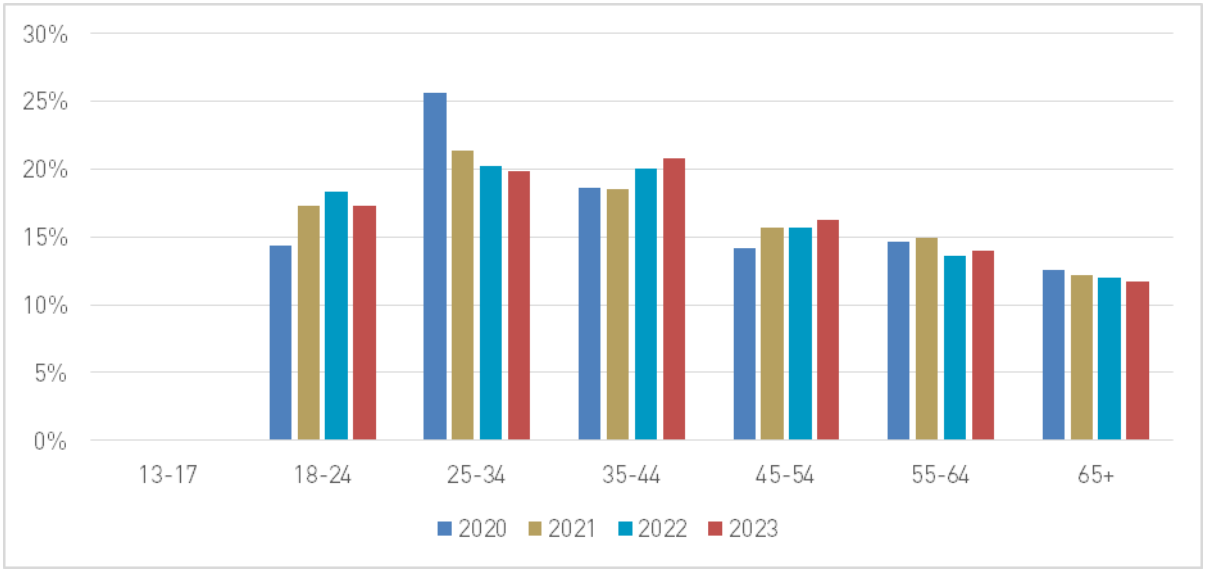


Figure 476 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI)

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 54 ans. A contrario, Facebook sensibilise les plus jeunes 18-24 et 25-34 ans en majorité. Ces deux réseaux de communication semblent bien se compléter pour couvrir toutes les tranches d'âge.

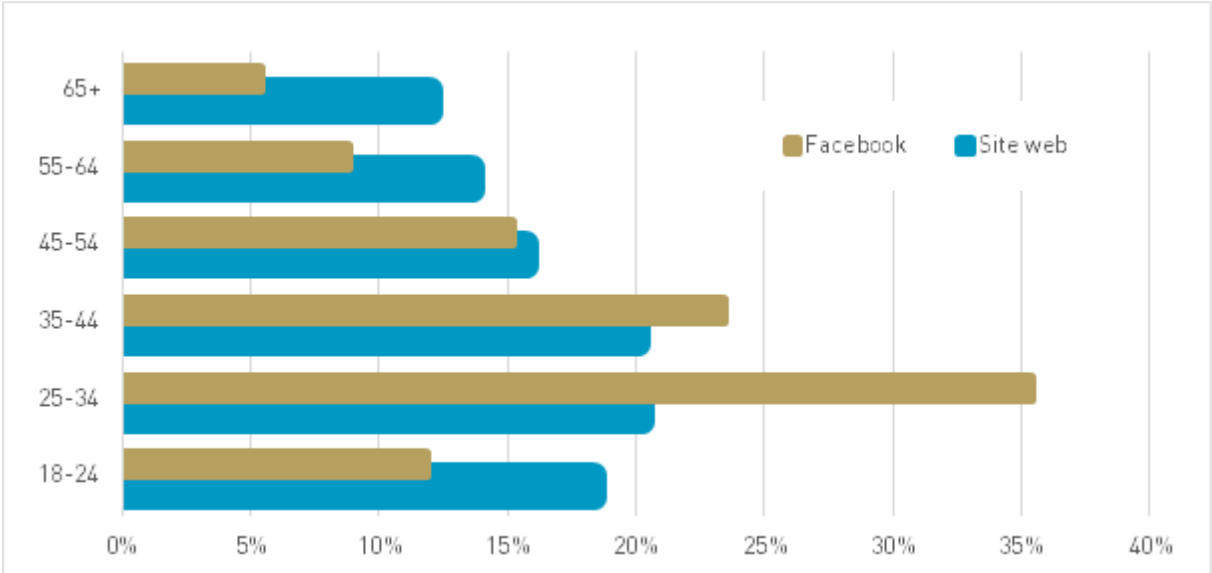


Figure 477 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI et de la page Facebook en 2023 (Source : LOGRAMI)

Supports de visite et canal de connexion

Les ordinateurs sont à équivalence des téléphones portables qui représentent 51% des connexions. Le site doit donc être adapté pour la visualisation sur ce type de support.

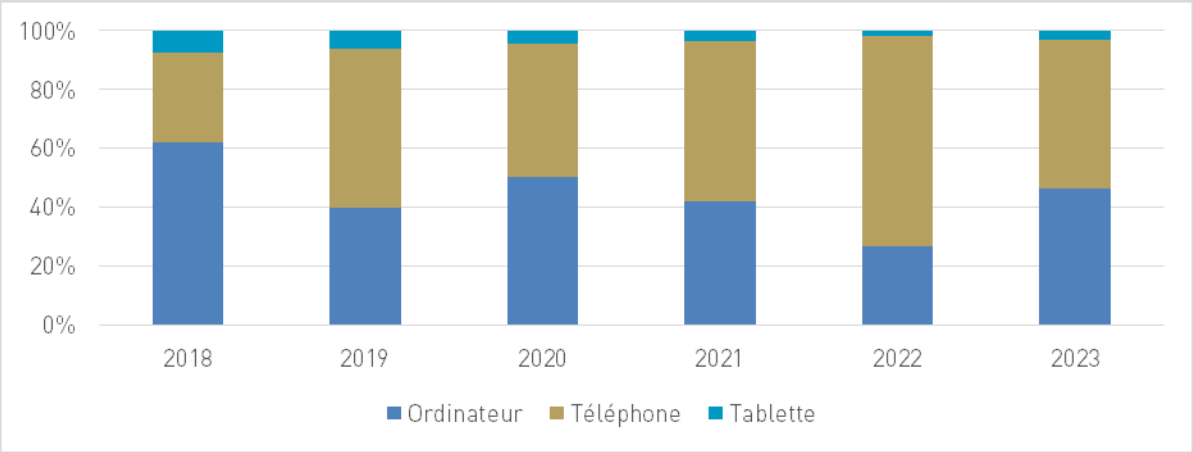
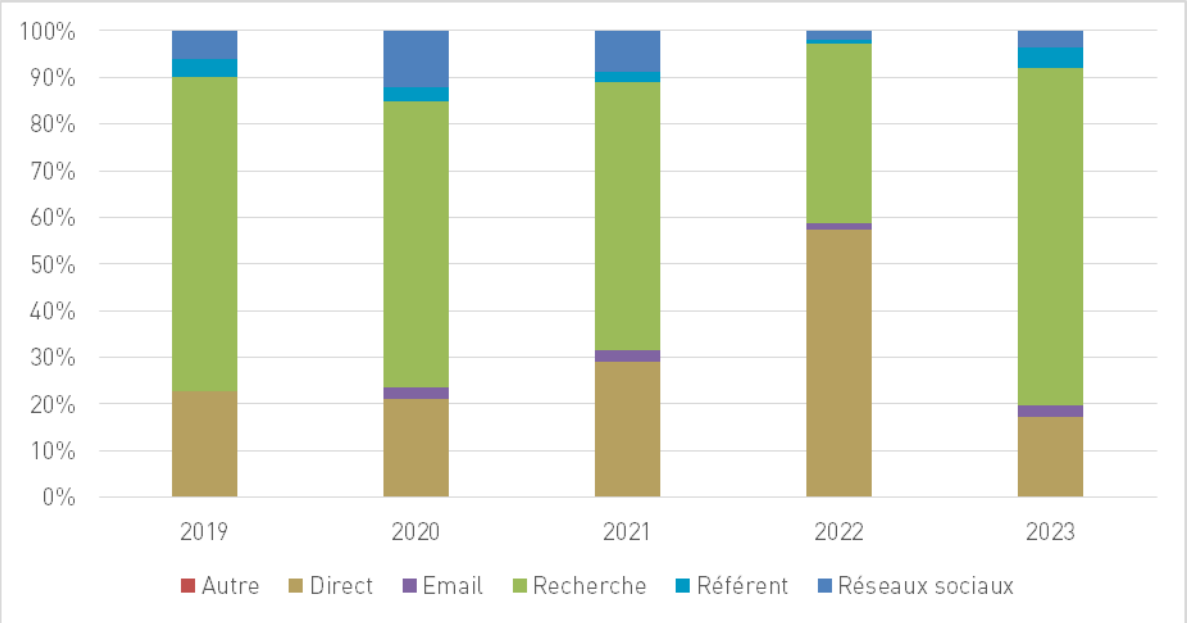


Figure 478 : Proportions par type de support de visite du site internet de LOGRAMI de 2018 à 2023 (Source : LOGRAMI)

Sue la période étudiée, la majorité des visites sont issues de recherches sur internet (72% en 2023) ou de lien direct par la mémorisation su site dans les raccourcis des internautes (fidélisation à17%).



13.3.1.2 Actualités

Des actualités régulières sur les opérations de mesures du volet recherches appliquées ont été mises en place. Ainsi, **32** articles d'actualités ont été publiés au cours de l'année 2023.

De plus, le courriel « LOGRAMI Actu' » est envoyé 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. Ce courriel 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 2023, 22 « LOGRAMI Actu' » ont été envoyées automatiquement par messagerie aux inscrits. Celles-ci ont été complétées par des « posts » sur le site Facebook.

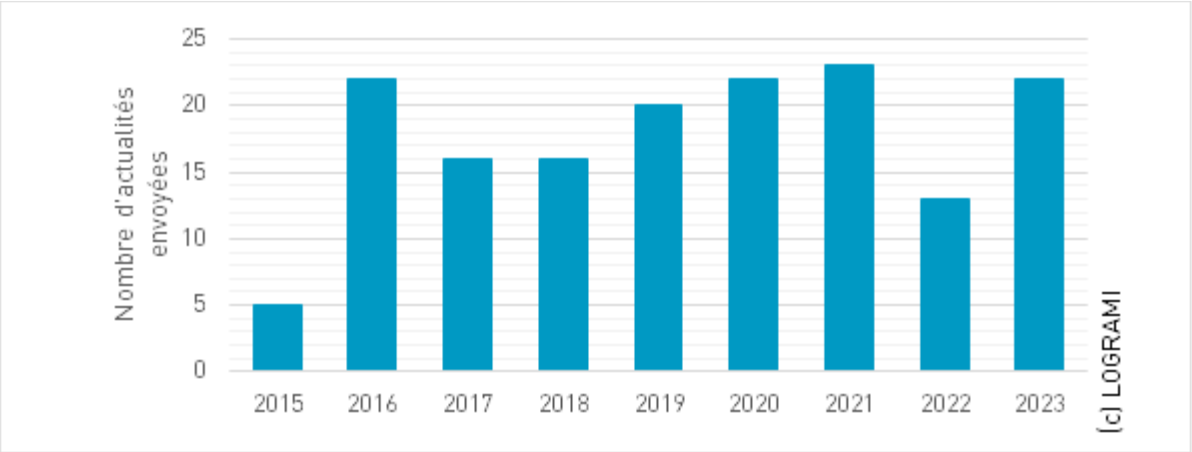


Figure 479 : Nombre de lettres « LOGRAMI Actu' » envoyées par mail de LOGRAMI de 2015 à 2023 (Source : LOGRAMI)

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 8 675 envois par mailing. En moyenne, 394 +/-11 destinataires inscrits pour recevoir ces lettres d'actualités les ont reçus en 2023.

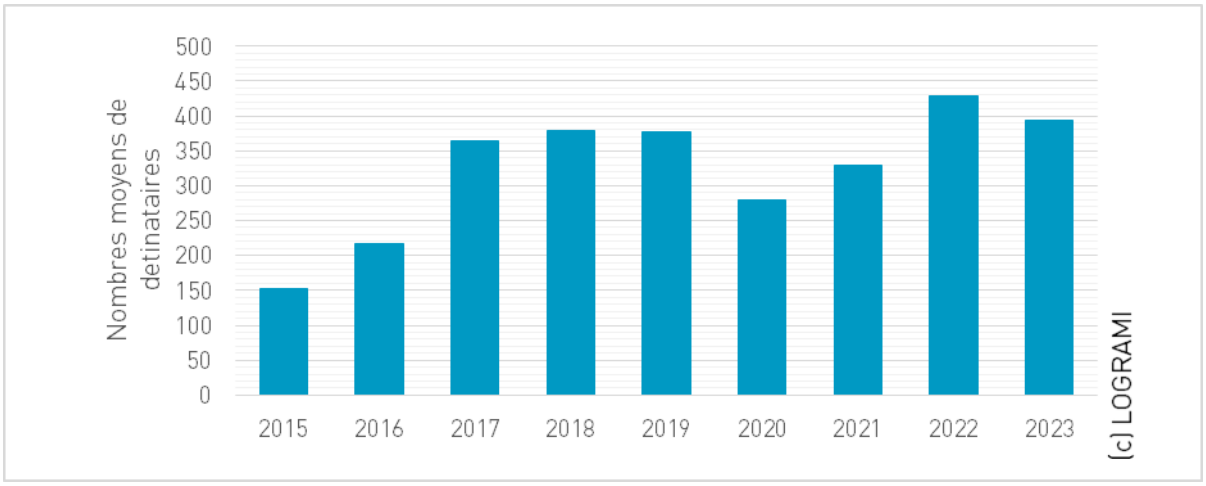


Figure 480 : Nombre moyen de destinataires par lettre « LOGRAMI Actu' » de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI)

Les courriels sont globalement ouverts par la moitié des destinataires et cette tendance est observée chaque année (en moyenne 54% +/-4). L'année 2023 est particulière avec 20% de destinataires qui ont ouverts les actualités à partir des lettres reçues.

Les lettres électroniques associées aux actualités permettent d'inviter les destinataires à lire l'information et aller chercher plus de détails sur notre site web. Cependant, il n'est pas impossible que certains destinataires se contentent du contenu de la lettre sans ouvrir le lien vers l'actualité plus complète.

13.3.2. La page Facebook

13.3.2.1 Impressions

En 2023, il y a eu 155 220 vues correspondant au nombre de fois où nos actualités ont été vues sur notre mur et dans les actualités de nos fans. Comparativement aux années précédentes (moyenne depuis 2019 de 45 150 +/- 24 914), ces valeurs sont élevées mais essentiellement dues à une vidéo ayant du succès. Les posts ayant généré le plus de vues de personnes sont :

- La présence insolite d'un sanglier à la station de comptage = 109 000 vues ;
- Les premiers saumons de l'année 2023 à Vichy = 12 400 vues ;
- Les premiers saumons de l'année 2023 à Langeac = 2 900 vues ;
- La première lamproie = 1 800 vues ;

Ces nombres de vues correspondent à un pic exceptionnel de vues au mois de mars 2023.

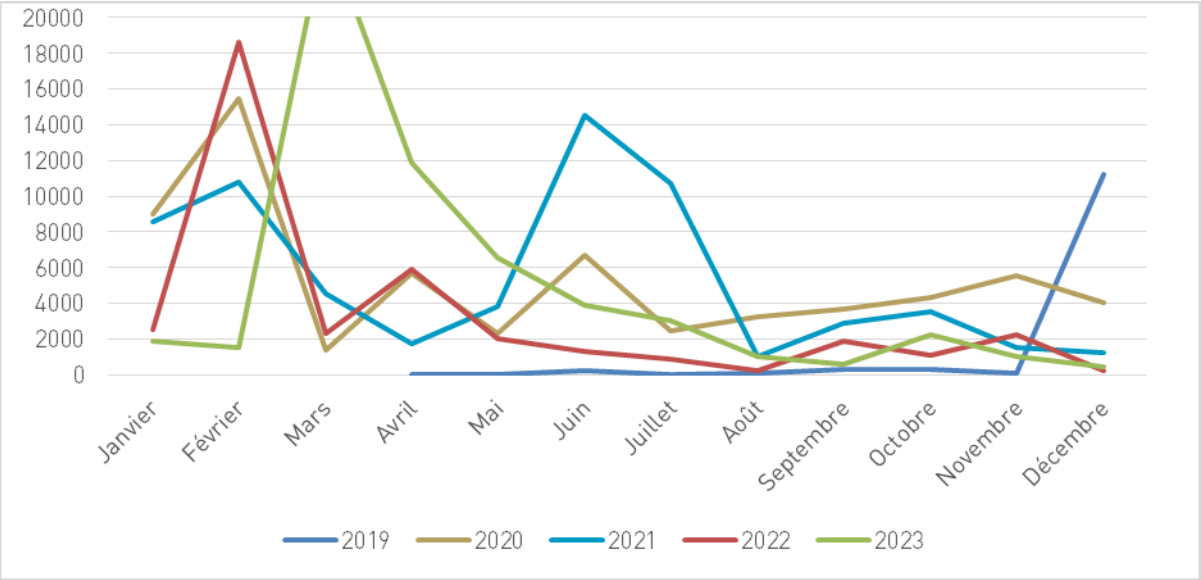


Figure 481 : Nombre de vues mensuelles de la page facebook de LOGRAMI (Sources LOGRAMI)

13.3.2.2 Le profil des visiteurs

Contrairement au site web de LOGRAMI, la page Facebook semble intéresser davantage les hommes avec 78 % des visiteurs. Ces résultats sont constatés régulièrement (76% d'hommes en moyenne +/-2%). La grande majorité, que ce soient les femmes (82%) ou les hommes (69%), ont moins de 45 ans. En 2023, la représentation des jeunes femmes de 18 à 24 ans est plus beaucoup plus faible comparativement aux années antérieures de même pour les hommes sur la même tranche d'âge.

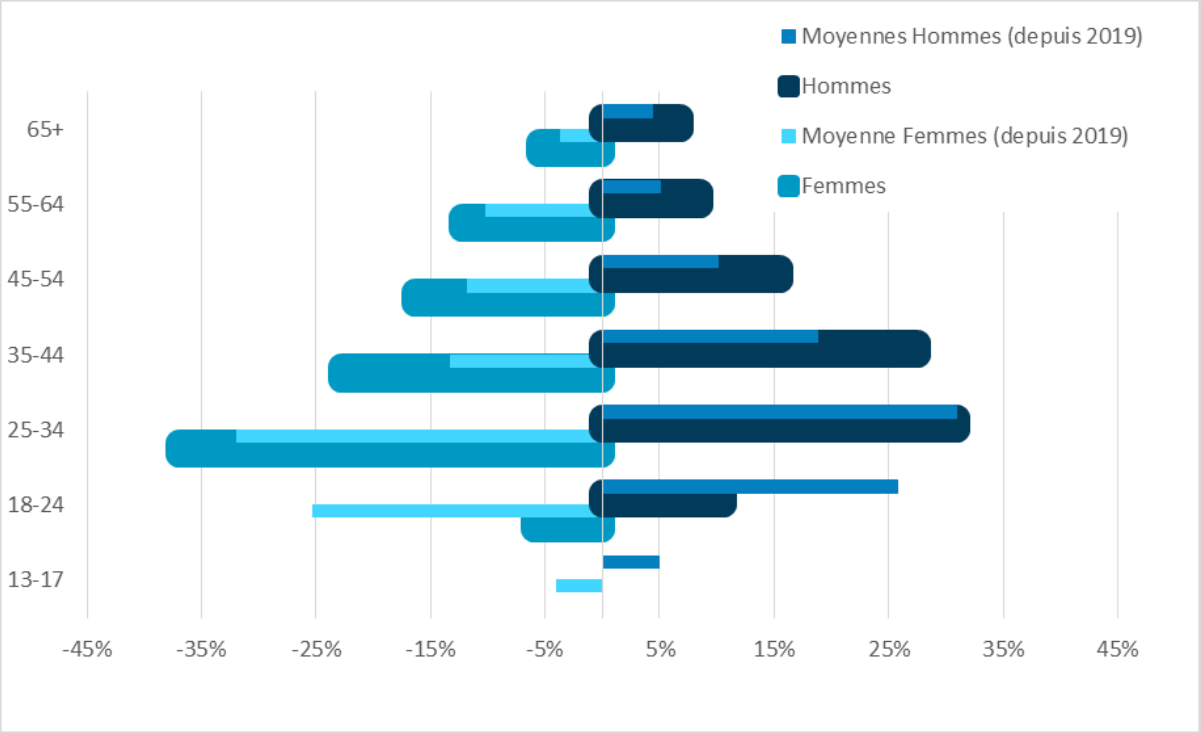


Figure 482 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2023 et en moyenne depuis 2019 (Source : LOGRAMI)

13.3.3. Suivi projet bande-dessinée sur l'anguille

Ce carnet « Voyage avec les anguilles » raconte les traits de vie des anguilles de Loire à travers des personnages qui incarnent aussi la diversité des habitats qu'elles fréquentent. Il y a bien sûr les anguilles des cours d'eau dont la majestueuse Loire et ses affluents mais cette espèce a également une prédilection pour des territoires oubliés que sont les marais côtiers atlantiques.

Ce carnet s'attache donc à présenter la richesse et la complexité de ces territoires de marais, façonnés par les Hommes d'hier et oubliés par certains Hommes d'aujourd'hui. Ainsi les personnages-anguilles permettent de présenter le fonctionnement de ces territoires et la particularité de chacun des marais dont elles tirent leur fierté.

Et parce que notre structure est attachée à la restauration de ces milieux, une de nos héros vous racontera la manière dont LOGRAMI accompagne les gestionnaires des marais pour réhabiliter l'accueil des anguilles sur ces territoires. Les personnages ? Huit anguilles (quatre femelles et quatre mâles) choisis pour illustrer la singularité de chacune des étapes de leur vie. Cette bande-dessinée relate toutes leurs aventures : arrivée dans l'estuaire, remontée de la Loire, braconnage, franchissements de barrages, passage dans une station de comptage, réchauffement des eaux, fonctionnement des marais côtiers, restauration et suivis biologiques... Pour les besoins de l'exercice, il fallait personnifier les huit héros et la dessinatrice a mis un soin tout particulier à ce que chaque anguille ait un faciès distinctif, notamment des yeux à couper le souffle.

Ce carnet est également plein de petits clins d'œil à tous ceux qui ont étudié l'anguille pour restaurer sa population et son territoire.

Elle est donc disponible depuis 2023 grâce à un imprimeur ligérien et a déjà rencontré un beau succès avec de nombreux exemplaires distribués au cours de réunions autour de l'anguille et de ses milieux de vie !

Figure 483 : Mokup de la bande dessinée « Voyage avec les anguilles » (Source LOGRAMI)

13.3.4. Conférences et interviews

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 2023, ce sont 17 jours qui ont été consacrés spécifiquement à une information vers le grand public.

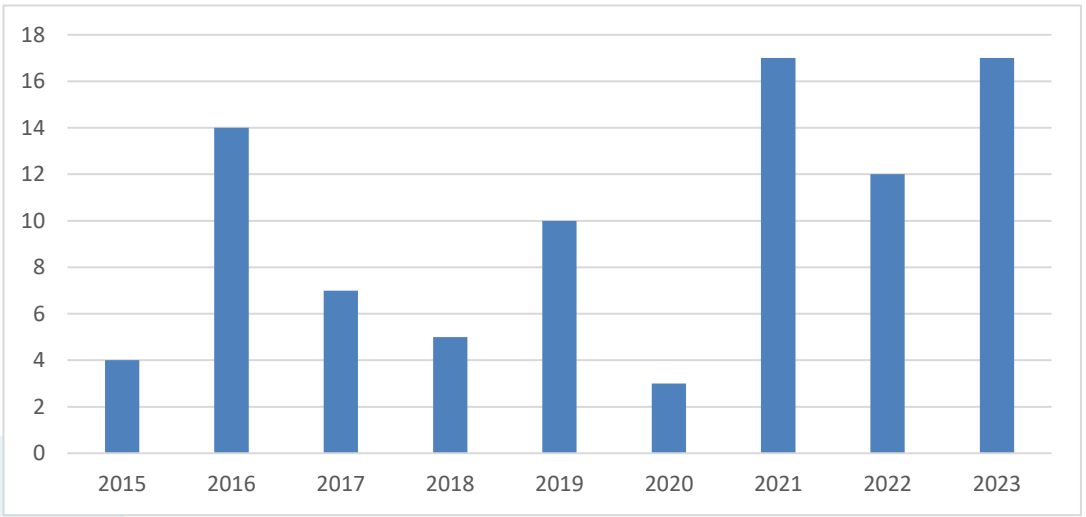


Figure 484 :Nombres de jours d'informations à destination spécifiquement du grand public consacrés par les agents de LOGRAMI (Source : LOGRAMI)

13.3.4.1 Animations et conférences

Salon de la pêche

Ce salon a lieu depuis 30 ans à Clermont Ferrand. Il s'est déroulé du 20 au 22 janvier 2023. LOGRAMI y partage un stand avec les autres associations migrateurs pour sensibiliser à ces espèces.

Figure 485 : Quent MAARCON au sand du salon de la pêche à Clermont Ferrand (Sources LOGRAMI)

Animations à Chécy en mai

Un sentier pédagogique sur les poissons migrateurs a été mis en place le long de la Loire, au départ du camping municipal « Les Pâtures » à Chécy. Il est composé de 14 panneaux qui présentent « La Loire, un fleuve vivant », chacun des poissons grands migrateurs de La Loire et de ses affluents, leur cycle de vie, leurs parcours et leurs habitats.

L'objectif de cette animation du 23 au 24 mai 2023 est une conférence au musée de la tonnellerie sur la biodiversité ligérienne et la problématique des poissons grands migrateurs. Le lendemain une visite du sentier pédagogique est organisée avec le centre aéré de Chécy et des tables de jeux puis une visite ouverte à tous l'après-midi. Ces animations ont permis de mettre en valeur le patrimoine naturel, la connaissance de la biodiversité qui y est liée et impliquer les enfants qui ont appris en s'amusant.

Figure 486 : Affiche des animations réalisées à Chécy en 2023, stand d'accueil à la conférence et visite avec les enfants du centre Aéré (Sources LOGRAMI)

Animations à La Roche Posay en juillet

L'intervention de la LOGRAMI prend la forme d'une animation de jeux de société ainsi que d'une conférence. L'atelier s'est déroulé dans une salle de la Maison de la Culture et des Loisirs de La Roche-Posay le 27 juillet 2023 de 14h à 18h pour l'animation puis à de 18h à 21h pour la conférence.

L'animation des jeux de société a pour but de sensibiliser le grand public et notamment les enfants à la question des poissons migrateurs. Les jeux, conçus selon une approche ludique et pédagogique, centrent le contenu autour de ces poissons. Ils sont adaptés pour différents âges et aborde le thème de différentes manières. La journée était organisée avec des participations libres avec ou sans les parents autour de tables de jeux à thèmes. Les participants avaient tous les âges (des très jeunes jouant aux puzzles 6 pièces aux plus âgés jouant au jeu d'identification des poissons par exemple).

La conférence a eu pour sujet les poissons migrateurs : définition, contexte de vie, impact sur l'écosystème, et leur protection. Elle s'adressait au grand public.

Figure 487 : Photographies de l'animation à La Roche Posay en juillet 2023

Visites des stations de comptages

Comme chaque année, les agents de LOGRAMI ont été sollicités pour effectuer des animations/visites autour des stations de comptage des poissons migrateurs ou bien encore participer à des reportages tv ou radio. Ainsi, une visite a été effectuée à Decize en juin 2023 avec le collègue de Decize (58) et en octobre à Decize avec le LEGTA de Nevers/Challuy (58) et à Vichy avec le lycée Albert Londres de Cusset (03) dans le cadre d'un échange Erasmus avec des étudiants Slovènes

Parmi les visites, en mai 2023, Timothé PAROUTY a expliqué le fonctionnement d'une station de comptage (Decize) et la problématique des poissons migrateurs à une délégation avec des députés dans le cadre d'une commission sur l'usage de l'eau (M. Perrot Patrice – Député, M. Valentin Gomes - Collaborateur de M. Perrot, M. Descrozaille – Député, M Mehmet Ceylan - Collaborateur de M. Descrozaille, M Eric Martineau – Député, Mme Nicole Le PEIH – Députée, M. René Pilato – Député, Mme Diane Boucher - Administratrice à L'Assemblée nationale).

13.3.4.2 Films

Documentaire d'Ushuaïa

Au fil de l'eau est un documentaire à la découverte des rivières, à la rencontre des personnes qui en vivent et qui luttent pour leur préservation. Dans ce nouvel épisode de la face cachée de la Loire, l'hydrobiologiste Anne-Cécile Monnier, part à la découverte de cette rivière, le plus long cours d'eau de France. Elle va explorer le fleuve et aller à la rencontre de ceux qui préservent son patrimoine naturel et veillent à son bon équilibre écologique. L'occasion d'évoquer les poissons migrateurs de la Loire avec la rencontre de l'association LOGRAMI et Timothé PARAOUTY.

Figure 488 : Photographie du tournage du flim avec Timothé PAROUTY, LOGRAMI

Tournage ARTE sur le Saumon de l'Allier

A l'initiative de Leni Mérat pour la série Terre d'Avenir d'ARTE nous avons participé à un tournage sur la problématique du saumon de Loire. Le film n'est pas encore sorti mais les séquences ont été tournée sur l'Allier et lors des opérations de comptage des juvéniles de saumons à l'automne 2023.

Figure 489 : Photographies du tournage (Sources LOGRAMI et Mérat L.)

Tournage Film Season

Pour la chaîne SEASONS/Planète un reportage « Les poissons migrateurs, un déclin inexorable » porté par Didier Laurent et Antoine de Changy a été tourné sur les poissons migrateurs à travers le portait de plusieurs acteurs œuvrant en faveur des poissons migrateurs. Le film est une rencontre avec des experts sur des situations particulières en France pour mieux comprendre la diversité des sujets. Le film aborde le déclin des poissons migrateurs en France, les causes, les premières alertes, les premiers combats, les situations particulières entre les espèces A travers ce film, l'ambition est de montrer comment cette communauté d'espèces reste une sentinelle fantastique…

Figure 490 : Extrait du film de SEASONS

13.3.5. Rencontres migrateurs

13.3.5.1 Thème en 2023

Les Rencontres Migrateurs de Loire porté par le programme LOGIPOMI sont organisées tous les deux ans par les animatrices des Tableaux de bord Migrateurs. Elles ont pour objectifs de présenter aux acteurs de la conservation des poissons migrateurs et de leur milieu les connaissances acquises sur le Bassin de la Loire et plus largement en France.

Le thème choisi pour cette 11ième édition était : « Un poisson, ça vit dans l'eau ». La ressource en eau est devenue un enjeu majeur pour les communautés françaises et internationale. Son impact sur les espèces et les flux migratoires fait l'objet d'une attention croissante mais les connaissances en la matière sont encore limitées. Des incertitudes demeurent quant à la nature des mécanismes en jeu et de la périodicité concernée.

Dans un contexte changeant engendrant des contraintes fortes sur l'hydrologie et la qualité physico-chimique des cours d'eau, nous allons échanger sur les conséquences de ces changements quantitatifs et qualitatifs de la ressource en eau sur les conditions de vie des poissons migrateurs amphihalins. Ils ont abordé la prise en compte des espèces dans le cadre de la gestion de l'eau dans les différents territoires.

Les interventions ont été groupées par thématique pour chaque demi-journée. Le programme était le suivant :

PROGRAMME

11ème édition des RENCONTRES MIGRATEURS de Loire

Un poisson, ça vit dans l'eau

Les poissons grands migrateurs ont une part de leur cycle de vie en rivières. Or, la ressource en eau, dans ces milieux, est devenue un enjeu majeur pour les communautés françaises et internationales. L'impact de sa raréfaction et de son altération sur les espèces et les flux migratoires fait l'objet d'une attention croissante, mais les connaissances en la matière sont encore limitées.

L'état de l'eau en Loire
Quelle est la qualité de l'eau du bassin Loire Bretagne ? Quel est l'impact des pollutions sur les poissons migrateurs ? Que se passe-t-il dans l'estuaire ?

La disponibilité de l'eau
Quelles sont les évolutions des débits ? Quel est l'impact du changement climatique et de la gestion des sécheresses ? Y a-t-il un débit spécifique aux poissons migrateurs ?

Une gestion migrateur ?
Y a-t-il des gestions prenant en compte un débit pour les poissons migrateurs ? Sont-elles efficaces ? Quelles sont les nouvelles gestions possibles ?

MARDI 28 NOVEMBRE

9h30 Accueil des participants

10h30 OUVERTURE DES RENCONTRES
par Bruno Bordeau, Président de Logrami

10h50 L'ETAT DE L'EAU EN LOIRE

Aperçu des impacts de la pollution de l'eau sur les cours d'eau et sur le peuplement piscicole Vincent Vauclin, Office Français de la Biodiversité

Présentation de l'état des lieux du bassin LB et actions en faveur des poissons migrateurs Yohann MOY et Laurent VIENNE, Agence de l'Eau Loire Bretagne

Évolution du bouchon vaseux et de la qualité de l'eau dans l'estuaire de la Loire Lise Lebailleux, Kristell Le Bot, Hélène Fallou ; GIP Loire Estuaire

Causes de l'hypoxie et conséquences sur le vivant : Cas de l'estuaire de la Gironde Mario Lepage, INRAe

FORUM D'ECHANGES

13h DEJEUNER SUR PLACE

14H20 LA DISPONIBILITE DE L'EAU

Influence de l'évolution du climat sur les débits du bassin de la Loire (1871-2022) Jean-Philippe Vidal, INRAE, UR RiverLy

L'accès aux données sur la ressource en eau et le changement climatique en Bretagne Timothée Besse, observatoire de l'environnement en Bretagne

La gestion de crise sécheresse Mathilde Morizot, DREAL Centre-Val de Loire

FORUM D'ECHANGES

16h10 PAUSE

Gestion du barrage de Naussac et impact du soutien d'étiage de l'Allier Marine Boulanger, Etablissement public Loire

Place de la biodiversité dans le partage de l'eau Jean-Paul Douron, FDAAPPMA 61

Détermination de débits biologiques sur le bassin versant de la Charente Fabrice Meunier et Audrey POSTIC-PUIVIF, EPTB Charente

FORUM D'ECHANGES

18h40 TRADUCTION IMPROVISEE DE LA JOURNEE par la Ligue d'Improvisation Nantes Atlantique (LINA)

MERCREDI 29 NOVEMBRE

8h30 Accueil des participants

9h UNE GESTION MIGRATEUR ?

HMUC, un volet milieu au cœur de l'étude Benoit PREVOST, Agence de l'eau Loire Bretagne, Morgane GUILLOT, DREAL Centre-Val de Loire

Etudes HMUC et prise en compte des besoins des poissons migrateurs Angéline Sénécal, LOGRAMI

Stratégie étangs du bassin de la Vienne : réduction de l'impact quantitatif des plans d'eau Vincent Berthelot, EPTB Vienne

FORUM D'ECHANGES

10h40 PAUSE

Les réserves de substitution, positionnement de la LPO Régis OUVRARD, LPO Poitou-Charentes

Déprise ou restauration : et si on conciliait gestion de l'anguille et restauration des marais ?"Aurore Baisez, LOGRAMI

FORUM D'ECHANGES

12h20 CLOTURE DES RENCONTRES 2023 par Bruno Bordeau, Président de LOGRAMI

Figure 491: Programme des rencontres migrateurs de Loire (Sources: LOGRAMI)

13.3.5.2 Nombre de participants

Ces rencontres ont réuni 89 inscrits pour 78 présents en 2023. Comparativement aux rencontres précédentes, ce nombre de participants est inférieur aux dernières années. Ces chiffres sont fortement à la baisse par rapport aux années précédentes, les rencontres n'étaient pas disponibles en visio-conférence contrairement en 2021. Les conférences et réunions en visioconférence c'étant démocratiser cela a probablement réduit le nombre de participants en présentiel.

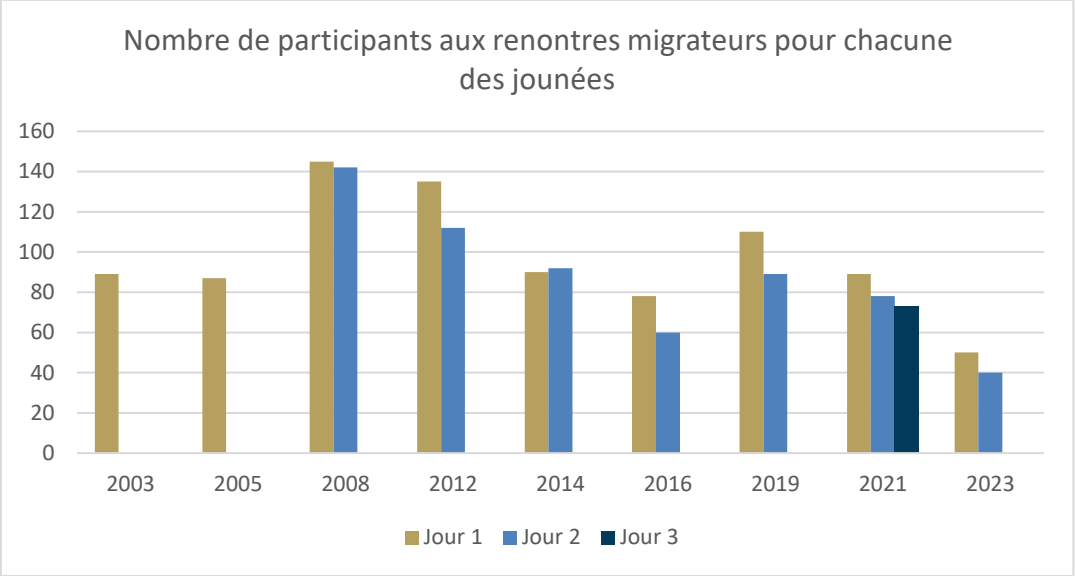


Figure 492 : Nombre de participants aux Rencontres Migrateurs de Loire pour chacune des journées (données: LOGRAMI)

Figure 493 : Photographie des participants aux rencontres migrateurs (Sources : LOGRAMI)

Figure 494 : Photographie d'une session de forum avec les intervenants de la session des rencontres migrateurs (Sources : LOGRAMI)

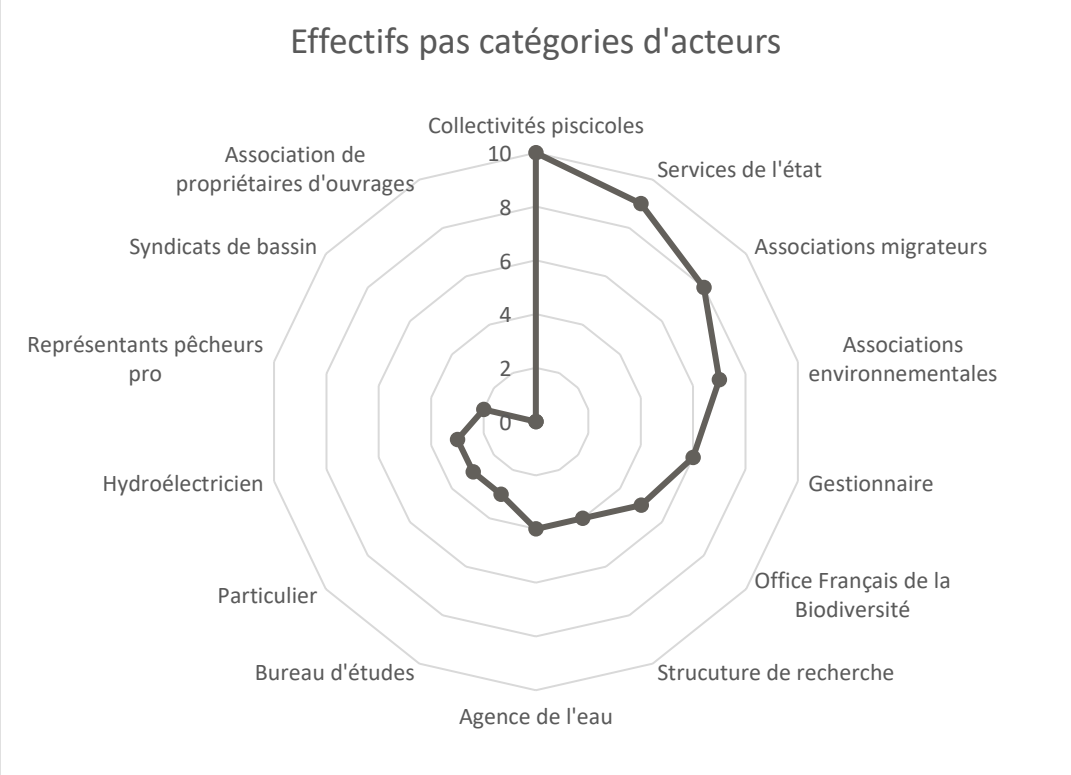


Figure 495: Pourcentage de participants par catégorie d'acteurs lors des rencontres migrateurs de 2023 (Sources: LOGRAMI)

13.3.5.3 Traduction des échanges par une troupe d'improvisation locale

De manière à donner un peu de légèreté et permettre une ponctuation dans l'organisation des rencontres entre les sessions pour les participants, l'intervention de la Lina, qui participe depuis 2016 à Clermont-Ferrand, a été de nouveau mobilisée. Ces interludes permettent de mettre l'accent sur les informations essentielles ou sur les difficultés de compréhension des notions présentées en les soulignant avec humour.

Figure 496 : Photographie d'un interlude assuré par la Ligue d'Improvisation de Nantes (Sources : LOGRAMI)

13.3.6. 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.

13.3.6.1 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 497 : 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.

13.3.6.2 Bilan de l'année 2023

Nombre d'emprunts

En 2023, l'exposition a été empruntée à 5 reprises pour des courtes durées.

Les deux jeux d'exposition ont été mobilisés pour une durée totale de 38 jours dont 13 jours d'exposition au public et 25 jours de temps de retour/transport. L'exposition étant peu réservée, les retours des jeux d'exposition ont été moins rapides. Le temps d'exposition au public est très faible par rapport à la moyenne 2010-2022 (156 jours) (Figure 498).

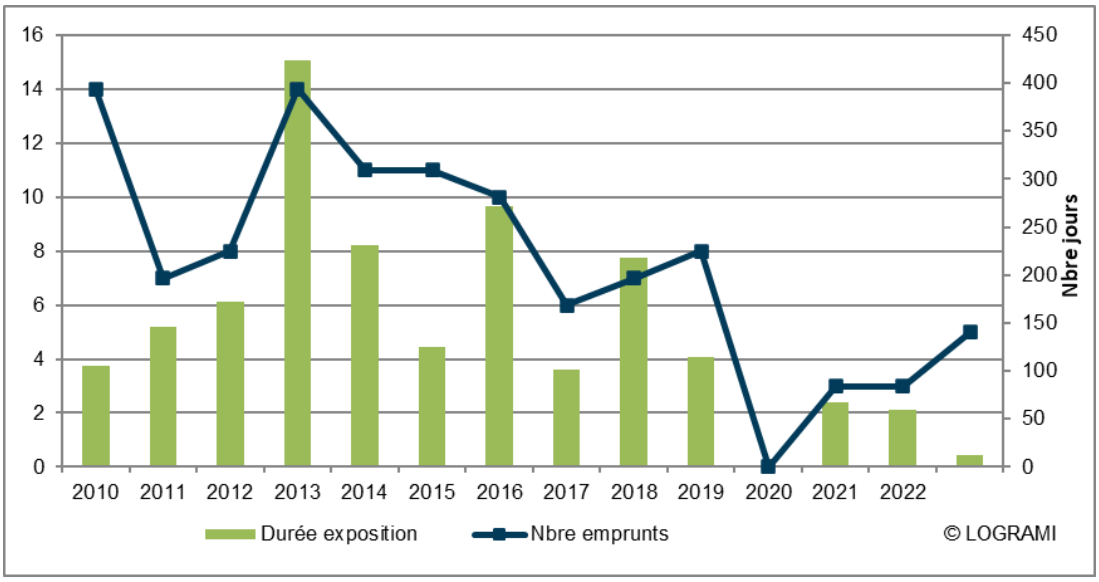


Figure 498 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2023 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. En 2023, les cinq 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 cinq départements différents en 2023 : le Maine-et-Loire, la Sarthe, la Loire-Atlantique, l'Allier et le Loiret (Figure 499).

En 2023, les emprunts ont concerné des évènements courts comme des journées techniques (2 jours) ou encore une fête de la chasse et de la pêche en Loire-Atlantique d'une journée. L'exposition a notamment été utilisée pour de l'éducation au développement durable au Collège Anjou Bretagne (Mauges-sur-Loire) et des journées Erasmus et biodiversité sur la rivière Allier au Lycée Albert Londres de Cusset.

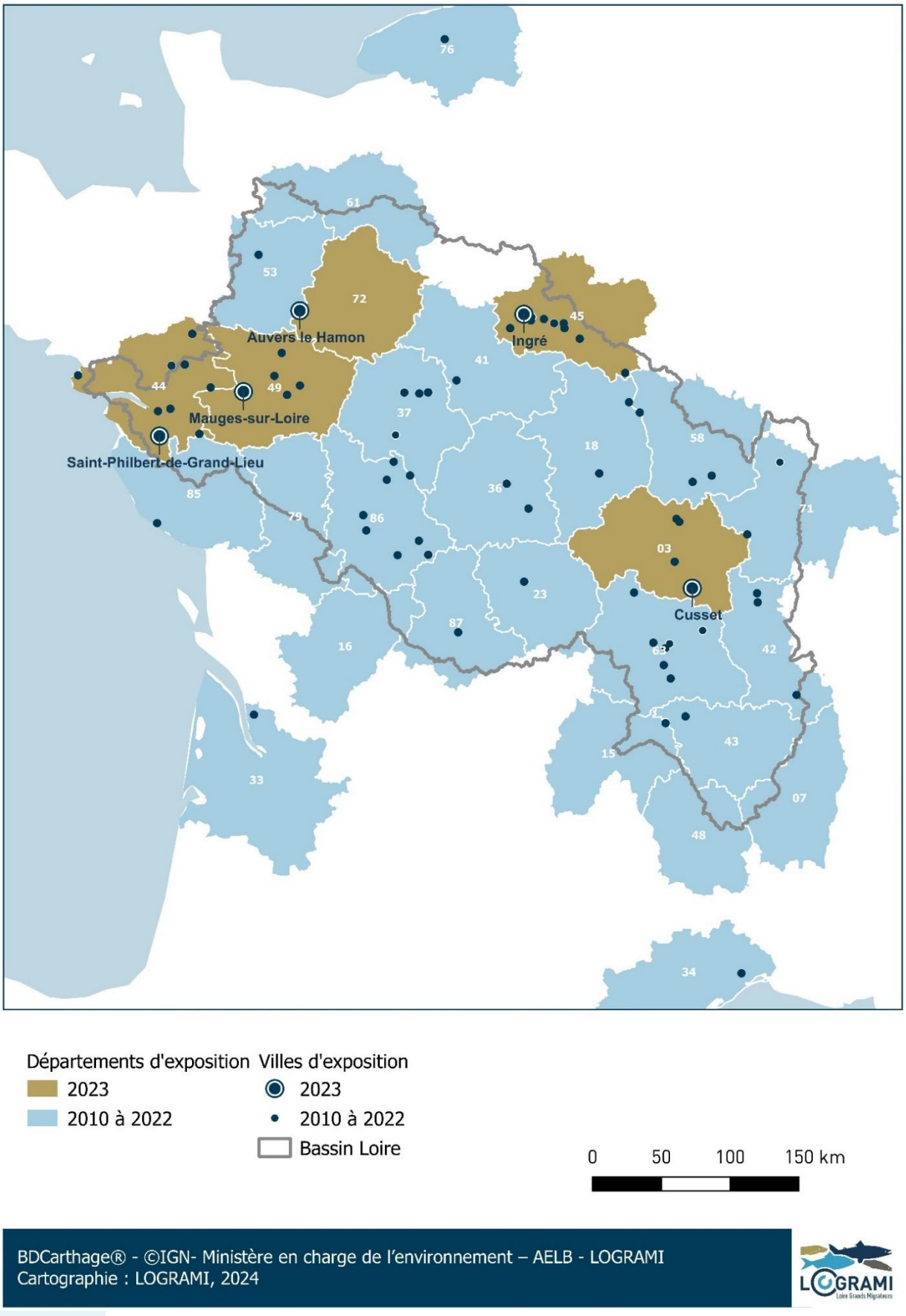


Figure 499 : Lieux et départements d'exposition de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2023

13.4. Conclusion

La communication des informations issues de ce programme d'actions est réalisée à la fois vers les acteurs et gestionnaires de l'eau, des milieux aquatiques et de la biodiversité et également vers le grand public.

En 2023, la valorisation vers les acteurs et gestionnaires a été accomplie aux plans national et international. Nous avons également participé au colloque SALAMANDRE en suisse ce qui a permis d'élargir les horizons. Au niveau du bassin, la participation aux réunions et groupes de travail constitue également un volet important de la restitution des informations avec la présence de l'association à un grand nombre de réunions. Celles-ci concernent les Contrats territoriaux, les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (Commissions, CLE, études HMUC), les réunions sur les règlements d'eau et la continuité écologique, les réunions Natura 2000 et les groupes de travail du PLAGEPOMI. Par ailleurs, en 2023, les deux journées de restitutions techniques organisées à la fois en présentiel et en visio-conférence par LOGRAMI ont permis de présenter la synthèse des connaissances de l'année. La plaquette « Actions Phares » synthétisant les grands résultats du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs de 2022 a été imprimée et diffusée à 2 300 exemplaires

Outre les données de comptage mises à jour et à disposition régulièrement sur le site de LOGRAMI, 1653 éléments ont été téléchargés dont Actions phares, des Rapports et documents. Enfin, chaque année, des données issues des suivis et études sont transmises aux partenaires qui en font la demande. Ainsi, en 2023, onze demandes ont fait l'objet de l'envoi de fichiers de données.

Parmi les outils de valorisation des connaissances vers le grand public, le site internet et la page Facebook sont des outils incontournables. Egalement, un projet pédagogique d'ampleur a été mené avec la réalisation de la bande-dessinée « Voyage avec les anguilles » qui retrace l'épopée de huit anguilles progressant sur le bassin de la Loire et dans les marais côtiers. Les conférences, animations et interviews ont été nombreuses en 2023 concernant. Pour finir, l'exposition itinérante a été empruntée et présentée dans les départements du Maine-et-Loire, de la Sarthe, de la Loire-Atlantique, de l'Allier et du Loiret.

Synthèse LOGIPOMI 2023

Conditions environnementales de l'année 2023

En 2023, sur le bassin de la Loire, les indices hydrologiques calculés sur chaque station durant l'hiver (janvier à mars 2023), le printemps et l'été sont tous déficitaires avec des valeurs en moyenne 2 fois inférieures aux données antérieures sur ces différents sites de référence

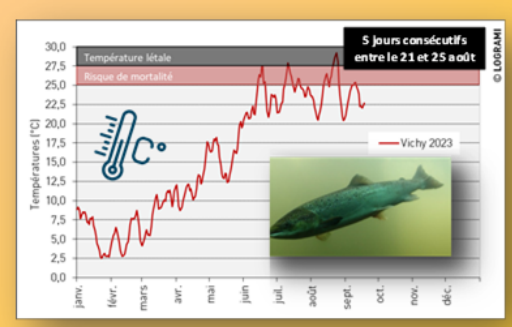
Ces débits critiques sont très défavorables au processus migratoire de montaison et de dévalaison de l'ensemble des poissons migrateurs du bassin Loire

La fin d'année avec un automne pluvieux sur la majorité des axes du bassin de la Loire favorisant la dévalaison des ravalés et des anguilles argentées notamment sur l'axe Vienne (arrêts de turbinage)

Une trentaine de sondes est répartie au sein du bassin Loire

En termes de températures de l'eau, l'année 2023 est définie par un temps estival chaud et très ensoleillé dès la fin de saison printanière et ce jusqu'au début de l'automne

Une vague de chaleur intense et extrêmement précoce à compter du mois de juin. Sur l'ensemble des principaux axes, les températures élevées entre juin et octobre (en moyenne mensuelle + 1,8 °C +/- 0,8)



Ce scénario cumulant faibles débits et températures élevées se reproduit plus fréquemment ces dernières années. Il est urgent d'agir sur la continuité écologique et sur les niveaux de débits biologiques

continuité écologique

24 000 obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire

1 189 ouvrages équipés de 1 ou plusieurs dispositif(s) de franchissement pisciaires à la montaison, soit **5,6 %**

46 ouvrages aménagés à la montaison et/ou à la dévalaison au cours des années **2016-2023** sur les cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire

8 % des 613 ouvrages du plan d'actions apaisé de la continuité écologique (PAPARCE)

17 ouvrages / 100 km de cours d'eau sur le sous bassin Mayenne-Sarthe-Loir à **29 / 100 km** sur le sous bassin Vienne-Creuse

49 % aménagés à la montaison des 131 ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire (16,5 % des ouvrages prioritaires et 1% des ouvrages), et 39 % de ces aménagements non fonctionnels

773 ouvrages du bassin Loire à usage hydroélectrique

39 % aménagés pour la dévalaison parmi les 49 ouvrages à enjeux essentiels ayant un usage hydroélectrique, dont 11 % sont considérés comme non fonctionnels.

Synthèse sur la période 2016-2023 :

Allier : 22 ouvrages aménagés à la montaison et 10 à la dévalaison

Creuse : 0 ouvrages aménagés

Vienne : 7 ouvrages aménagés à la montaison et 3 à la dévalaison

Cher : 3 ouvrages aménagés à la montaison

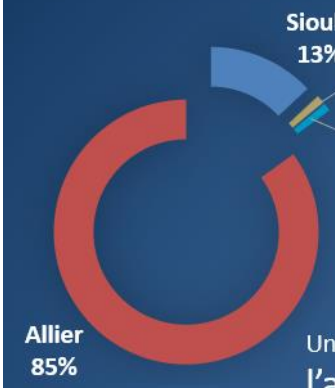
Maine : 12 ouvrages aménagés à la montaison

Le Saumon atlantique

Saumons à Vichy en 2023 par rapport à 2011-2017

En 2023, 113 saumons plus faibles constatés depuis 1997

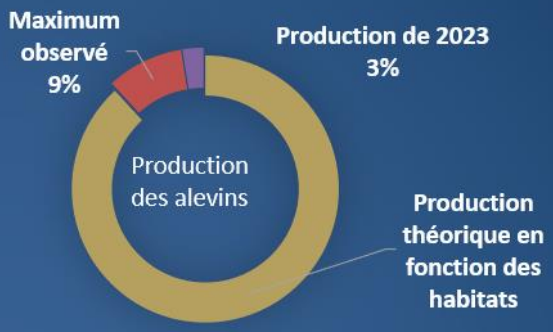
Répartition des saumons en migration de montaison



Une population centrée sur l'axe Allier

Moins bonne production jamais observée depuis 2000 de 67 052 tacons 0+ (9,3 % du max observé),

Part des alevins natifs faible équivalente à celle de 2020 (15,8 %)



Taux de transfert de 26 % +/- 8 pour 184 km parcourus entre Vichy et Langeac

En 2023,

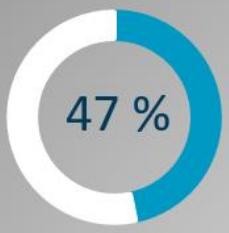
Une dynamique de population au plus mal :

- des conséquents **déficits de débits printaniers** limitent la montaison des géniteurs et la dévalaison des smolts
- Des **crues dévastatrices** réduisent à néant les fraies de saumons (crue déc. 2019 (Allier) et une mortalité conséquente des alevins (natifs et déversés) avec une crue de printemps 2020 (Allier)
- Des **températures fin de printemps et estivales trop chaudes** entrainent de la surmortalité
- Une **survie en mer difficile** témoignée par des faibles retours sur d'autres bassins

Retours Géniteurs 2023	Reproduction Géniteurs	Développement alevins	Dévalaison Smolts	Montaison Géniteurs
2 ans de mer	Déc. 2019	2020	Printemps 2021	Printemps 2023
3 ans de mer	Déc. 2018	2019	Printemps 2020	Printemps 2023

L'anguille européenne

Présente sur toutes les stations de comptage, y compris les plus amont à 883 km de la mer sur l'axe Allier (Poutès) et 736 km sur l'axe Loire (Roanne).

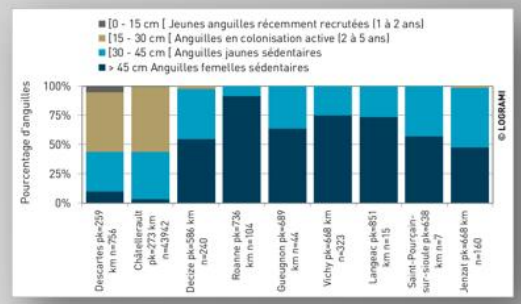


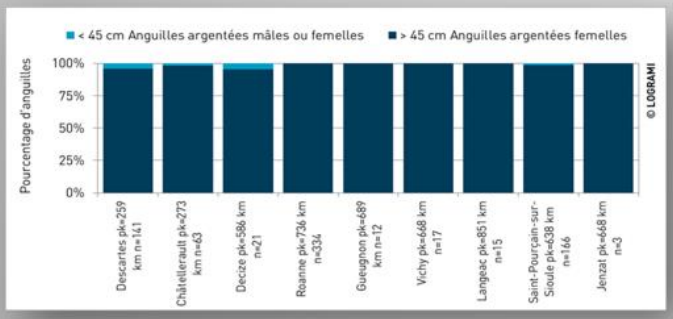
Effectif 2023 vs maximum (2021)

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, 8 186 anguilles ont été comptées. Sur les six dernières années, les effectifs annuels ont dépassé à quatre reprises les 8 000 individus,.

La migration aux stations de comptage est située essentiellement entre début juin et début juillet selon la distance à la mer.

La majorité des anguilles comptées sur le bassin Vienne mesure moins de 30 cm (de 2 à 5 ans). Les proportions d'anguilles supérieures à 45 cm, correspondant aux anguilles femelles sont largement majoritaires aux stations de l'amont (Allier et Loire) situées à plus de 600 km de la distance à la mer.

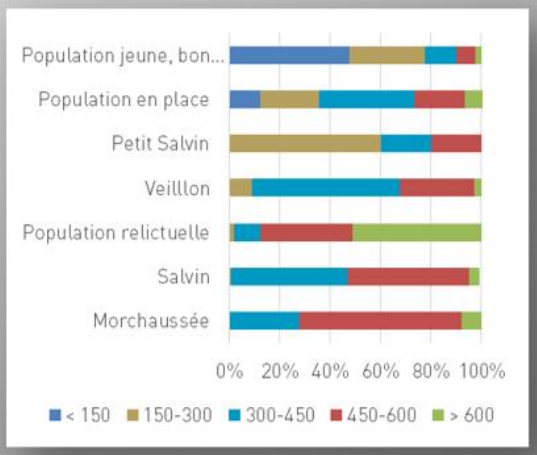




L'analyse biométrique des anguilles dévalantes indique que la taille médiane est corrélée avec la distance à la mer des stations de comptage.

La très grande majorité des anguilles argentées observées seraient des femelles (99 % des individus comptés > 45 cm).

L'étude dans le marais de la Basse Vallée de la Vie définie une population d'anguilles établie depuis une période prolongée, la classant ainsi comme quasi-relictuelle avec un déficit de recrutement, la présence d'individus «cuivrés», ainsi que la persistance de femelles. Il a ainsi été démontré que la production d'anguilles dépend conjointement de la perméabilité des prises d'eau et de leur gestion efficace.

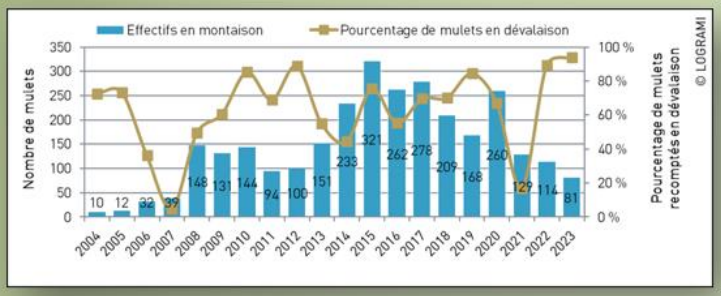


Le mulet porc

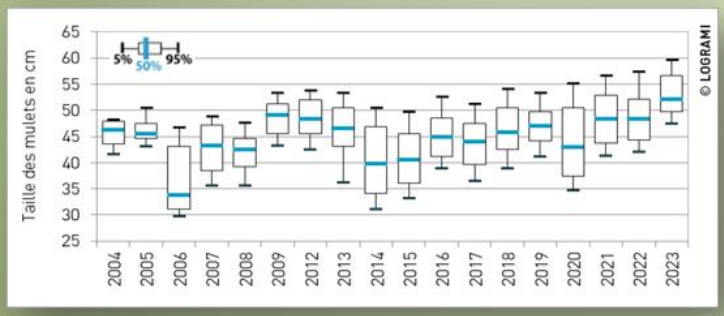
Effectif 2023 vs maximum (2015)

L'essentiel de la migration de montaison est contrôlé aux **stations de comptage du bassin de la Vienne**. Quelques individus ont été observés entre 2008 et 2018 aux stations de comptage de Decize sur la Loire et de Vichy sur l'Allier mais plus aucun depuis 2013.

En **2023, l'effectif (81 individus)** est l'un des **plus faibles** constatés depuis 2007. Depuis 2015, le nombre de mulets franchissant le barrage de Châtellerault **diminue d'année en année.**



Tout comme en 2022, **la quasi-absence de mulets de petites tailles** pourrait être liée à une baisse du renouvellement de la population.



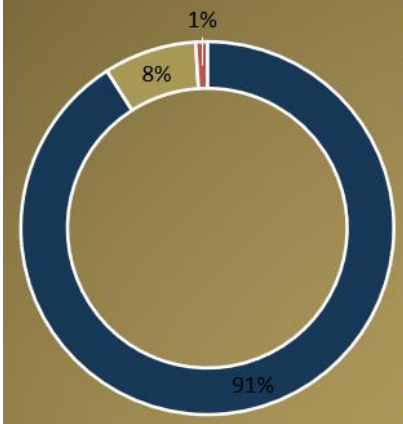
La taille des mulets observés aux stations de comptage est par ailleurs dépendante de la saison : les individus les plus âgés arrivent en début de période de migration alors que les plus petits sont observés en été lorsque les conditions de migration.

Malgré une réticence à emprunter la passe à poissons (seule voie de passage possible) en dévalaison, il existe un **lien fort entre les conditions hydrologiques et le pourcentage dévalant** par la passe à poissons (94 % des mulets comptés en montaison 2023 ont réemprunté la passe à poissons en dévalaison).

Il semble donc nécessaire de **mettre en place une voie spécifique de dévalaison** répondant aux exigences en termes de continuité écologique pour leur dévalaison.

La lamproie marine

Effectif 2023 vs 2007 (maximum)



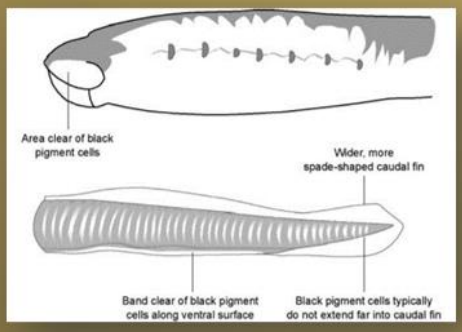
En 2023, 14 géniteurs observés sur l'ensemble des stations de comptage d'entrée d'axes (20 géniteurs avec estimation à Descartes). Très loin des 92 888 lamproies de 2007.

Depuis 2007, la répartition des effectifs est quasi exclusivement sur le bassin de la Vienne.

6 années consécutives sans lamproie sur les parties amont de la Loire

Les indices hydrologiques ont été déficitaires sur l'ensemble des stations durant la période de montaison et de reproduction des lamproies.

50 sites d'échantillonnages des ammocètes sur 75 km en aval des stations de comptage du bassin vienne



3 % de l'échantillon (265 ammocètes) sont des juvéniles de l'année (0^+)

En l'absence d'une reproduction efficace en 2024, les effectifs d'ammocètes pourraient baisser drastiquement.

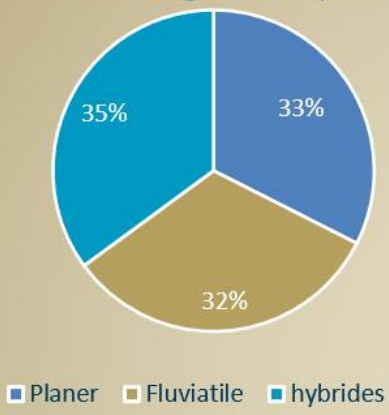
Passé l'artefact de 2020, c'est l'ensemble de la dernière population de Lamproies marines du bassin Loire qui risque de disparaître.

La lamproie fluviatile

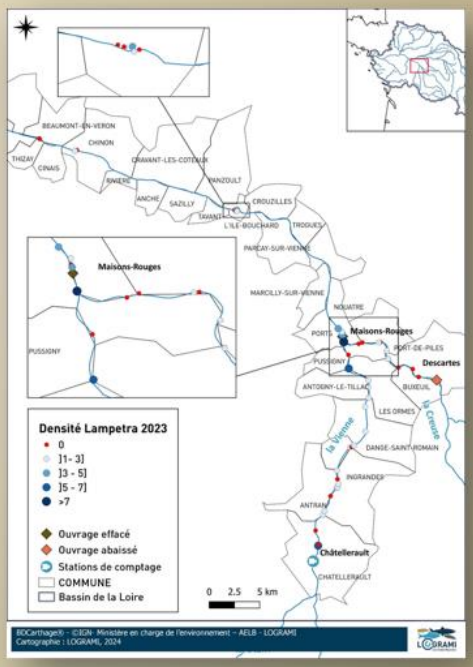
La Lamproie fluviatile réalise une **migration portée** comme parasite de grand migrateur, les observations aux stations de comptage montrent que l'espèce la plus utilisée **est l'alose**.

244 individus du genre Lampetra ont été échantillonnés **72 en 2023**.

Distinction du genre Lampetra



La **génétique distingue** sur 83 individus (échantillons 2021 et 2022), **1/3 de chaque espèce.**



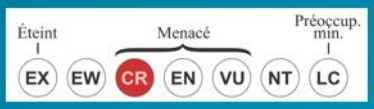
Les secteurs de la **confluence Vienne-Creuse et la commune de Châtellerault** sont des zones **préférentielles** pour la reproduction des Lampetra dans le bassin de la Vienne.

La durée du cycle de la Lamproie fluviatile pouvant atteindre huit ans (entre 4 et 6 ans en rivière et 1 à 2 ans en mer), **l'acquisition de données pluriannuelles** est primordiale pour appréhender au mieux la dynamique de cette population.

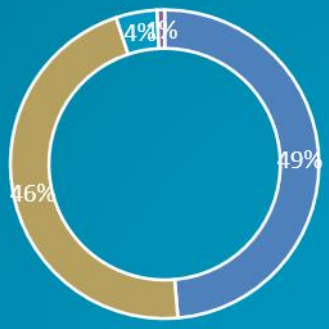
a poursuite de l'étude dans les années à venir devrait permettre d'acquérir de nouvelles données permettant connaitre la dynamique de la population ainsi **que sa répartition plus précise à l'échelle du bassin de la Loire.**

Les aloses

Effectif 2023 vs 2007 (maximum)



En 2023, 255 géniteurs observés sur l'ensemble des stations de comptage d'entrée d'axes (avec estimation à Descartes). Très loin des 30 818 aloses de 2007.



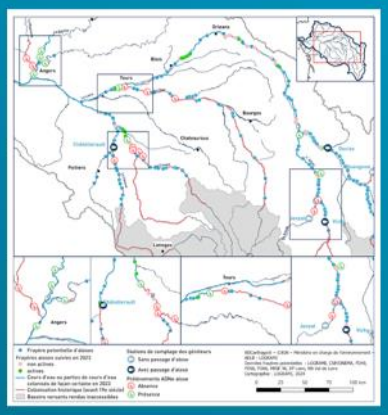
Depuis 2007, la répartition des effectifs est orientée sur le bassin de la Vienne. 95% des aloses en 2023.

6 années consécutives avec un indice hydrologique inférieur à 1. Avec 0,5 sur les 6 premiers mois de l'année 2023, ce qui démontre un sévère manque d'eau sur la partie basse de la Loire avant et pendant la migration.

2 frayères potentielles pour la reproduction de l'Alose ont été retenues sur 51,4 km cartographiés depuis la commune de Langeais jusqu'à Saumur (département 49)

Les aloses sont majoritairement âgées de 4 ans (77 %) elles seraient donc issues de la reproduction de 2019, année durant laquelle seulement 520 aloses ont été comptées sur l'ensemble du bassin de la Loire.

192 suivis des bulls sur 45 frayères potentielles, 4 mai au 20 juin
950 heures d'écoute
15 frayères actives (33%) concentrées en Loire moyenne et Vienne



Présence de l'alose sur 8 stations sur 20 échantillonnées par ADNe, diminution du linéaire colonisé de 55% pour le bassin Vienne-Creuse et 28% pour le secteur Loire-Allier

0 aloson capturé sur cinq nuits d'échantillonnages à la senne début septembre et fin septembre.

La truite de mer

En 2023, **0 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 Châtellerault depuis 2004, 31 à Descartes entre 2007 et 2021 et 0 à Decize depuis 2009). La moyenne interannuelle, depuis 2007, est de 5 individus (+/- 4).

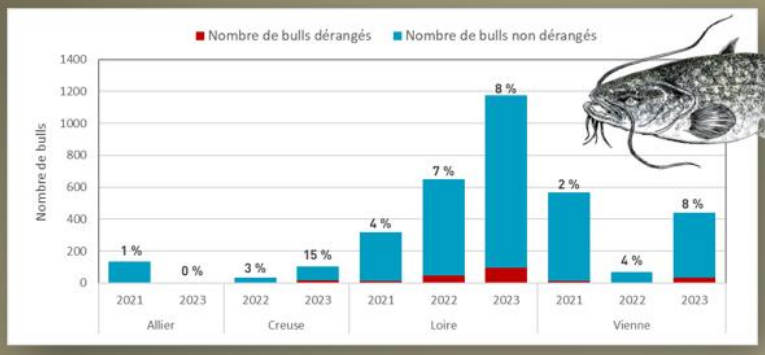
Ces effectifs sont extrêmement faibles et confirment **l'absence de population installée sur les axes contrôlés.**

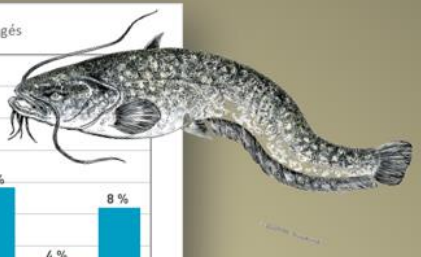
Le silure glane

augmentation des effectifs à compter de 2012

En moyenne **8 % des bulls** sont considérés comme **dérangés en 2023.** Tendance à l'augmentation depuis 2021.

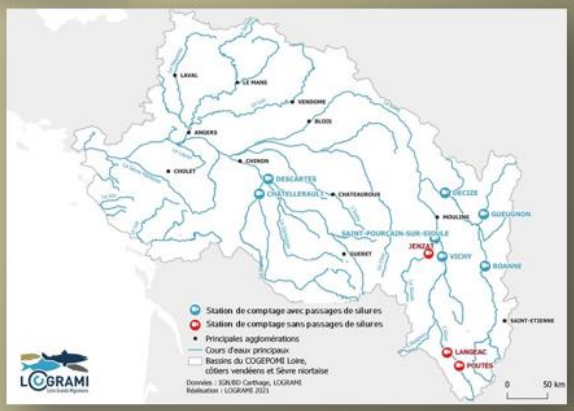
0 acte de prédation constaté **devant** les vitres des stations de comptage





En 2023, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent **478 individus** (+263 passages estimés statistiquement à Descartes sur la Creuse).

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**.



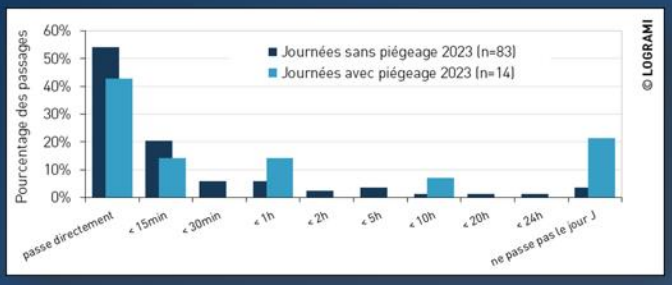
Trois groupes de stations en fonction des effectifs comptabilisés sur le bassin de la Loire : la Loire amont avec Roanne, l'Allier avec Vichy et le bassin de la Vienne avec Descartes et Châtellerault

L'augmentation du nombre d'individus de grande taille (>170 cm), notamment en aval du bassin sur la Creuse et la Vienne, témoigne d'une installation plus avancée de la population avec la possibilité d'une stabilisation des effectifs voire une régression par rétrocontrôle dû à la prédation des grands individus sur les juvéniles (<80 cm).

Les prochaines années diront **si** l'année 2023 caractérise le **début d'une baisse des effectifs durable.**

Le Soutien d'effectif saumon

Retards (en moyenne 39 minutes) voire des refus de passage des saumons au pont barrage de Vichy



En 2023, **7 saumons** ont été prélevés par le CNSS

En moyenne, **36 individus (+/- 15)** par an depuis 1997, sont extraits de la rivière pour participer au programme de soutien d'effectifs

Implantation de 5,9 % de la mise en charge en œufs fécondés (moyenne 7,4 %), de l'incubateur à saumons sur le Renaison (Commune de Riorges, 42), affluent en rive gauche de la Loire dépourvu de reproduction de saumon

320 745 alevins de pisciculture déversés sur le bassin de l'Allier **en 2023** par le Conservatoire National du Saumon Sauvage

Production totale de l'**Allier** de **57 418 tacons 0+** issus d'alevins de **pisciculture**

Implantation globale de sur le bassin de l'Allier de **17,9 %.** Les conditions environnementales printemps-été de l'année 2023 ont été **pénalisantes**

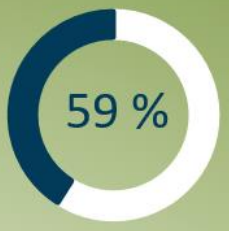
60 % (+/- 11) Part d'individus issus de la **reproduction naturelle** sur l'Allier

2 à 4 saumons sont de retour **pour 10 000 alevins déversés**

0 alevin déversé de pisciculture sur la Gartempe, Dore, Sioule, Couze Chambon, Couze Pavin, Couze d'Ardes et Senouire

0 smolt déversé

Restitution du programme



Réunions en présentiel

181 Réunions de restitutions et d'aide à la gestion

208 (+/-69) visites **par jour** sur le site web **lograMi.fr**

2 journées de restitutions techniques organisées à la fois en présentiel et en visio-conférence.

11 fichiers de données pour les partenaires **scientifiques**

1 653 documents téléchargés sur le site web **lograMi.fr** et **183 tableaux de données** des stations de comptage

2 300 « Actions Phares » imprimées et **111 téléchargées**

56 participants de **40 organismes différents**

78 présents aux **Rencontres migrateurs** 'Un poisson ça vit dans l'eau' en 2023

22 « LOGRAMI Actu' » envoyées par messagerie aux inscrits

155 220 vues sur facebook

17 jours de conférence et animations vers le grand public

5 Départements pour **l'exposition itinérante**

1 bande-dessinée
« Voyage avec les anguilles » ,

Bibliographie

Acou, A., Laffaille, P., Legault, A., & Feunteun, E. (2008). Migration pattern of silver eel (Anguilla anguilla, L.) in an obstructed river system. *Ecology of Freshwater Fish*, 432-442.

Adam, G., Feunteun, E., Prouzet, P., & Rigaud, C. (2008). *L'anguille européenne : Indicateurs d'abondance et de colonisation*. Editions Quae.

AEAG. (2018). *Etat ecologique 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. (2021a). *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. (2021b). *Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2019* (p. 211) [Rapport d'étude].

Association LOGRAMI. (2022). *Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2021. Recueil de données biologiques 2021 sur les poissons migrateurs du bassin Loire.* (p. 497).

Association LOGRAMI. (2023). *LOGIPOMI. Programme de recherche appliquée en faveur des poissons migrateurs 2022* (p. 501). Association LOGRAMI.

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.

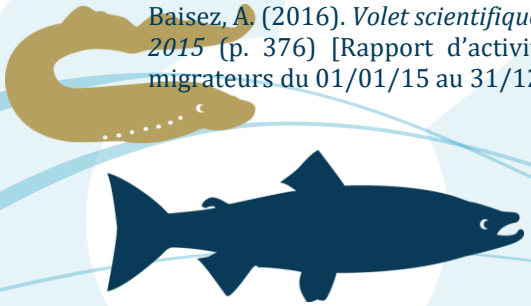
Bach, J. M., Lelièvre, M., & Trotet, M. (2008). *Expertise du système de dévalaison de Naussac II et évaluation globale des conditions de dévalaison des saumons sur l'Allier* (p. 77 pages). LOGRAMI.

Bach, J. M., Parouty, T., 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., Rimbert, L., Duperray, A., & Baisez, A. (2017). *Rapport d'activité du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs du 01/01/16 au 31/12/16*. Association LOGRAMI.

Bach, J. M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., PORTAFAIX, P., Cloastre, T., Jego, Y., Kordek, J., Rimbert, L., & Baisez, A. (2016). *Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, année 2015* (p. 376) [Rapport d'activité du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs du 01/01/15 au 31/12/15]. Association LOGRAMI.



Bach, J. M., Parouty, T., 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.

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.

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. (2015). *Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2014* (p. 291). Association LOGRAMI.

Bachelier, R. (1963). L'histoire du saumon en Loire. *Bulletin Français de Pisciculture*, *211*, 49-70.

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) : Preferendums physiques et variations annuelles (1976-1980). *Acta Oecologica*, *3*, 241-256.

Baglinière, J.-L., & Élie, P. (2000). *Les aloses, Alosa alosa et Alosa fallax spp : Écobiologie et variabilité des populations*. Institut national de la recherche agronomique.

Baisez, A. (2001). *Optimisation des suivis des indices d'abondances et des structures de taille de l'anguille européenne (Anguilla anguilla, L.) dans un marais endigué de la côte atlantique, Relations espèce—Habitat.* [Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Toulouse III]. Université de Toulouse III - Paul Sabatier.

Baran, P. (2012). *Gestion des débits : Comment concilier tous les intérêts et usages ? La gazette officielle de la pêche et de l'eau. P. 4.*

Bardonnet, A., & Baglinière, J.-L. (2000). Freshwater habitat of Atlantic salmon (Salmo salar). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(2), 497-506.

Beall, E., & Marty, C. (1983). Reproduction du saumon atlantique (Salmo salar L.) en milieu semi-naturel contrôlé. *Bulletin Français de Pisciculture*, *289*, Article 289.

Beaulaton, L., Briand, C., & Chapon, P.-M. (2015). *Anguille. Analyse des données d'argenture acquises en France*. ONEMA, INRA, IAV.

Bhattacharya, C. G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into gaussian componants. *biometrics*, 115-135.

Boisneau, C. (2015). *ALOSA 2012-2013, Suivi des aloses en Loire moyenne et approche de la prédation par le silure* (p. 91). Université de Tours, CITERES IPAPE.

Boisneau, C. (2018). *ALOSA 2016-17, Suivi des aloses en Loire moyenne 2016 et 2017 et première approche d'une estimation des densités de silures en Loire moyenne* (p. 99). Université de Tours, CITERES IPAPE.

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.

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].

Bouyssonnie, W., Filloux, D., & Levieux, G. (2022). *Suivi de la dévalaison des juvéniles de grande alose sur la Garonne et la Dordogne*.

Briand, C., Chapon, P.-M., Beaulaton, L., Drouineau, H., & Lambert, P. (2018). *Eel density analysis (EDA 2.2.1). Escapement of silver eels (Anguilla anguilla) from French rivers. 2018 report*. EPTB Vilaine, AFB-INRA, IRSTEA.

Campagno, A. (2019). *Analyses et comparaison des données de reproduction de l'Alose sur le bassin versant de la Loire*.

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.

Civade, R. (2016). *L'ADN environnemental, méthode moléculaire d'étude de la biodiversité aquatique Une approche innovante* [AgroParisTech].

Cohendet, F. C. (1993). *Le saumon de l'Allier : Son histoire, sa vie, son devenir*.

Conservatoire National du Saumon Sauvage. (2007, décembre 21). *Report of the scientific committee—Chanteuges—24-25 May 2007*.

Cossard, L. (2023). *Evaluation de l'état de conservation de trois lagunes du marais de la Basse Vallée de la Vie. Rapport de stage master 1 Sciences de l'eau de l'année universitaire 2022/2023.* (p. 30). Université de Rennes 1.

Cosyns, A., Sénécal, A., & Baisez, A. (2013). *Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique.* Association LOGRAMI.

Crisp, D. T. (1993). *The environmental requirements of salmon and trout in fresh water* [Article].

Dartiguelongue, J. (2020). Guide pour la conception d'une station de vidéocontrôle dans une passe à poissons. L'expérience française : Critères, matériels et pratiques. *Rome, FAO*, 102.

Davey, A. J. H., & Jellyman, D. J. (2005). Sex Determination in Freshwater Eels and Management Options for Manipulation of Sex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *15*(1-2), 37-52.

Decaux, C. (2022). *Mise en œuvre d'un diagnostic de l'état de la population d'anguilles préalablement à la restauration de trois marais côtiers vendéens.* (p. 85). Mémoire présenté en vue de l'obtention du Master Ecologie Opérationnelle. Facultés de l'Université catholique de Lille.

Dejean, T., Valentini, A., Duparc, A., Pellier-Cuit, S., Pompanon, F., Taberlet, P., & Miaud, C. (2011). Persistence of Environmental DNA in Freshwater Ecosystems. *PLoS ONE*, *6*(8), e23398.

Docker, M. F. (Éd.). (2015). *Lampreys : Biology, Conservation and Control: Volume 1*. Springer Netherlands.

Dolais, K. (2021). *Protocole optimisé de suivi de la reproduction de l'Alose fixant le nombre de nuits de suivis minimal et les pertes de données associées* (p. 44) [Rapport de stage de Licence Professionnelle Milieux Aquatiques et Eaux Pluviales].

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.

Durif, C. (2003). *La migration d'avalaison de l'anguille européenne Anguilla anguilla : Caractérisation des fractions dévalantes, phénomène de migration et franchissement d'obstacles*.

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-québecois sur l'intégration des technologies modernes à la gestion des poissons dulcicoles et amphihalins. Québec, juin 1992. Ministère de l'Environnement et*, 29-42.

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.

Faure, J.-P., & Tanzili, J.-C. (2016). *L'installation du silure dans le bassin du Rhône : Bilan de trois décennies de suivi de l'espèce* (p. 50) [Rapport final]. Fédération du Rhône et de la Métropole de Lyon pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, Tanzili Aventures.

Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques. (2023). *Etude de l'impact des seuils sur le réchauffement des eaux de la Sioule dans sa traversée du département de l'Allier—Résultats 2022* (p. 26).

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*.

Gautier, D., & Hussenot, J. (2005). *Les mulets des mers d'Europe—Synthèse des connaissances sur les bases biologiques et les techniques d'aquaculture* (Quae).

Gueguen, J., & Prouzet, P. (1994). *Le saumon atlantique, biologie et gestion de la ressource* (Vol. 332p).

Hansen, M. J., Adams, J. V., Cuddy, D. W., Richards, J. M., Fodale, M. F., Larson, G. L., Ollilla, D. J., Slade, J. W., Steeves, T. B., Young, R. J., & Zerrener, A. (2003). Optimizing larval assessment to support sea lamprey control in the Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*, *29*, 766-782.

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.

Hébert, M., Dupré, N., Barral, M., Messiaen, G., Oheix, J., Deslous-Paoli, J., d'Orbcastel, E. R., & Laugier, T. (2012). *Programme de réimplantation d'herbiers de phanérogames (Zostera noltii/ Ruppia cirrhosa) dans les lagunes de Bages, Ingril et Thau (Languedoc-Roussillon – France).*

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).

Hoar, W. S. (1988). *The physiology of smolting Salmonids.* (In Fish physiology (Vol. 11, pp. 275-343). Academic Press.).

Jatteau, P., & Charles, K. (2010). *Analyse de la sensibilité des jeunes stades de grande alose Alosa alosa aux facteurs de l'environnement*.

Jatteau, P., & Fraty, R. (2012). *Etude de la tolérance à l'hypoxie des juvéniles de grande alose (Alosa alosa)*.

Jonsson, B., & Ruud-Hansen, J. (1985). Water Temperature as the Primary Influence on Timing of Seaward Migrations of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *42*(3), 593-595.

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. (2011). *Les Poissons d'eau douce de France* (Muséum national d'Histoire naturelle). Biotope.

Lachance, & Caron. (2003). *Performance des ensemencements de smolts pour le saumon atlantique* (p. 21).

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.

Laffaille, P., & Rigaud, C. (2008). Indicateurs de colonisation et de sédentarisation. L'anguille européenne, Indicateurs d'abondance et de colonisation. In *L'anguille européenne, Indicateurs d'abondance et de colonisation* (p. 230-275). QUAE.

Lasne, E., & Laffaille, P. (2008). Analysis of distribution patterns of yellow European eels in the Loire catchment using logistic models based on presence-absence of different size-classes. *Ecology of Freshwater Fish*, *17*(1), 30-37.

Le Brech, D. (2009). *Synthèse bibliographique sur le saumon atlantique (de la reproduction au stade du tacon)* (p. 26). FDPPMA 35.

Le Clerc, J. (1941). Note sur des essais de multiplication artificielle de l'alose dans le bassin de la Loire. *Bulletin Français de Pisciculture*, *123*, 27-37.

Le Peru, Y. (2020). *Opération d'alevinage de civelles sur la Creuse et la Vienne en 2019—Suivi à 1 an*. Fishpass.

Le Peru, Y. (2022a). *Opération de repeuplement de civelles sur la Creuse et la Vienne en 2019 Suivi à 3 ans*. Fishpass.

Le Peru, Y. (2022b). *Opération de repeuplement de civelles sur la Loire aval (conf. Vienne) en 2021 Suivi à 1 an*. Fishpass.

Lecerf, A. (2001). *Etude de la migartion de dévalaison des alosons (Alosa sp.) en Loire moyenne à partir des captures accessoires effectuées au filet lors des pêches professionnelles à la friture*. MST IMACOF.

Lelièvre, M., & Steinbach, P. (2008). *Etat migratoire de la Sioule—Expertise détaillée de l'axe Sioule et de l'impact des ouvrages sur la circulation des poissons migrateurs* (p. 19). LOGRAMI-ONEMA.

Lemonnier, A. (2019). *Dynamique de la population de mulet porc Chelon Ramada dans le bassin de la Vilaine*. EPTB Vilaine.

Lochet, A. (2006). Dévalaison des juvéniles et tactiques gagnantes chez la grande alose Alosa alosa et l'alose feinte Alosa fallax : Apports de la microchimie et de la microstructure des otolithes. *Université Bordeaux I, Bordeaux*, 220.

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.

Maitland, P. S. (Peter). (2003). *Ecology of the river, brook and sea lamprey : Lampetra fluviatilis, Lampetra planeri and Petromyzon marinus*. English Nature.

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*.

Martin, P., Rancon, J., Segura, G., Laffont, J., Boeuf, G., & Dufour, S. (2012). Experimental study of the influence of photoperiod and temperature on the swimming behaviour of hatchery-reared Atlantic salmon (Salmo salar L.) smolts. *Aquaculture*, *362-363*, 200-208.

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).

McCormik, 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.

Mennesson-Boisneau, C., Boisneau, P., & Baglinière, J.-L. (1986). *Premieres observations sur les caracteristiques 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. (1999). *Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumons atlantique. Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur les bassins de l'Allier et de l'Arroux* (p. 66). LOGRAMI, CSP.

MNHN. (2015). *Fiche Espèce Lamproie Marine* (p. 4).

Mock, D. W., & Mock, K. C. (1980). Feeding Behavior and Ecology of the Goliath Heron. *The Auk*, *97*(3), 433-448.

Pont, D., Rocle, M., Valentini, A., Civade, R., Jean, P., Maire, A., Roset, N., Schabuss, M., Zornig, H., & Dejean, T. (2018). Environmental DNA reveals quantitative patterns of fish biodiversity in large rivers despite its downstream transportation. *Scientific Reports*, *8*(1), 10361.

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.

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 Armoricain. *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.

Richard, A. (2017). *Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles.* CSP.

Rivard, Q. (2012). *Suivi de migration et de reproduction de la lamproie marine (Petromizon marinus)* [Rapport de stage de Master 2ème année Biologie et Environnement]. Université Blaise Pascal.

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.

Rougeaux, G., Lafage, D., Gauvin, A., & Baisez, A. (2023). *Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs. Volet scientifique : Front de colonisation de l'anguille européenne sur le Bassin Loire* (p. 53). Association LOGRAMI.

Sauvadet, L. (2023). *Suivi des incubateurs de l'Arçon, de Blassac et de Laprade pour 2023* (p. 14). Association protectrice du saumon.

Slade, J. W., Adams, C. E., Christie, G. C., Cuddy, D. W., Fodale, M. F., Heinrich, J. W., Quinlan, H. R., Weise, J. G., Weisser, J. W., & Young, R. J. (2003). Techniques and methods for estimating abundance of larval and metamorphosed sea lampreys in Great Lakes tributaries, 1995 to 2001. *Journal of Great Lakes Research*, *29*, 137-151.

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.

Stich, D. S., Zydlewski, G. B., Kocik, J. F., & Zydlewski, J. D. (2015). Linking Behavior, Physiology, and Survival of Atlantic Salmon Smolts During Estuary Migration. *Marine and Coastal Fisheries*, *7*(1), 68-86.

Taverny, & Elie, P. (2010). *Les lamproies en Europe de l'Ouest : Écophases, espèces et habitats*. Editions Quae.

Taverny, Urdaci, M., Elie, A. M., Beaulaton, L., Ortusi, I., Daverat, F., & Elie, P. (2005). *Biologie, écologie et pêche des lamproies migratrices (agnathes amphihalins) : Rapport final-Troisième tranche fonctionnelle*. irstea.

Tentelier, C. (2018). *Optimiser l'estimation des effectifs de géniteurs d'alose par l'observation du comportement reproducteur individuel*.

Tentelier, C., Dhamelincourt, M., Rives, J., & Beaulaton, L. (2021). *Les Nids De Lamproie Marine Comme Indicateurs Du Nombre Et Du Phénotype Des Géniteurs*. 29.

Thioulouse, G. (1972). *Le comportement du saumon : Essai d'éthologie du saumon de l'Allier*. Plein Air Service.

Thomsen, P. F., Kielgast, J., Iversen, L. L., Wiuf, C., Rasmussen, M., Gilbert, M. T. P., Orlando, L., & Willerslev, E. (2012). Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA : SPECIES MONITORING BY ENVIRONMENTAL DNA. *Molecular Ecology*, *21*(11), 2565-2573.

Thorstad, E. B., Økland, F., Westerberg, H., Aarestrup, K., & Metcalfe, J. D. (2013). Evaluation of surgical implantation of electronic tags in European eel and effects of different suture materials. *Marine and Freshwater Research*, *64*(4), 324-331.

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.

Valadou, B. (2007). Le silure glane (Silurus glanis, L.) en France. Evolution de son aire de répartition et prédiction de son extension. *Conseil Supérieur de la Pêche, Fontenay-sous-Bois, France*.

Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The journal of geology*, *30*(5), 377-392.

Table des figures

Figure 1 : Cartographie des espèces et stades étudiés dans ce programme de recherches appliquées identifiés par axe fluvial (Sources LOGRAMI) 12
Figure 2 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Données : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr) 14
Figure 3 : Indices hydrologiques 2023 durant la période hivernale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 15
Figure 4 : Indices hydrologiques 2023 durant la période printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 16
Figure 5 : Indices hydrologiques 2023 durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 18
Figure 6 : Indices hydrologiques 2023 durant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 19
Figure 7 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques références du bassin de la Loire durant l'automne 2023 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 21
Figure 8 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrométriques de référence en 2023 (Données hydro : DREAL Pays de Loire / Hydro – MEDD/DE) 23
Figure 9 : Localisation des sondes de températures de l'eau suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI) 25
Figure 10 : Amplitudes des températures journalières sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur les cours d'eau du bassin de la Loire en 2023 (Sources : LOGRAMI) 27
Figure 11 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 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) 29
Figure 12 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 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) 30
Figure 13 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 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) 31
Figure 14 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2023 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) 32
Figure 15 : Vues de l'amont de la passe à bassins (à gauche) et d'un exutoire de dévalaison (à droite) au niveau de l'usine hydroélectrique de Langeac (rive gauche) sur l'Allier (Source : LOGRAMI) 35
Figure 16 Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du Loire amont-Allier 36
Figure 17 : Brèche formée au centre du seuil d'Yzeures-sur-Creuse début décembre 2023 (Source : FDPPMA 36) 37
Figure 18 : Débits journaliers sur la Vienne à Chauvigny du 16/12/2022 au 31/03/2023, moyenne des débits des cinq jours précédents et positionnement des arrêts de turbinages temporaires déclenchés par la règle prescrite dans les arrêtés pris sur la Vienne pour trois usines hydroélectriques (Sources : et LOGRAMI) 38
Figure 19 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Vienne-Creuse 39
Figure 20 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Cher 40
Figure 21 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Maine 41
Figure 22 : Aménagements des ouvrages hydroélectriques pour la dévalaison réalisés sur l'axe Mayenne 42
Figure 23 : Ouvrages à enjeux essentiels (PLAGEPOMI), ouvrages prioritaires (PAPARCE) et ouvrages aménagés sur la période 2016-2023 sur les principaux cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire 43

Figure 24 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2023 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin versant de la Loire 44
Figure 25 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la montaison 45
Figure 26 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements et fonctionnalité connue des aménagements pour la montaison 46
Figure 27 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la dévalaison 47
Figure 28 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement et fonctionnalité connue des aménagements pour la dévalaison 48
Figure 29 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2023 sur la Loire depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet (Sources : LOGRAMI) 49
Figure 30: Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Loire à la station de Langeais lors de la cartographie des faciès d'habitat sur le cours aval de la Loire, confluence Cher- confluence Thouet (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE) 50
Figure 31 : Identification visuelle des « faciès » d'écoulement depuis le bateau avant numérisation sur tablette 51
Figure 32 : Répartition des surfaces de faciès sur la Loire depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet en 2023 52
Figure 33 : Faciès d'écoulement et frayères potentielles de Lamproie marine et d'alose identifiés sur la Loire aval depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet (Sources : LOGRAMI) 53
Figure 34 : Répartition des stations de comptage des poissons suivies en 2023 sur le bassin de la Loire 55
Figure 35 : Périodes de fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage de Châtellerault en 2023 58
Figure 36 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2023 58
Figure 37 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Jenzat en 2023 59
Figure 38 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive gauche en 2023 60
Figure 39 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive droite en 2023 60
Figure 40 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Langeac à l'usine en 2023 61
Figure 41 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Langeac au barrage en 2023 61
Figure 42 : Périodes de fonctionnement de l'ascenseur et de la station de comptage de Poutès en 2023 62
Figure 43 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Decize en 2023 63
Figure 44 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Roanne en 2022 64
Figure 45 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2023 64
Figure 46 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'anguille jaune entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire 65
Figure 47 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des anguilles jaunes (15 mai au 15 juillet) aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures 66
Figure 48 : Indices hydrologiques 2023 durant la migration des anguilles jaunes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 67
Figure 49 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis la mise en place de la station en 2004 68
Figure 50 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (comptage non exhaustif) 68
Figure 51 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis la mise en place de la station en 2006 (comptage non exhaustif) 69

Figure 52 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis la mise en place de la station en 2012 (comptage non exhaustif) 69
Figure 53 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Jenzat depuis la mise en place de la station en 2021 70
Figure 54 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis la mise en place de la station en 1997 (comptage non exhaustif) 70
Figure 55 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis la mise en place de la station à l'automne 2003 (comptage non exhaustif) 71
Figure 56 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier depuis la mise en place de la station en 1986 (comptage non exhaustif) 71
Figure 57 : Comparaison des amplitudes totales de migration des anguilles jaunes aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire comptabilisant suffisamment d'individus, en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis 75
Figure 58 : Comparaison de la période de migration des anguilles aux stations du bassin de la Loire comptabilisant suffisamment d'individus (effectif annuel >20), depuis le début des suivis 76
Figure 59 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtellerault en 2023 par rapport aux années antérieures 76
Figure 60 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2023 (n=8 186) (Source hydro : SCHAPI) 77
Figure 61 : Passages journaliers d'anguilles à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2023 (n=63) (Source hydro : SCHAPI) 77
Figure 62 : Passages horaires des anguilles jaunes sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la loire en effectif cumulé depuis le début des suivis (n=74 227) et en 2023 (n=8 281) 78
Figure 63 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées aux différentes stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis. Bien que les comptages à Descartes soient arrêtés depuis 2021, les résultats sur la période 2007-2021 sont présentés 78
Figure 64 : Répartition des tailles estimées (en cm) des anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier entre 2006 et 2013 (n=226) 79
Figure 65 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (n=46 856) 80
Figure 66 : Densités d'anguilles européennes sur les cours d'eau du bassin de la Loire (basées sur l'année 2015) d'après les données du modèle EDA (d'après Briand et al., 2018) 81
Figure 67 : Comparaison du nombre de coups d'eau en 2023 par rapport aux années antèrieures durant la période de dévalaison des anguilles argentées (de janvier à mars et d'août à décembre) 82
Figure 68 : Effectifs d'anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire. Bien que les comptages à Descartes soient arrêtés depuis 2021, les résultats sur la période 2007-2021 sont présentés 83
Figure 69 : Périodes de migration des anguilles argentées observées aux stations de comptage du bassin de la Loire (n >20 individus) (Sources : LOGRAMI) 84
Figure 70 : Comparaison des conditions hydrologiques lors des passages d'anguilles argentées aux différentes stations du bassin de la Loire 85
Figure 71 : Comparaison de la présence de « coups d'eau » lors des passages d'anguilles argentées aux différentes stations du bassin de la Loire, en cumulé sur les années. Bien que les comptages à Descartes soient arrêtés depuis 2021, les résultats sur la période historique sont présentés 85
Figure 72 : Passages horaires des anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=1 045) 86
Figure 73 : Distribution de tailles des anguilles argentées en fonction des stations de comptage du bassin de la Loire (n=893) 86
Figure 74 : Distribution du nombre de femelles d'anguilles argentées (d'après leur taille) observées aux différentes stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=893) 87
Figure 75 : Localisation du marais de la Basse Vallée de la Vie. 88
Figure 76 : Fonctionnement des marais de la Basse Vallée de la Vie © Baisez, LOGRAMI. 89
Figure 77 : Localisation des quatre marais suivis au sein du marais de la Basse Vallée de la Vie. 92
Figure 78 : Présentation des quatre marais suivis. 93
Figure 79 : Présentation et localisation des stations d'échantillonnage des quatre marais suivis. 94
Figure 80 : Fluctuation des paramètres environnementaux moyens journaliers des quatre marais de la Basse Vallée de la vie sur la période d'échantillonnage. 96

Figure 81 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par session d'échantillonnage sur l'ensemble des quatre marais (n=383). 97
Figure 82 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par jour d'échantillonnage sur l'ensemble des quatre marais (n=383). 97
Figure 83 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par marais et par jour d'échantillonnage (n=383). 98
Figure 84 : Effectifs d'anguilles échantillonnées par station sur l'ensemble de la période d'échantillonnage. 100
Figure 85 : Distribution des tailles d'anguilles pour les quatre marais suivis au cours de la période d'échantillonnage (n=383). 101
Figure 86 : Distribution des classes de tailles d'anguilles sur l'ensemble du marais de la Basse Vallée de la vie sur la période d'échantillonnage (n=383) des sites à gestion traditionnelle et des structures types « population en place » et « relictuelle ». 102
Figure 87 : Distribution des classes de tailles d'anguilles dans le marais du Petit Salvin (n = 5), de la Morchaussée (n = 112), du Veillon (n = 145), et du Grand Salvin (n = 114), comparativement aux structures types de population d'anguilles 103
Figure 88 : Distribution des classes de tailles d'anguilles du marais de la Basse Vallée de la Vie par session d'échantillonnage (n=383) en nombre (à gauche) et en pourcentage (à droite) 104
Figure 89 : Distribution des différents stades d'argenture des anguilles aux quatre marais suivis (n = 383). 105
Figure 90 : Distribution des différentes lésions anato-morphologiques des anguilles du marais de la Basse Vallée de la Vie (n = 383). 106
Figure 91 : Analyse en Composante Principale sur les paramètres environnementaux et les lésions aux anguilles (n = 383). 107
Figure 92 : Distribution des différentes lésions anato-morphologiques des anguilles dans les quatre marais suivis (n = 383). Ø : aucune lésion – ER : érosion – HE : Hémorragie – HE + ER : Hémorragie et érosion – UH : Ulcère 108
Figure 93 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007. La station n'est plus en service depuis le 14 juillet 2021 111
Figure 94 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 112
Figure 95 : Taux de dévalaison des mulets par la passe à poissons de Châtellerault en fonction du débit moyen à Ingrandes-sur-Vienne durant la période de dévalaison moyenne (24 juillet – 1er octobre) (Source hydro : SCHAPI) 112
Figure 96 : Comparaison des périodes de passages des Mulets porcs en 2023 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations 113
Figure 97 : Passages journaliers de Mulets porcs s 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 2023 (n=81) (Source hydro : SCHAPI) 114
Figure 98 : Passages horaires des Mulets porcs en montaison aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 938) et en 2023 (n=81) 115
Figure 99 : Distribution des tailles de Mulets porcs montants par année à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne (pas de données de taille acquises en 2010 et 2011) 115
Figure 100 : Distirbution des tailles de Mulets porcs montants aux stations de comptage du bassin de la Loire en fonction des mois de passage (n=4 130) 116
Figure 101 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le Mulet porc en 2023 117
Figure 102 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la Lamproie marine entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire 119
Figure 103 : Comparaison du nombre de jours du préféremdum thermique favorable à la migration de montaison (janvier-juin) des Lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 120
Figure 104 : 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 2023 et les données antérieures en fonction de la période (précoce : mi-janvier à mi-mars ; tardive : mi-avril à mi-juin) (Sources : LOGRAMI) 121
Figure 105 : Indices hydrologiques 2023 durant la migration des Lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 122
Figure 106 : Répartition des effectifs de Lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 (les effectifs à Descartes sur la Creuse ont été estimés voir § 6.1.2.1) 123

Figure 107 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse de 2007 à 2023. Suite à l'arrêt des comptages en juillet 2021, les effectifs sont estimés depuis 2022. 124
Figure 108 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 124
Figure 109 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Decize sur la Loire de 1998 à 2023 (Sources : LOGRAMI) 125
Figure 110 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux de 2006 à 2023 (Sources : LOGRAMI) 125
Figure 111 : Bilan des passages de Lamproies marines à la station de comptage de Vichy sur l'Allier de 1997 à 2023 (Sources : LOGRAMI) 126
Figure 112 : Comparaison des amplitudes de migration des Lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis 127
Figure 113 : Comparaison des périodes de passages des Lamproies marines en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations 128
Figure 114 : Comparaison des rythmes de migration des Lamproies marines en 2023 à la station de Châtellerault sur la Vienne par rapport aux données maximales et moyennes observées depuis 2004 à cette même station (source : LOGRAMI) 128
Figure 115 : Passages journaliers de Lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mars à juin 2023 (n=14) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) 129
Figure 116 : Passages horaires des Lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=566 232) et en 2023 (n=14) 129
Figure 117 : Comparaison des tailles moyennes de Lamproies marines mesurées à la station de comptage de Châtellerault durant la période 2004-2023, pour les années où au moins dix individus ont été mesurés (n=24905 mesurées) 130
Figure 118 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (15 à 19 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (15 avril au 15 juin) pour la reproduction des Lamproies marines entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Vichy, Châtellerault et Descartes (Sources : LOGRAMI) 131
Figure 119 : Comparaison du jour d'atteinte du seuil de 15°C pour les cours d'eau de la Vienne (Châtellerault), de la Loire (Decize) et de l'Allier (Vichy) par rapport aux moyennes interannuelles observées depuis 2010 132
Figure 120 : Comparaison du jour d'atteinte du seuil de 19°C pour les cours d'eau de la Vienne (Châtellerault) de la Loire (Decize) et de l'Allier (Vichy) par rapport aux moyennes interannuelles observées depuis 2010 132
Figure 121 : Indices hydrologiques 2023 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) 133
Figure 122 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (15 à 23 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (juillet à octobre) pour le développement des ammocètes 0+ entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 134
Figure 123 : Indices hydrologiques 2023 pendant la période de développement des ammocètes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 136
Figure 124 : Classification des habitats larvaires chez les lamproies (Slade et al., 2003; Taverny et al., 2005).. 137
Figure 125 : Classification des méso-habitats des larves de lamproies (Taverny et al., 2005) 137
Figure 126 : Illustrations d'un échantillonnage par pêche électrique des juvéniles de Lamproie marine sur la Vienne 138
Figure 127 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch ; Gardinier, 2003 – traduction : LOGRAMI) 138
Figure 128 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproies échantillonnés en 2023 sur le bassin de la Vienne 140
Figure 129 : Débits moyens journaliers 2023 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) 141
Figure 130 : Débits moyens journaliers 2023 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) 142
Figure 131 : Débits moyens journaliers 2023 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) 142

Figure 132 : Densités d'ammocètes échantillonnées sur les différentes stations en 2023 sur le bassin de la Vienne 144
Figure 133 : Densité d'ammocètes moyenne sur la Vienne et la Creuse d'après la méthode d'estimation Carle et Strub depuis le début des échantillonnages de juvéniles (2014-2023) 145
Figure 134 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2023 sur le bassin de la Vienne (n=265) 146
Figure 135 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2023 sur le bassin de la Vienne selon la méthode de Bhattacharya (1967) (n=265) (Sources : LOGRAMI et FiSATII) 147
Figure 136 : 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 : Courbes des âges : Potts et al., 2015; histogramme des classes de tailles LOGRAMI) 148
Figure 137 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014. Densité CS moyenne = densité moyenne obtenue par la méthode de Carle et Strub. Densité 0+ moyenne par station = densité des juvéniles de l'année sans estimation issue de Carle et Strub 149
Figure 138 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2023 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya(1967)) 150
Figure 139 : Localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2023 et de 2016 à 2022 sur le bassin de la Vienne 151
Figure 140 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la Lamproie marine en 2023 154
Figure 141 : Illustrations de poissons hôtes parasités par des lamproies fluviatiles (de gauche à droite : Mulet porc à Descartes, Grande alose à Descartes et Saumon atlantique à Vichy) (Sources : LOGRAMI) 157
Figure 142 : 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 158
Figure 143 : Nombre d'individus du genre *Lampetra* échantillonnés de 2014 à 2023 et nombre de stations échantillonnées sur le bassin de la Vienne 159
Figure 144 : Densités d'ammocètes du genre *Lampetra* en 2023 sur le bassin de la Vienne (limite d'étude à Châtellerault sur la Vienne et Descartes sur la Creuse) 160
Figure 145 : Localisation des ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2022 sur le bassin de la Vienne et de la Loire 161
Figure 146 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'alose entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire 163
Figure 147 : Comparaison de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (période janvier à juin) entre 2023 et sur les données antérieures 164
Figure 148 : 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 (90 % de migration) entre 2023 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 165
Figure 149 : Indices hydrologiques 2023 pendant la migration des aloses sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 166
Figure 150 : Indices hydrologiques durant la migration printanière des aloses (janvier à juin) sur la station hydrométrique de Montjean-sur-Loire depuis 1997 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 167
Figure 151 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2007 et 2021. Depuis 2021, la station de Descartes n'est plus en service. 168
Figure 152 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 avec estimation de Descartes 169
Figure 153 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (en bleu) et estimation en 2022 et 2023 (en marron) 170
Figure 154 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 171
Figure 155 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 171
Figure 156 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 172
Figure 157 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 173
Figure 158 : Distribution en tailles 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) 174
Figure 159 : Répartition par classes d'âges des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2010 175
Figure 160 : Répartition par classes d'âges des aloses à la station de Châtellerault en 2023 et les années précédentes 175

Figure 161 : Mise en relation des effectifs de géniteurs d'aloses parents avec les effectifs de géniteurs de retours issus de la reproduction de la même année sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire.... 176
Figure 162 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis.... 177
Figure 163 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations.... 178
Figure 164 : Comparaison du rythme de migration des aloses en 2023 à Châtellerault sur la Vienne par rapport à la période 2004- 2022 des stations de comptage du bassin de la Loire.... 178
Figure 165 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2023 (n=124) (Source hydro : SCHAPI Hydroportail).... 179
Figure 166 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec les débits de la Loire amont à Nevers en 2023 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).... 179
Figure 167 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé de 1997 à 2022 (n=131 996) et en 2023 (n=137).... 180
Figure 168 : Comparaison des conditions optimales de température (14 à 23 °C) pour la reproduction de l'alose (période 15 avril au 31 juillet) entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Vichy, Châtellerault et Descartes.... 181
Figure 169 : Conditions de débits entre avril et juillet 2023 avec module x 2,54 sur la Vienne, l'Allier et la Loire.... 182
Figure 170 : Dispositif d'enregistrement audionumérique employé pour le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin de la Loire en 2023 (de gauche à droite : détail du dispositif, mise en place du dispositif, détail du spectre audio d'un bull depuis le logiciel Audacity®).... 183
Figure 171 : Dispositif d'enregistrement audionumérique Song meter micro de Wildlife employé pour le suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur la Creuse.... 184
Figure 172 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur le bassin de la Loire.... 185
Figure 173 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls).... 186
Figure 174 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur deux périodes en 2014 (n=6 684 bulls) sur la frayère de Châtellerault.... 186
Figure 175 : Localisation de la frayère d'alose suivie en 2023 sur la Vienne.... 187
Figure 176 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l'alose en 2023 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).... 188
Figure 177 : Nombre de jours durant lesquels la Vienne a eu un attrait supérieur à la Loire du 1er février au 31 mai.... 189
Figure 178 : 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.... 190
Figure 179 : Nombre moyen de bulls par nuit suivie durant la période 2001-2008 et après 2009 (sans 2020) jusqu'à 2021 sur la frayère du centre-ville de Châtellerault sur la Vienne.... 191
Figure 180 : Carte des frayères potentielles suivies en 2023 sur la Creuse.... 192
Figure 181 : Suivi quotidien de la reproduction de l'alose sur la frayère de Lilette sur la Creuse en 2023 (Données Hydro : SCHAPI).... 193
Figure 182 : Suivi quotidien de la reproduction de l'alose sur la frayère du stade de Leugny sur la Creuse en 2023 (Données Hydro : SCHAPI).... 195
Figure 183 : Carte des frayères potentielles suivies en 2023 sur le Cher.... 197
Figure 184 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur l'Allier.... 198
Figure 185 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur l'Allier dans le secteur « aval Moulins » en relation avec la température à Vichy et les débits de l'Allier à Moulins (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).... 199
Figure 186 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur les frayères en aval du pont de Régemortes à Moulins sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy.... 200
Figure 187 : Contextualisation des deux nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur l'Allier dans le secteur « aval Vichy » en relation avec la température à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).... 201
Figure 188 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère des petits Guinards sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage.... 202

Figure 189 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur la Loire en aval de Decize 203
Figure 190 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur la Loire amont en relation avec la température à Decize et les débits de la Loire à Nevers (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 204
Figure 191 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'Avril-sur-Loire sur la Loire mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Decize 205
Figure 192 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2023 sur la Loire moyenne 206
Figure 193 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2023 sur la Loire moyenne en relation avec la température à St-Laurent-Nouan et les débits de la Loire à Blois (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 207
Figure 194 : Activité moyenne de reproduction des frayères d'aloses suivies en Loire moyenne en 2023 210
Figure 195 : Bilan de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les différents secteurs du bassin de la Loire en 2023 212
Figure 196 : Nombre de bulls d'aloses par heure et par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2023 213
Figure 197 : Évolution interannuelle du nombre de sites de reproduction de l'alose suivis par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2023 214
Figure 198 : Évolution interannuelle du nombre de nuits suivies pour la reproduction de l'alose par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2023 215
Figure 199 : Nombre de bulls dérangés par le silure sur les différentes frayères actives suivies depuis 2021 sur la Loire et ses affluents 216
Figure 200 : Sites de prélèvement ADNe en 2023 sur les cours d'eau du bassin de la Loire (n=20) 217
Figure 201 : Prélèvement d'ADNe réalisé à l'aide d'une pompe péristaltique (à gauche) et conservation de l'ADN grâce à la solution tampon VigiDNA® CL1 Buffer (à droite) 219
Figure 202 : Schéma des étapes de l'analyse d'un échantillon ADNe en métabarcoding de l'extraction jusqu'à la liste de taxons (Source : Spygen©) 220
Figure 203 : Résultats de présence de l'alose en 2023 par la détection ADNe à l'échelle du bassin de la Loire (Source : prélèvements LOGRAMI, séquençage et détermination Spygen) 221
Figure 204 : Espèces amphihalines dont l'ADN a été détécté via les ammorces « téléostéens » et « vertébrés », confondues pour chaque station selon le gradient amont-aval (Source : prélèvements LOGRAMI, séquençage Spygen) 223
Figure 205 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour le genre Alosa en fonction du type d'amorce, téléostéen ou vertébré, par station en 2023 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire 224
Figure 206 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour l'Anguille européenne en fonction du type d'amorce, téléostéen ou vertébré, par station en 2023 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire (Echelle des ordonnées en logarithme de base 10) 225
Figure 207 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour le Mulet porc en fonction du type d'amorce, téléostéen ou vertébré, par station en 2023 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire (Echelle des ordonnées en logarithme de base 10) 225
Figure 208 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2023 227
Figure 209 : Front de colonisation des aloses sur les principaux axes migratoires du bassin de la Loire en 2023 comparés à la période 2001-2022 228
Figure 210 : Comparaison des conditions optimales de température (13,5 à 25 °C) pour le développement des alosons (période du 15 mai au 30 septembre), entre 2023 et les données antérieures sur les stations de températures de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes 229
Figure 211 : Localisation des stations de pêche alosons en 2023 sur la Vienne 231
Figure 212 : Surfaces échantillonnées par station et par nuit de pêche alosons 232
Figure 213 : Proportions des différentes espèces échantillonnées lors du suivi alosons 2023 232
Figure 214 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997 236
Figure 215 : Effectifs de saumons compatbilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 (Sources : LOGRAMI) 237
Figure 216 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire de 2017 à 2022 (à gauche) et en 2023 (pas de comptage à Descartes) (à droite) (Sources : LOGRAMI) 238
Figure 217 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2005 239
Figure 218 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 239

Figure 219 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998. En bleu foncé : station à visualisation par le dessus, en bleu clair : station à visualisation latérale. 240
Figure 220 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 241
Figure 221 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 241
Figure 222 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 242
Figure 223 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Jenzat sur la Sioule depuis 2021 242
Figure 224 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 . 243
Figure 225 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier et des captures pour le programme de soutien d'effectifs (tous sites de piégeage confondus) depuis 1997 (Données : LOGRAMI et CNSS) 243
Figure 226 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Données : LOGRAMI et CNSS) 244
Figure 227 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986. En bleu : effectifs comptés à la station. En brun : effectifs estimés 245
Figure 228 : Comparaison des amplitudes totales de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne (défini par un nombre de jours) depuis le début des suivis 246
Figure 229 : Passages journaliers de saumons à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 247
Figure 230 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (module = 24 m3/s) depuis 2017 (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 247
Figure 231 : Passages journaliers de saumons à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 248
Figure 232 : 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 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 249
Figure 233 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac et les débits de l'Allier à Langeac en 2023 (Données : LOGRAMI, DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 250
Figure 234 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau à Poutès et les débits de l'Allier à Poutès en 2023 (Données : LOGRAMI, DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 251
Figure 235 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration printanière du Saumon atlantique entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire 252
Figure 236 : Comparaison de l'amplitude moyenne des préférendums thermiques printaniers (janvier à juin) pour la migration du Saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures 253
Figure 237 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration printanière du Saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures 254
Figure 238 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration printanière du Saumon atlantique par classes d'âge aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures 255
Figure 239 : Indices hydrologiques 2023 durant la migration printanière des saumons (janvier à juin) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 256
Figure 240 : Corrélation entre les débits moyens mensuels à Monjean sur Loire sur la Loire aval et les débits moyens mensuels à Cuffy sur l'Allier aval sur la période 1955-2023 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 256
Figure 241 : Indices hydrologiques durant la migration printanière des saumons (décembre n-1 à juin) sur la station hydrométrique de Montjean-sur-Loire depuis 1980 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 257

Figure 242 : Comparaison des périodes de passages printaniers des saumons en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations 258
Figure 243 : Comparaison des rythmes de migration de saumons au printemps en 2023 avec les périodes observées depuis la mise en place des stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier 259
Figure 244 : Amplitude des préférendums thermiques pour la survie estivale du Saumon atlantique en 2023 sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire 260
Figure 245 : Comparaison du nombre de jours avec des températures comprises entre 25 °C et 27,5 °C sur le bassin de l'Allier entre 2019 et 2023 pendnat la période de juin à septembre 261
Figure 246 : Indices hydrologiques 2023 durant la période estivale (juin-juillet-août-septembre) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 265
Figure 247 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration automnale du Saumon atlantique entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire sur lesquelles une migration automnale est observée 266
Figure 248 : Comparaison des amplitudes moyennes des préférendums thermiques automnaux (septembre-novembre) pour la migration du Saumon atlantique sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures 267
Figure 249 : Indices hydrologiques 2023 de septembre à novembre sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE). 268
Figure 250 : Indices hydrologiques durant la migration automnale des saumons (septembre à novembre) sur la station hydrométrique de Prades depuis 2003 (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) ... 269
Figure 251 : Comparaison des amplitudes de migration automnales des saumons en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis, aux différentes stations de comptage du bassin de la l'Allier et de la Sioule ... 269
Figure 252 : Comparaison du rythme de migration des saumons à l'automne en 2023 avec la période observée depuis la mise en place de la station de comptage de Langeac sur l'Allier (Sources : LOGRAMI) 270
Figure 253 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectifs cumulés depuis 1997 (n=19 718) et en 2023 (n=144) 271
Figure 254 : Évolution de la répartition des classes d'âges des saumons aux stations de comptages d'entrée d'axe du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne interannuelle 272
Figure 255 : Évolution de la répartition des classes d'âges des saumons aux stations de comptages sur l'Allier en 2023 et en moyenne interannuelle 273
Figure 256 : Comparaison des effectifs de saumon d'un an de mer entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations du bassin de la Loire 274
Figure 257 : Comparaison des effectifs de saumon de deux ans de mer entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations du bassin de la Loire 275
Figure 258 : Comparaison des effectifs de saumon de deux ans de mer entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations du bassin de la Loire 276
Figure 259 : 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 278
Figure 260 : 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 279
Figure 261 : 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 Prades pendant la dévalaison des smolts 280
Figure 262 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2023 et en moyenne depuis le début des suivis pour les 3 ans de mer, 2 ans de mer et 1 an de mer 281
Figure 263 : Rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2007 et 2021 282
Figure 264 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2023 et les données antécédentes 283
Figure 265 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Langeac entre 2023 et les données de la période 2003-2022 284
Figure 266 : Rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Poutès de 1986 à 2019 285
Figure 267 : Bilan des taux de transfert de saumon atlantique entre les stations de comptage de Vichy, Langeac et Poutès en 2023 et en moyenne interannuelle (à droite). Les lignes pointillées sur la figure de

gauche rappellent que depuis 2019 les taux de transfert jusqu'à Poutès sont calculés sur des données de passages estimées à cette station 286
Figure 268 : 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 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 287
Figure 269 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux 288
Figure 270 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006 288
Figure 271 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Roanne sur l'axe Loire-amont depuis 2012 289
Figure 272 : Taux de transfert des saumons de 2 et 3 étés de mer entre Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 et moyennes internannuelles 290
Figure 273 : Comparaison des conditions de température (4,2 à 11,2 °C) pour la reproduction des saumons (période de novembre à décembre) entre 2023 et les données antérieures sur les stations thermiques de Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne 292
Figure 274 : Débits journaliers et mensuels à la station hydrométrique de Saint-Bonnet-de-Bellac sur la Gartempe d'octobre à décembre 2023 (Données hydro : SCHAPI) 294
Figure 275 : Moyenne de la dynamique de construction des frayères de Saumon atlantique dans le tronçon court-circuité du barrage de Poutès de 2012 à 2023 (sans 2016 et 2021) (N= 188) 294
Figure 276 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1er octobre au 31 décembre 2023 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE) 296
Figure 277 : Évolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000 296
Figure 278 : Ratio entre le nombre de saumons à Vichy et le nombre de frayères comptabilisées sur l'Allier en amont de Vichy de 2000 à 2023 297
Figure 279 : Réparition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Allier en 2023 et principaux obstacles à la migration 298
Figure 280 : Carthographie des densités de frayères de saumon atlantique par secteurs sur le bassin de l'Allier en 2023 299
Figure 281 : Évolution de la réparition de frayères de saumon comptabilisées selon les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000 300
Figure 282 : Part de frayères comptabilisées sur le secteur du TCC compartivement à la part du secteur amont Monistrol d'Allier (TCC+S2+S1) et le débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours à Prades (sept-nov) de l'année de comptage et exprimé en proportion du module. La droite de régression est définie sur les données antérieures à 2020 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE) 301
Figure 283 : Relation entre la part de frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre-octobre de l'année de comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE) 302
Figure 284 : Réparition moyenne des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier sur les 6 grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938 303
Figure 285 : Réparition moyenne des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier avant er après l'aménagement du barrage de Poutès en fonction du débit 307
Figure 286 : Densités de frayères de saumons obervées en 2023 par hectares de surfaces productives sur les 5 secteurs de l'Allier et comparaison avec l'historique 308
Figure 287 : Dimorphisme sexuel à l'automne entre une femelle de saumon atlantique (à gauche) et un mâle (à droite) 309
Figure 288 : Dimorphisme sexuel observable à la station de comptage de Langeac (femelle à gauche et mâle à droite) 310
Figure 289 : Nombres de mâle et femelle par année lors de la migration automnale à la station de comptage de Langeac 311
Figure 290 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique en 2023 312
Figure 291 : Dates d'éclosion des œufs et d'émergence des alevins sur les zones de reproduction du saumon sur le bassin de la Loire en 2023 par rapport à l'historique des températures 313
Figure 292 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2023 et les données antérieures sur les stations de Folles, Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne 316

Figure 293 : Stations choisies pour l'échantillonnage du suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2023 sur la Gartempe (Sources : LOGRAMI) 319
Figure 294 : Débits moyens journaliers 2023 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 & SCHAPI/ Réseau Vigicrues ®)..... 320
Figure 295 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Gartempe à la station de Folles (Bessines) lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE & SCHAPI/ Réseau Vigicrues ®) 321
Figure 296 : Débits moyens journaliers 2023 et débits de référence de la Gartempe à la station de St Bonnet de Bellac lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE & SCHAPI/ Réseau Vigicrues ®) 321
Figure 297 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2023 324
Figure 298 : 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 325
Figure 299 : La Senouire en quasi rupture d'écoulement à Fontannes (43) le 12/09/2023 326
Figure 300 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Sioule en 2023 (24 stations) 328
Figure 301 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur la Sioule depuis 2000 329
Figure 302 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule depuis 2000 329
Figure 303 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 330
Figure 304 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Dore en 2023 (7 stations) 331
Figure 305 : Indices d'abondance moyens sur la Dore depuis 2004 332
Figure 306 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore depuis 2004 332
Figure 307 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 332
Figure 308 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur les 36 stations échantillonnées sur l'Allier en 2023 334
Figure 309 : Indices d'abondance moyens sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2001 335
Figure 310 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Allier depuis 2001 335
Figure 311 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2001 336
Figure 312 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2001 336
Figure 313 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2001 337
Figure 314 : Indices d'abondances moyens des tacons 0+ sur les 5 secteurs de l'Allier en 2023 et comparaisons avec les moyennes observées pour 2 périodes distinctes sur l'aspect « stratégie alevinage » (2009-2018 et 2019-2022) 338
Figure 315 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Allier selon leur origine présumée depuis 2000 339
Figure 316 : Productions de tacons d'automne 0+ de l'Allier en 2023 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 340
Figure 317 : Productions de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Allier en 2023 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 341
Figure 318 : Distribution des densités de tacons 0+ maximales observées depuis 2000 sur toutes les stations de l'Allier selon les secteurs (gradient aval-amont) (valeurs nulles exclues ; en bleu la médiane) 342
Figure 319 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Couze Chambon en 2023 (3 stations) 343
Figure 320 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Chambon depuis 2017 344
Figure 321 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon depuis 2017 344
Figure 322 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 345
Figure 323 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Couze Pavin en 2023 (3 stations) 345
Figure 324 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Pavin depuis 2017 346
Figure 325 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en aval du seuil de l'Hôpital Issoire depuis 2017 347
Figure 326 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 347
Figure 327 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Couze d'Ardes en 2023 (4 stations) 348
Figure 328 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Couze d'Ardes depuis 2017 349
Figure 329 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège depuis 2017 349

Figure 330 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en 2023 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 350
Figure 331 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur l'Alagnon en 2023 (16 stations) 351
Figure 332 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Alagnon depuis 2004 352
Figure 333 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Alagnon depuis 2004 352
Figure 334 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Alagnon depuis 2009 353
Figure 335 : Indices d'abondances moyens des tacons 0+ sur les 3 secteurs de l'Alagnon en 2023 et comparaisons avec les moyennes observées pour 2 périodes distinctes sur l'aspect « stratégie alevinage » 354
Figure 336 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Alagnon depuis 2004 355
Figure 337 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Alagnon en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé 355
Figure 338 : La Sénouire en quasi rupture d'écoulement à Fontannes (43) le 12/09/2023 356
Figure 339 : Indice d'abondance des tacons 0+ sur la Cronce en 2023 (1 station) et déversement d'alevins (APS) 357
Figure 340 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Cronce depuis 2021 357
Figure 341 : Production de tacons 0+ d'automne de la Cronce depuis 2021 358
Figure 342 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur la Desges en 2023 (4 stations) 359
Figure 343 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur la Desges depuis 2017 360
Figure 344 : Production de tacons 0+ d'automne de la Desges depuis 2017 360
Figure 345 : Production de tacons d'automne 0+ de la Desges en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé. 361
Figure 346 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur le Chapeauroux en 2023 (3 stations) 361
Figure 347 : Indice d'Abondance des tacons 0+ sur la station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" en 2012, 2013, 2015, 2021, 2022 et 2023 362
Figure 348 : Production de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux depuis 2012 363
Figure 349 : Production de tacons d'automne 0+ du Chapeauroux en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé 363
Figure 350 : Indices d'abondance des tacons 0+ sur l'Espezonnette en 2023 (3 stations) 364
Figure 351 : Indices d'abondance moyens des tacons 0+sur l'Espezonnette depuis 2020 364
Figure 352 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Espezonnette depuis 2020 365
Figure 353 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Espezonnette en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé 365
Figure 354 : Production de tacons 0+ d'automne et part relative des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2023 366
Figure 355 : Production de tacons d'automne 0+ du bassin versant de l'Allier en 2023 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé. 367
Figure 356 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2000 367
Figure 357 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2009 369
Figure 358 : Répartition des tacons 0+ d'automnes natifs produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017 369
Figure 359 : Processus de dévalaison des smolts en fonction de la photopériode et le la température (exemple de la Gartempe à Châteauponsac : Campagno, 2019) 370
Figure 360 : Estimation des périodes de smoltification et de dévalaison des smolts sur la Gartempe, l'Allier, l'Alagnon, la Sioule et la Dore en 2023 371
Figure 361 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration des smolts entre 2023 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire 372
Figure 362 : Comparaison de l'amplitude moyenne des préférendums thermiques printaniers (mars à mai) pour la dévalaison des smolts aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures 373
Figure 363 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la dévalaison des smolts aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2023 et les données antérieures 374

Figure 364 : Indices hydrologiques 2023 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) 375
Figure 365 : Indices hydrologiques durant la dévalaison des smolts (mars à avril) sur la station hydrométrique de Prades depuis 2003 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 376
Figure 366 : Comparaison du nombre de coups d'eau en 2023 par rapport aux années antèrieures durant la période de dévalaison des smolts de mars à mai 377
Figure 367 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 .. 378
Figure 368 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 378
Figure 369 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 379
Figure 370 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis 2004 380
Figure 371 : Bilan des passages des smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018 en fonction des possibilités d'échappement sous les vannes pour les smolts : 0 = nulle ; 1= faible ; 2 = moyen ; 3 = fort 381
Figure 372 : Comparaison des périodes de passages des smolts en 2023 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations 382
Figure 373 : 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 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 383
Figure 374 : Occurrence des passages journaliers de smolts et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) ... 383
Figure 375 : Passages journaliers de smolts à Jenzat en relation avec la température de l'eau à Jenzat et les débits de la Sioule à Ebreuil en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 384
Figure 376 : 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 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 385
Figure 377 : Passages journaliers de smolts à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Langeac en 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 386
Figure 378 : Passages horaires des smolts dans la goulotte de dévalaison du barrage de Poutès et aux stations de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy depuis le début des suivis 386
Figure 379 : Schéma du seuil de Vieille-Brioude avec zone de détection amont et aval 388
Figure 380 : Goulotte de dévalaison en rive gauche (4 m^3/s) du barrage de Poutès 389
Figure 381 : Seuil de Langeac 390
Figure 382 : Seuil du Chambon de Cerzat en vue aérienne 390
Figure 383 : Débit de l'Allier à Vieille-Brioude en 2007 et 2023 pendant la période d'étude de dévalaison des smolts marqués (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 391
Figure 384 : Comportement des smolts marqués entre Vabres et le seuil de Vieille-Brioude en fonction du débit à Vieille-Brioude au printemps 2023 396
Figure 385 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009) 399
Figure 386 : Indices hydrologiques 2023 durant la période janvier à mai sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 400
Figure 387 : 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) 401
Figure 388 : Dévalaison de ravalés aux stationx de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule le 22 février 2023 (gauche) et de Langeac le 24 février 2023 (droite) 402
Figure 389 : 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 402
Figure 390 : Répartition mensuelle des effectifs de saumons ravalés 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) 403
Figure 391 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2023 et niveau d'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier 405
Figure 392 : Photographie du barrage EDF de Queuille vue depuis l'aval 406
Figure 393 : Unités hydromorphologiques du linéaire de la Sioule accessible pour les poissons migrateurs et localisation des obstacles à l'écoulement 407
Figure 394 : Clé d'identification des faciès d'après MALAVOI et SOUCHON (2002) 409
Figure 395 : Saisie d'un point « faciès » sur tablette 410

Figure 396 : Classes de granulométrie utilisées pour la description de la granulométrie des faciès (classification de WENTWORTH (1922) simplifiée par LOGRAMI (COSYNS *et al.*, 2013)..... 410
Figure 397 : Aperçu de la couche "faciès" après digitalisation de polygones à partir de photographies aériennes (Google satellite) et de points pris sur le terrain (limite amont faciès)..... 411
Figure 398 : Répartition des surfaces par faciès sur la Sioule en aval du barrage de Queuille en 2023..... 414
Figure 399 : Evolution longitudinale depuis la confluence avec l'Allier du cumul des surfaces ERR décrites sur la Sioule en aval de Queuille en 2023 (en %)..... 415
Figure 400 : Carte de répartition des surfaces ERR décrites sur la Sioule en aval de Queuille en 2023 (en % cumulés depuis la confluence avec l'Allier)..... 416
Figure 401 : Evolution longitudinale depuis la confluence avec l'Allier du cumul des surfaces ERR décrites sur la Sioule en aval de Queuille en 2023 (en % ; un graphique pour chaque quartile) et localisation des ouvrages engendrant des retenues..... 419
Figure 402 :Evolution longitudinale de la proportion moyenne, sur la période allant de mai à septembre, des conditions optimales de température pour le développement des tacons (7 à 21 °C) sur les stations de la Sioule suivies par LOGRAMI..... 422
Figure 403 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 du PLAGEPOMI : Soutien d'effectifs..... 426
Figure 404 : 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..... 427
Figure 405 : 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 2014-2023..... 428
Figure 406 : 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 2023..... 429
Figure 407 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture du CNSS depuis 2009 (Données : CNSS et LOGRAMI)..... 430
Figure 408 : Part de la population de saumon atlantique échantillonnée en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009..... 431
Figure 409 : 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 (Données : LOGRAMI et CNSS)..... 432
Figure 410 : CPUE (courbe bleue) pour chaque campagne de piégeage de saumons atlantiques du CNSS à Vichy sur l'Allier depuis 2009 et effectifs migrants à la station de Vichy. En 2013, les informations disponibles sont insuffisantes pour calculer une CPUE (Données : LOGRAMI et CNSS)..... 432
Figure 411 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2023 (Données : CNSS)..... 433
Figure 412 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Données : CNSS)..... 433
Figure 413 : 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 2023 (Données : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)..... 434
Figure 414 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2023..... 435
Figure 415 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2023. 435
Figure 416 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2022 avec celles des individus piégés..... 436
Figure 417 : 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 place ou non du piège sur la période 2009-2022..... 437
Figure 418 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2023 en fonction de la présence ou de l'absence du piégeage..... 437
Figure 419 : 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..... 438
Figure 420 : Localisation des quatre stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2023..... 439
Figure 421 : 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)..... 440

Figure 422 : Evolution des quantités d'alevins de pisciculture déversées sur les secteurs de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, EPL et CNSS) 444
Figure 423 : 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 2023 445
Figure 424 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2023 et taux d'implantation moyens correspondants 446
Figure 425 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S2 de l'Allier pendant les périodes 2001-2007 et 2019-2022 (Sources : LOGRAMI, Conseil Supérieur de la Pêche, Etablissement Public Loire et CNSS) 447
Figure 426 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, Etablissement Public Loire et CNSS) 448
Figure 427 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, Etablissement Public Loire et CNSS) 448
Figure 428 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence (à gauche) ou de l'absence (à droite) de nageoire adipeuse 449
Figure 429 : Comparaison des taux de retour de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2017 450
Figure 430 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe de 2009 à 2018 452
Figure 431 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2020 (Sources : LOGRAMI) 453
Figure 432 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis les premiers retours de saumons sans adipeuse jusqu'en 2022 454
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 455
Figure 434 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2021 et estimation des retours selon leur origine depuis 2022 456
Figure 435 : Evolution des proportions de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy depuis 2005 457
Figure 436 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy de 2005 à 2022 et estimation du nombre de saumons issus des déversements au stade alevin en 2024 et 2025 457
Figure 437 : Stations de comptage du bassin de la Loire avec des passages de silures 462
Figure 438 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012 (Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 et aucun comptage à Descartes depuis 2022) 463
Figure 439 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 463
Figure 440 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 464
Figure 441 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 464
Figure 442 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 464
Figure 443 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 465
Figure 444 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 465
Figure 445 : 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 466
Figure 446 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=11001) et en 2023 (n=478) 467
Figure 447 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2007 à la station de comptage de Descartes (Creuse) par classes de taille 468
Figure 448 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2004 à la station de comptage de Châtellerault (Vienne) par classes de taille 468
Figure 449 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Vichy (Allier) par classes de taille 469
Figure 450 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Decize (Loire) par classes de taille 469
Figure 451 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2012 à la station de comptage de Roanne (Loire) par classes de taille 470

Figure 452 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2013 à la station de comptage de Geugnon (Arroux) par classes de taille 470
Figure 453 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre du PLAGEPOMI en 2023 : transfert des connaissances 472
Figure 454 : Répartition et logos des Associations Migrateurs en 2023 473
Figure 455 : Photographies de l'interview à RTS lors du festival SAMAMNDRE, de la présentation des poissons migrateurs en plénière et du stand pour les questions suplémentaires (Sources A. Baisez, LOGRAMI) 474
Figure 456 : Exemple d'une page du site web en cours d'étude pour les données de stations de comptage sur les lamproies marines le 19 avril 2023 (Sources LOGRAMI) 475
Figure 457 : 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 2023 476
Figure 458 : 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 2023 477
Figure 459 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2023 478
Figure 460 : Capture d'écran des restitutions mixte visio-conférence et présentiel du 14 décembre 2023 (Sources : LOGRAMI) 479
Figure 461 : Nombre de participants présents aux restitutions de LOGRAMI organisées depuis 2017 et en visio-conférence ou format mixte depuis 2020 (Sources LOGRAMI) 479
Figure 462 : Nombre de participants par principaux organismes présents lors des restitutions par année (Sources LOGRAMI) 480
Figure 463 : Visuel de la plaquette Actions phares 2022 réalisée et publiée en 2023 (Source : LOGRAMI) 481
Figure 464 : Nombre de téléchargements des plaquettes Actions phares sur le site web de LOGRAMI (Source : LOGRAMI) 482
Figure 465 : Téléchargements des données des stations de comptage sur le site web de LOGRAMI par site et par an (Sources LOGRAMI) 483
Figure 466 : Onglet de métadonnées issu d'un des fichiers de données envoyé en 2023 484
Figure 467 : Structures ayant bénéficié d'un travail d'extraction spécifique (Sources LOGRAMI) 485
Figure 468 : Nombre de téléchargements des posters par espèce et par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI) 486
Figure 469 : Pourcentages de téléchargements par année du rapport LOGIPOMI et autres rapports (Sources LOGRAMI) 487
Figure 470 : Nombre de téléchargements des posters par espèce et par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI) 487
Figure 471 : Nombre de téléchargements de jeux par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI) 488
Figure 472 : Pourcentages de téléchargements de posters par espèce par an de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI) 488
Figure 473 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2023 (Source : LOGRAMI) 489
Figure 474 : Statistiques du nombre moyen de visites par jour du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2023 (Source : LOGRAMI) 490
Figure 475 : Moyennes mensuelles de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à juin 2023 (Source : LOGRAMI) 490
Figure 476 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI de 2020 à 2023 (Source : LOGRAMI) 491
Figure 477 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI et de la page Facebook en 2023 (Source : LOGRAMI) 491
Figure 478 : Proportions par type de support de visite du site internet de LOGRAMI de 2018 à 2023 (Source : LOGRAMI) 492
Figure 479 : Nombre de lettres « LOGRAMI Actu' » envoyées par mail de LOGRAMI de 2015 à 2023 (Source : LOGRAMI) 493
Figure 480 : Nombre moyen de destinataires par lettre « LOGRAMI Actu' » de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI) 493
Figure 481 : Nombre de vues mensuelles de la page facebook de LOGRAMI (Sources LOGRAMI) 494

Figure 482 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2023 et en moyenne depuis 2019 (Source : LOGRAMI) 495
Figure 483 : Mokup de la bande dessinée « Voyage avec les anguilles » (Source LOGRAMI) 496
Figure 484 :Nombres de jours d'informations à destination spécifiquement du grand public consacrés par les agents de LOGRAMI (Source : LOGRAMI) 496
Figure 485 : Quent MAARCON au sand du salon de la pêche à Clermont Ferrand (Sources LOGRAMI) 497
Figure 486 : Affiche des animations réalisées à Chécy en 2023, stand d'accueil à la conférence et visite avec les enfants du centre Aéré (Sources LOGRAMI) 498
Figure 487 : Photographies de l'animation à La Roche Posay en juillet 2023 499
Figure 488 : Photographie du tournage du flim avec Timothé PAROUTY, LOGRAMI 500
Figure 489 : Photographies du tournage (Sources LOGRAMI et Mérat L.) 501
Figure 490 : Extrait du film de SEASONS 502
Figure 491: Programme des rencontres migrateurs de Loire (Sources: LOGRAMI) 503
Figure 492 : Nombre de participants aux Rencontres Migrateurs de Loire pour chacune des journées (données: LOGRAMI) 504
Figure 493 : Photographie des participants aux rencontres migrateurs (Sources : LOGRAMI) 504
Figure 494 : Photographie d'une session de forum avec les intervenants de la session des rencontres migrateurs (Sources : LOGRAMI) 505
Figure 495: Pourcentage de participants par catégorie d'acteurs lors des rencontres migrateurs de 2023 (Sources: LOGRAMI) 505
Figure 496 : Photographie d'un interlude assuré par la Ligue d'Improvisation de Nantes (Sources : LOGRAMI) 506
Figure 497 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » 507
Figure 498 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2023 (deux jeux d'exposition à partir de 2013) 508
Figure 499 : Lieux et départements d'exposition de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2023 509

Table des tableaux

Tableau 1 : Stations hydrométriques de référence, dates de début et de fin de suivi et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2023 (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr) 14
Tableau 2 : Détail des coups d'eau intervenus au printemps aux différentes stations hydrométriques du bassin (Source : Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE) 17
Tableau 3 : Détail des coups d'eau intervenus à l'automne aux différentes stations hydrométriques du bassin (Source : Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE) 20
Tableau 4 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2023 (Sources : LOGRAMI) 26
Tableau 5 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule, de Riorges sur le Renaison et d'Argenton sur la Creuse par rapport aux barrages situés en amont (Sources : LOGRAMI) 28
Tableau 6 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des faciès d'écoulement de la Loire depuis la confluence du Cher jusqu'à la confluence du Thouet en 2023 52
Tableau 7 : Bilan du suivi des stations de comptage par LOGRAMI sur le bassin de la Loire 56
Tableau 8 : Préféremdum de températures pour la migration de l'anguille (Elie et al., 1994) 65
Tableau 9 : Bilan des transferts de civelles réalisés sur ou à proximité du bassin de la Vienne (Source : d'après Le Peru, 2020, 2022a; Mazel et al., 2016) 72
Tableau 10 : Résultats des suivis réalisés 1 à plusieurs années après l'opération de transfert de civelle sur la Creuse en 2013 (Source : d'après Le Peru, 2020, 2022a; Mazel et al., 2016). 72
Tableau 11 : Résultats des suivis réalisés entre un et trois ans après l'opérations de transfert de civelle sur la Creuse en 2019 (Source : d'après Le Peru, 2020, 2022a) 73
Tableau 12 : Différents barrages et obstacles induits par des ponts construits sur le marais de la Basse Vallée de la Vie (Source : Baisez et al. 2024.*en cours de rédaction*) 90
Tableau 13 : Présentation du ratio « nombre de nasse / surface en eau » (Decaux, 2022) des quatre marais suivis. 94
Tableau 14 : Méthodologie d'identification de l'argenture de l'anguille européenne (modifié d'après Baisez, 2001). 95
Tableau 15: Préféremdum de températures pour la migration de la Lamproie marine (AEAG, 2018) 119
Tableau 16 : Nombre de jours avec une température de l'eau supérieure à 26°C au niveau des stations de mesures de Nouâtre (Vienne), Vichy (Allier), Decize (Loire), Descartes (Creuse) et Châtellerault (Vienne) entre 2009 et 2023 (Sources : LOGRAMI) 135
Tableau 17 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de Lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2023 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI) 146
Tableau 18 : Préférendum de températures pour la migration de l'alose (AEAG, 2018) 163
Tableau 19 : Récapitualtif du suivi 2023 sur l'axe Vienne 188
Tableau 20 : Comparaison des résultats du suivi de la reroduction de l'alose sur la frayère de Lilette en 2012, 2013 et 2023 (Sources : LOGRAMI) 194
Tableau 21 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses sur l'axe Creuse en 2023 (Sources : LOGRAMI) 196
Tableau 22 : Récapitualtif du suivi 2023 sur l'axe Allier (Sources : LOGRAMI) 198
Tableau 23 : Récapitualtif du suivi 2023 sur la Loire amont (Sources : LOGRAMI) 203
Tableau 24 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction des aloses « brutes » constatée sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2023 (Sources : LOGRAMI) 207
Tableau 25 : Détail des calculs de taux de reception moyens des dispositifs d'enregistrement audionumérique pour les points d'écoutes des frayères d'aloses actives de la Loire moyenne ayant pu faire l'objet d'une calibration en 2023 (Sources : LOGRAMI) 208
Tableau 26 : Répartition de l'activité de reproduction des aloses sur les 3 points d'écoute de la frayère « Camping de l'amitié » sur la Loire lors de 3 nuits communes en 2023 (Sources : LOGRAMI) 208

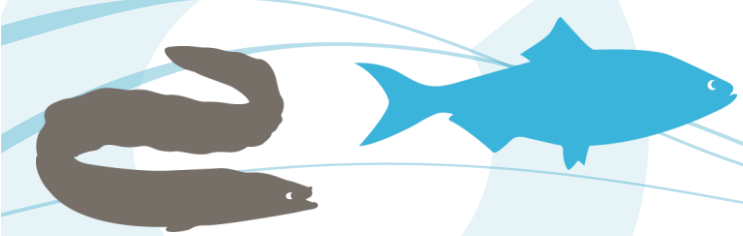


Tableau 27 : Estimation du nombre de bulls (en rouge) sur les points d'écoutes non suivis sur les nuits non communes grâce au ratio moyen d'activité du point d'écoute de la frayère « Camping de l'amitié » (Sources : LOGRAMI) 209
Tableau 28 : Bilan de l'estimation de l'activité de reproduction des aloses sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2023 (Sources : LOGRAMI) 209
Tableau 29 : Bilan spatio-temporel de l'activité de reproduction des aloses sur les différents secteurs du bassin de la Loire suivis en 2023 211
Tableau 30 : Stations échantillonnées sur les cours d'eau du bassin de la Loire par la méthode de recherche ADNe en 2023 (Sources : LOGRAMI) 218
Tableau 31 : Préféremdum de températures pour la migration du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018) 251
Tableau 32 : Préféremdum de températures pour la survie estivale du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018) 259
Tableau 33 : Nombre de jours où la température moyenne journalière a dépassé le seuil de 25 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juin à septembre) (Sources : LOGRAMI) 262
Tableau 34 : Nombre de jours où la température moyenne journalière a dépassé le seuil de 27,5 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juin à septembre) (Sources : LOGRAMI) 264
Tableau 35 : Préféremdum de températures pour la migration du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018) 266
Tableau 36 : Caractérisation de l'année de dévalaison pour les smolts sur la Creuse, la Loire et l'Allier. L'encadré en pointillé noir identifie les cohortes de smolts ayant contribué aux retours d'adultes aux stations en 2023 (Source : LOGRAMI, données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 277
Tableau 37 : Proportion de saumons de 3 étés à Vichy et à Langeac sur l'Allier et delta de différence (Sources : LOGRAMI) 290
Tableau 38 : Conditions hydrologiques en 2023 sur les rivières pouvant accueillir de la reproduction de saumon (Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 293
Tableau 39 : Récapitulatif du déroulement des prospections des frayères de saumon à pied et en hélicoptère sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2023 (Source : LOGRAMI) 295
Tableau 40 : Récapitulatif des vidéos de passages de Saumon atlantique conservées à Langeac sur l'Allier entre 2016 et 2023 310
Tableau 41 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours avec des débits cinq fois supérieurs au module des rivières sur les secteurs de reproduction des saumons durant la période d'incubation des oeufs 2022-2023 (Sources : LOGRAMI) 314
Tableau 42 : Conditions hydrologiques maximales (Hautes eaux ; QMJ max : débit moyen journalier maximal en proportion du module) et minimales (Basses eaux ; VCN3 : débit moyen journalier minimal observé calculé sur 3 jours) durant le développement des alevins de saumon atlantique en 2023 sur l'ensemble des bassins étudiés équipés de station hydrométrique (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr) 318
Tableau 43 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de Saumon atlantique en 2023 (Sources : LOGRAMI) 326
Tableau 44 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2023 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr) 327
Tableau 45 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Allier en 2023 (Sources : LOGRAMI) 339
Tableau 46 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Alagnon en 2023 354
Tableau 47 : Préféremdum de températures pour la migration des smolts (Sources : Martin et al., 2012) 372
Tableau 48 : Date d'arrivée (avec débit moyen journalier) des smolts marqués en 2007 et 2023 à Vieille-Brioude (Sources : LOGRAMI – Données : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 392
Tableau 49 : Temps de franchissement du seuil de Vieille Brioude des smolts marqués en 2007 et 2023 (Sources : LOGRAMI) 395
Tableau 50 : Vitesse de migration des smolts marqués en 2023 entre Vabres/Pt-Gibert et Pt-Gibert/Vieille-Brioude (Sources : LOGRAMI) 397
Tableau 51 : Crues hivernales observées en janvier 2023 sur l'Allier, l'Alagnon, la Dore, la Sioule, la Creuse, la Gartempe et l'Ardour (Sources : LOGRAMI) 400

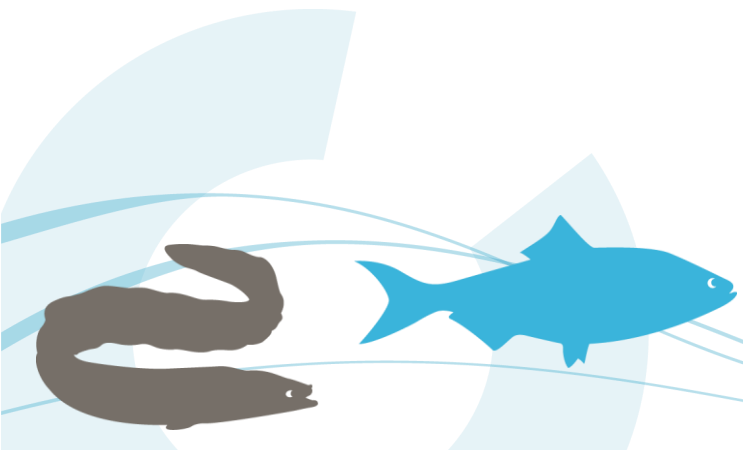



Tableau 52 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur la Sioule en 2023 (Sources : LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr) 413
Tableau 53 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur la Sioule en aval du barrage de Queuille en 2023 (Sources : LOGRAMI) 414
Tableau 54 : Surfaces et longueurs des faciès lentiques induites par les ouvrages recensés sur le linéire de la Sioule décrit en 2023 (dans le sens aval-amont) (Sources : LOGRAMI) 418
Tableau 55 : Comparaison des quantifications d'habitats de la Sioule réalisées en 1999 et en 2023 (Sources : LOGRAMI, Malavoi, 1999; Minster & Bomassi, 1999) 420
Tableau 56 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI) 441
Tableau 57 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI) 441