NOVEMBRE 2023

Actions en faveur des poissons grands migrateurs du bassin Loire

LOGRAMI Loire Grands Migrateurs

LOGIPOMI. PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2022

du 01/01/22 au 31/12/22

PLAN LOIRE Grandeur Nature

Recueil de données biologiques 2022 sur les poissons migrateurs du bassin Loire

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

Et la participation de :

FAVIER Alexandre, GAUGIRARD Alexandre, NEVERS Thomas, MILLOT Thomas, VISSET Pierre

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

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.

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 2022. Recueil de données biologiques 2022 sur les poissons migrateurs du bassin Loire., Association LOGRAMI, 501 p.

Table des matières

1. Le programme d'actions LOGIPOMI 9

1.1. Les espèces concernées 9

1.2. La structuration du programme 12

1.3. Territoire du programme d'actions 13

1.4. Les informations issues du programme 14

2. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats en 2022 15

2.1. Les conditions environnementales 2022 15

2.1.1. Les débits 15

2.1.2. Les températures de l'eau 23

2.2. Conditions de migration 32

2.2.1. Situation de la continuité écologique sur le bassin de la Loire 32

2.2.2. Améliorations de la continuité écologique par sous-bassins 33

2.2.3. Synthèse des améliorations récentes de la continuité écologique 46

2.2.4. Etat des aménagements sur les ouvrages à enjeux essentiels (OEE) 48

2.3. Conclusion 52

3. Le réseau de stations de comptage 54

3.1. Localisation des stations de comptage 54

3.2. Système de comptage 56

3.3. Fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage en 2022 56

3.3.1. Fonctionnement des dispositifs du bassin de la Vienne 56

3.3.2. Fonctionnement des dispositifs du bassin de l'Allier 57

3.3.3. Fonctionnement des dispositifs du bassin de la Loire amont 62

4. L'Anguille européenne 64

4.1. L'anguille jaune 64

4.1.1. Conditions de migration 64

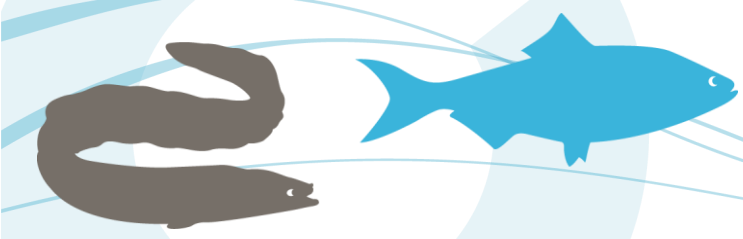
4.1.2. Effectifs aux stations de comptage 66

4.1.3. Périodes de migration 71

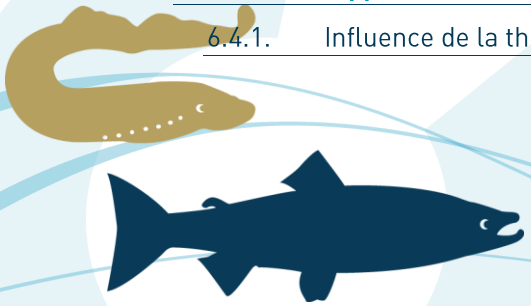
4.1.4. Structure démographique 74

4.1.5. Front de colonisation 77

4.2. Diagnostic de l'état de la population d'anguilles au sein de trois marais côtiers vendéens 78



4.2.1. Objectifs 78
4.2.2. Résultats de l'étude 78
4.3. L'anguille argentée 81
4.3.1. Influence de l'hydrologie 81
4.3.2. Effectifs aux stations de comptage 81
4.3.3. Période de migration 82
4.3.4. Rythme horaire de migration 83
4.3.5. Caractéristiques biométriques 84
4.4. Conclusion 85
5. Le Mulet porc 87
5.1. Les effectifs de mulets porcs 87
5.1.1. Descartes 87
5.1.2. Châtellerault 88
5.2. Migration des mulets porcs 89
5.2.1. Amplitude et dynamique migratoire 89
5.2.2. Passages journaliers 90
5.2.3. Rythme horaire de migration 90
5.3. Caractéristiques biométriques 91
5.4. Le front de colonisation du Mulet porc 92
5.5. Conclusion 94
6. Les aloses 95
6.1. Montaison des géniteurs 95
6.1.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie 95
6.1.2. Effectifs aux stations de comptage 98
6.1.3. Structure en âge 104
6.1.4. Période de migration 107
6.2. Reproduction des géniteurs 110
6.2.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie 110
6.2.2. Préambule 111
6.2.3. Amplitude de la période de reproduction de l'alose 113
6.2.4. Suivi de la reproduction des aloses 115
6.2.5. Reproduction de l'alose et perturbations liées aux silures 138
6.3. Le front de colonisation 139
6.3.1. Méthodes de recherche par ADN environnemental 139
6.3.2. Front de colonisation sur le bassin Loire 147
6.4. Développement et dévalaison des alosons 149
6.4.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie 149



6.5. Cartographie des habitats de la Creuse dans l'ancienne retenue du seuil de Descartes 151

6.5.1. Localisation et conditions d'étude 151

6.5.2. Matériel et méthodes 153

6.5.3. Résultats 154

6.6. Conclusion 158

7. La Lamproie marine 160

7.1. Migration de montaison des géniteurs 160

7.1.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 160

7.1.2. Effectifs aux stations de comptage 163

7.1.3. Périodes de migrations 167

7.2. Conditions de reproduction des géniteurs 171

7.3. Développement des juvéniles 173

7.3.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 173

7.3.2. Structure en âge des juvéniles de Lamproie marine sur le bassin de la Vienne 176

7.3.3. Matériel et Méthodes 176

7.3.4. Résultats 179

7.4. Le front de colonisation de la Lamproie marine 191

7.4.1. Prospection de nids 191

7.4.2. Complément de recherche de présence par l'ADNe 191

7.5. Conclusion 194

8. La Lamproie fluviatile 196

8.1. Effectifs aux stations de comptage 196

8.2. Ammocètes de lamproies du genre *Lampetra* 197

8.2.1. Identification 197

8.2.2. Répartition spatiale 197

8.2.3. Distinction entre *Lampetra fluviatilis* et *Lampetra planeri* 199

8.3. Conclusion 204

9. La Truite de mer 205

9.1. Effectifs aux stations de comptage 205

9.2. Autres observations 205

10. Le Saumon atlantique 206

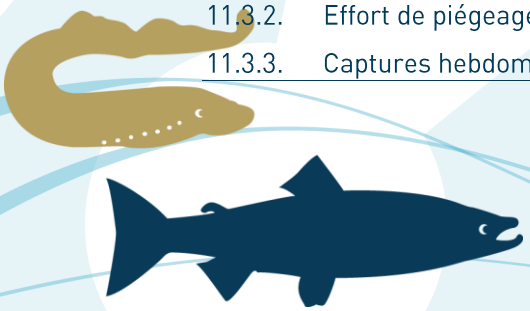
10.1. Migration de montaison des géniteurs 206

10.1.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie 206

10.1.2. Effectifs aux stations de comptage 221

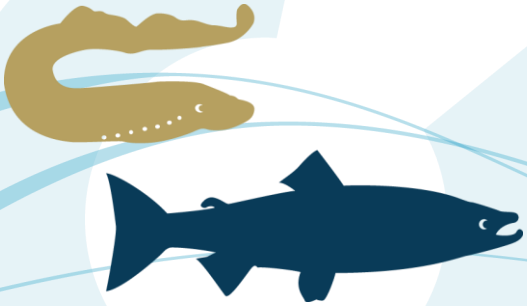
10.1.3. Périodes de migration 234

10.1.4. Structuration en âge de la population 238
10.1.5. Effectifs de retour de saumons par classe d'âge suivant leurs années de dévalaison 242
10.1.6. Comportement migratoire par âge de mer 247
10.2. Taux de transfert des saumons 251
10.2.1. Taux de transfert par axe 252
10.2.2. Taux de transfert différentiel par âge de mer sur l'Allier 255
10.3. Reproduction des géniteurs 257
10.3.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 257
10.3.2. Sex-ratio des saumons à Langeac 259
10.3.3. Suivi des frayères 261
10.4. Développement des oeufs 273
10.4.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 273
10.5. Développement des juvéniles 275
10.5.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 275
10.5.2. Abondance de juvéniles de saumons natifs et déversés en 2022 279
10.5.3. Relation entre le nombre de frayères et l'abondance des juvéniles de saumons 331
10.6. Dévalaison des smolts 336
10.6.1. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie 336
10.6.2. Les effectifs aux stations de comptage 340
10.6.3. Période de migration 344
10.7. Dévalaison des « ravalés » 350
10.7.1. Influence de l'hydrologie 351
10.7.2. Effectifs aux stations de comptage 352
10.7.3. Période de migration 353
10.8. Actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de Saumon atlantique sur le Chapeauroux entre la confluence avec l'Allier et le barrage d'Auroux 355
10.8.1. Matériel et méthodes 357
10.8.2. Résultats 361
10.8.3. Discussion 367
10.9. Conclusion 368
11. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs 373
11.1. Contexte de l'étude 373
11.2. Impact du piégeage sur le franchissement des saumons 375
11.3. Captures de géniteurs à Vichy pour la pisciculture 377
11.3.1. Historique des campagnes de piégeage 378
11.3.2. Effort de piégeage 2022 380
11.3.3. Captures hebdomadaires 2022 381



11.3.4. Représentativité des captures en 2022 382
11.3.5. Impact du piégeage sur le comportement des saumons 385
11.3.6. Impact du piégeage sur le retard de franchissement 386
11.4. Production de juvéniles à partir d'incubateur 387
11.4.1. Contexte 387
11.4.2. Résultats 2022 389
11.5. Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin 391
11.5.1. Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier 391
11.6. Taux de retours des saumons déversés 398
11.6.1. Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt 398
11.6.2. Taux de retour des individus déversés au stade alevins 400
11.7. Origine des saumons de retour 403
11.7.1. Origine des saumons de retour sur le bassin Creuse-Gartempe 404
11.7.2. Origine des saumons de retour sur l'Allier 405
11.8. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolts 407
11.8.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe à Descartes 407
11.8.2. Sur le bassin de l'Allier 408
11.9. Conclusion 409
12. Evolution de la colonisation par le silure 413
12.1. Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin 414
12.2. Amplitude de migration aux stations de comptage 417
12.3. Comportement nycthéméral de migration aux stations de comptage 418
12.4. Comparaison interannuelle 419
12.5. Conclusion 422
13. La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs 424
13.1. Stratégie de communication des informations du programme d'actions 424
13.2. La valorisation vers les acteurs de l'eau 425
13.2.1. La valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux 425
13.2.2. La valorisation en cours de programme 426
13.2.3. La participation aux réunions et groupes de travail 427
13.2.4. La plaquette "Actions Phares" 433
13.2.5. La mise à disposition des données 434
13.3. La valorisation des connaissances pour le grand public 437
13.3.1. Le site internet 437

13.3.2. La page Facebook 444
13.3.3. Suivi projet bande-dessinée sur l'anguille 445
13.3.4. Participation à un projet artistique 446
13.3.5. Les conférences et interviews 447
13.3.6. L'exposition itinérante 452
13.4. Conclusion 456
14. Discussion et aide à la gestion 457
14.1. Les particularités de l'année 2022 457
14.2. Bilan des espèces au sein du bassin de la Loire 458
14.2.1. L'Anguille européenne 458
14.2.2. Le Mulet porc 459
14.2.3. Les aloses 460
14.2.4. La Lamproie marine 461
14.2.5. La Lamproie fluviatile 462
14.2.6. La Truite de mer 463
14.2.7. Le Saumon atlantique 464
14.2.8. Le Silure glane 465
14.3. La diffusion de l'information 467
14.4. L'aide à la gestion 467
14.4.1. La continuité écologique 467
14.4.2. La gestion quantitative de l'eau 468
14.4.3. Les mesures de gestion des pêcheries 468
14.4.4. Les mesures de soutien d'effectifs 469
Bibliographie 473
Table des figures 480
Table des tableaux 500



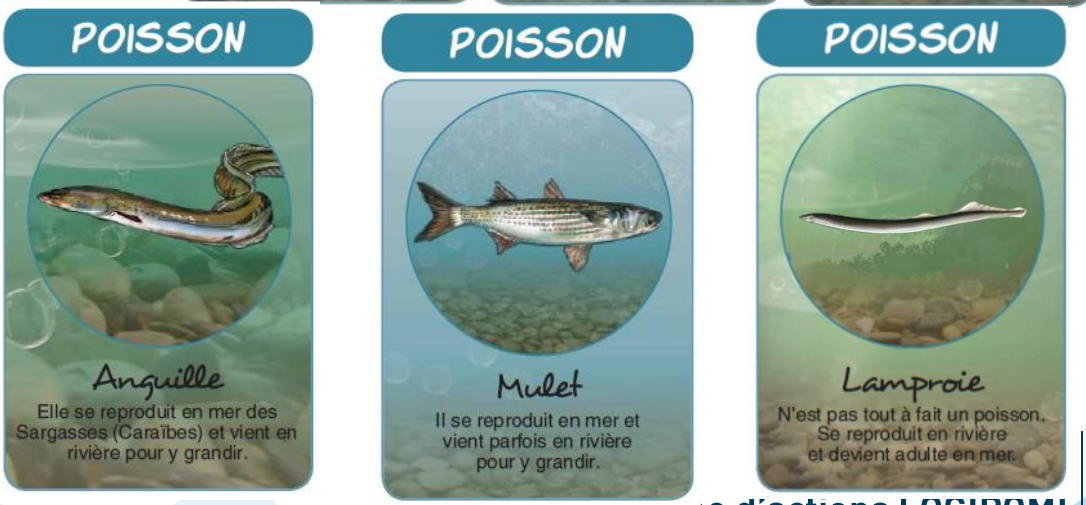
1. Le programme d'actions LOGIPOMI

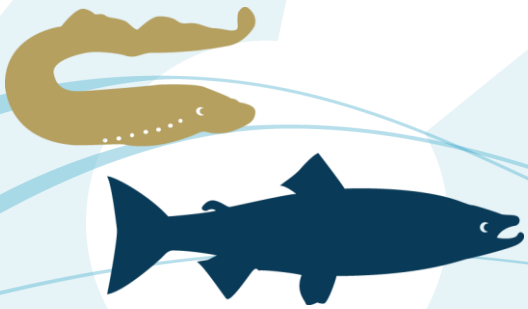
1.1. Les espèces concernées

Les poissons grands migrateurs concernés par l'étude sont l'Anguille européenne, le Mulet porc, les aloses, la Lamproie marine, la Lamproie fluviatile, la Truite de mer et le Saumon atlantique.









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 :

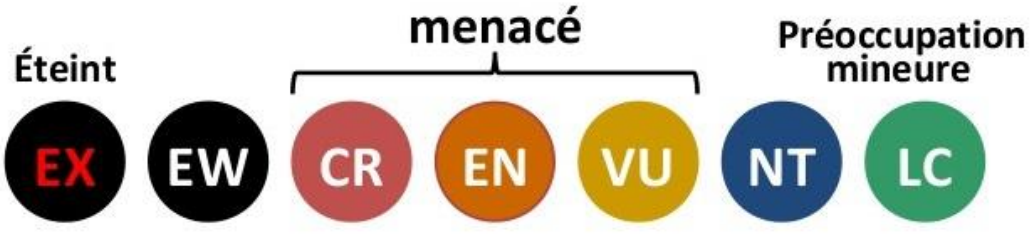


Figure 1 : Catégories de statuts pour l'évaluation et le classement des espèces par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)

- 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 ;
- Une espèce classée en préoccupation mineure (LC) est une espèce pour laquelle le risque de disparition est faible.

En 2019, pour la France, la **Grande alose** a changé de statut et est maintenant classée **en danger critique comme l'anguille européenne.** La **Lamproie marine** a également été reclassée plus sévèrement **en danger**. Enfin, **le Saumon atlantique** a globalement une situation qui s'améliore avec un classement en quasi menacée sauf **le saumon de l'Allier** qui a fait l'objet d'une évaluation particulière et reste classé en **vulnérable. La lamproie de rivière** (fluviatile) est également **vulnérable. L'Alose feinte** atlantique est considérée en France **quasi menacée.**

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

Dans le cadre ce programme, le **silure glane** est également étudié en raison de la pression qu'il est susceptible d'exercer sur les poissons grands migrateurs.

1.2. 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. 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.



Figure 2 : Rappel des opérations du programme d'actions

1.3. Territoire du programme d'actions

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.

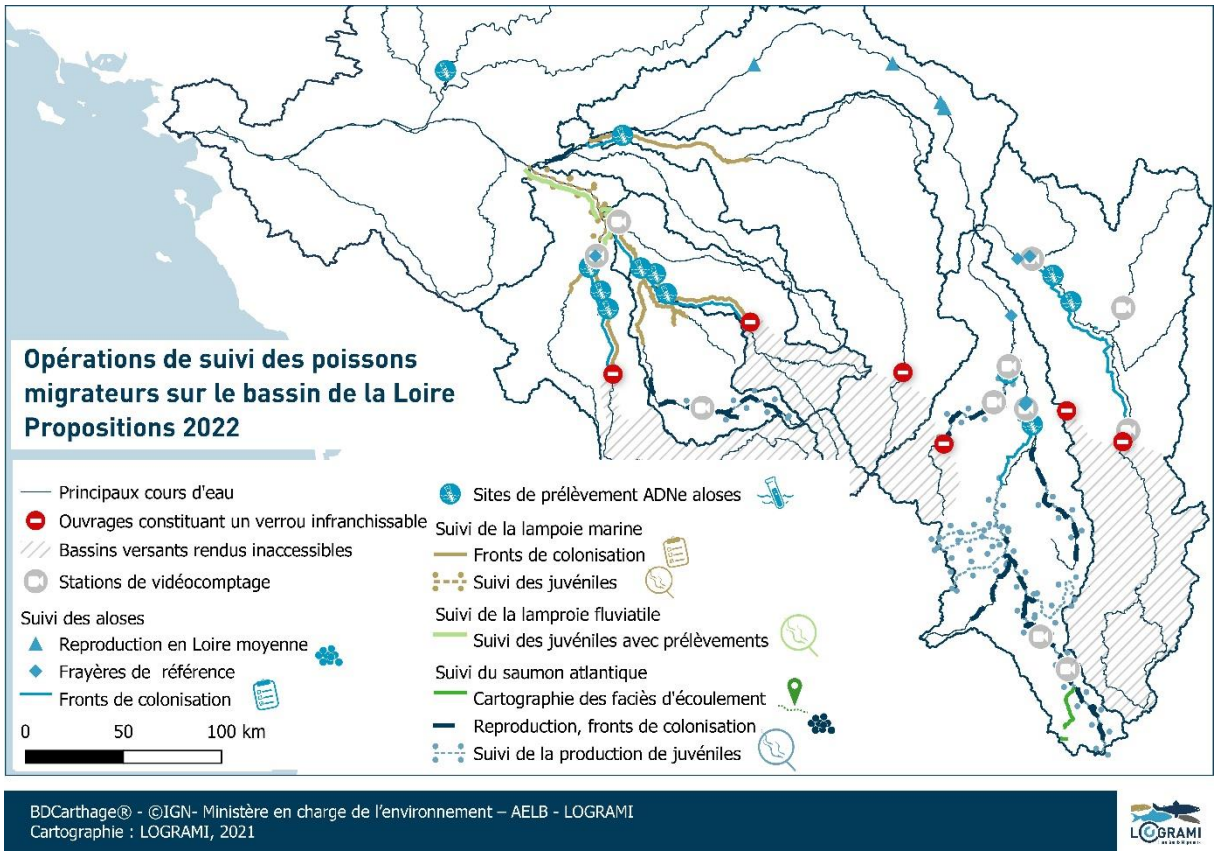
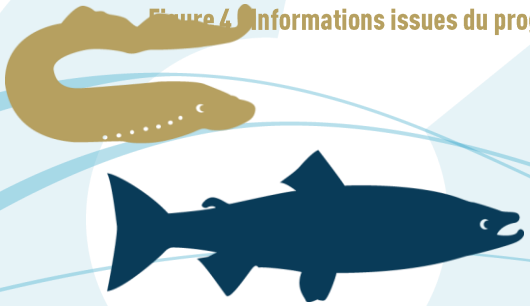


Figure 3 : Opérations de suivi des poissons migrateurs du programme de recherches appliquées identifiées par axe fluvial (Source LOGRAMI)

1.4. Les informations issues du programme

Les conditions environnementales en 2022	•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 •Aménagement de souvrages à enjeux essentiels
Généralités sur les stations de comptage	•Fonctionnement des passes à poissons •Fonctionnement des stations de comptage
L'Anguille européenne	•Recrutement de juvéniles •Effectifs en montaison •Migration des anguilles argentées
Le Mulet porc	•Front de colonisation •Migration •Taille des individus
Les aloses	•Migrations de montaison •Front de colonisation •Reproduction des géniteurs •Développement et dévalaison des alosons
La Lamproie marine	•Migration de montaison •Reproduction des géniteurs •Densité et développement des ammocètes
La Lamproie fluviatile	•Présence de l'espèce en Vienne-Creuse
Le Saumon atlantique	•Montaison des potentiels géniteurs •Survie estivale des géniteurs •Reproduction des géniteurs •Densité et 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

Figure 4 : Informations issues du programme d'actions en faveur des poissons migrateurs du bassin Loire



2. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats en 2022

2.1. Les conditions environnementales 2022

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

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...).

Au moment de la rédaction du présent rapport, les débits 2022, mesurés aux différentes stations hydrologiques (Figure 5 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.**

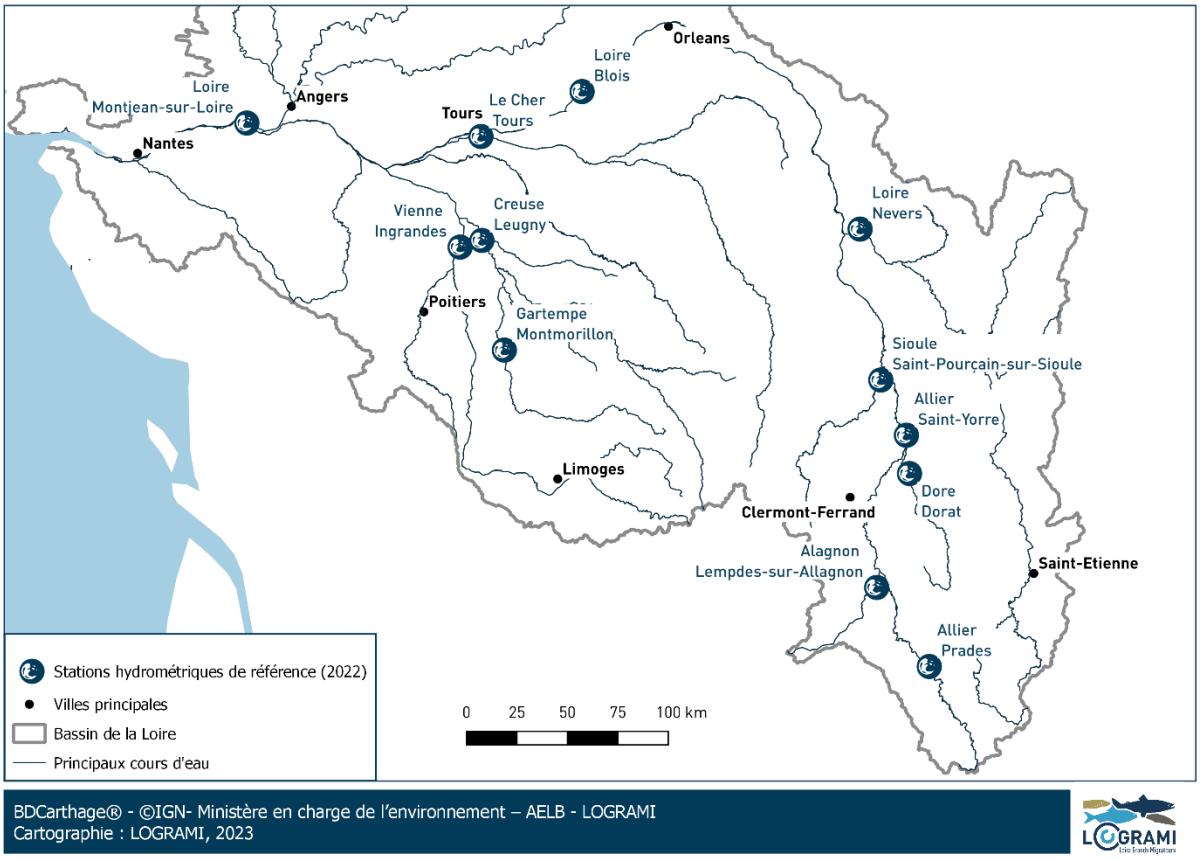


Figure 5 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)

Tableau 1 : Stations hydrométriques de référence et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2022 (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 (1863–2022)	839	100
Loire moyenne	Blois (1863-2022)	256	275
Loire amont	Nevers (1955-2022)	175	546
Vienne	Ingrandes sur Vienne (1918-2022)	118	260
Creuse	Leugny (1964-2022)	73	270
Gartempe	Montmorillon (1955-2022)	21	340
Cher	Tours - Pont Saint-Sauveur (2000-2022)	79	220
Allier aval	St Yorre (1967-2022)	93	675
Allier amont	Prades (1968-2022)	17	859
Sioule	Saint-Pourçain-sur-Sioule (1967-2022)	24	633
Dore	Dorat (1991-2022)	19	694
Alagnon	Lempdes-sur-Allagnon (1967-2022)	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 2022

Le début d'année est caractérisé par **un hiver sec sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire.** En 2022, les indices hydrologiques calculés durant la période hivernale sont tous déficitaires (moyenne 0,6 +/- 0,1). Les indices oscillent entre 0,5 sur l'Allier amont et 0,8 sur la Dore. **Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence** (Figure 6).

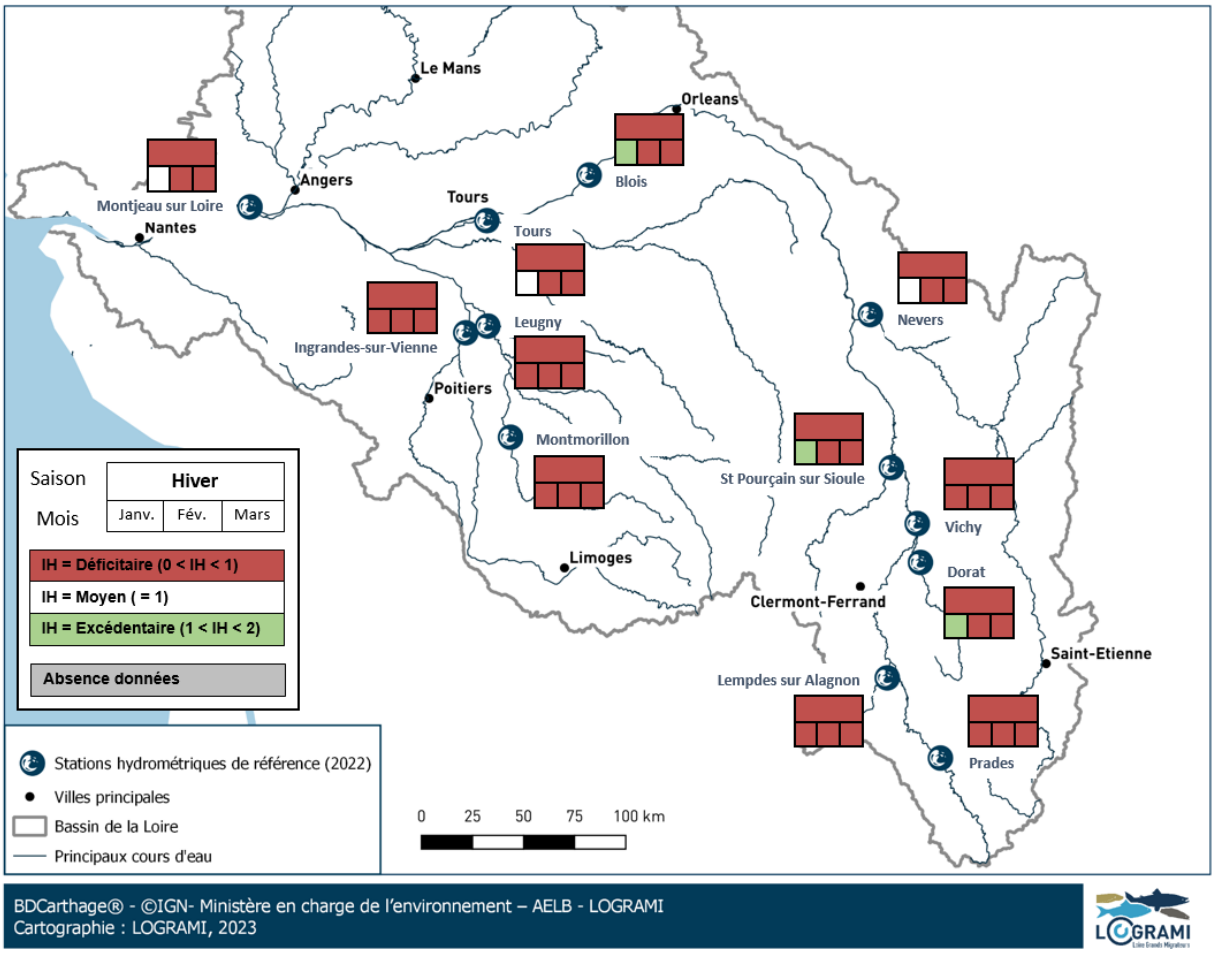


Figure 6 : Indices hydrologiques 2022 durant la période hivernale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Seul le mois de janvier sur la Loire, le Cher, la Sioule et la Dore enregistre des débits moyens voire excédentaires. Des crues hivernales ont été enregistrées sur ces axes durant la première quinzaine de janvier (Figure 7).

Sur la basse, moyenne et Loire amont, les débits moyens mensuels à Montjean-sur-Loire, Blois et Nevers du mois de janvier sont proches des débits de référence calculés sur une moyenne respectivement de 160, 160 et 68 ans. Durant cette période, un pic de crue de moyenne intensité est constaté le 5 janvier avec 2 270 m³/s à Montjean-sur-Loire (crue biennale = 3 230 m³/s), le 3 janvier avec 1 410 m³/s à Blois (crue biennale = 1 580 m³/s) et le 1er janvier avec 946 m³/s à Nevers (crue biennale = 1 040 m³/s).

Sur le Cher à Tours, les débits sont également moyens au mois de janvier avec une valeur mensuelle de 147 m³/s. Le débit moyen mensuel du Cher est égal aux écoulements de référence avec une valeur supérieure au module (79 m³/s à Tours). Un pic de crue a lieu le 1er janvier avec une valeur de 322 m³/s. Cette crue est proche de la valeur de la crue biennale : 433 m³/s.

Sur la Dore et la Sioule, les débits sont également légèrement soutenus au mois de janvier avec des moyennes mensuelles proches des valeurs de références. Des coups d'eau au-dessus des moyennes mensuelles de référence sont constatés à Dorat le 1er janvier avec 85 m³/s et à Saint-Pourçain-sur-Sioule le 10 janvier avec 63 m³/s. Ces crues sont de faibles intensités avec des valeurs 2 à 3 fois inférieures aux crues biennales (157 m³/s à Dorat et 158 m³/s à Saint-Pourçain-sur-Sioule).

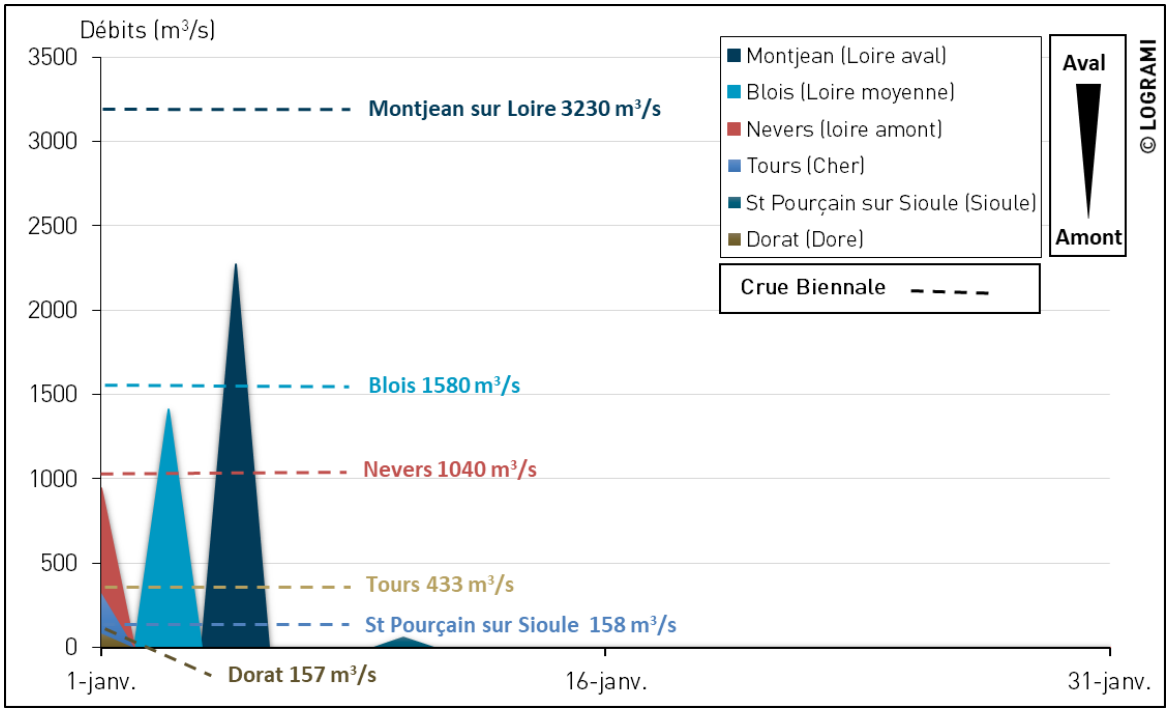


Figure 7 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques références du bassin de la Loire durant l'hiver 2022 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

2.1.1.3 Conditions hydrologiques durant la période printanière 2022

L'année 2022 est caractérisée par **un printemps très sec sur l'ensemble des stations** du bassin de la Loire. Les indices hydrologiques sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,4 (+/- 0,1) (Figure 8). **Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence**. Le plus faible indice est enregistré sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule, sur la Loire à Nevers et Blois avec une valeur

de 0,3. En effet, les débits moyens mensuels sur la Sioule et la Loire moyenne-amont au mois de mai sont près de 4 fois inférieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 55 ans à Saint-Pourçain-sur-Sioule, 68 ans à Nevers et 160 ans à Blois.

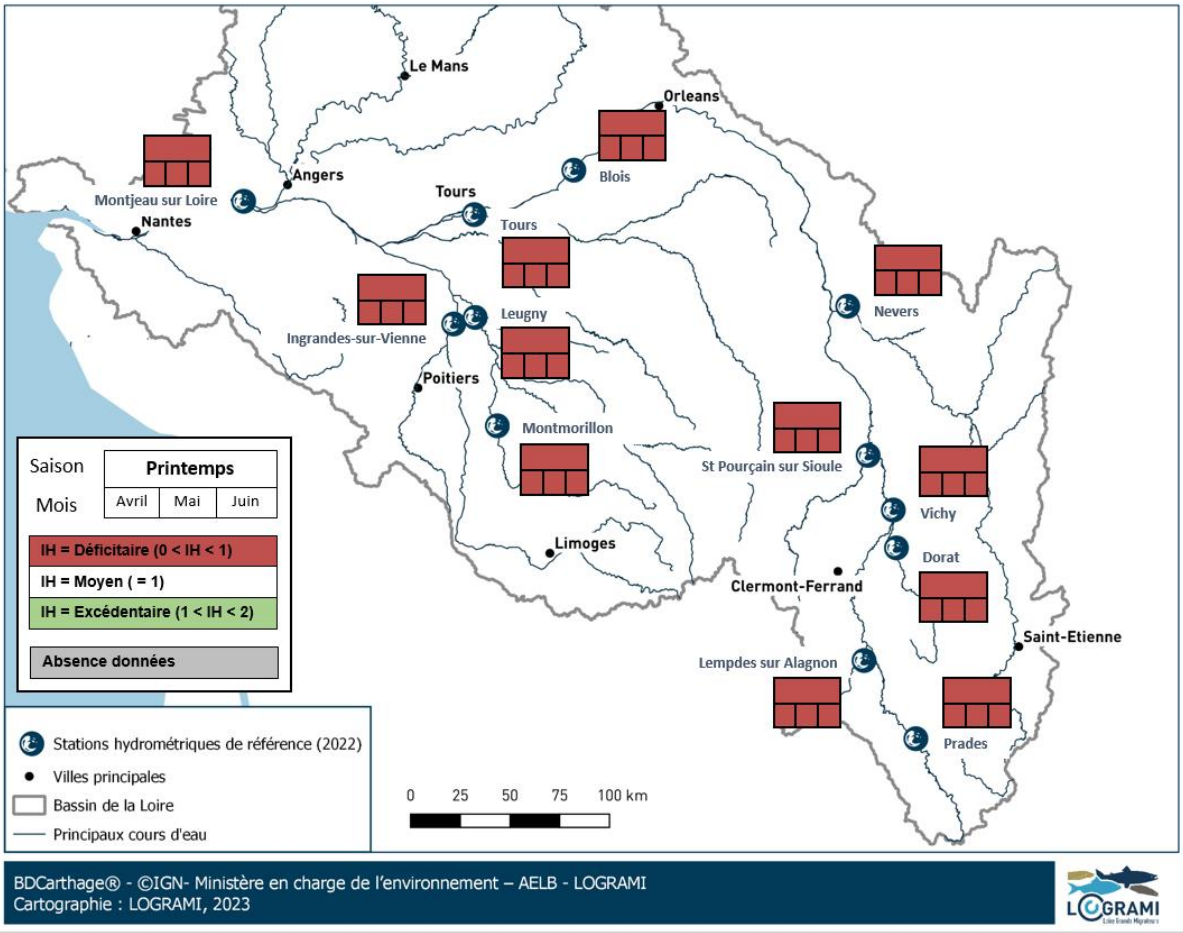


Figure 8 : Indices hydrologiques 2022 durant la période printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Sur l'Allier à Saint-Yorre, un pic printanier a été observé le 27 juin avec une valeur de 201 m³/s près de 2 fois supérieure au module (93 m³/s). La situation hydrologique de l'Allier à Prades au mois de juin est moins intense que celle de l'Allier aval (Saint-Yorre). Le pic de crue sur ce secteur atteint seulement 14 m³/s le 24 juin pour un module de 17 m³/s. Cette crue sur l'Allier est principalement due aux fortes pluies tombées sur l'Allier des plaines entre Pont du Château et Vichy. La Dore a également participé à cette forte et rapide augmentation de débit. Cette crue sur Saint-Yorre est toutefois de faible intensité avec une valeur bien inférieure à la crue biennale (544 m³/s).

Sur la Dore et sur la Sioule, un épisode pluvieux est également enregistré fin juin avec un pic de 36 m³/s le 27 juin à Dorat et de 49 m³/s le 29 juin à Saint-Pourçain-sur-Sioule. Ces coups d'eau sont de très faibles intensités avec des valeurs bien en dessous des crues biennales (157 m³/s à Dorat et 158 m³/s à Saint-Pourçain-sur-Sioule).

Sur la Vienne et la Creuse, un pic printanier a eu lieu le 5 avril avec une valeur de 265 m³/s à Ingrandes sur Vienne et 190 m³/s à Leugny. Toutefois, ces coups d'eau sont près de 3 fois inférieurs aux valeurs des crues biennales : 700 m³/s à Ingrandes et 569 m³/s à Leugny.

2.1.1.4 Conditions hydrologiques durant la période estivale 2022

L'année 2022 est caractérisée par **un étiage sévère sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire.** En 2022, 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 l'Allier amont. **Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence** (Figure 9). Le plus fort écart est enregistré sur la station de Dorat sur la Dore. L'indice hydrologique calculé sur 32 années au niveau de cette station est égal à 1,0 contre 0,3 en 2022.

Contrairement aux années antécédentes (indice = 1,1), la station de Prades (Allier amont) enregistre un indice déficitaire en 2022 (indice = 0,8). Le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac pour l'alimentation en eau des seuils de centrale nucléaire en moyenne Loire a été moins soutenu en 2022. En effet, suite 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 m³/s contre 12 m³/s en année normale.

Contrairement aux autres stations du bassin, le mois d'août à la station de Nevers enregistre un indice hydrologique excédentaire avec une valeur de 1,1. Ce dernier est dû à des lâchures journalières de 16 m³/s effectuées par le barrage de Villerest entre le 17 juillet et le 10 août afin de maintenir un débit d'étiage suffisant pour la sureté nucléaire des centrales en moyenne Loire.

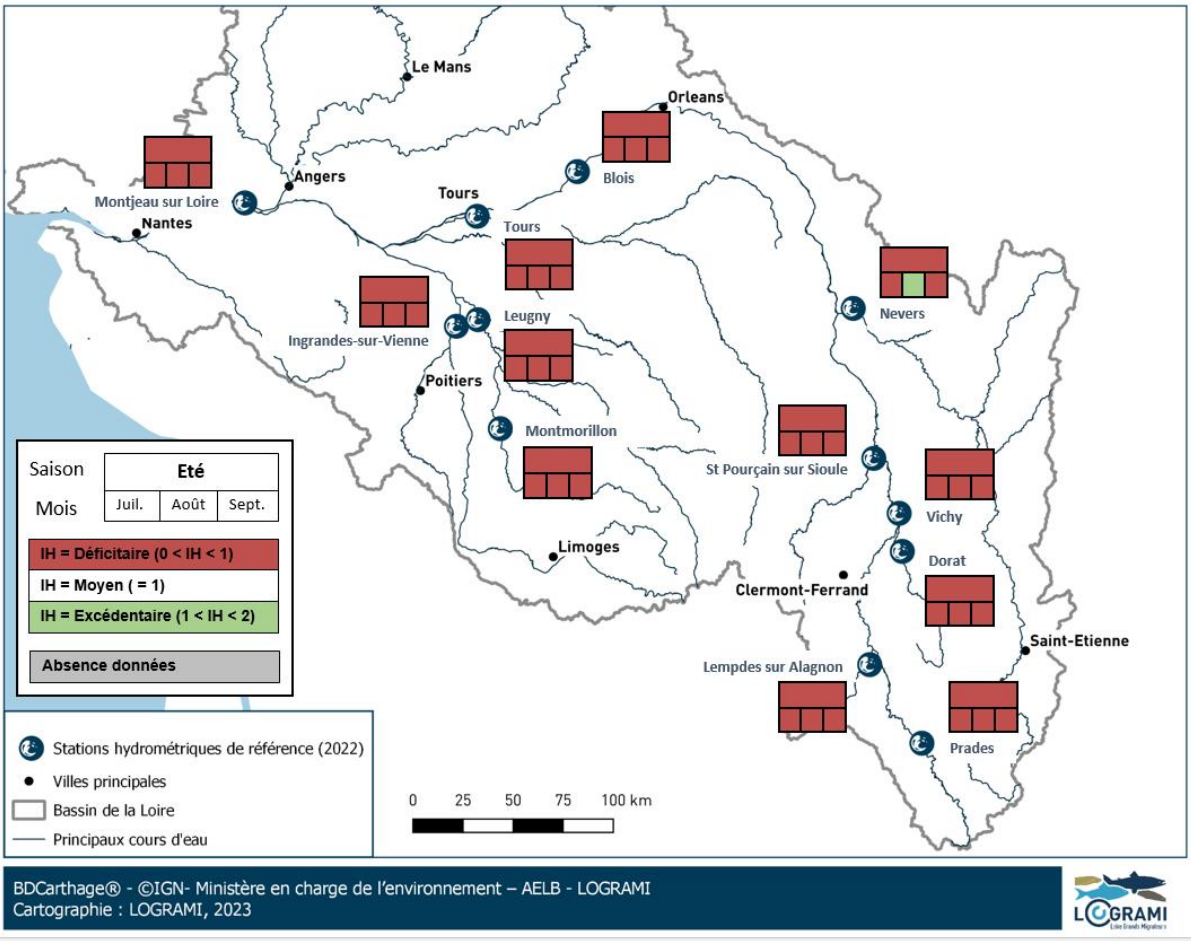


Figure 9 : Indices hydrologiques 2022 durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

2.1.1.5 Conditions hydrologiques durant la période automnale 2022

La fin d'année est caractérisée par **un automne très sec sur l'ensemble du bassin de la Loire**. En 2022, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont tous déficitaires avec des valeurs qui oscillent entre 0,2 sur l'axe Creuse-Gartempe et 0,4 sur la Loire moyenne-amont, le Cher, l'Allier et l'Alagnon. Comparativement aux données antérieures sur ces différents sites de références, **les indices hydrologiques de 2022 sont en moyenne 3 fois inférieurs** (Figure 10).

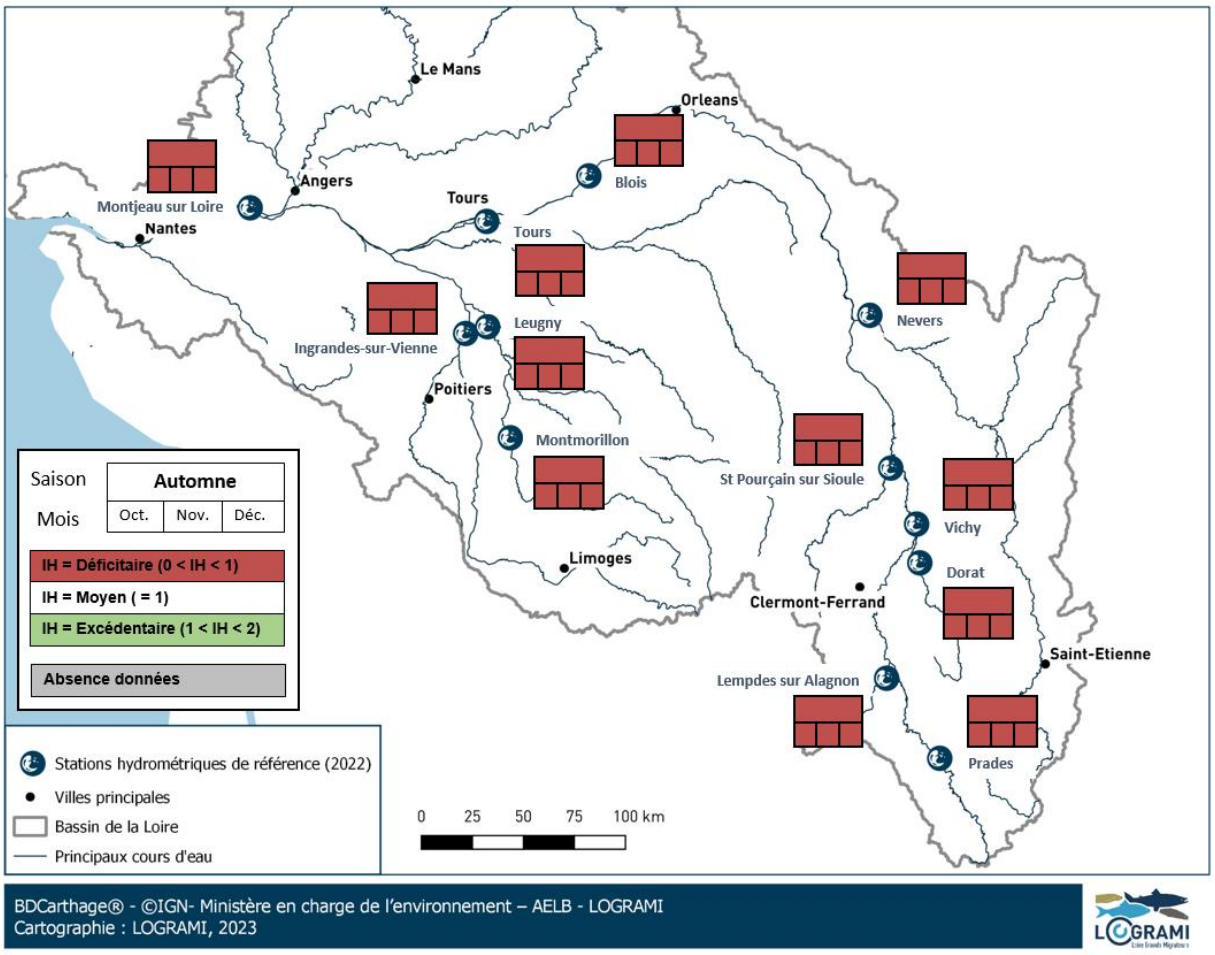
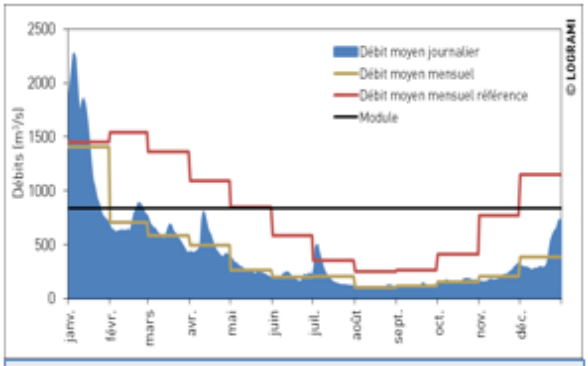
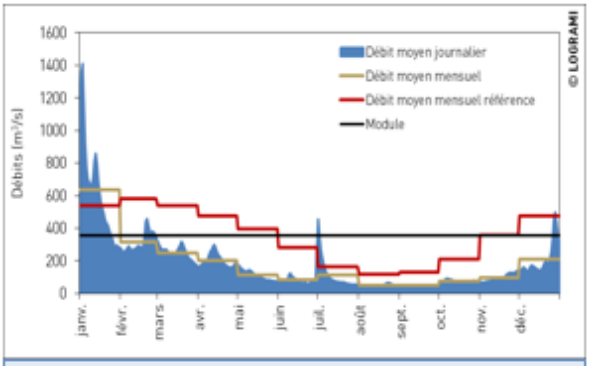


Figure 10 : Indices hydrologiques 2022 durant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

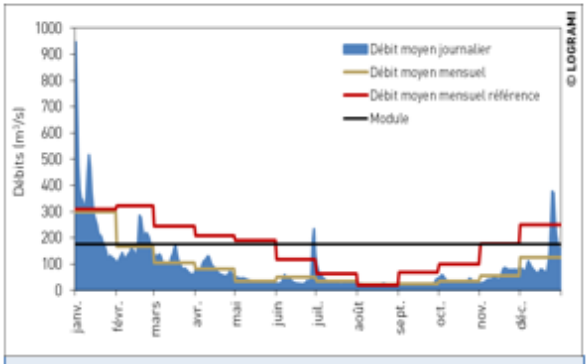
Sur l'Arroux, pendant le mois de décembre, une crue est enregistrée le 24 décembre avec 162 m^3/s à Etang-sur-Arroux. Cet évènement est de moyenne intensité (crue biennale = 199 m^3/s).



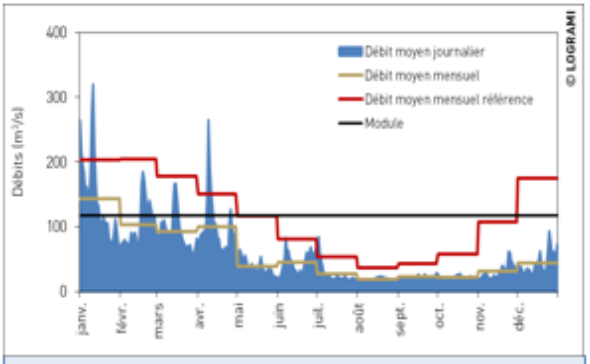
Loire aval : Montjean sur Loire



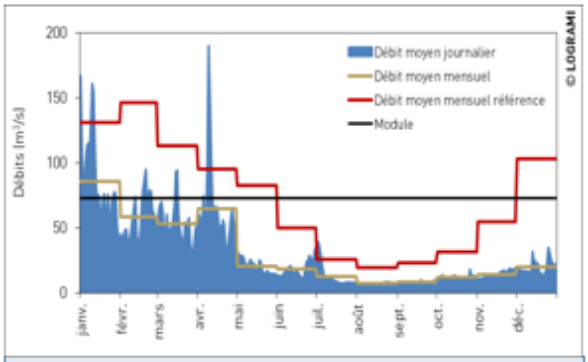
Loire moyenne : Blois



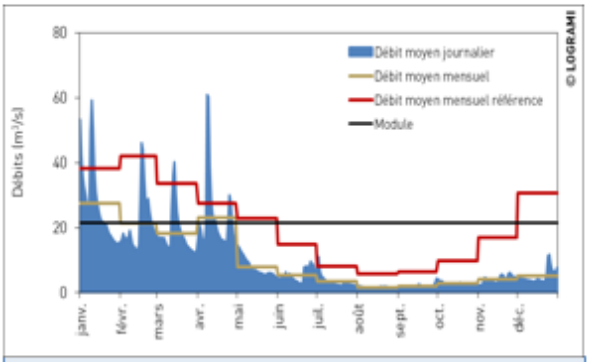
Loire amont : Nevers



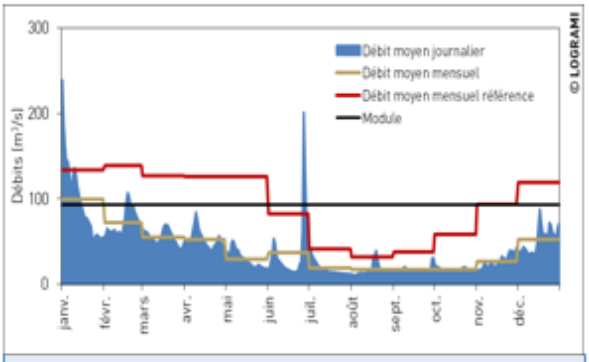
Vienne aval : Ingrandes sur Vienne



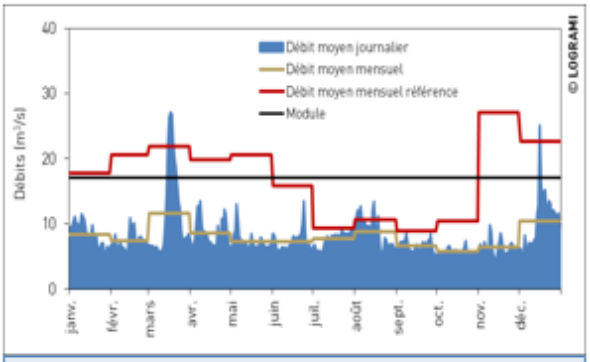
Creuse aval : Leugny



Gartempe : Montmorillon



Allier aval : St Yorre



Allier amont : Prades

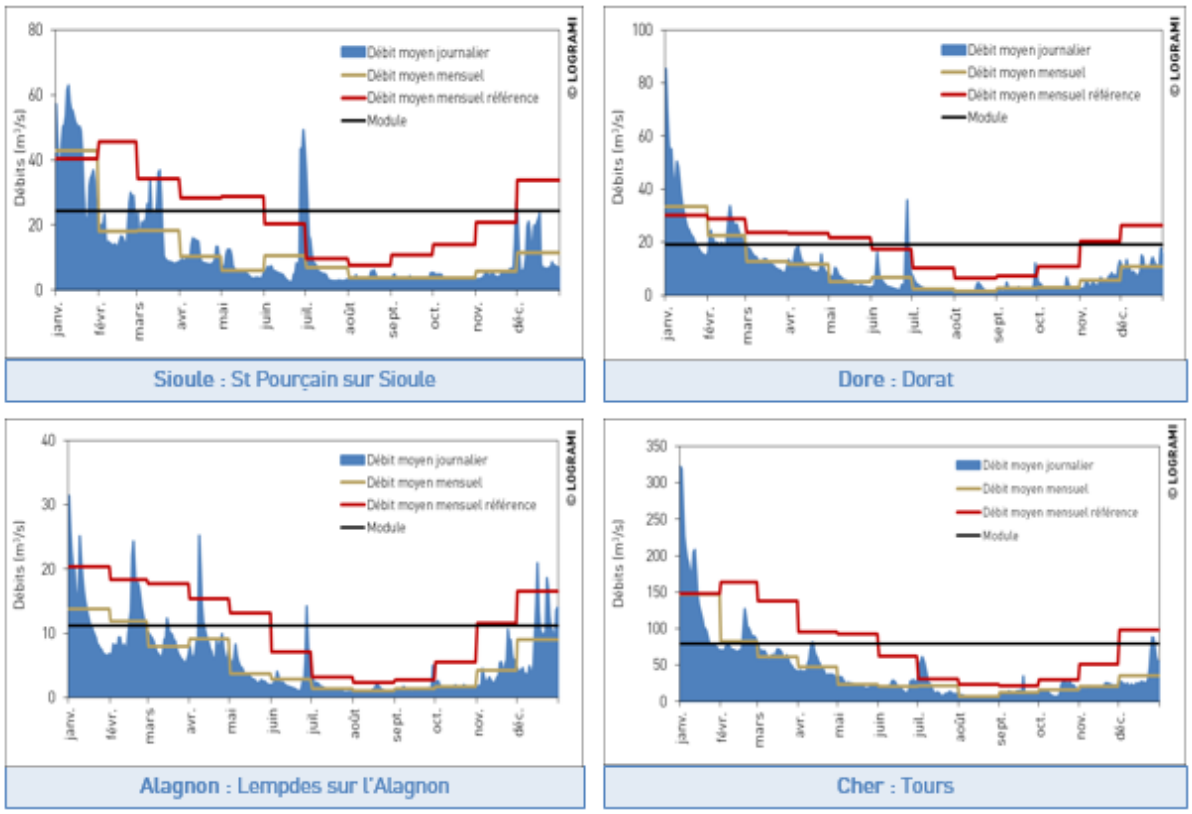


Figure 11 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrométriques de référence en 2022 (Données hydro : DREAL Pays de Loire / Hydro – MEDD/DE)

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).

L'objectif est de qualifier l'année 2022 au regard des années antérieures afin d'avoir une vision globale des températures 2022. Pour cela, une comparaison des moyennes mensuelles 2022 aux moyennes mensuelles des années antérieures est réalisée. Il s'agit de préciser l'information en mettant en évidence les tendances thermiques au cours de la saison, des différences inter-stations et des dissemblances interannuelles.

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 particulièrement de par leur caractère de référence (Figure 12). L'emplacement des enregistreurs est choisi pour leurs propriétés indicatrices (zone toujours en eau) et pratiques pour la récolte des données (profondeur inférieure à 1,5 mètre, accessibilité...).

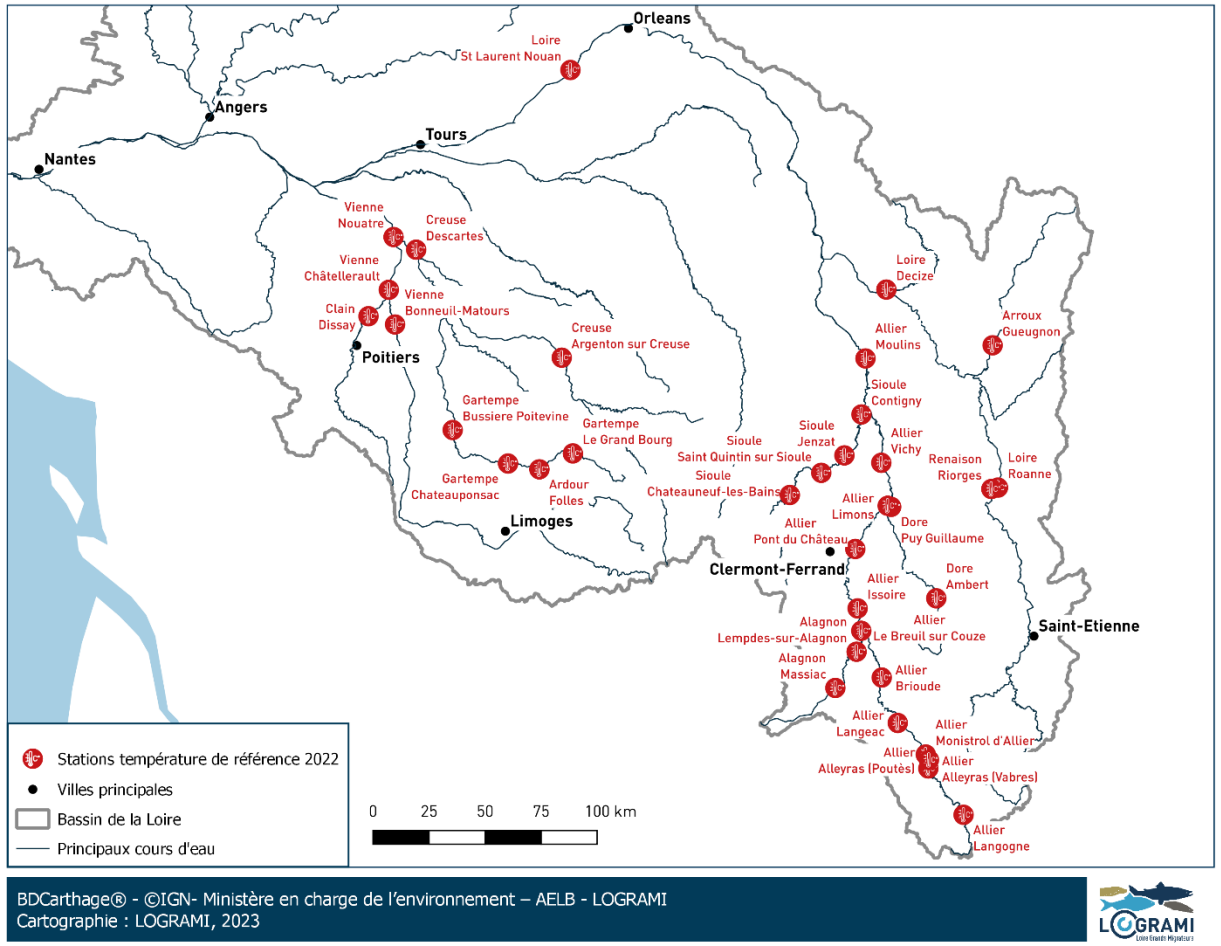


Figure 12 : Localisation des sondes de températures de l'eau suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

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

Extrapolation des données manquantes

Pour les analyses ultérieures des températures, les valeurs manquantes ne sont pas intégrées aux calculs sauf si une extrapolation des données est possible. Une absence de données traduit un dysfonctionnement de l'enregistreur thermique.

2.1.2.2 Fonctionnement du réseau de sondes en 2022

Au total, 34 sondes températures sont implantées sur le bassin de la Loire. Chaque rivière principale suivie possède généralement au moins deux sondes sur son cours afin d'étudier l'évolution du régime thermique. Le réseau de sondes s'est étendu en 2022 avec l'installation d'une nouvelle sonde à Alleyras au niveau de la station de comptage de Poutès.

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 2).

Sur l'ensemble des sondes installées et téléchargées début 2022, 13 sondes ont fait l'objet d'un dysfonctionnement (Decize, Vichy, Pont du Château, Issoire, le Breuil sur Couze, Contigny, St Quintin sur Sioule, Puy Guillaume, Lempdes-sur-Allagnon, Descartes, Argenton sur Creuse, Le Grand Bourg et Folles).

Les pertes de données sont dues à des piles défectueuses ou à un problème de la sonde elle-même. La sonde de Pont du Château a été volée.

Seule la sonde de Saint Laurent Nouan n'a pas fait l'objet d'un téléchargement en ce début d'année 2023.

Tableau 2 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2022 (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Localisation	Année début suivi	Distance à la mer (LTM) (km)	Période de défaillance en 2022	Fonctionnement 2022 (%)
Loire moyenne	St Laurent Nouan	2021	328	RAS	100%
Loire amont	Decize	1998	576	06/01/2022 au 07/04/2022 (Plus de pile)	75%
	Roanne	2012	721	RAS	100%
Arroux	Gueugnon	2006	650	RAS	100%
Renaison	Riorges	2016	725	RAS	100%
Allier	Moulins	2011	599	RAS	100%
	Vichy	1997	663	18/07/2022 au 28/09/2022 (Plus de pile)	80%
	Limons	2019	689	RAS	100%
	Pont du Château	2019	721	01/01/2022 au 31/12/2022 (Sonde volée)	0%
	Issoire	2016	765	21/06/2022 au 07/09/2022 (Plus de pile)	78%
	Le Breuil sur Couze	2019	779	01/01/2022 au 31/12/2022 (Problème de sonde)	0%
	La Bageasse	2016	809	RAS	100%
	Langeac	2016	844	RAS	100%
	Monitsrol d'Allier	2019	870	RAS	100%
	Alleyras (Poutès)	13/04/2022	879	RAS	100%

Rivière	Localisation	Année début suivi	Distance à la mer (LTM) (km)	Période de défaillance en 2022	Fonctionnement 2022 (%)
	Vabres	2020	883	RAS	100%
	Langogne	2011	926	RAS	100%
Sioule	Contigny	2011	633	03/01/2022 au 06/04/2022 (Problème de sonde)	74%
	Jenzat	2021	663	RAS	100%
	St Quintin sur Sioule	2013	679	01/01/2022 au 31/12/2022 (Problème de sonde)	0%
	Châteauneuf les Bains	2011	709	RAS	100%
Dore	Puy Guillaume	2011	691	01/01/2022 au 19/01/2022 (plus de pile)	95%
	Ambert	2011	762	RAS	100%
Alagnon	Lempdes-sur-Allagnon	2011	792	01/01/2022 au 13/01/2022 et 20/01/2022 au 31/12/2022 (Plus de pile)	2%
	Massiac	2011	815	RAS	100%
Creuse	Descartes	2007	260	01/05/2023 au 09/06/2023 (Sonde hors d'eau)	89%
	Argenton-Sur-Creuse	2012	380	01/01/2022 au 15/02/2022 (Plus de pile)	87%
Vienne	Nouatre	2011	240	RAS	100%
	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	01/01/2022 au 15/02/2022 (Plus de pile)	87%
Ardour	Folles	2002	440	14/10/2022 au 27/10/2022 (Plus de pile)	96%

2.1.2.3 Amplitude thermique en 2022

Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2022 permet de qualifier l'amplitude des températures de chaque station. Seules les sondes températures principales et avec une défaillance de moins de 20 % du temps de l'année sont prises en compte dans l'analyse. Ces résultats sont représentés dans un graphique de type minimum-maximum (Figure 13).

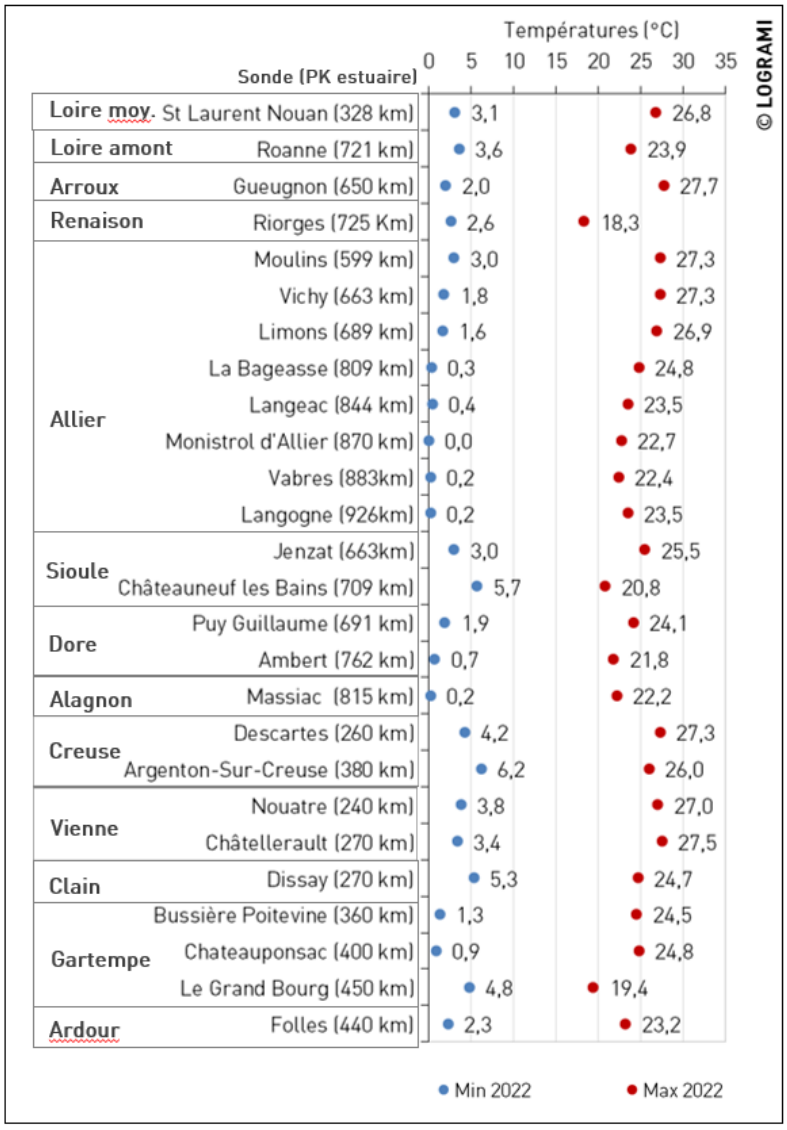


Figure 13 : Amplitudes des températures journalières sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur les cours d'eau du bassin de la Loire en 2022 (Sources : LOGRAMI)

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 2022 avec un écart de 25,7 °C entre le maximum enregistré (27,5 °C) et le minimum (2°C). A l'inverse, la station du Grand Bourg sur l'amont de la Gartempe enregistre l'amplitude thermique minimale de 2022 avec un écart de 14,6 °C entre le maximum enregistré (19,4 °C) et le minimum (4,8°C).

Une diminution de température est observée d'aval en amont de l'Allier avec un différentiel de 2,8 °C en valeur basse mais surtout de 3,8 °C dans les valeurs hautes. Cette stratification thermique sur l'axe Allier reflète parfaitement la variabilité de pression environnementale sur la survie des saumons. Cette observation est également effectuée sur la Sioule (valeur haute 4,7 °C), la Dore (valeur haute 2,3 °C) et la Gartempe (valeur haute 5,1 °C).

Les stations de Roanne sur la Loire, de Riorges sur le Renaison, de Châteauneuf les Bains sur la Sioule et d'Argenton-sur-Creuse sur la Creuse, toutes les 4 soumises à des eaux de grands barrages, ont enregistré des faibles amplitudes thermiques (respectivement de 20,3 °C, 15,7 °C, 15,1 °C et 19,8 °C). Les faibles températures estivales de l'eau de la Loire à Roanne, du Renaison à Riorges, de la Sioule à

Châteauneuf les Bains et de la Creuse à Argenton sur Creuse peuvent s'expliquer en partie par la présence des barrages de Villerest, Tache/Rouchain (complexe), Queuille et d'Eguzon juste en amont des stations (Tableau 3). 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 4 sites incluent cet « effet retenue ». Les températures enregistrées à Monistrol d'Allier (9 km du barrage de Poutès) mettent aussi en avant ce phénomène mais dans une moindre mesure.

Tableau 3 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule, Monistrol d'Allier sur l'Allier, de Riorges sur le Renaison et d'Argenton sur la Creuse par rapport aux barrages situés en amont (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Barrage	Positionnement de la sonde à l'aval de l'ouvrage (km)
Loire	Barrage de Villerest	7 (Roanne)
Sioule	Barrage de Queuille	5 (Châteauneuf les Bains)
Allier	Barrage de Poutès	9 (Monistrol d'Allier)
Renaison	Complexe Tache/Rouchain	15 (Riorges)
Creuse	Complexe d'Eguzon	4 (Argenton-sur-Creuse)

2.1.2.4 Conditions thermiques durant la période hivernale 2022

L'analyse des températures met en évidence **un hiver dans les normales de saison sur l'ensemble du bassin de la Loire** (moyenne = + 0,3 °C +/- 0,4) (Figure 14). Seule la Sioule amont enregistre un hiver plus chaud comparativement aux valeurs références (+ 1,9 °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 cette période.

Pendant la saison hivernale, le mois de février est particulièrement chaud avec des températures supérieures de + 1,3 °C (+/- 0,2) par rapport aux valeurs de référence en moyenne sur la Vienne, la Gartempe, l'Arroux, la Sioule amont et l'Allier aval. Le plus fort écart enregistré durant ce mois est de + 1,7 °C à la station de Châteauneuf les Bains.

Contrairement aux autres sites, le mois de janvier a été plus frais sur la Gartempe (- 1,1 °C) et l'amont de l'Allier (- 2,1 °C).

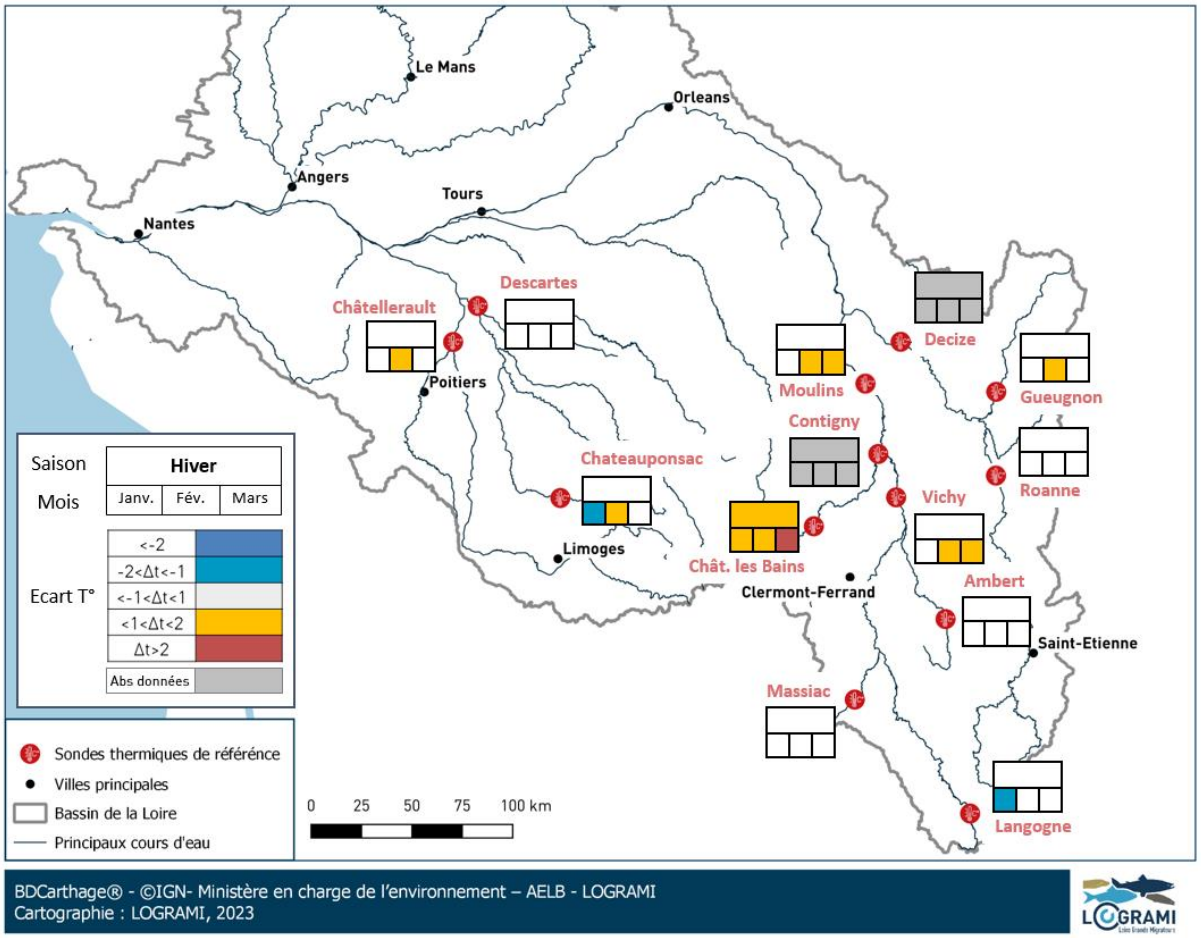


Figure 14 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 et les valeurs de référence pendant la période hivernale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

2.1.2.5 Conditions thermiques durant la période printanière 2022

En 2022, le réseau de sondes températures met en évidence **un fort réchauffement de la température au printemps** pour l'ensemble des sondes du bassin (Figure 15). Le printemps est la saison qui enregistre le plus fort écart positif avec les valeurs de références (+ 1,8 °C +/- 0,7). Ce réchauffement printanier des températures semble moins marqué sur l'axe Creuse-Gartempe (en moyenne + 1,2 °C) et l'amont de la Sioule (+ 1,4 °C).

Seule la Loire amont à Roanne enregistre un printemps moyen comparativement aux valeurs de références (- 0,3 °C). Le barrage de Villerest (Loire), situé quelques kilomètres en amont de la sonde de Roanne, semble avoir restitué des eaux fraiches par la vanne de fond durant cette période.

Hormis sur la Creuse et la Gartempe, le mois de mai est particulièrement chaud avec des températures supérieures de 3,2 °C (+/- 1,2) en moyenne par rapport aux valeurs de référence. Le plus fort écart positif enregistré est de + 4,7 °C aux stations de Vichy sur l'Allier aval et de Contigny sur la Sioule aval.

Le mois de juin est lui aussi notablement chaud avec des températures supérieures de 2,4 °C (+/- 0,7) en moyenne par rapport aux valeurs de référence. Le plus fort écart positif enregistré est de + 4,1 °C à la station de Langogne sur l'Allier amont.

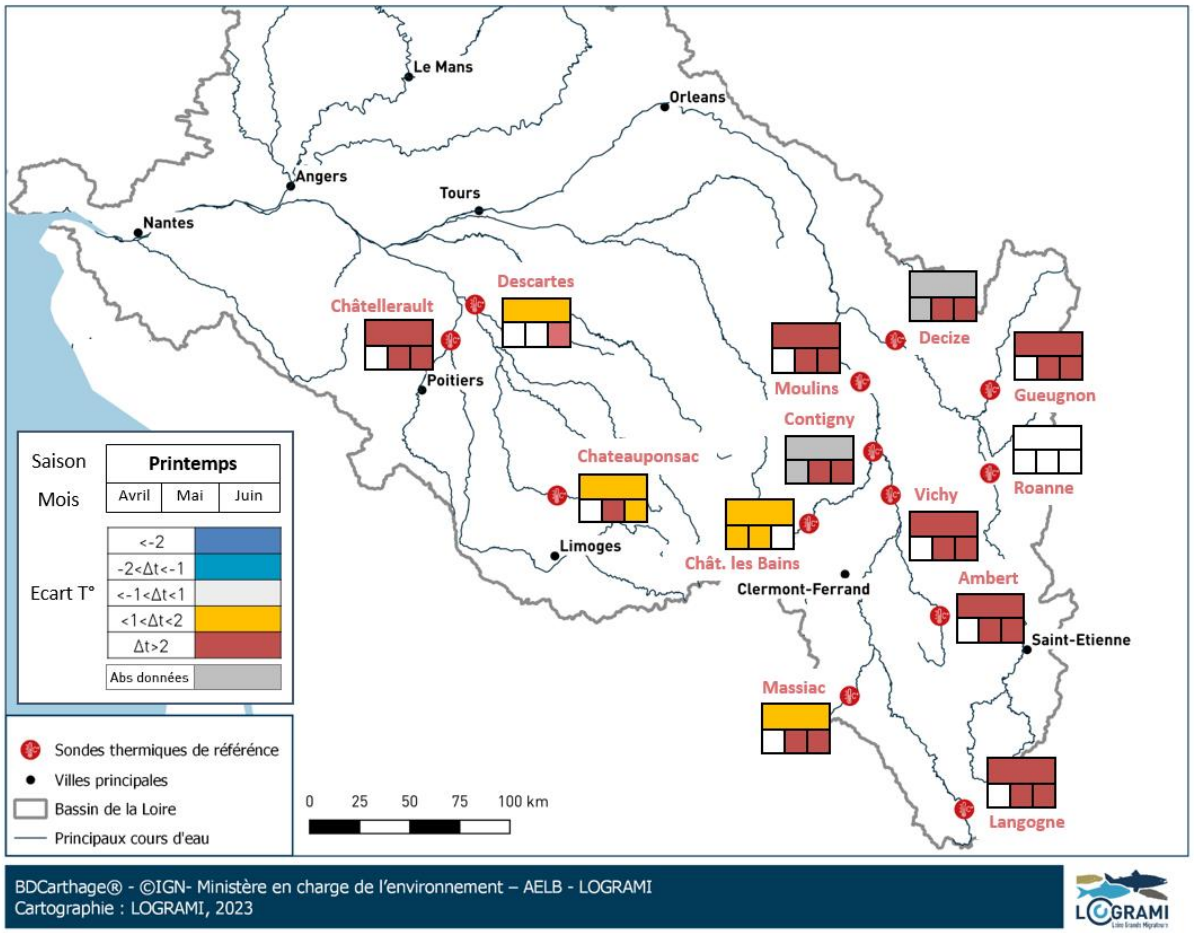


Figure 15 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 et les valeurs de référence durant la période printanière sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

2.1.2.6 Conditions thermiques durant la période estivale 2022

En 2022, les températures estivales mettent en évidence **un été chaud sur l'ensemble du bassin de la Loire** (+ 1,6 °C +/- 0,3 en moyenne). Une variation maximale est enregistrée à la station de Langogne sur L'Allier amont avec + 2,5 °C (Figure 16). Un écart positif moyen mensuel de + 2 °C est également relevé sur l'Arroux à Etang sur Arroux durant la période estivale.

Durant l'été, le mois d'août est particulièrement chaud avec des températures supérieures de 1,9 °C (+/- 0,3) en moyenne par rapport aux valeurs de référence. Le plus fort écart positif enregistré est de + 2,8 °C à la station d'Etang-sur-Arroux 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.

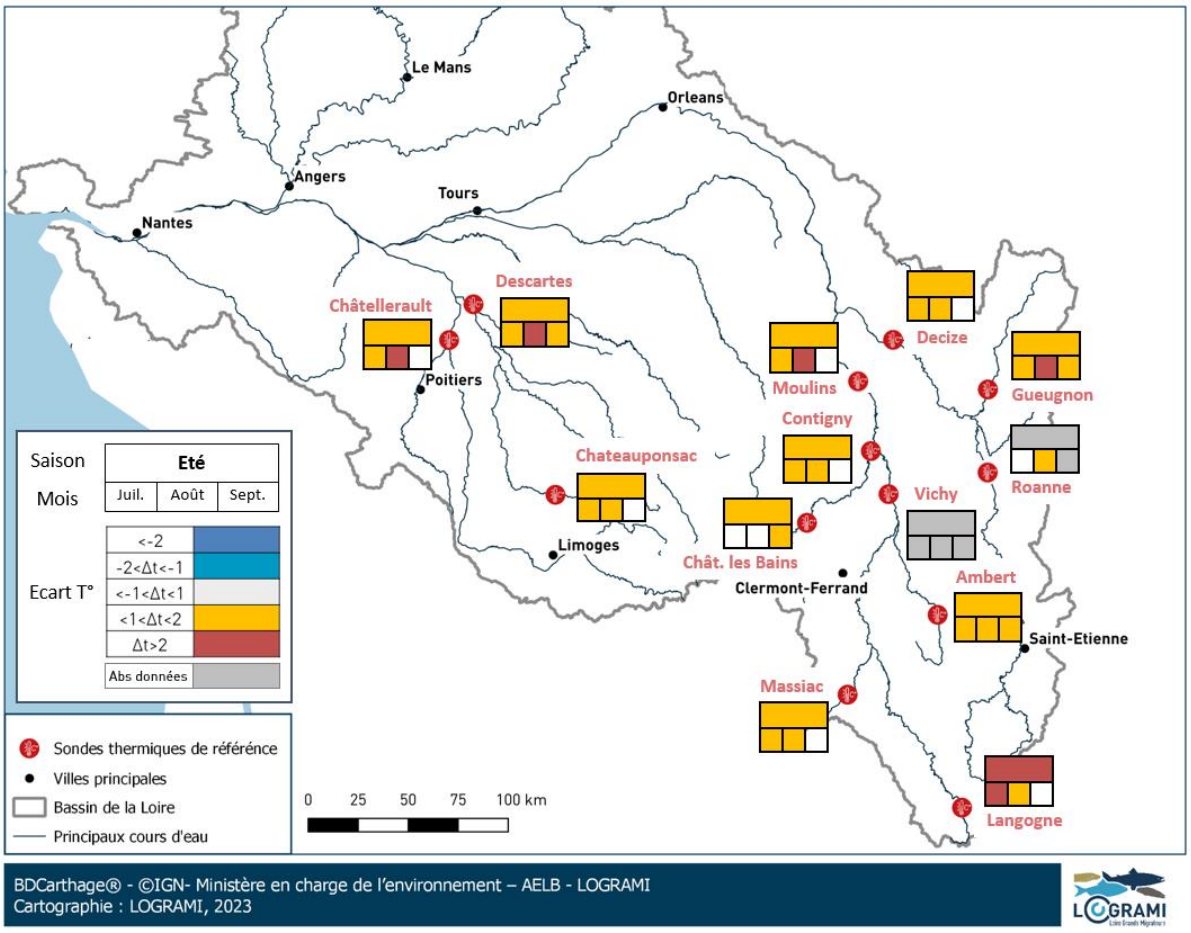


Figure 16 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 et les valeurs de référence durant la période estivale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

2.1.2.7 Conditions thermiques durant la période automnale 2022

En 2022, **des températures chaudes sont observées durant la période automnale sur l'ensemble du bassin de la Loire** (moyenne de + 1,7 °C +/- 0,4) hormis sur l'Allier amont (Figure 17). Une variation maximale est enregistrée à la station de Châteauneuf les Bains sur la Sioule amont avec + 2,6 °C pour la période automnale.

Durant l'automne, les mois d'octobre et de novembre sont particulièrement chauds avec respectivement des températures supérieures de + 2,5 °C (+/- 0,4) et + 1,8 °C (+/- 0,5) en moyenne par

rapport aux valeurs de référence, hormis sur l'Allier amont au mois de novembre. Le plus fort écart positif enregistré est de + 3,5 °C à la station de Vichy sur l'Allier aval au mois d'octobre.

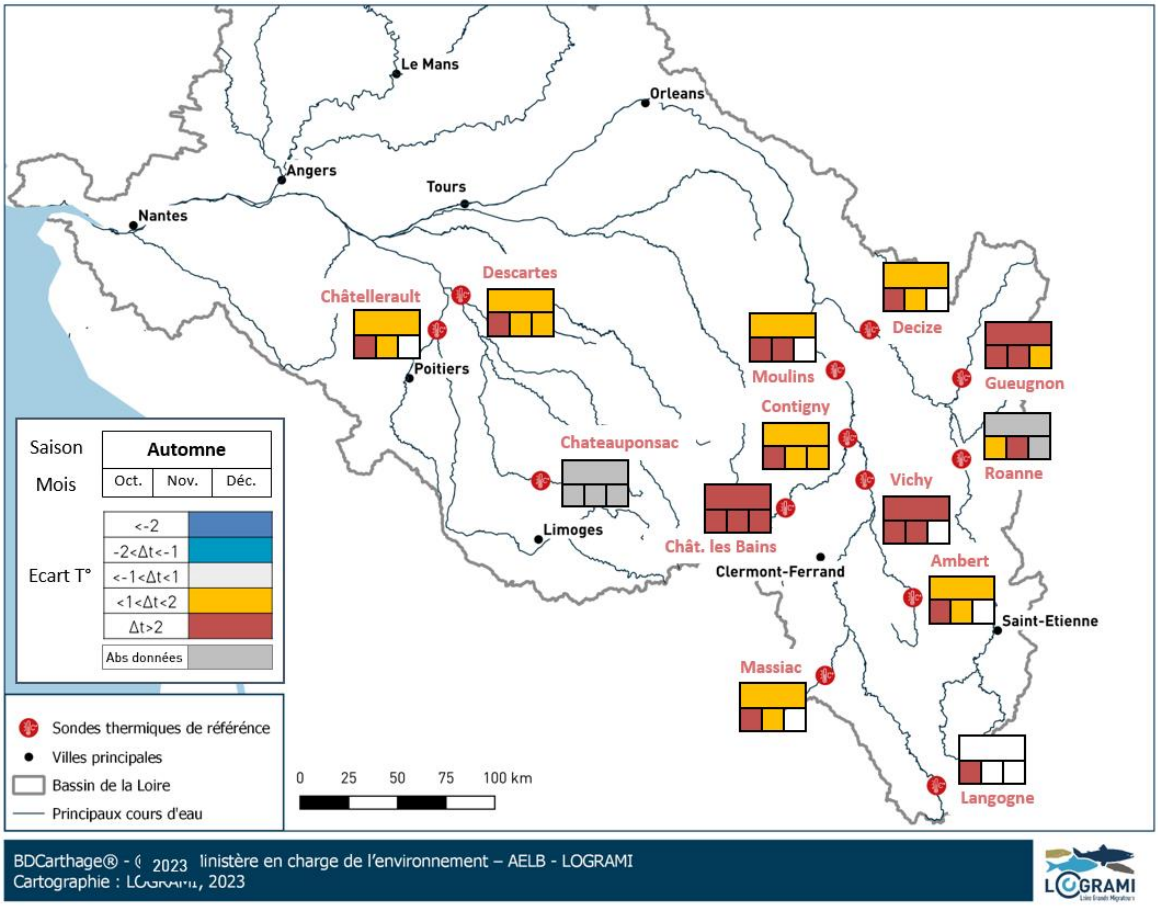


Figure 17 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 et les valeurs de référence durant la période automnale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

2.2. 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 les analyses des caractéristiques de franchissement des ouvrages d'une part mais également des opérations de suivis biologiques par l'identification des fronts de colonisation ou l'étude fine du comportement migratoire de l'espèce au droit des ouvrages (radio pistage et marquage-recapture).

D'après les données issues de la mise à jour de 2020 du Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) réalisé par l'AFB, **près de 23 900 obstacles à l'écoulement sont recensés sur le bassin de la Loire dont plus de 21 000 non détruits partiellement ou entièrement** (Source : ROE 2023, 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, 1 188 ouvrages étaient équipés de 1 ou plusieurs dispositif(s) de franchissement pisciaires, soit 5,6 % des ouvrages sont équipés de dispositifs de franchissement. **Une partie d'entre eux se situe sur les cours d'eau à migrateurs.**

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

720 ouvrages du bassin Loire sont recensés comme ayant un usage lié à la production hydroélectrique (source : ROE 2023). 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 2022 et sur la période récente sur les seuils **des principaux axes à migrateurs du bassin de la Loi**re (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 2022 et lors des années précédentes (2016-2022) afin de faire le lien avec les suivis des populations de poissons migrateurs présentés ensuite.

2.2.2.1 Bassin Loire amont-Allier

En 2022

Sur l'Allier :

Au niveau du **seuil du pont de Règemortes** (03) (ROE 28389), la passe en rive droite a été refaite avec la création d'une rampe en enrochements jointifs suivie d'une échancrure avec plots créée dans le radier béton du pont. Cette passe complète la passe en prébarrages existante en rive gauche. Pour autant, l'attractivité de ces passes pose problème à certains débits. Un saumon a été retrouvé mort sur un îlot situé en aval immédiat du seuil le 19 avril 2022, cet individu ayant très probablement tenté de franchir le seuil directement s'étant heurté aux enrochements.

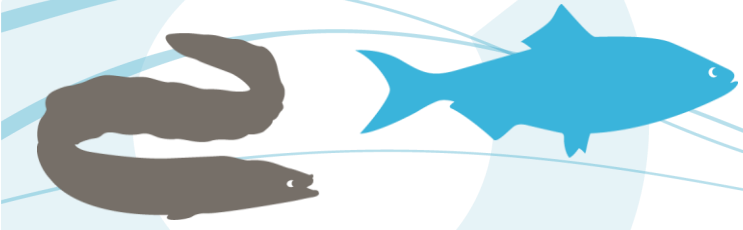




Figure 18 : Rampe en enrochements jontifs créée au niveau du seuil du pont de Règemortes sur l'Allier en 2022 (Source : LOGRAMI)

A Langeac (43), des 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 ont débuté en 2022 mais ne sont pas terminés à ce jour.

Sur la Sioule :

Au niveau du seuil de **l'usine hydroélectrique de Moulin Infernal** sur la commune de Saint-Germain-de-Salles (ROE 29656), plusieurs aménagements ont été réalisés à la montaison et à la dévalaison :

- une rivière de contournement a été créée en rive gauche (Figure 19). A noter que, contrairement à l'arrêté d'autorisation, les travaux ont été réalisés à l'automne en pleine période de montaison des saumons sur les zones de frayères essentiellement situées en amont de cet ouvrage, perturbant ainsi la migration et la reproduction des saumons. Un nid de saumon a d'ailleurs été observé en aval immédiat de l'ouvrage durant les travaux.
- en rive droite, une passe à bassins a également été réalisée au niveau de l'usine hydroélectrique (Moulin Infernal II, ROE 29663).
- enfin deux systèmes de dévalaison avec grilles fines, exutoires et goulottes ont été créés au niveau des deux unités de l'usine (Infernal I et Infernal II) (Figure 20).



Figure 19 : Rivère de contournement réalisée en 2022 au niveau du seuil de l'usine de Moulin Infernal sur la Sioule (Source : LOGRAMI)



Figure 20 : Système de dévalaison avec un des pertuis et grille (à gauche) et goulotte de dévalaison (à droite) de l'usine du Moulin Infernal I sur la Sioule (Source : LOGRAMI)

Sur le seuil de **l'usine hydroélectrique d'Aubeterre** (ROE 29622 ; Brout-Vernet (03)), le prébarrage de la passe à ralentisseurs située en rive gauche a été repris en 2022 (Figure 21). Une passe à anguilles a également été réalisée sur cette rive (Figure 22). A noter que le prébarrage doit refaire l'objet de modification pour améliorer sa franchissabilité.



Figure 21 : Prébarrage réalisé en 2022 en aval de la passe à ralentiseurs en rive gauche de l'ouvrage d'Aubeterre sur la Sioule (Source : LOGRAMI)



Figure 22 : Passe à anguilles réalisée en 2022 en rive gauche de l'ouvrage d'Aubeterre sur la Sioule (Source : LOGRAMI)

Sur l'Alagnon :

Des aménagements pour la restauration de la continuité écologique ont été effectués au niveau de **l'usine hydroélectrique d'Aurouze** (ou Pilière de Fabre) à Molompize (15) **(ROE 39011)**. Les aménagements concernent à la fois la montaison (passe à bassins) et la dévalaison.



Figure 23 : Passe à poissons au niveau du seuil de l'usine hydroléectrique d'Aurouze sur l'Alagnon réalisée en 2022 (Source : SIGAL)

Synthèse sur la période 2016-2022

Au cours de la période 2016-2022, sur les principaux cours d'eau à migrateurs (hors petits affluents où l'anguille est présente) :

- 21 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),
  - 7 sur l'Allier (Pont de Règemortes, Pont A89, Les Madeleines, Vieille Brioude, Chambon de Cerzat, Poutès et Rogleton (effacement naturel)),
  - 2 sur l'Alagnon (Chambezon, Aurouze),
  - 1 sur la Dore (Iloa),
  - et 1 sur l'Aron (Autun),
- 8 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), 3 sur l'Allier (Vieille Brioude, Chambon de Cerzat) et 1 sur l'Alagnon (Aurouze).

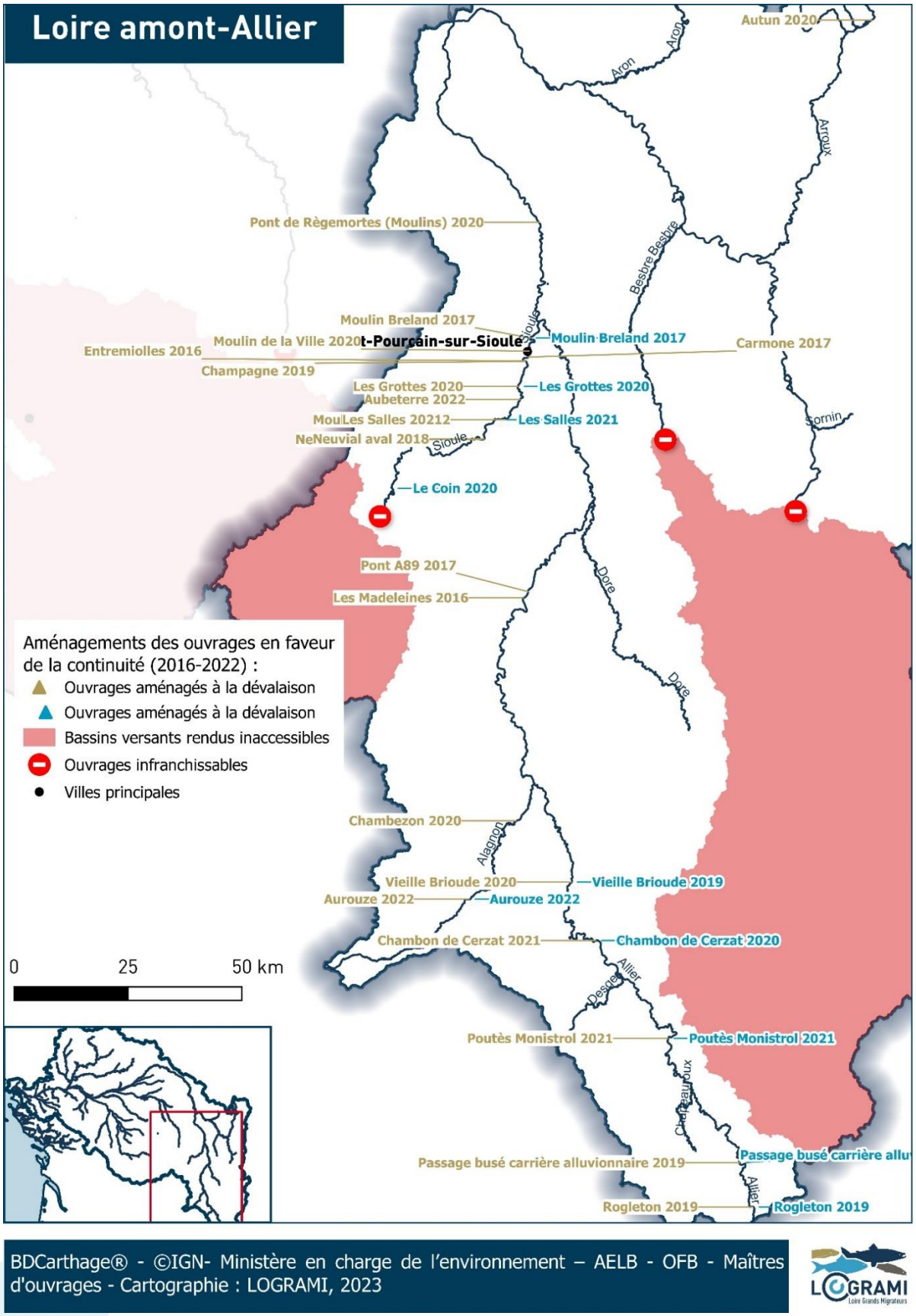


Figure 24 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du Loire amont-Allier

2.2.2.2 Bassin Vienne-Creuse

En 2022

Sur la Creuse

Sur la Creuse, **l'ouvrage de Descartes**, premier obstacle depuis la mer, a connu une avarie au niveau de l'un de ses clapets qui s'est rompu en juillet 2021. En 2022, devant un ensemble de difficultés rencontrées, **le pétitionnaire a renoncé à son autorisation environnementale** pour l'installation d'une usine hydroélectrique obtenue en juin 2021.

Dès lors, la gestion de l'ouvrage revient à l'Etat, propriétaire. Celui-ci a lancé fin 2022 **une étude sur les conséquences de son ouverture durable**. En termes de continuité, l'abaissement du plan d'eau a provoqué la mise hors d'eau de la passe à poissons et l'ouvrage n'était pas franchissable par les radiers des clapets centraux. En revanche, l'ouverture des pertuis, demandée notamment par LOGRAMI en septembre 2021, a permis d'assurer la circulation des poissons migrateurs au printemps 2022 (Figure 25).



Figure 25 : Ouvrage de Descartes sur la Creuse en configuration ouverte début mai 2022 (Source : LOGRAMI)

Sur la Gartempe

Sur la moyenne Gartempe, **l'usine hydroélectrique de la Chaise** sur la commune de Peyrat-de-Bellac (87) (ROE 16851) a fait l'objet d'aménagements en faveur de la continuité écologique. Une passe à bassins a été créée en rive droite. Concernant la dévalaison, l'usine a été réhabilitée et équipée de turbines ichtyocompatibles (Figure 26).



Figure 26 : Travaux au niveau du seuil de l'usine hydroélectrique de La Chaise sur la Gartempe (de gauche à droite : ancienne chambre des turbines, nouvelle chambre des turbines, seuil, passe à poissons en construction) (Source : LOGRAMI)

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.

Synthèse sur la période 2016-2022

Sept aménagements en faveur de la continuité écologique effectués sur les grands cours d'eau à migrateurs du bassin de la Vienne entre 2016 et 2022 :

- 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 27).

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).

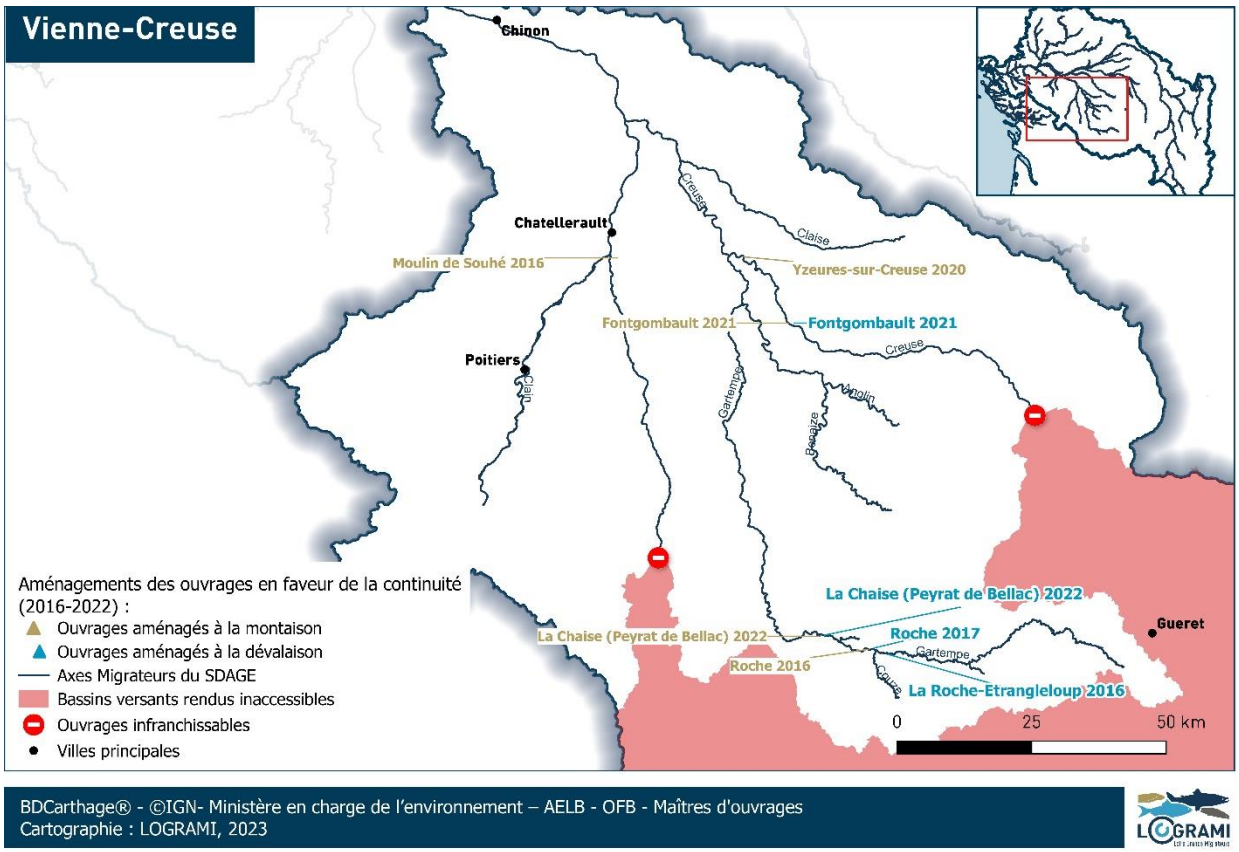


Figure 27 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Vienne-Creuse

2.2.2.3 Bassin Cher

En 2022

Sur les axes à grands migrateurs du **Cher** (or anguille), une passe à seuils successifs a été réalisée au niveau du seuil de Noyers-sur-Cher Saint-Aignan **(ROE 14059 ; Saint-Aignan (41))** sous la maîtrise d'ouvrage du Syndicat Nouvel Espace du Cher (Figure 28).

Sur l'Yèvre, affluent rive droite du Cher, **le barrage de l'Abattoir (ROE 10691)**, a été aménagé d'une passe à 23 bassins et une turbine ichtyocompatible a été installée (VLH).



Figure 28 : Passe à seuils successifs du seuil de Noyers-sur-Cher Saint-Aignan sur le Cher (Source : Nouvel Espace du Cher)

Synthèse sur la période 2016-2022

Sur le Cher, trois ouvrages ont été aménagés sur la période 2016-2022 : Savonnières, Civray et Saint-Aignan. A noter que 9 ouvrages à aiguilles sont abaissés pour favoriser les migrations et relevés à partir du début de l'été pour permettre les activités touristiques.

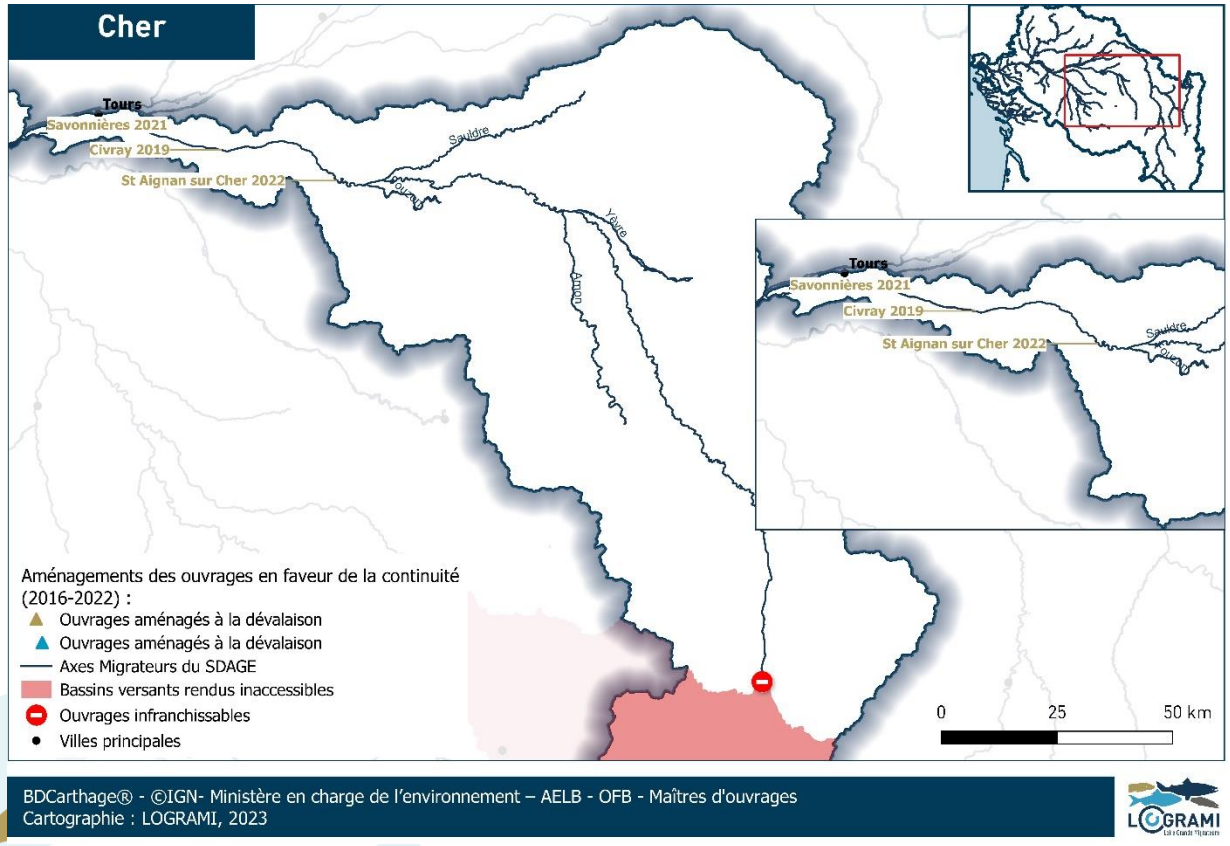


Figure 29 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Cher

2.2.2.4 Bassin Maine

En 2022

Sur la Mayenne, dans le département du Maine-et-Loire après les passes en enrochements aménagées en 2021 au niveau des ouvrages de Chambellay (ROE 2230 ; Chambellay (49)) et Grez-Neuville (ROE 43073 et 43074 ; Grez-Neuville (49)) sous la maîtrise d'ouvrage du Conseil départemental du Maine-et-Loire (réalisation des projets : EP Loire), une passe a également été réalisée à **Chenillé-Changé (ROE 2232 ; Jaille-Yvon (49))**. En 2022, les aménagements ont également été complétés par **la construction de passes à anguilles**, en rive opposée aux dispositifs multi-espèces (Figure 30).



Figure 30 : Passe à poissons en enrochements à Chenillé-Changé (à gauche) et passe à anguilles sur l'ouvrage de Grez-Neuville (à droite) sur la Mayenne (source : D. Maffre-EP Loire)

Synthèse sur la période 2016-2022

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 31),
- les usines hydroélectriques de Belle Poule, La Richardière et Mayenne sur la Mayenne (Figure 32).

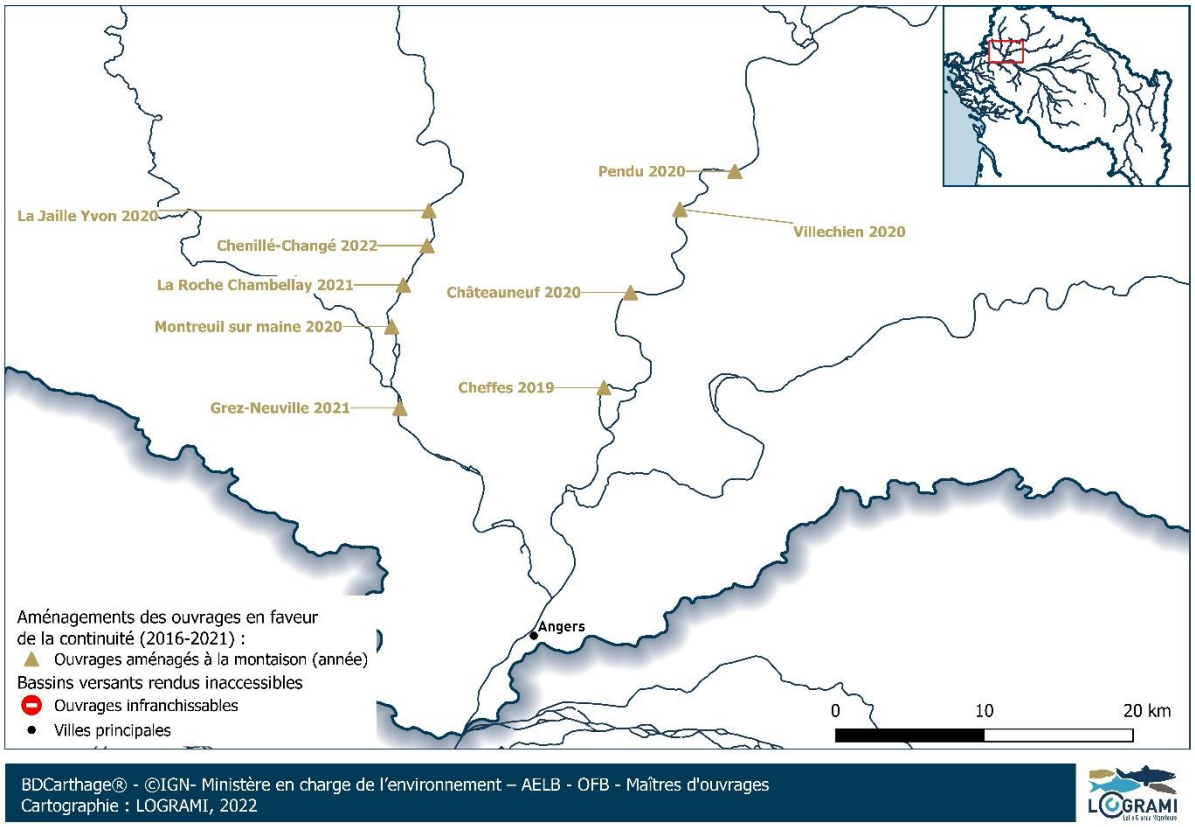


Figure 31 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Maine



Figure 32 : 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 34 présente les aménagements réalisés sur les axes à migrateurs du SDAGE sur bassin de la Loire de 2016 à 2022 et les Ouvrages à enjeux essentiels identifiés dans le Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI).

Au cours des cinq dernières années (2016-2022), 45 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 **43 % des 105 Ouvrages à enjeux essentiels (OEE)** listés dans le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs sur ces sous-bassins **et 7,3 % 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 33).

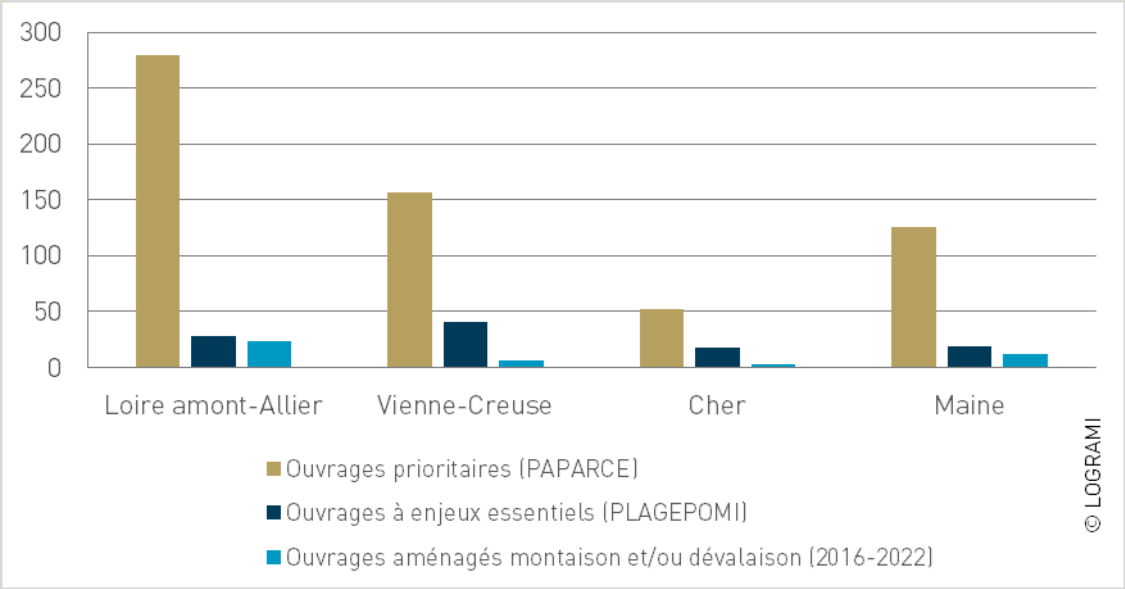


Figure 33 : Ouvrages à enjeux essentiels (PLAGEPOMI), ouvrages prioritaires (PAPARCE) et ouvrages aménagés sur la période 2016-2022 sur les principaux cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire

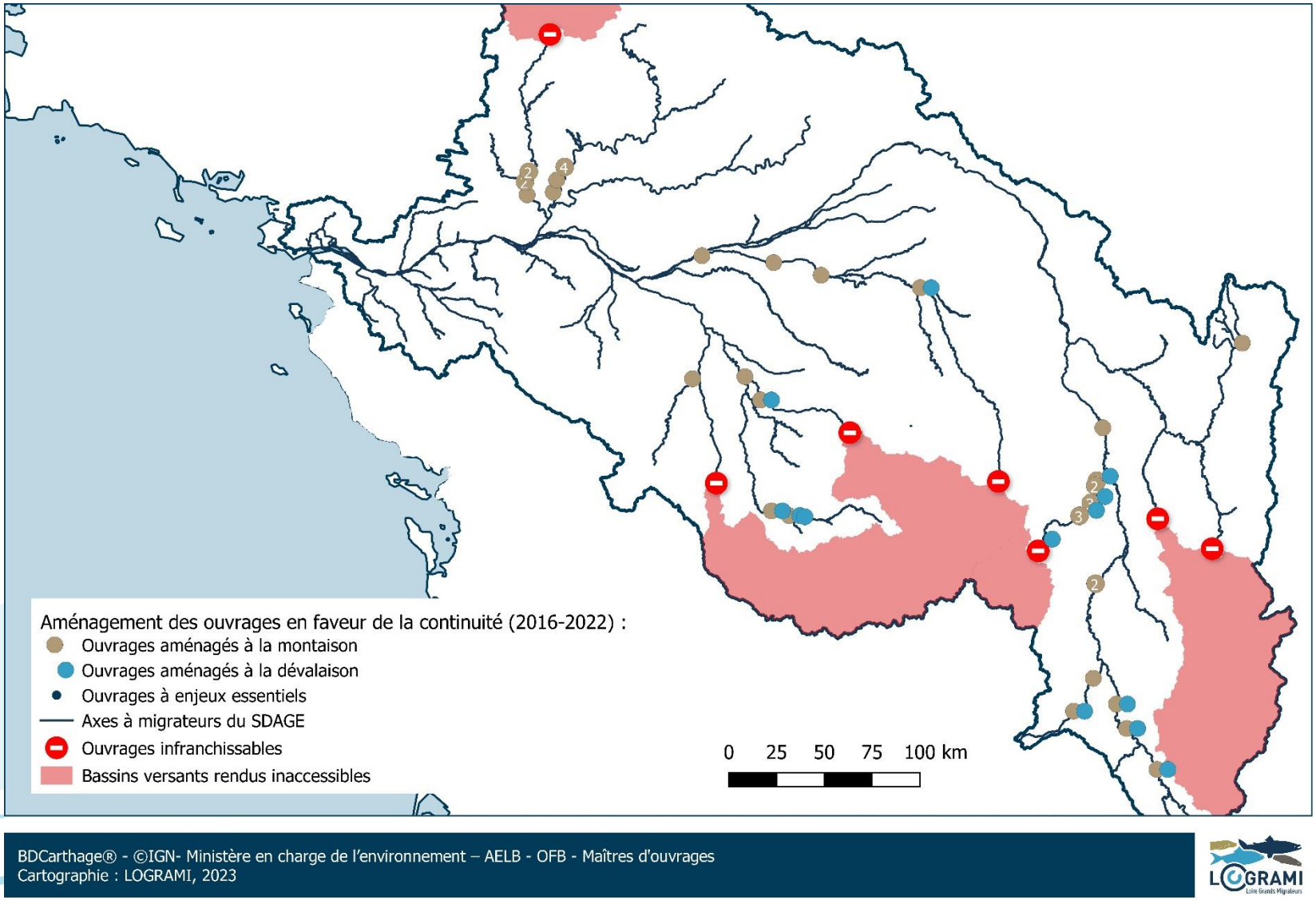


Figure 34 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin versant de la Loire

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 48 % d'entre eux sont aménagés pour la montaison mais que :

- 41 % des dispositifs ne sont pas fonctionnels (vétustes, non adaptés aux espèces et/ou mal réalisés),
- 8 % ont un fonctionnement partiel,
- 29 % doivent être validés,
- Un quart, soit 22 %, sont considérés comme fonctionnels, soit moins de 11 % des 131 ouvrages à enjeux essentiels (Figure 35 et Figure 36).

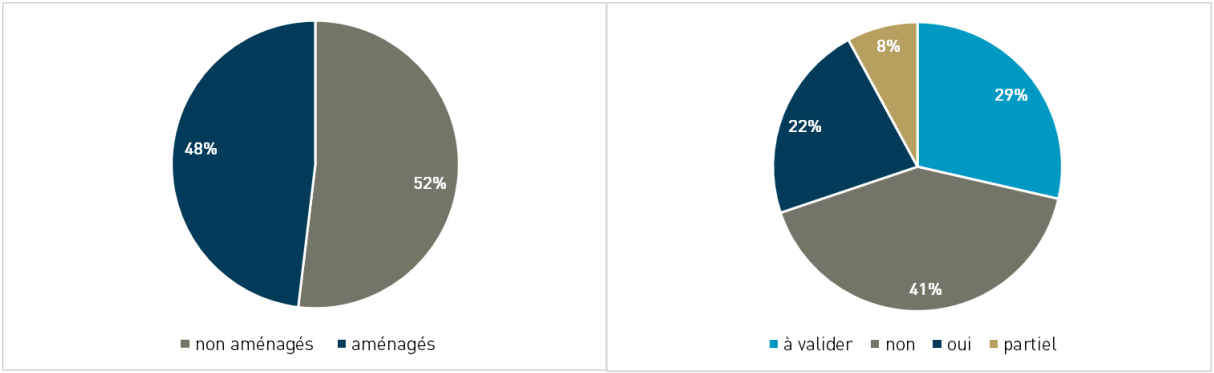


Figure 35 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la montaison

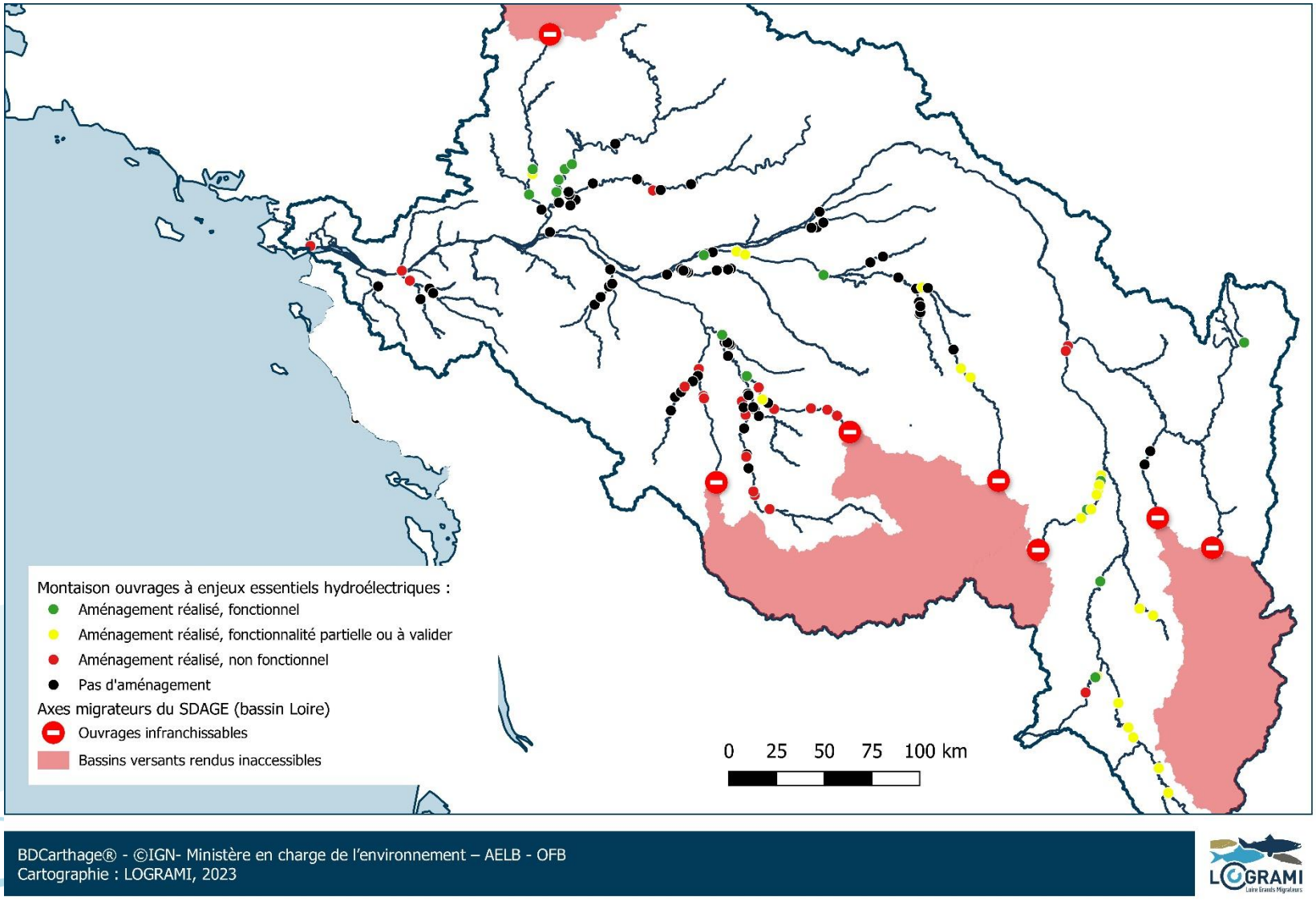


Figure 36 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements et fonctionnalité connue des aménagements pour la montaison

2.2.4.2 A la dévalaison

Parmi les 131 ouvrages à enjeux essentiels du bassin Loire (excluant la Sèvre niortaise et les côtiers vendéens), 43 sont utilisés pour produire de l'hydroélectricité, usage impactant particulièrement les poissons lors de leur dévalaison. Parmi ceux-ci, 15 ouvrages (35 %) sont aménagés pour assurer la dévalaison (contre 14, soit 33 % fin 2021) dont :

- 13 % ne sont pas fonctionnels (vétustes, non adaptés aux espèces et/ou mal réalisés),
- pour 87 %, la fonctionnalité des aménagements n'est pas connue ou à valider (Figure 37 et Figure 38).

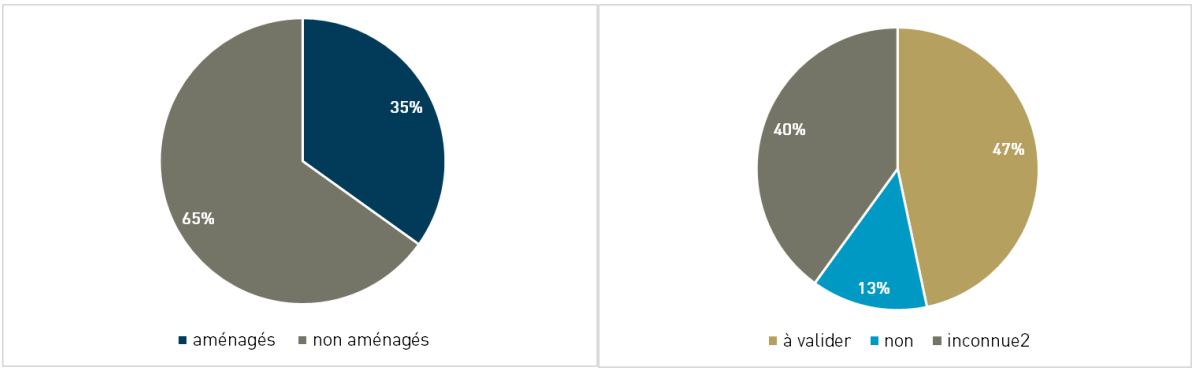


Figure 37 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la dévalaison

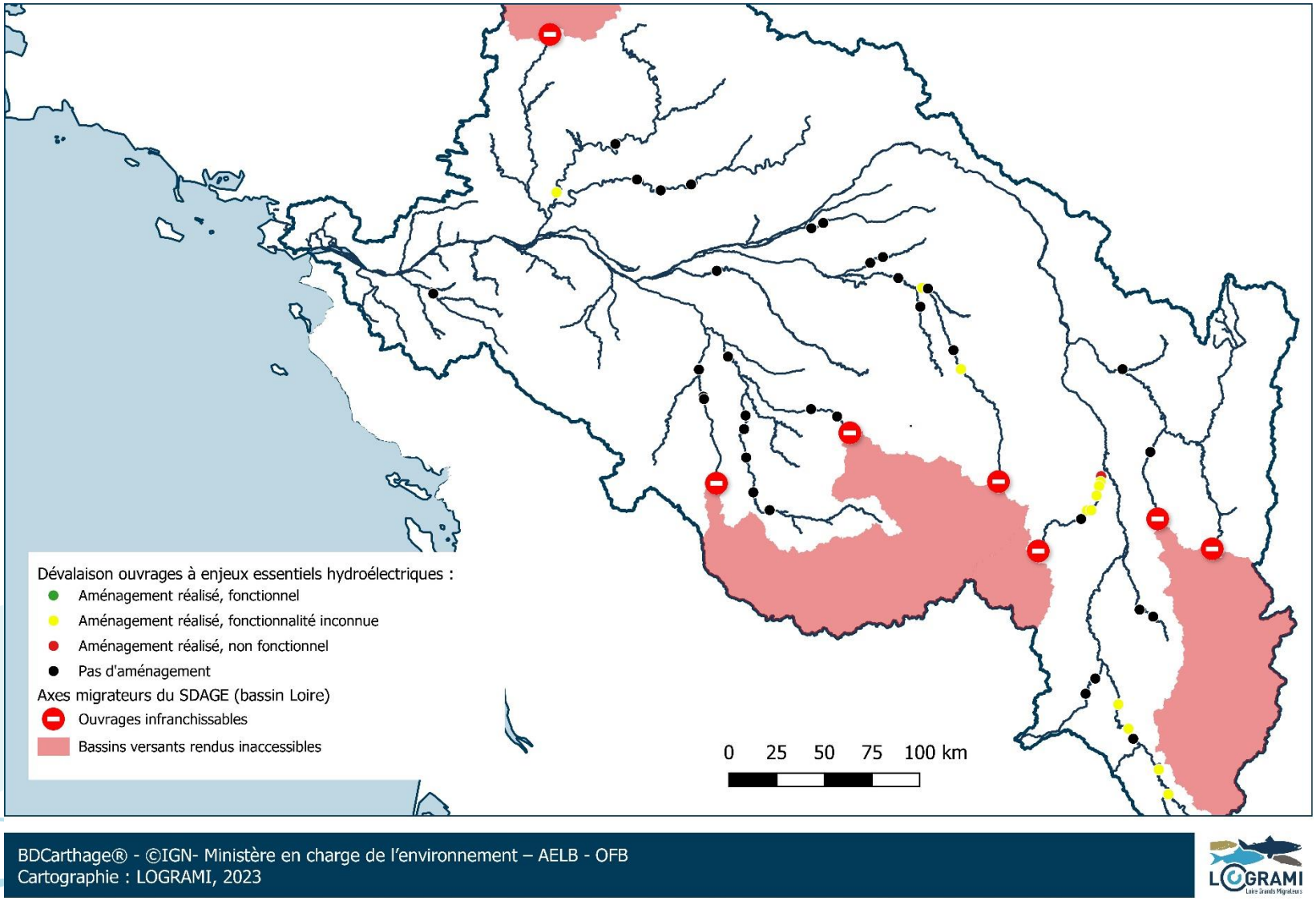


Figure 38 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement et fonctionnalité connue des aménagements pour la dévalaison

2.3. Conclusion

Sur l'ensemble de l'année 2022, le cumul de précipitations affiche des valeurs inférieures à la normale de 10 à 50 % sur la totalité du territoire français (www.eaufrance.fr). Sur le bassin de la Loire, un déficit en pluviométrie est constaté tout au long de l'année. Seules quelques crues notables sont enregistrées lors du début du mois de janvier sur la Loire, le Cher, la Sioule et la Dore.

En 2022, les indices hydrologiques calculés sur chaque station pour chaque saison sont tous déficitaires avec des valeurs en moyenne 2 à 3 fois inférieures aux données antérieures sur ces différents sites de référence. Les mois de mai et novembre enregistrent les plus faibles indices hydrologiques avec une valeur de 0,3. Ce manque d'eau important n'a pas permis de reconstituer à leur niveau optimal les nappes du bassin de la Loire.

Le soutien des débits par les barrages réservoirs de Naussac (sur l'Allier) et Villerest (sur la Loire) a été réalisé avec des objectifs réduits par rapport à la normale, pour garantir des volumes de réserve suffisants sur toute la période de soutien d'étiage. Ainsi, il a été décidé de fixer un objectif de soutien d'étiage de la Loire mesuré à Gien de 46 m³/s (contre 60 m³/s en année normale) et de 10 m³/s de l'Allier mesuré à Vic le Comte (contre 12 m³/s en année normale).

En termes de températures de l'eau, l'année 2022 est définie par un hiver dans les normales de saison sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire (moyenne = + 0,3 °C +/- 0,4). Un temps estival anormalement chaud, sec et très ensoleillé s'est installé sur le bassin de de la Loire dès la saison printanière et ce jusqu'au la fin de l'été. Les températures de l'eau sont restées supérieures aux valeurs de saison avec une vague de chaleur intense et extrêmement précoce à compter de mi-juin. Sur l'ensemble des principaux axes, les températures ont été particulièrement élevées entre mai et août (en moyenne mensuelle + 2,8 °C +/- 0,9). Le plus fort écart positif enregistré est de + 4,7 °C à la station de Vichy sur le bassin de l'Allier et de Contigny sur la Sioule au mois de mai. La fin d'année 2022 est caractérisée par un automne chaud avec des températures supérieures de + 1,7 °C +/- 0,4 au regard des valeurs de références.

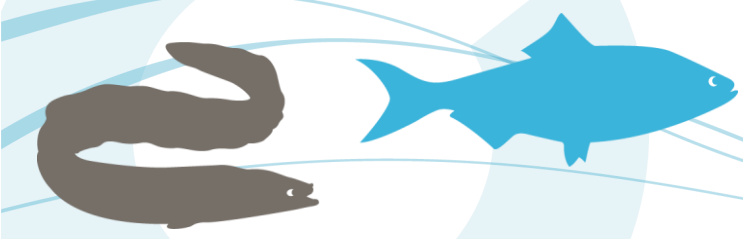
Un différentiel de température est constaté sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Loire, Renaison, Allier, Sioule) modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraiche. Cependant, en 2022, la sonde de Châteauneuf les Bains en aval du barrage de Queuille sur la Sioule a enregistré un écart positif moyen mensuel de + 1,8 °C +/- 0,6 sur l'ensemble de l'année. Ces valeurs sont toutefois compatibles avec la survie des géniteurs et des juvéniles de saumons.

En 2022, le déficit de pluviométrie 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 donc probablement causé une faiblesse des remontées, la réduction de la progression des migrateurs sur les différents axes et une importante mortalité estivale des géniteurs de saumons entre autres. Ce scénario se reproduit plus fréquemment ces dernières années. Il est urgent d'agir sur la continuité écologique et sur les niveaux de débits biologiques.

En termes d'accessibilité des habitats, les aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés en 2022 ont été recensés sur les principaux cours d'eau à migrateurs. Quatre ouvrages ont été aménagés pour assurer la montaison sur le secteur Loire amont-Allier. Sur le bassin Vienne-Creuse, une usine hydroélectrique a fait l'objet d'aménagements complets pour la montaison et la dévalaison. Sur la Vienne, trois usines hydroélectriques ont fait l'objet d'arrêtés d'arrêts de turbinage pour assurer la dévalaison de l'Anguille européenne sans mortalité, certaines nuits, dans l'attente d'aménagements. Par ailleurs, l'ouvrage de Descartes a été dans un état abaissé et franchissable durant la saison de migration 2022. Une étude pour une ouverture

durable est en cours. Sur le Cher, l'ouvrage de Saint-Aignan a été aménagé. Sur la Mayenne (bassin de la Maine), l'aménagement de l'ouvrage de Chenillé-Changé a eu lieu également en 2022.

Au cours des six dernières années (2016-2022), 45 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 43 % 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 7,3 % 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 52 % sont aménagés à la montaison, mais ce chiffre a progressé de 4 % par rapport à 2021, et 41 % de ces aménagements sont considérés comme non fonctionnels. Parmi les 48 ouvrages à enjeux essentiels ayant un usage hydroélectrique, 35 % sont aménagés pour la dévalaison (contre 31 % en 2021) dont 13 % sont considérés comme non fonctionnels.



3. Le réseau de stations de comptage

3.1. Localisation des stations de comptage

En 2022, 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 39 et Tableau 4). 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 ne permet pas le maintien du vidéo comptage dans la passe à poissons. A Châteauponsac, suite à une panne technique, le compteur Riverwatcher a été retiré du site et ne devrait pas être réinstallé.

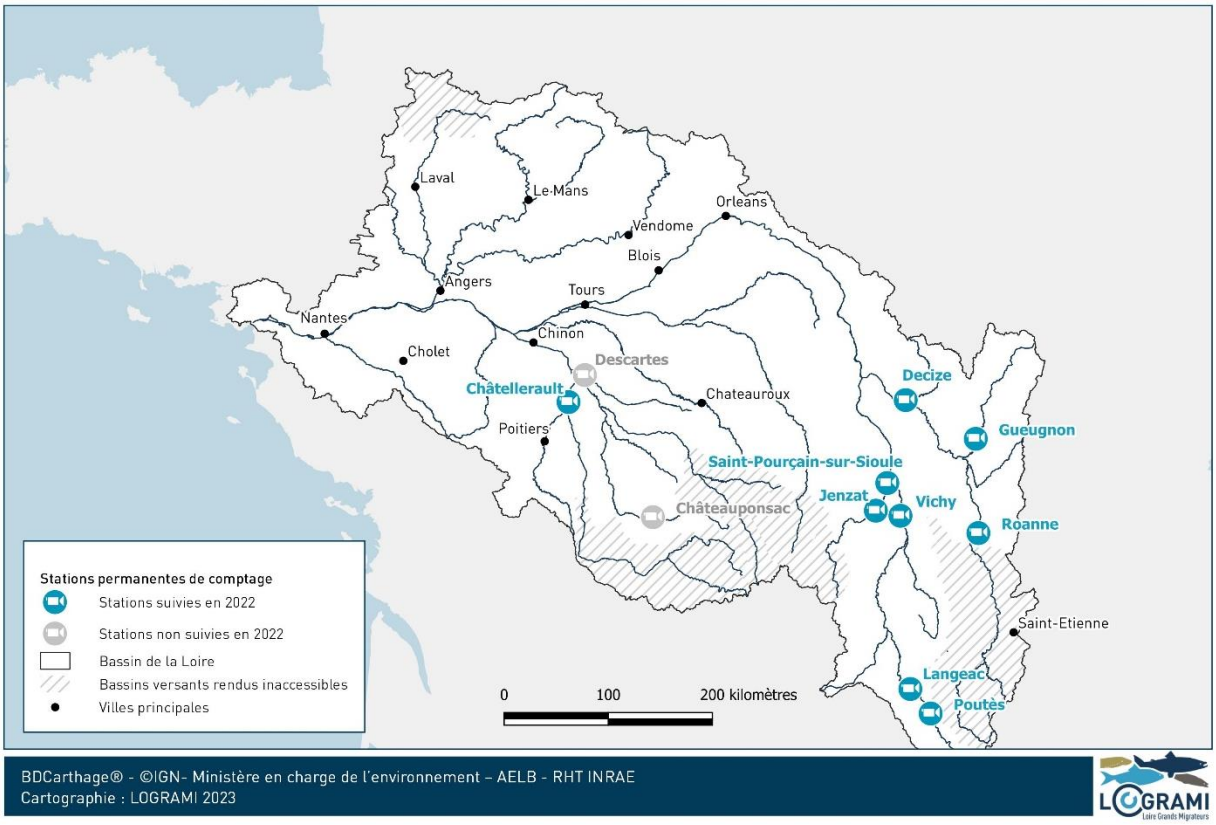


Figure 39 : Répartition des stations de comptage des poissons sur le bassin de la Loire suivies en 2022

Tableau 4 : 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 2022	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 2022	oui (hors anguilles)
	Roanne	736	Sysipap	2012 à 2022	oui (hors anguilles)
Arroux	Gueugnon	689	Sysipap	2006 à 2022	oui (hors anguilles)
Sioule	Saint-Pourçain-Sur-Sioule	638	Sysipap	2017 à 2022	non
	Jenzat	668	Sysipap	2021 à 2022	oui
Allier	Vichy	668	Sysipap	1997 à 2022	oui (hors anguilles)
	Langeac	851	Sysipap	2004 à 2022	oui
	Poutès	883	Sysipap (VD ascenseur)	1986 à 2022	oui (hors période 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 hors crues

Sur le bassin de la Vienne, en 2022, 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.

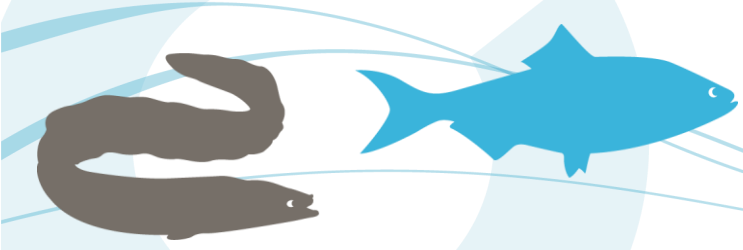
Trois stations de comptage sont implantées sur l'Allier :

- 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 sont suivies par vidéo comptage depuis 2004.
- 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 gérée 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.
- 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. Le logiciel a notamment été couplé à un capteur (ARDUINO®) permettant de détecter les remontées de l'ascenseur par impulsion électrique et non pas détection de mouvement.

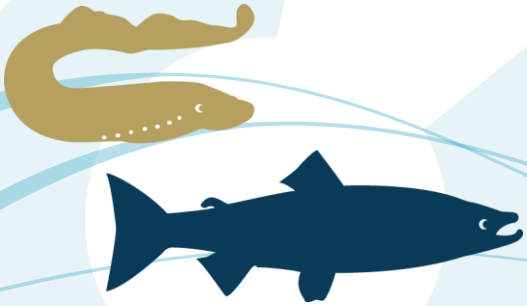
Par ailleurs, depuis 2012, un dispositif d'enregistrement numérique complémentaire (LUPUSTEC-LE800+ ; avec disques durs de 1 To) a été mis en place sur chaque station en parallèle du système SYSIPAP. Ce système permet de pallier aux éventuelles pannes informatiques et ainsi limiter au maximum la perte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

3.3. Fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage en 2022

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, les passes à poissons doivent totaliser 8 760 heures de fonctionnement (365 jours x 24 heures). À défaut de pouvoir qualifier le niveau de fonctionnement, 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 2022, 21 de ces vidanges ont été réalisées par des agents de LOGRAMI pour nettoyer les vitres de la station et 3 par des agents d'EDF (Figure 40). L'ensemble de ces vidanges a rendu l'ouvrage infranchissable durant environ 20 heures. **La passe à poissons a été en eau 99,8 % de l'année.**



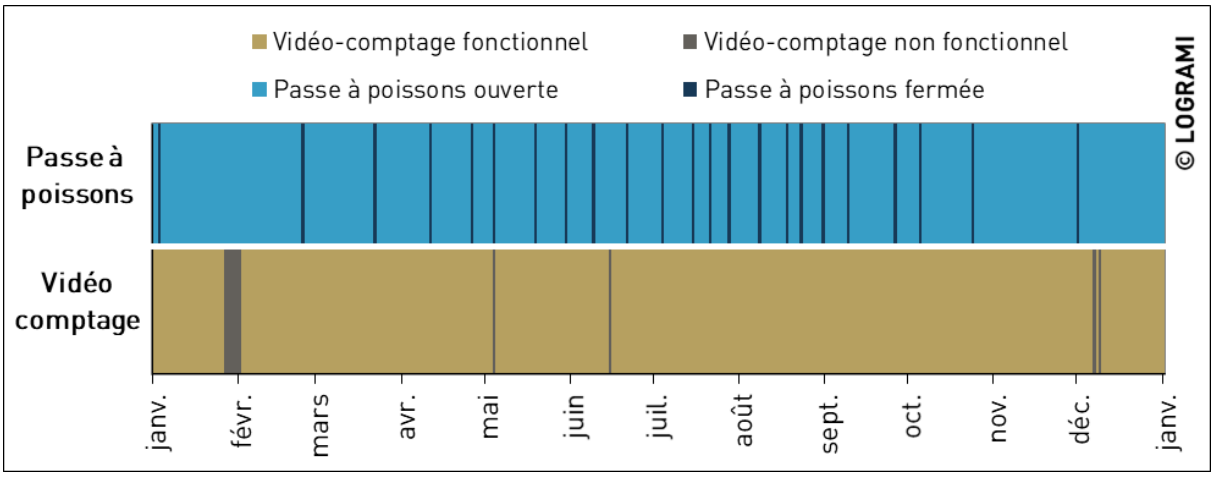


Figure 40 : Périodes de fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage de Châtellerault en 2022

Cinq pannes de courant ont interrompu le vidéo-comptage (du 27 janvier au 1er février durant 122 heures 43 minutes, le 4 mai durant 23 minutes, le 15 juin durant 2 heures 43 minutes, le 7 décembre durant 2 heures 9 minutes et le 9 décembre durant 17 minutes). L'impact sur les données est faible, les pannes étant de courte durée ou hors période de migration. Il est cependant probable que quelques anguilles jaunes et aloses aient franchi l'ouvrage durant les pannes du 4 mai et du 15 juin. **Le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 98,5 % de l'année** (Figure 40).

3.3.2. Fonctionnement des dispositifs du bassin de l'Allier

3.3.2.1 Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2022, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture de la passe à poissons de l'usine à 15 reprises cumulant 6h51 (Figure 41). Une mise à sec de la passe à poissons a été réalisée en 2022 pour contrôler le fonctionnement de la vanne de batardage (4 min). Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons. **En 2022, la passe à poissons a été opérante 99,9 % du temps.**

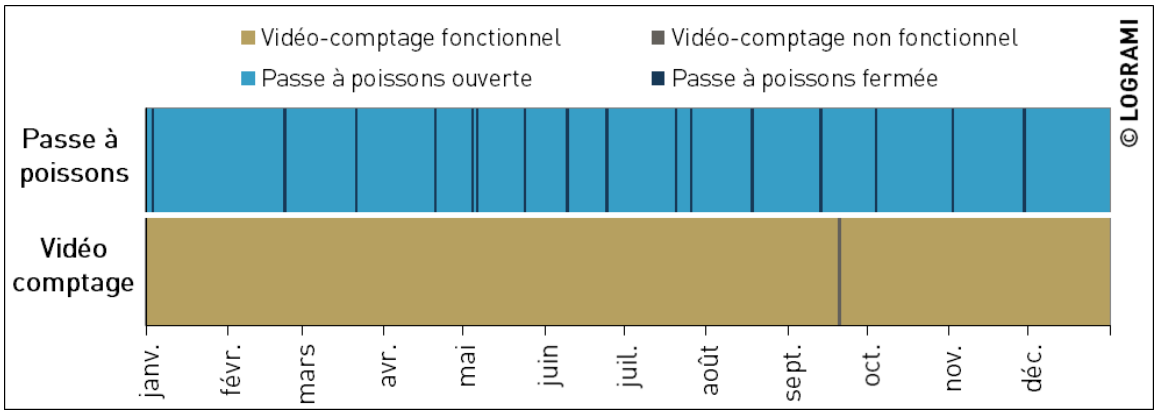


Figure 41 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022

Une panne de courant a eu lieu le 20 septembre 2022, entrainant un arrêt du vidéo comptage durant environ 6h38. **En 2022, le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 99,9 % du temps** (Figure 41).

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 7h04 sur l'ensemble de l'année 2022 (20 vidanges) (Figure 42). Des travaux sur la vanne de décharge du barrage ont occasionné la vidange de la retenue et la non-alimentation de la passe à poissons durant 6 jours entre le 21 et le 27 septembre 2022. Pendant cette période, les poissons ont pu franchir l'ouvrage par le clapet totalement ouvert. Toutes ces interventions n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons. **En 2022, la passe à poissons a été en fonctionnement 98,2 % du temps.**

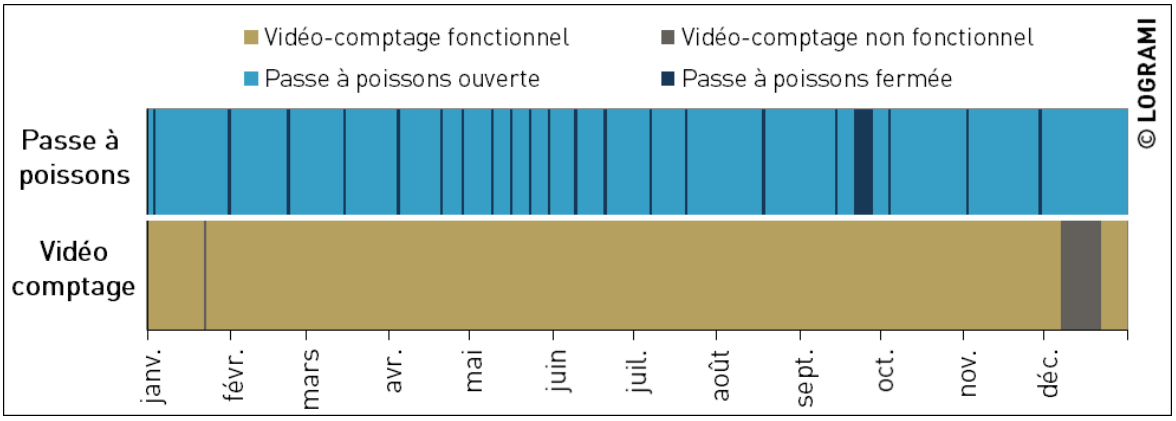


Figure 42 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Jenzat en 2022

Deux coupures de courant de quelques heures sont survenues le 22 janvier 2022. Suite à des tests sur l'usine hydroélectrique, une coupure de courant est intervenue entre le 7 et le 21 décembre. Ces incidents cumulent un total de 14,5 jours sur la période de mise en eau de la passe. **En 2022, le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 96,1 % du temps** (Figure 42).

3.3.2.3 Vichy

Vichy rive gauche

En 2022, le nettoyage des vitres réalisé par la ville de Vichy a occasionné la fermeture de la passe à poissons rive gauche à 20 reprises (5h23) (Figure 43).

Suite à une crue sur l'Allier (pic de 452 m³/s le 3 janvier à Saint-Yorre), la passe à poissons a été fermée par la ville de Vichy pour éviter son endommagement entre le 29 décembre 2021 et le 4 janvier 2022.

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 20 et le 22 décembre. Cette opération a rendu la passe à poissons inopérante durant cette période.

En 2022, la passe à poissons rive gauche du pont barrage de Vichy a été en fonctionnement 98,4 % du temps.

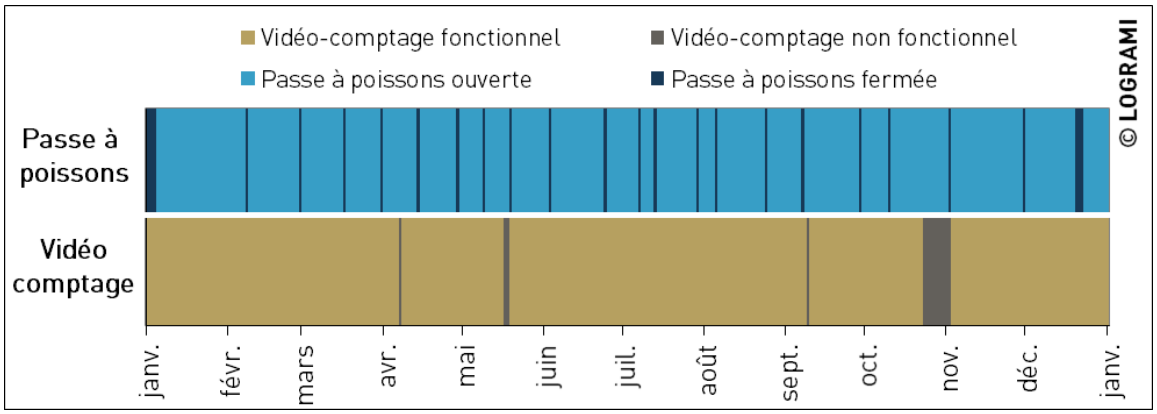


Figure 43 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive gauche en 2022

A trois reprises, une instabilité électrique a provoqué le clignotement de la caméra. Elles représentent un cumule de 5h58. La détection des poisons a été impossible durant 10,5 jours entre le 23 octobre et le 2 novembre suite à un encrassement trop important de la vitre de comptage. **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2022, l'enregistrement a donc été effectif 97,1 % du temps** (Figure 43).

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 7h45 sur l'ensemble de l'année 2022 (22 vidanges) (Figure 44).

Comme en rive gauche, suite à une crue sur l'Allier début janvier et des travaux sur les vannes du barrage, la passe à poissons en rive droite a été inopérante aux mêmes périodes.

En 2022, la passe à poissons rive droite du pont barrage de Vichy a été en fonctionnement 98,4 % du temps.

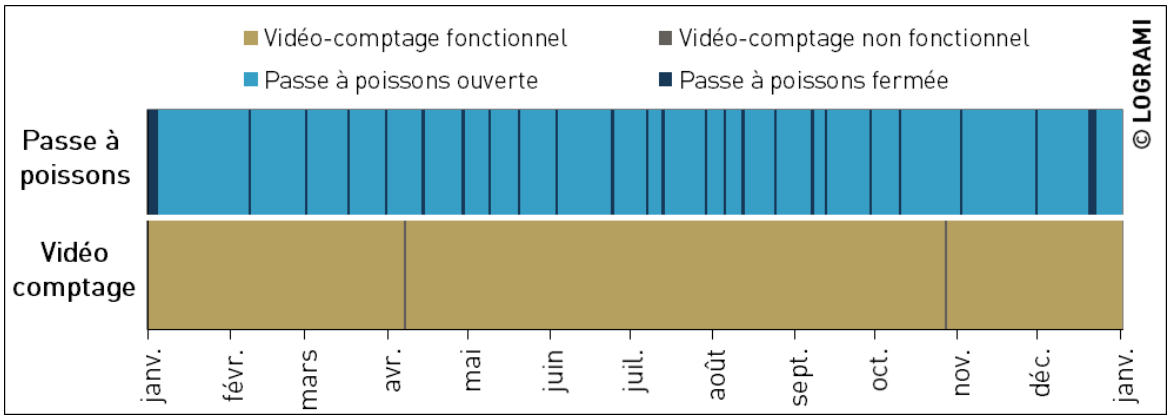


Figure 44 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive droite en 2022

A 2 reprises, une instabilité électrique a provoqué le clignotement de la caméra (11 min). **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2022, l'enregistrement a donc été effectif 99,9 % du temps** (Figure 44).

3.3.2.4 Langeac

Langeac usine (rive gauche)

En 2022, l'usine de Langeac n'a pas fonctionné, **le canal d'amenée et la passe à poissons étaient vides durant toute l'année**. Comme en 2020 et 2021, la fermeture du canal d'amenée de l'usine a pu être bénéfique pour la franchissabilité de cet ouvrage puisque les saumons se sont engagés directement dans le tronçon court-circuité du barrage.

Au regard de la non fonctionnalité de passe à poissons durant toute l'année 2021 et 2022, l'enregistrement a été coupé et désinstallé en 2021.

Langeac barrage (rive droite)

La passe à poissons est **restée ouverte toute l'année**. Les seules interventions ont été les 7 vidanges pour le nettoyage de la vitre de comptage, cumulant 3h55 de vidange (Figure 45).

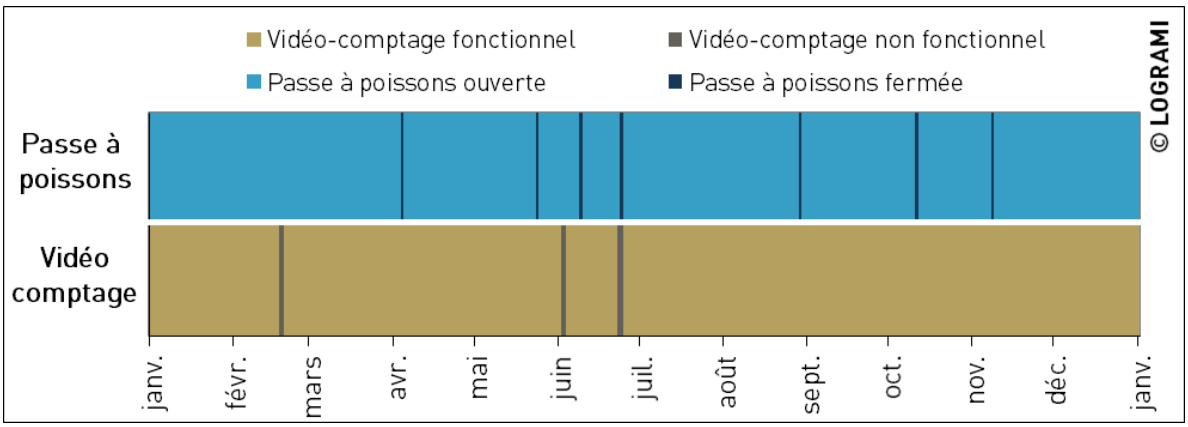


Figure 45 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Langeac au barrage en 2022

En 2022, le système de comptage a été fonctionnel pendant **99,3 % de l'année**. Un problème d'ordinateur au mois de février et 3 coupures de courant en juin (3, 23 et 24) n'ont pas pu permettre le suivi pendant 57h34.

3.3.2.5 Poutès

En fonctionnement normal ou continu, l'ascenseur de Poutès fait un cycle de remontée et déversement toutes les 2h. Ce fonctionnement théorique donne sur une année un nombre théorique de remontées de 3 288 (274 x 12). Avec les règles de transparence du Nouveau Poutès, **les vannes du barrage seront abaissées et l'ascenseur sera hors service durant 91 jours par an**. En période de gel, le nombre de remontées peut-être supérieur à 12 remontées par 24 heures, la cuve de l'ascenseur remontant et restant en position haute chaque fois que la température descend en dessous de 0 °C, et l'ascenseur redescendant 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 2022, 2 048 remontées d'ascenseur ont été effectuées au barrage de Poutès, soit moins de 2/3e des remontées théoriques attendues (Figure 46). Cet écart est principalement lié à :

- La remise en fonctionnement de l'ascenseur (27 janvier) ;
- **Le temps entre chaque remontée**. Initialement de 2h, avant les travaux du barrage en 2018, il est de 2h10 depuis la remise en service ;
- **Les arrêts pour gel ;**

- L'arrêt pour la **mise en place et fin de la transparence** (exemple du week-end). Pendant ce temps, le barrage est toujours transparent ;
- La **retenue vide après la fin de la transparence**. En effet, à ce moment précis, il n'y a pas assez d'eau pour le fonctionnement de l'ascenseur.

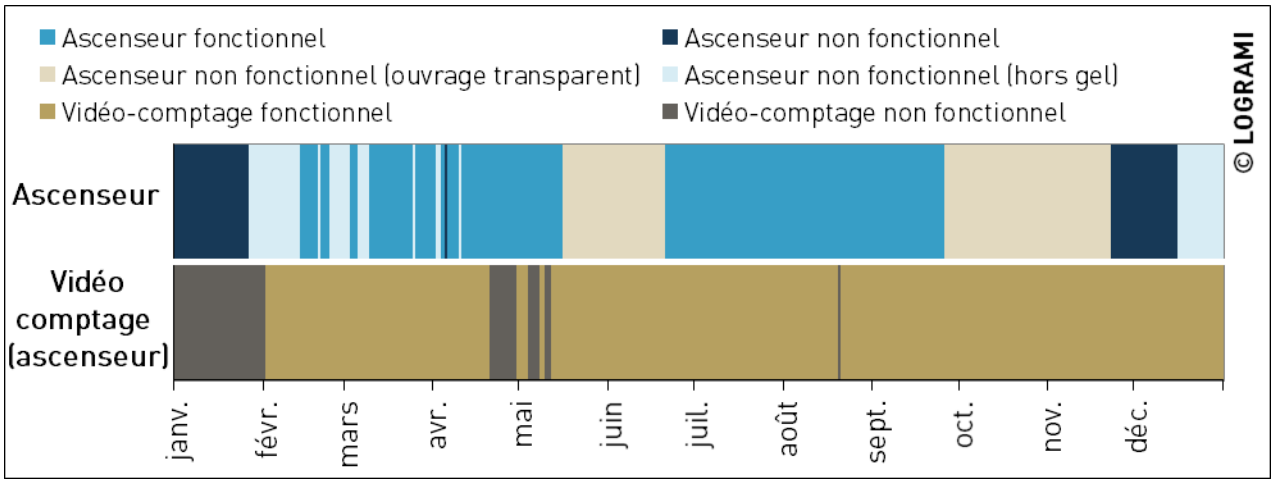


Figure 46 : Périodes de fonctionnement de l'ascenseur et de la station de comptage de Poutès en 2022

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**. Aujourd'hui, aucun comptage n'est réalisé sur cette voie de passage.

L'installation vidéo a pu être réalisée le 20 janvier 2022. Deux systèmes d'enregistrement branchés en parallèle ont été utilisés en 2022 pour le suivi de l'ascenseur :

- Le premier avec un enregistrement classique utilisé sur les autres stations de comptage du bassin : un ordinateur avec le logiciel d'acquisition SYSYPAP ;
- Le second avec un enregistreur numérique LUPUS© qui filme en continu les images de l'ascenseur. Cet outil informatique est utilisé lorsque le premier enregistrement est défaillant.

À noter que le logiciel SYSYPAP n'est pas conçu pour suivre un ascenseur. La détection de mouvement n'étant pas aussi adéquate que sur un système vitre et rétroéclairage (exemple de Langeac). Afin de s'affranchir de nombreux parasites vidéo et d'un stockage massif de données, un système **d'enregistrement uniquement sur impulsion électrique** (contact sec au départ de l'ascenseur) a été installé le 19 avril.

Avec ce dispositif de deux enregistrements, aucune perte d'image n'a eu lieu à cause de l'enregistrement vidéo. Les pertes de données ont été causées par le dysfonctionnement de l'éclairage de l'ascenseur. **L'enregistrement et le suivi a porté sur 99 % de la période de fonctionnement de l'ascenseur.**

Le logiciel a tout le temps fonctionné mais certaines nuits d'été, l'éclairage de l'ascenseur n'a pas fonctionné alors que l'ascenseur était en marche par conséquent j'ai loupé des remontées mais c'est de la faute de l'éclairage et non du logiciel.

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 5h50 sur l'ensemble de l'année 2022 (18 vidanges). Un test sur la vanne de batardage a occasionné la fermeture du dispositif de franchissement pendant 21 minutes le 5 avril 2022.

L'accumulation de végétaux aquatiques pélagiques, de bois morts et de débris a colmaté la grille amont de la passe entre le 28 et 29 juin, limitant l'alimentation en eau de la passe ainsi que le passage des poissons.

Suite à 4 crues de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement (Figure 47). Certains individus ont pu emprunter les clapets totalement abaissés du barrage sans être détectés par le système de comptage. Les périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2022 sont les suivantes :

- 1ère fermeture du 1er au 22 janvier (pic de 946 m³/s le 1er janvier à Nevers),
- 2nde fermeture du 17 au 22 février (pic de 285 m³/s le 18 février à Nevers),
- 3ème fermeture du 29 juin au 1er juillet (pic de 234 m³/s le 29 juin à Nevers),
- 4ème fermeture du 22 au 28 décembre (pic de 377 m³/s le 25 décembre à Nevers),

En 2022, la passe à poissons du barrage de Decize a été en eau 90 % du temps.

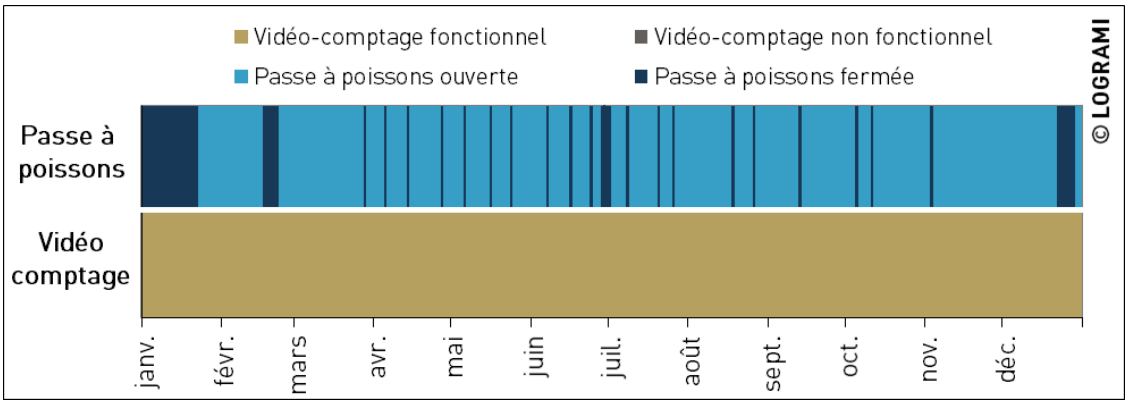


Figure 47 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Decize en 2022

Aucune panne de vidéo comptage n'est à noter en 2022 durant les périodes de mise en eau de la passe à poissons. **En 2022, le vidéo-comptage a ainsi été fonctionnel 100 % du temps** (Figure 47).

3.3.3.2 Roanne

En 2022, 10 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (4h13) (Figure 48). Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 24 vidanges de la passe à poissons (4h30). Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur le fonctionnement de la passe. **En 2022, la passe à poissons a été en eau 99,9 % du temps.**

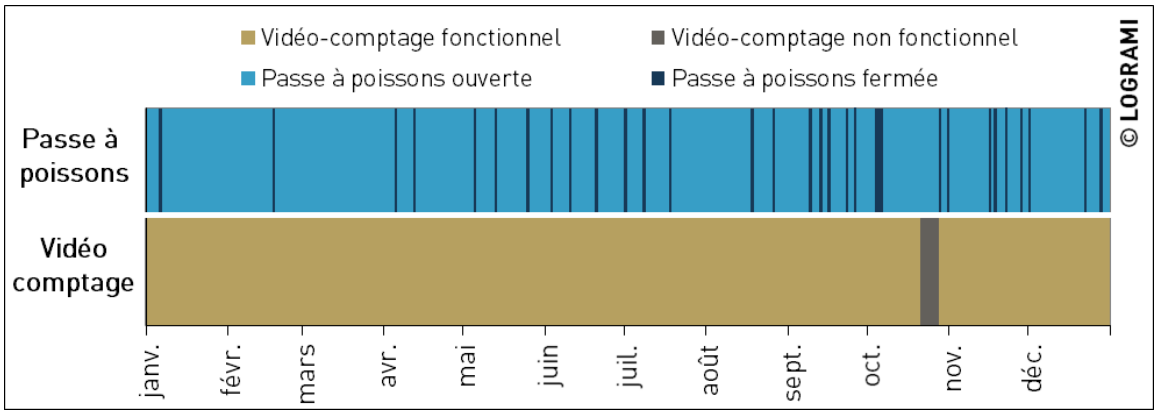


Figure 48 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Roanne en 2022

Une coupure du rétro-éclairage est survenue à Roanne entre le 21 et le 27 octobre. **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2022, l'enregistrement a donc été effectif à 98,4 % durant le temps de fonctionnement de la passe** (Figure 48).

3.3.3.3 Gueugnon

Pour l'entretien des vitres de comptage, 9 vidanges de la passe ont eu lieu en 2022 (Figure 49). Elles représentent un arrêt de fonctionnement du dispositif de 2h10. Des travaux de maintenance sur la passe à poissons ont occasionné 2 vidanges (8 juillet et 21 août) cumulant un total de 24h43. Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur le fonctionnement de la passe. **En 2022, la passe à poissons du barrage de Gueugnon a été en fonctionnement 99,7 % du temps.**

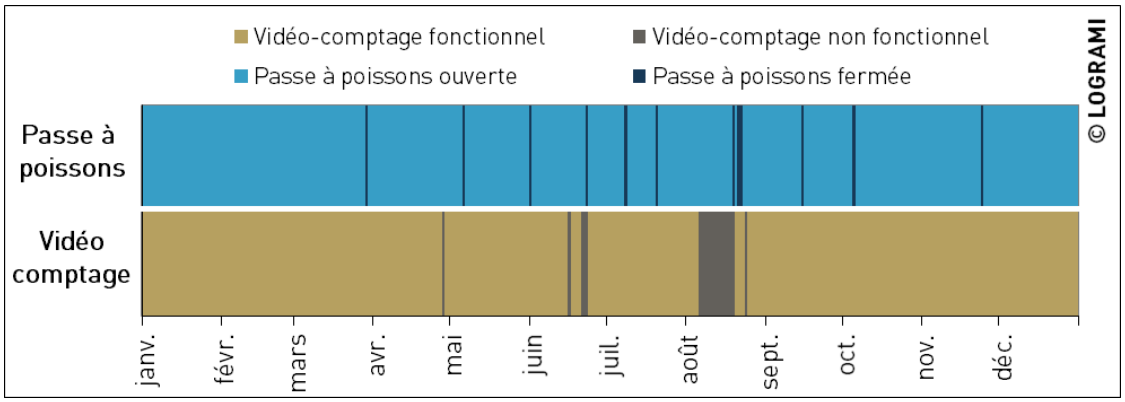


Figure 49 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2022

Quatre coupures de courant de quelques heures sont survenues en 2022 suite à des micro-coupures sur le réseau et des forts orages fin juin. Elles cumulent un total de 1,7 jour sur la période de mise en eau de la passe. La détection des poisons a été impossible pendant 6 jours entre le 6 et le 19 août suite à un encrassement trop important de la vitre de comptage. **Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2022, l'enregistrement a donc été effectif 96 % du temps** (Figure 49).

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 2022, elle est de 217 jours à Châtellerault sur la Vienne (seule station au jeu de données complet (Figure 50).

Tableau 5 : 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

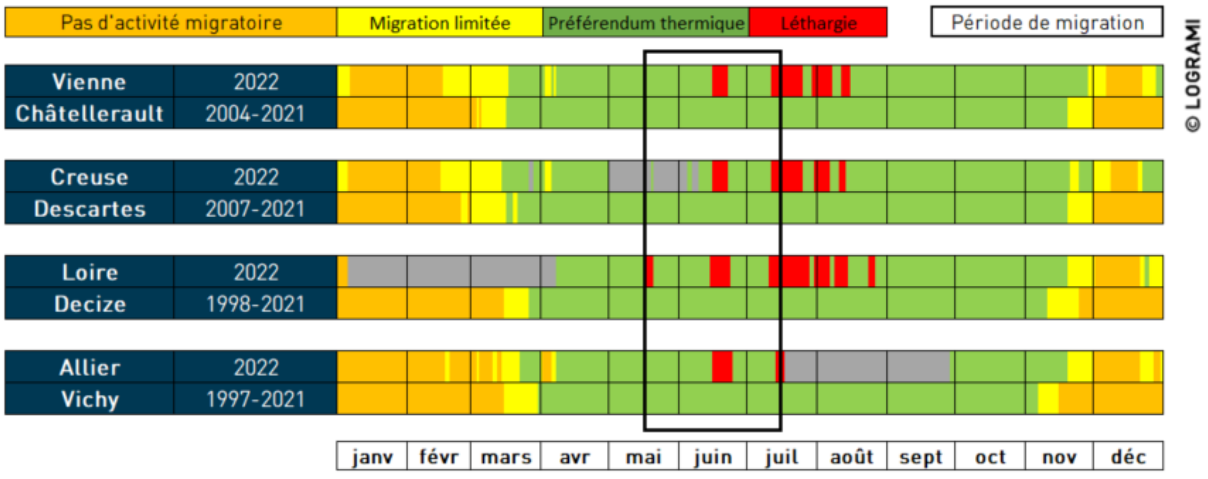


Figure 50 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'anguille jaune entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

En considérant une période de migration des anguilles du 15 mai au 15 juillet, **les températures favorables à la migration couvrent en 2022, 73 % de la période de migration à Decize et 82 % à Vichy et Châtellerault** (Figure 51). Ces périodes sont inférieures à celle des années antérieures mais restent relativement longues pour permettre la montaison des anguilles.

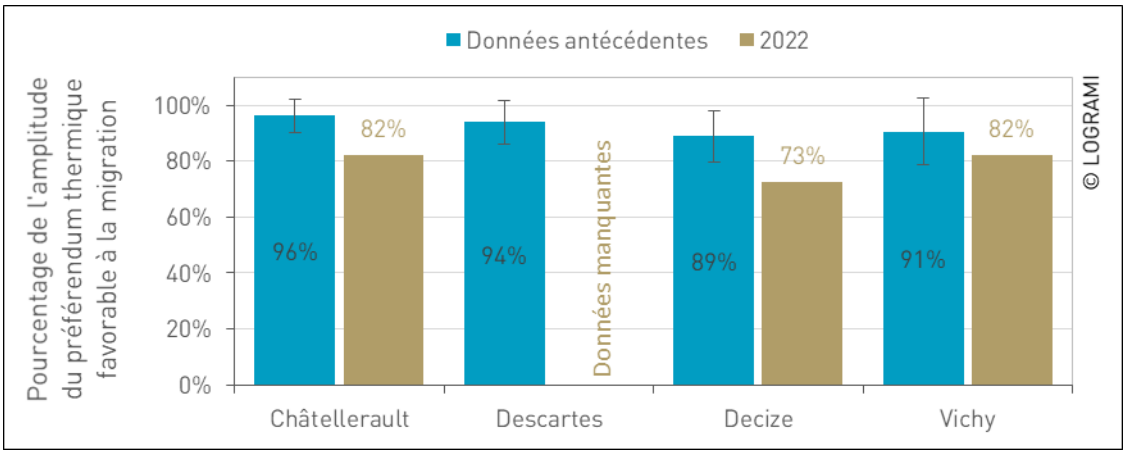


Figure 51 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des anguilles jaunes (15 mai au 15 juillet) aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2022 et les données antérieures

Des températures supérieures à 25 °C sont constatées durant l'été 2022 (durant 36 jours à Châtellerault, 32 jours à Descartes, 48 jours à Decize, et au moins 15 jours à Vichy (absence de données du 18 juillet au 28 septembre inclus)). Ces périodes estivales de léthargie sont plus longues que celles des années antérieures (moyenne de 5 +/- 6 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 2022, les indices hydrologiques calculés durant la période de migration des anguilles jaunes sont tous déficitaires (Figure 52). 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.**

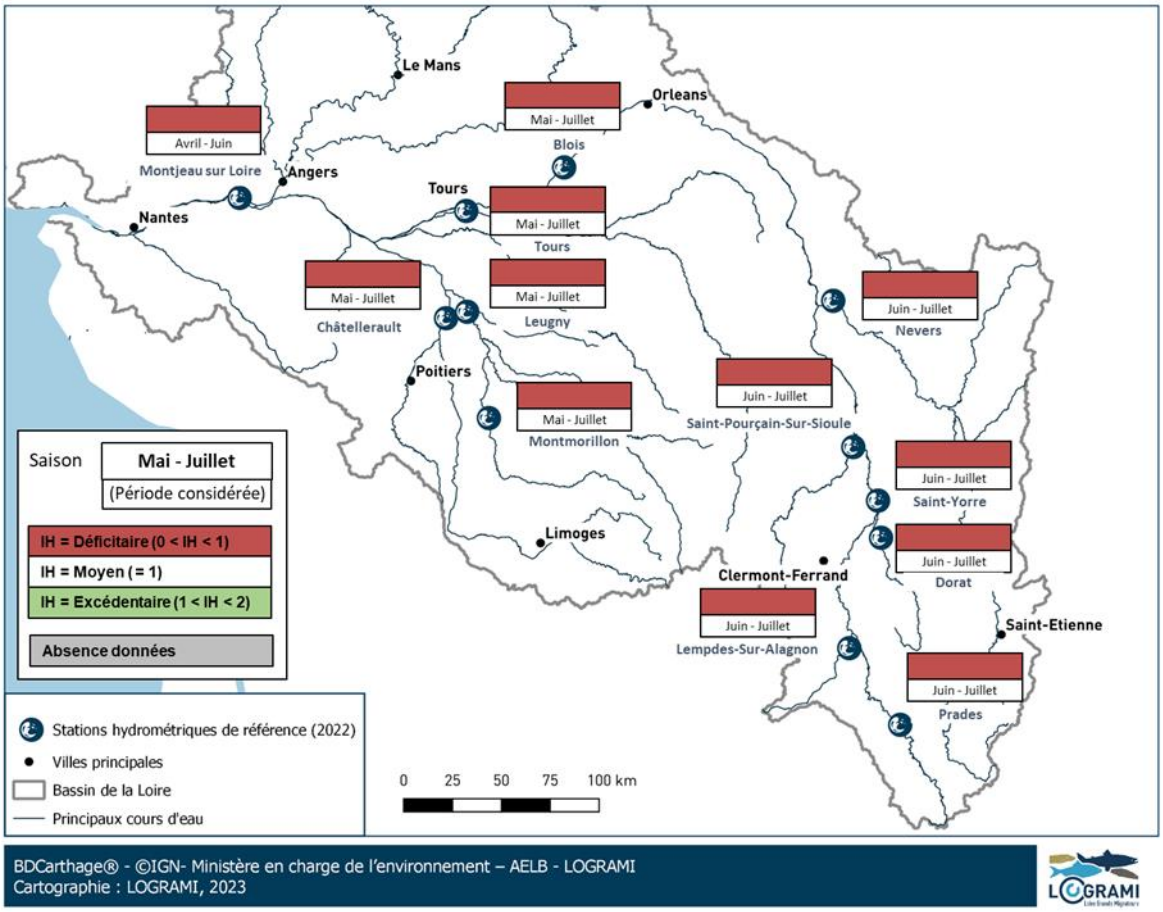


Figure 52 : Indices hydrologiques 2022 durant la migration des anguilles jaunes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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. Ainsi, malgré un effort pour améliorer la perspective et un fond blanc, le contraste n'est parfois pas suffisant pour détecter les plus petites anguilles.

Par ailleurs, à Decize et en rive gauche à Vichy, certaines anguilles peuvent échapper au comptage si elles arrivent à passer à travers les grilles du bypass situées en parallèle du couloir de comptage. En outre, les ouvrages de Descartes et de Roanne sont équipés d'une passe spécifique à anguilles à plots béton où aucun dénombrement n'est effectué. Pour toutes ces raisons, le dénombrement du contingent d'anguilles jaunes n'est pas exhaustif. **Seuls les comptages des stations de Châtellerault sur la Vienne et de Jenzat sur la Sioule sont représentatifs du nombre d'anguilles montantes.**

4.1.2.1 Châtellerault

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, seulement 674 anguilles ont été comptées en 2022. Cet effectif est bien inférieur au record de l'année 2021 (17 497 individus) et à la médiane des années précédentes (2 095) (Figure 53). Les effectifs d'anguilles sont très variables d'une année sur l'autre mais tendent à augmenter. **Sur les cinq dernières années, les effectifs annuels ont ainsi dépassé à trois reprises les 8 000 individus, ce qui n'était pas arrivé auparavant, entre 2004 et 2017.**

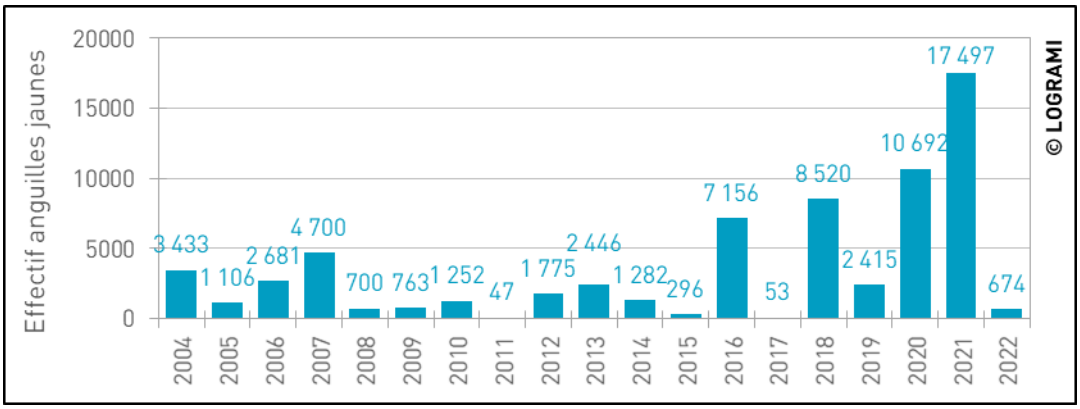


Figure 53 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

Le faible effectif de l'année 2022 peut s'expliquer par des conditions environnementales peu favorables à la migration des anguilles. **Les conditions hydrologiques étaient relativement faibles durant toute la période de migration, la montaison n'a jamais été stimulée.** De même les températures importantes durant le mois de juin ont pu freiner les déplacements des anguilles vers l'amont.

4.1.2.2 Decize

Depuis l'installation en 2009 de la station de comptage permanente à Decize, le comptage des anguilles montantes est possible mais pas exhaustif (Figure 54). En 2022, 6 individus d'anguilles jaunes ont été comptabilisés. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent en moyenne, depuis 2009, 22 individus +/- 25.

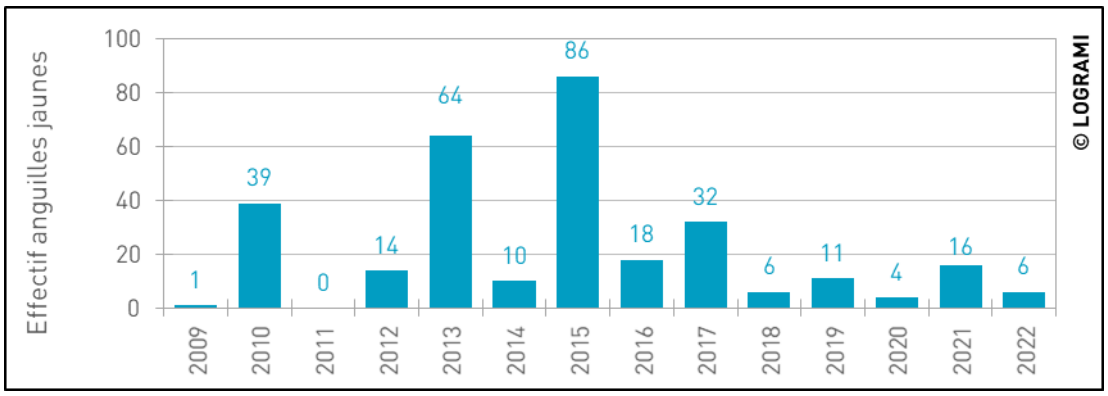


Figure 54 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (comptage non exhaustif)

4.1.2.3 Gueugnon

Seulement deux anguilles jaunes ont été observées à Gueugnon sur l'Arroux en 2022. 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. Cependant, 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 55).

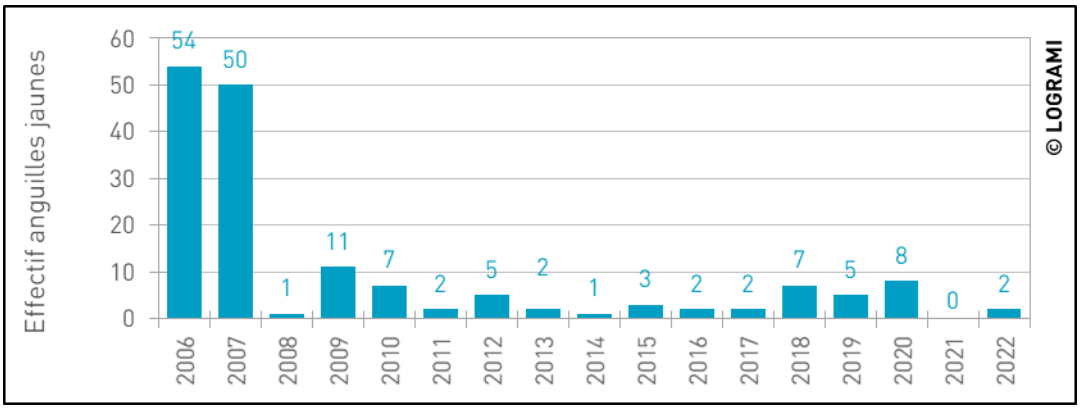


Figure 55 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (comptage non exhaustif)

4.1.2.4 Roanne

Au niveau de l'ouvrage de Roanne, une passe spécifique pour l'anguille est installée en rive droite. Elle ne fait pas l'objet d'un suivi, seules les anguilles empruntant la passe à poissons en rive gauche font l'objet d'un comptage.

Au cours de l'année 2022, aucune anguille jaune n'a été observée à la station de comptage de Roanne (Figure 56). La moyenne d'anguilles jaunes depuis 2012 est de 11 +/- 9. **Les comptages effectués sur ce dispositif depuis la réouverture de l'ouvrage permettent de confirmer la capacité de conquête de l'espèce sur cette partie du bassin (736 km de la mer).**

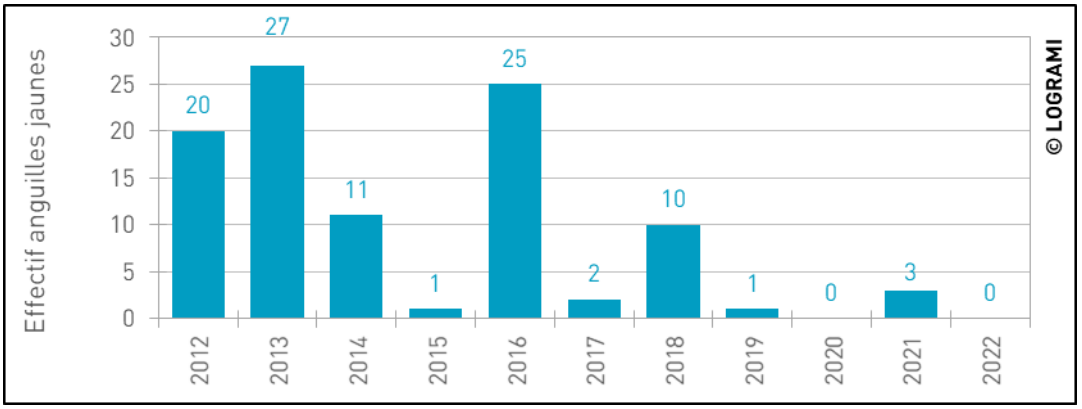


Figure 56 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (comptage non exhaustif)

4.1.2.5 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Depuis 2017, 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). 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

Depuis l'installation de la station de comptage le 27 mai 2021 à Jenzat, respectivement 80 et 78 anguilles ont été comptabilisées en 2021 et 2022 (Figure 57). **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.

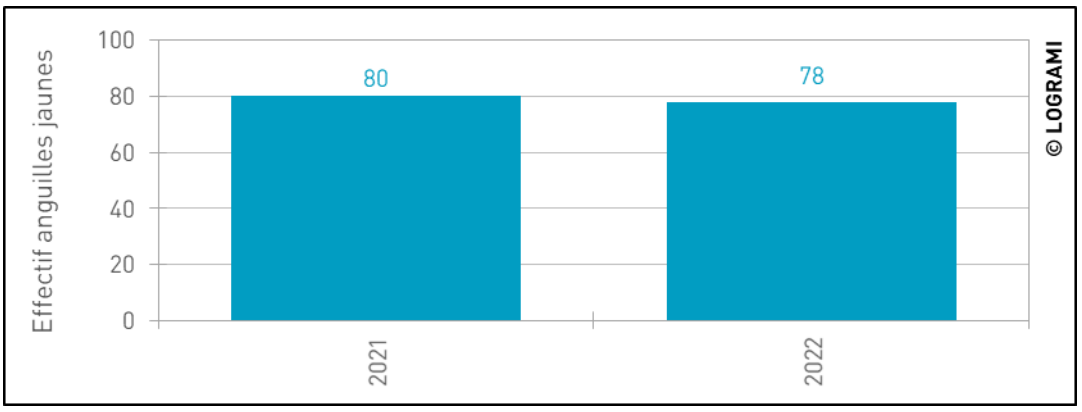


Figure 57 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Jenzat depuis 2021

4.1.2.7 Vichy

Au cours de l'année 2022, 2 anguilles jaunes ont été observées dans les passes à poissons de Vichy. Ces comptages ne sont pas exhaustifs puisque, en rive gauche, les anguilles peuvent passer à travers les grilles du bypass situé en parallèle du couloir de comptage. La médiane interannuelle de 2009 à 2022 est de 20 individus alors qu'elle était de 343 de 1997 à 2008. Les effectifs des dernières années sont très loin du record de 1998 avec 1 372 anguilles dénombrées (Figure 58).

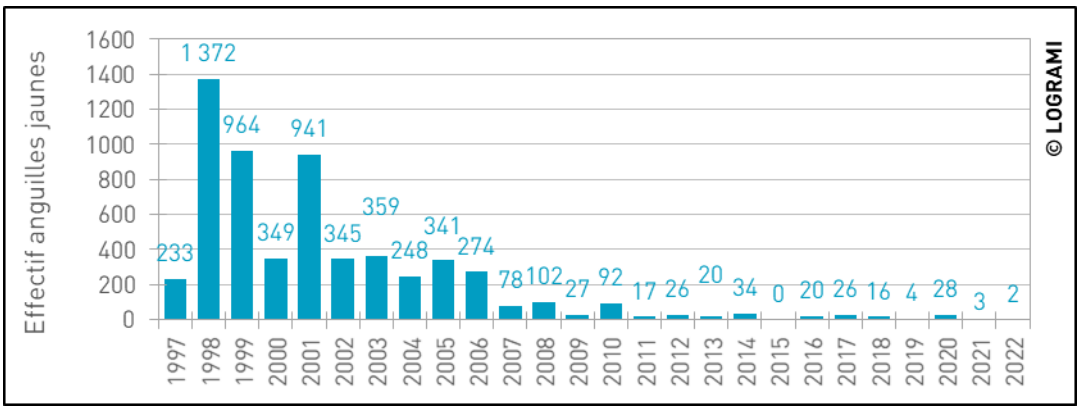


Figure 58 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997

4.1.2.8 Langeac

En 2022, 2 anguilles jaunes ont été observées à la station de comptage de Langeac (Figure 59). Bien que peu nombreuses (moyenne de 3 +/- 5 anguilles jaunes), les anguilles sont présentes sur l'amont de l'Allier.

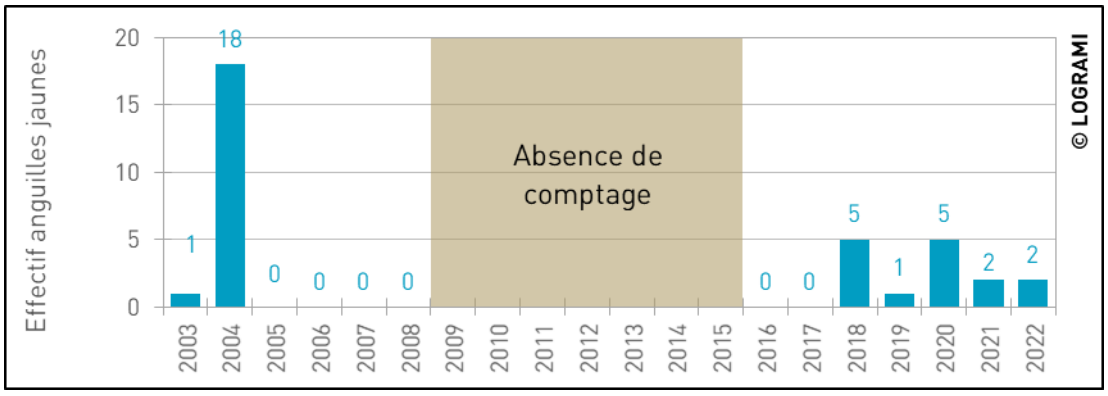


Figure 59 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003

4.1.2.9 Poutès

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 sera en eau qu'entre les deux périodes de transparence prévues pour la migration des saumons.** Ainsi, en 2022, la passe était opérationnelle entre le 21 juin et le 26 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 2022 dans l'ascenseur.**

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 60). 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.**

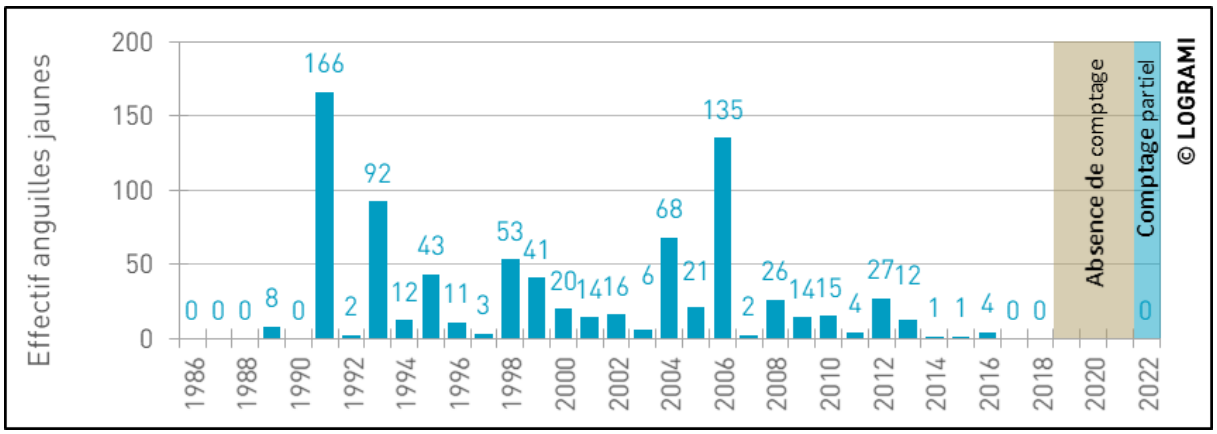


Figure 60 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier depuis l'automne 1986

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 à l'aval des stations de comptage sur l'axe Loire (à 313 km de l'océan) (Rougeaux et al., 2023).

4.1.3. 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.

4.1.3.1 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 (142 +/- 35 jours) que sur l'Allier à Vichy (94 +/- 37 jours) et à Poutès (42 +/- 25 jours)** où la migration est plus concentrée (Figure 61). **Des passages isolés d'anguilles peuvent alors avoir lieu toute l'année sur la Vienne.**

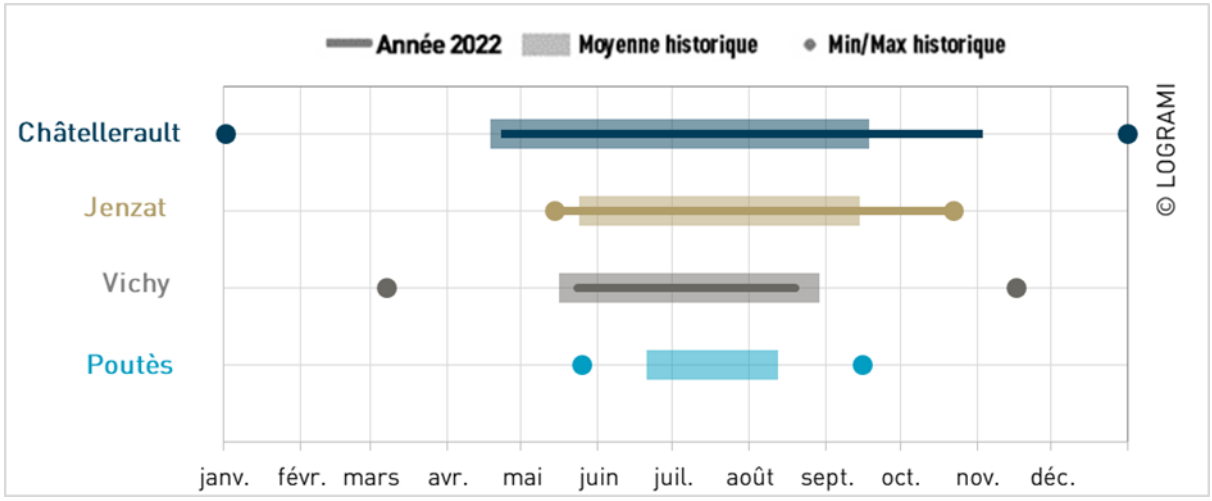


Figure 61 : Comparaison des amplitudes totales de migration des anguilles jaunes aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis

La comparaison interannuelle de l'amplitude peut être faite en retirant les passages isolés précoces et tardifs. Ainsi à Châtellerault, l'amplitude de migration est proche de celle des années précédentes puisque 90 % des anguilles sont passées en 60 jours en 2022 contre 52 +/- 20 jours en moyenne de 2007 à 2021 (du 17 mai au 6 juillet). Sur la Sioule à Jenzat, la période de migration est un peu plus courte en 2022 que celle de l'année précédente, 90 % des individus sont en effet passés en 73 jours contre 85 jours en 2021 (première année de suivi). Sur l'Allier, 90 % des individus passent en moyenne en 61 +/- 22 jours à Vichy (du 7 juin au 6 août) et 46 +/- 19 jours à Poutès (du 2 juillet au 16 août).

4.1.3.2 Dynamique migratoire

La dynamique migratoire des anguilles jaunes varient 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 (+/- 18 jours) tandis que 50 % de la migration a lieu 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 2022, la période de migration des anguilles sur la Vienne à Châtellerault est proche de celle des années précédentes : 50 % des passages ont été effectués avant le 2 juin (soit 3 jours plus tôt que

la moyenne interannuelle). A Jenzat, la migration de 2022 est plus précoce que celle de l'année précédente, la moitié des individus ayant franchi l'ouvrage dès le 13 juin, soit 22 jours plus tôt qu'en 2021 (Figure 62).

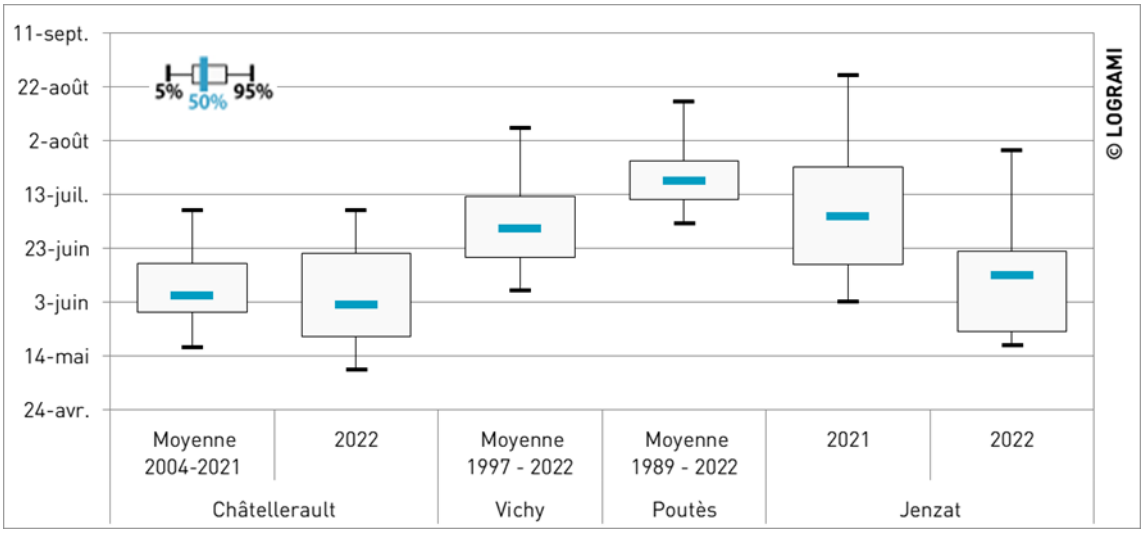


Figure 62 : Comparaison de la période de migration des anguilles aux stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis (pour effectif annuel > 20 ind.)

L'analyse du rythme de migration de l'année 2022 à Châtellerault montre que la montaison est globalement similaire à celle des années antérieures. Les débuts et fin de migration sont très proches de la moyenne de 2004 à 2021 (Figure 63).

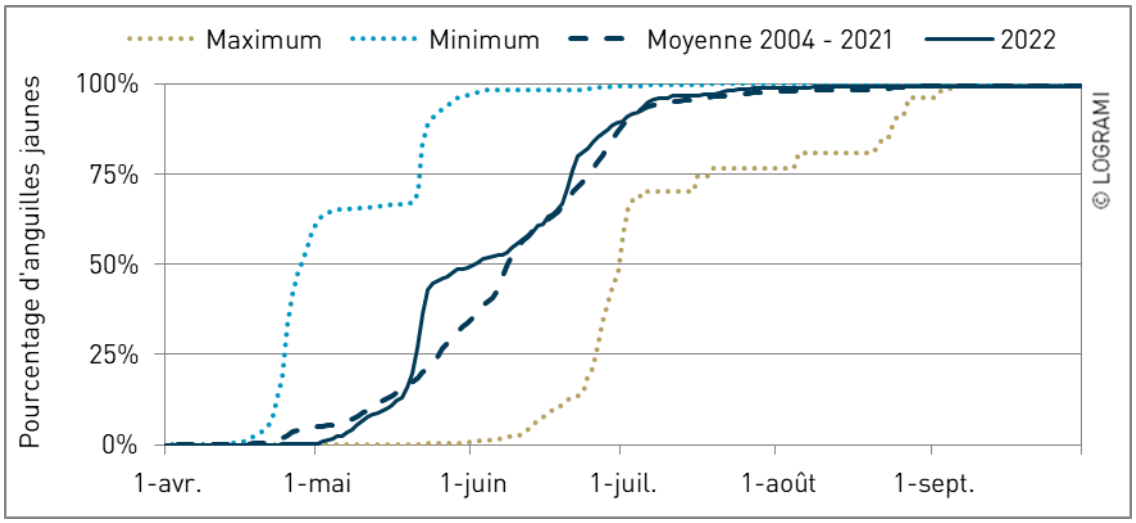


Figure 63 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtellerault en 2022 par rapport aux années antérieures

4.1.3.3 Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtellerault en 2022, la première anguille a été comptée le 24 avril, la dernière le 31 octobre. Les passages journaliers s'intensifient et dépassent les 10 individus journaliers à partir du 19 mai. Deux périodes de plus forte activité sont notables : du 19 au 24 mai (214 individus) et du 19 au 22 juin (99 individus). Cette activité est liée à l'augmentation de la température de la Vienne. Un pic de passage est constaté le 22 mai avec 62 anguilles observées (soit 9 % de l'effectif annuel). Aucune anguille n'a été observée entre le 8 août et le 25 octobre. 6 individus seront par la suite comptés avant la fin de la migration (Figure 64).

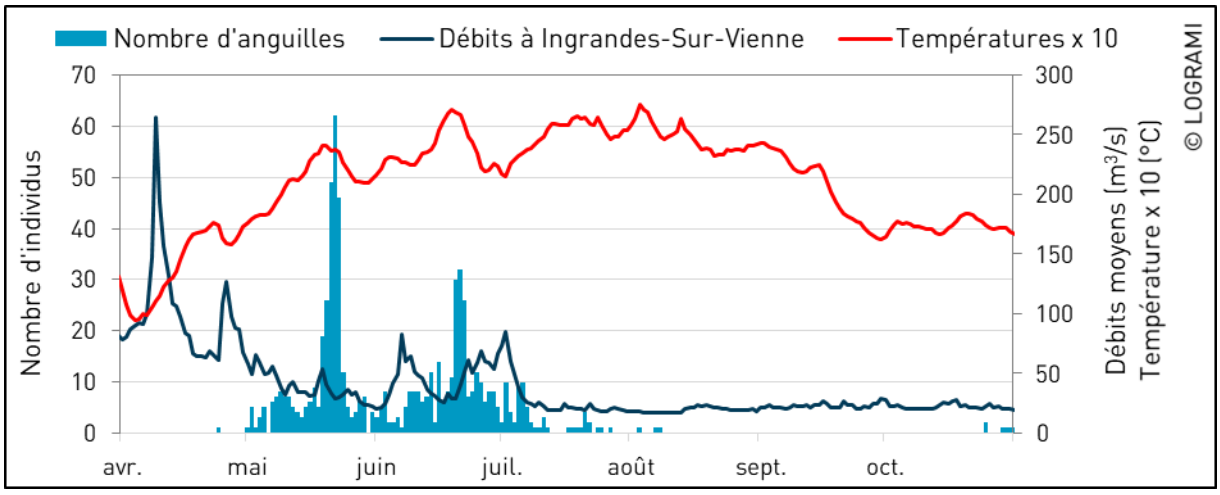


Figure 64 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2022 (n=674) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Sioule à Jenzat en 2022, les comptages d'anguilles jaunes ont eu lieu entre le 14 mai et le 22 octobre (Figure 65). Les passages ont eu lieu dans des températures de l'eau de la Sioule comprises entre 16,8 °C et 25,5 °C et dans une faible gamme de débit allant de 3 à 6,6 m³/s (module =19,6 m³/s à Ebreuil). L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager deux périodes de forte activité migratoire entre le 14 mai et le 24 juin (63 individus soit 81 % de l'effectif) et entre le 10 juillet et le 7 août (14 individus soit 18 % de l'effectif). Durant la première période, un pic de migration journalier est constaté le 22 mai avec 7 anguilles jaunes comptées (soit 9 % de l'effectif annuel). 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.

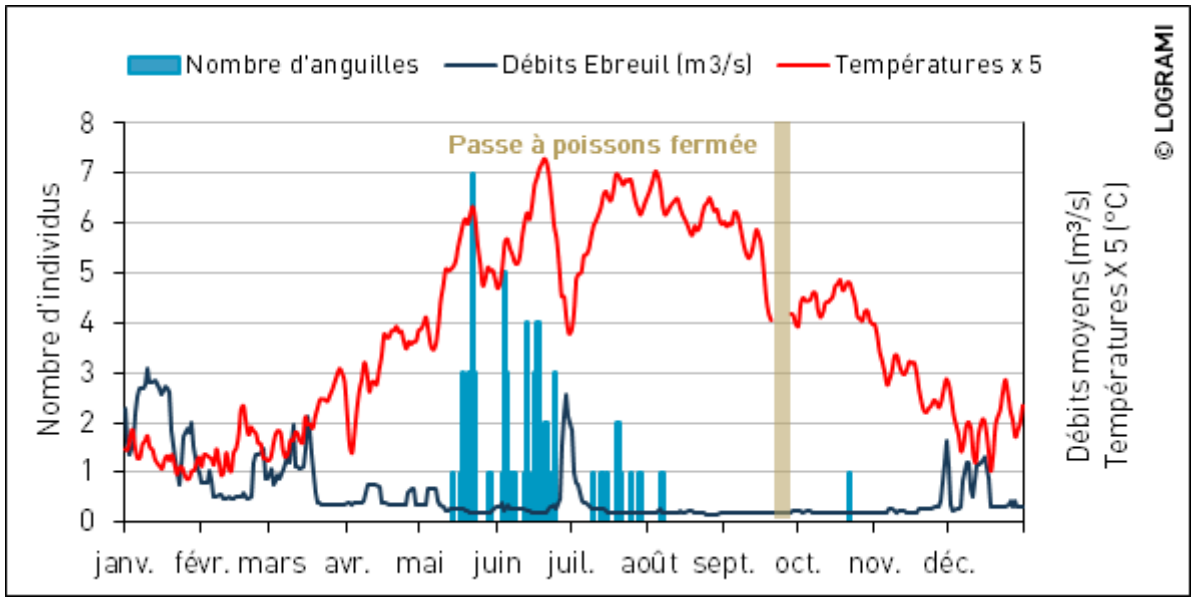


Figure 65 : Passages journaliers d'anguilles à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2022 (n=78) (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

4.1.3.4 Rythme horaire de migration

La migration des anguilles jaunes est majoritairement diurne : 60 % des passages ont eu lieu entre 5h et 20h UTC (Universal Time Coordinated). 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 2022, le nombre de passages nocturnes et diurnes est quasi-similaire : 53 % des passages ont lieu entre 5h et 20h et 47 % entre 20h et 5h. 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 2h et 3h avec également comme les années précédentes 7 % des passages (Figure 66).

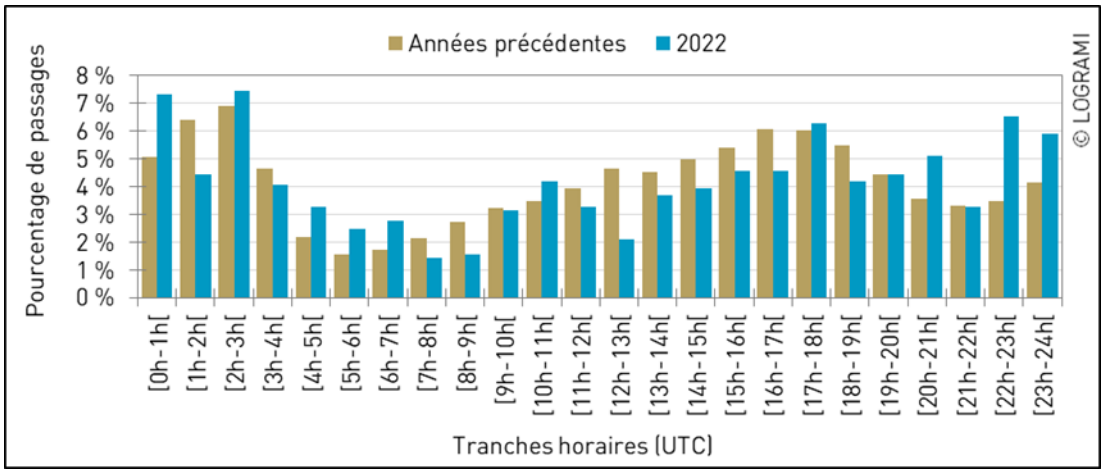


Figure 66 : Passages horaires des anguilles jaunes aux stations de comptage du bassin de la loire en effectif cumulé depuis le début des suivis (n=73 463) et en 2022 (n=764)

4.1.4. 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 67).

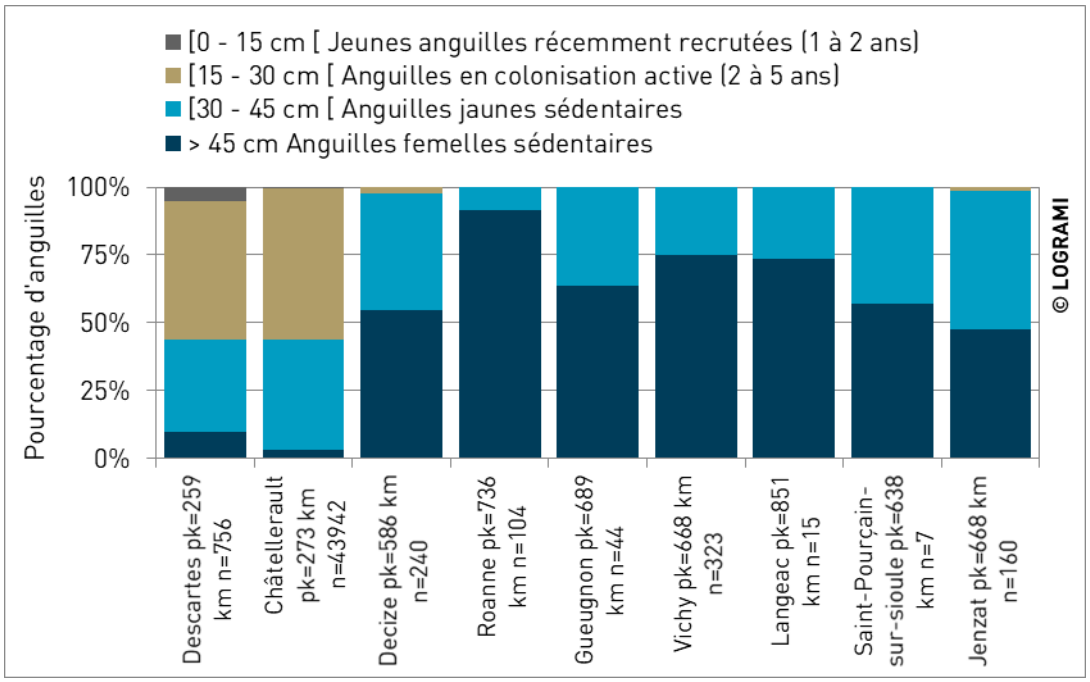


Figure 67 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées aux différentes stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis

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. 56 % 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 êtres 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 distance à la mer.**

Les données de tailles 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 68). 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 âgées**. Au début des années 90, des anguillettes étaient pourtant observées dans la passe à poissons (Bach J.M., Com pers.).

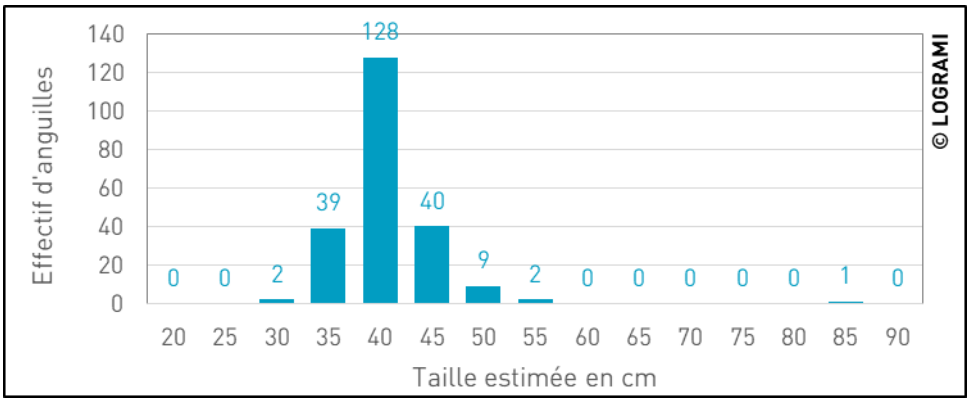


Figure 68 : Répartition des tailles estimées (en cm) des anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier entre 2006 et 2013 (n=226)

A Châtellerault sur la Vienne, une variation interannuelle des classes 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 75 % (+/- 6) de 2019 à 2022. Seules les proportions de l'année 2017 ne suivent pas cette tendance. En raison des très faibles débits printaniers, la migration des anguilles était très faible cette année-là (seulement 53 individus ont été comptés à la station). En 2022, malgré un faible effectif, la classe de tailles [15- 30 cm[comprend la majorité de l'effectif, avec 73 % des anguilles mesurées (Figure 69).

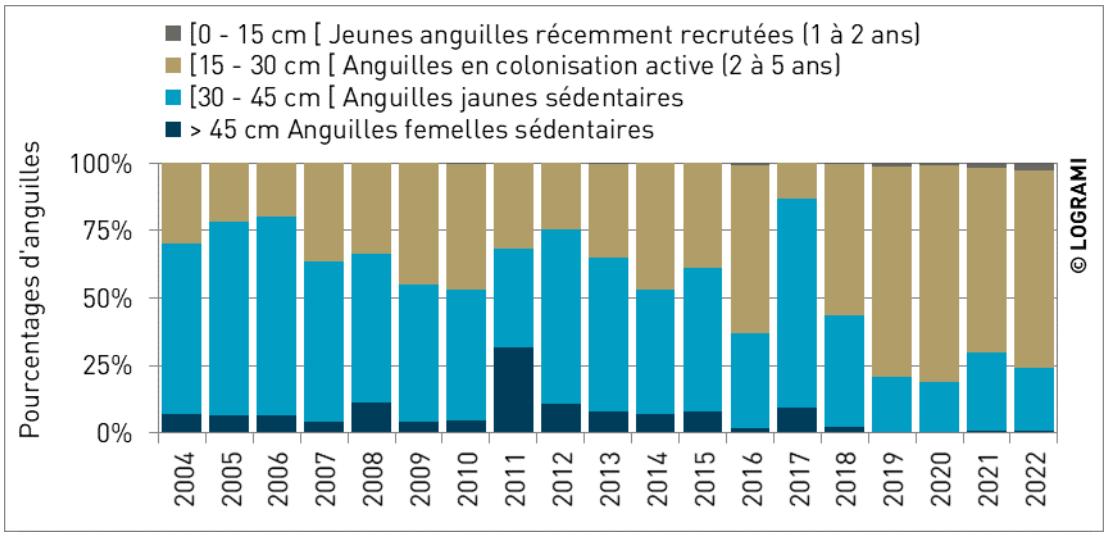


Figure 69 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (n=43 793)

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 27 cm +/- 1 de 2019 à 2022).

Ces résultats sont encourageants et peuvent s'expliquer par un bon recrutement les années antérieures sur la Loire. En outre, deux opérations de transfert ont eu lieu sur la Creuse aval et la Vienne en 2013 et 2019. En 2022, ces anguilles devraient avoir une taille supérieure à 45 cm (pour celles déversées en 2013) ou entre 20 et 25 cm (pour celles déversées en 2019). En effet, l'évaluation des opérations de transfert sur le bassin de la Vienne à trois ans a permis de montrer que les anguilles de 36 mois avaient une taille moyenne de 22,3 cm soit une croissance de 5,1 cm sur les trois premières années (Mazel et al., 2016). Même si la majorité des anguilles observées, en 2022, à la station de comptage ne semble pas être directement le fruit des campagnes de transfert, il est probable qu'une

partie de la population en soit issue notamment pour les plus jeunes stades (28 % des anguilles mesurées sont comprises entre 20 et 25 cm et 1 % ont une taille supérieure à 45 cm).

4.1.5. 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 témoignent de 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 70).

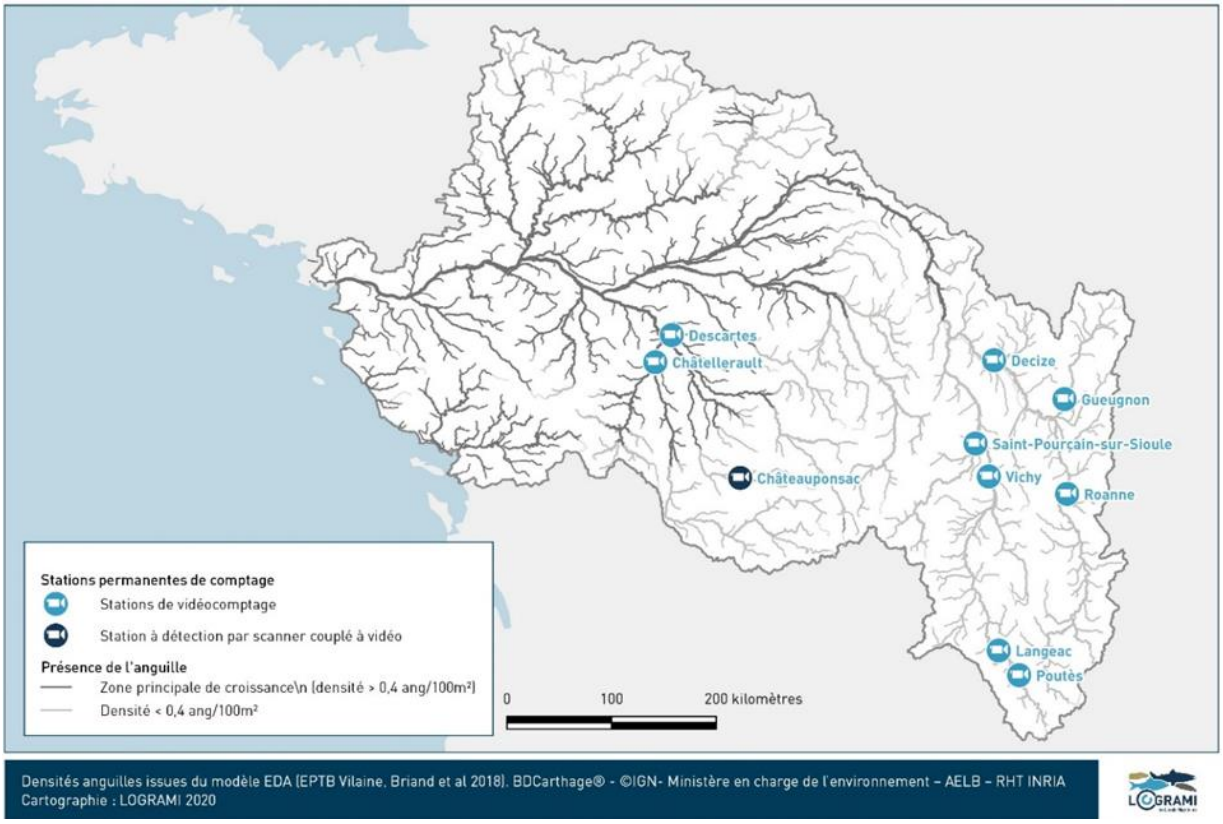


Figure 70 : Densités d'anguilles européennes sur les cours d'eau du bassin de la Loire (basées sur l'année 2015) d'après les données du modèle EDA (d'après Briand et al., 2018)

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. La campagne 2022 constitue la cinquième campagne du RSA Loire qui a débuté en 2009 sur la Vienne, et qui inclut la Loire aval depuis 2010. Basée sur les travaux d'E. Lasne et P. 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 définit 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. 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 bassins s'échelonnent entre ± 0 et 19 Km de la valeur de 2019 (Rougeaux et al., 2023).

4.2. Diagnostic de l'état de la population d'anguilles au sein de trois marais côtiers vendéens

4.2.1. Objectifs

Les marais côtiers constituent un habitat favorable pour l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Dans le cadre du Contrat Territorial Eau Vie Jaunay 2022 – 2024, le Syndicat Mixte des Marais, de la Vie, du Ligneron et du Jaunay et LOGRAMI, ont pour projet la réalisation d'aménagements favorables à la biodiversité et à l'anguille dans les marais.

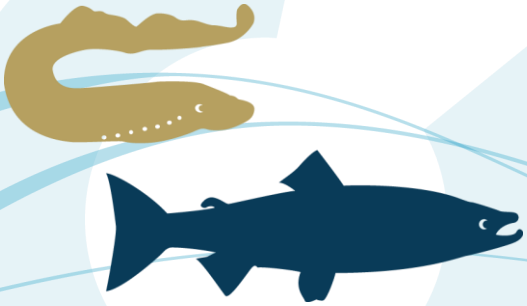
Les deux structures ont accompagné la mise en œuvre de protocoles de suivis et d'analyses des données ainsi qu'établi des préconisations de gestion. Ainsi, trois marais du marais salé de la Basse Vallée de la Vie ont été retenus pour ce projet. L'objectif pour l'année 2022 a été de réaliser, avant les travaux et les aménagements envisagés, le diagnostic de la population d'anguilles et d'étudier le recrutement des marais en anguilles dans le but d'estimer l'état de la population actuelle. Pour se faire, un suivi par flottang (piège permettant de capturer les anguilles de moins de 150 mm) et un suivi par nasses ont été mis en place.

4.2.2. Résultats de l'étude

La période d'échantillonnage par flottang s'est déroulée du 21 mars au 31 mai. Au total 7 sessions (= 2 jours de relèves de suite) ont été réalisées, pour un total de 13 jours d'échantillonnage. Pour les nasses, la période d'échantillonnage s'est déroulée du 24 mars au 29 juin. Au total, 8 sessions (= 2 jours de relèves de suite) ont été réalisées, pour un total de 16 jours d'échantillonnage.

Les suivis par flottang et nasses ont permis de révéler des populations d'anguilles vieillissantes en raison du faible recrutement en civelles dans les trois marais concernés. Le peu d'entrées de civelles ne permet pas un renouvellement assez conséquent des jeunes anguilles ayant pour conséquence un vieillissement et une diminution des populations.

L'absence d'entrée de civelles, constatée suite au suivi par flottang, est confirmée grâce au suivi par nasses avec l'absence d'anguille de moins de 150 mm sur les trois marais. De plus, le taux d'anguilles entre 150 et 300 mm, anguilles d'au moins deux étés, est extrêmement faible pour ces trois marais (Figure 71).



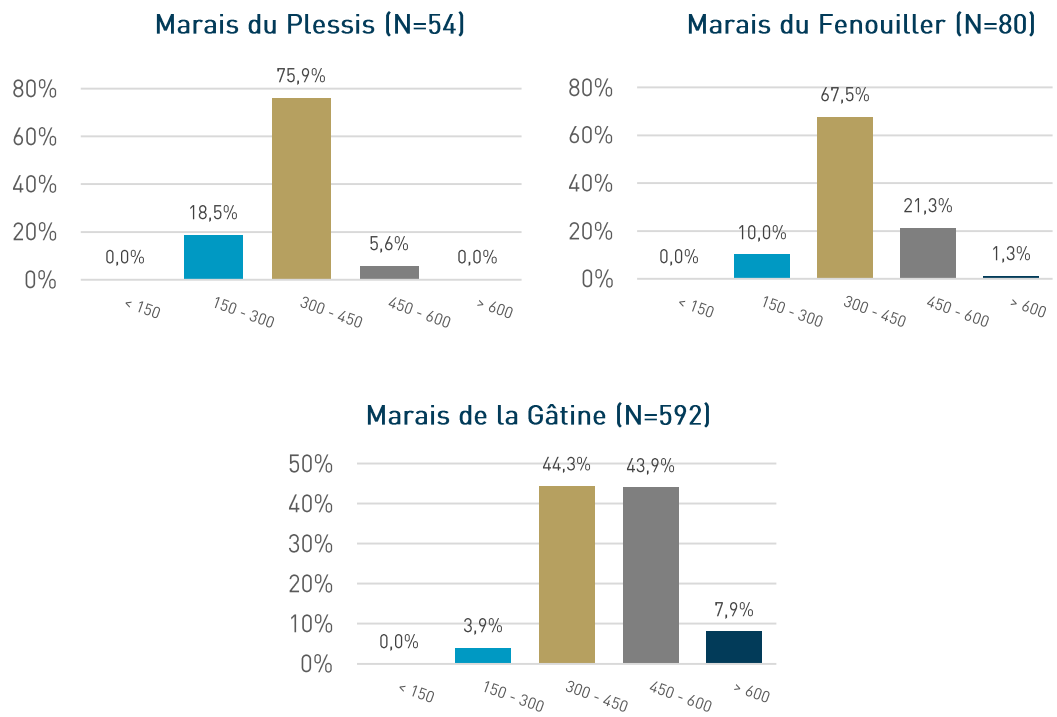


Figure 71 : Répartition des stades biologiques de l'ensemble des anguilles échantillonnées par nasses au sein des marais de Plessis, du Fenouiller et de la Gâtine (Décaux, 2022)

Le marais de la Gâtine possède le taux le plus faible d'anguilles entre 150 et 300 mm (3,9 %) ayant pour conséquence une population de plus en plus vieillissante avec plus de 51,9 % d'anguilles de plus de 450 mm. Le marais du Fenouiller possède davantage d'anguilles entre 150 et 300 mm (10 %) mais ce taux reste extrêmement faible. Le marais du Plessis possède, lui, le taux le plus élevé d'anguilles entre 150 et 300 mm (18,5 %). Cela implique qu'avant la fermeture des prises d'eau, ce marais possédait un meilleur recrutement en anguilles que les deux autres marais notamment en raison de sa connexion directe à la Vie.

La structure de taille obtenue peut également être comparée aux données disponibles par les différents suivis aux nasses. Comparativement à d'autres marais côtiers, le déficit de recrutement des jeunes stades inférieurs à 300 mm apparaît nettement (Figure 72).

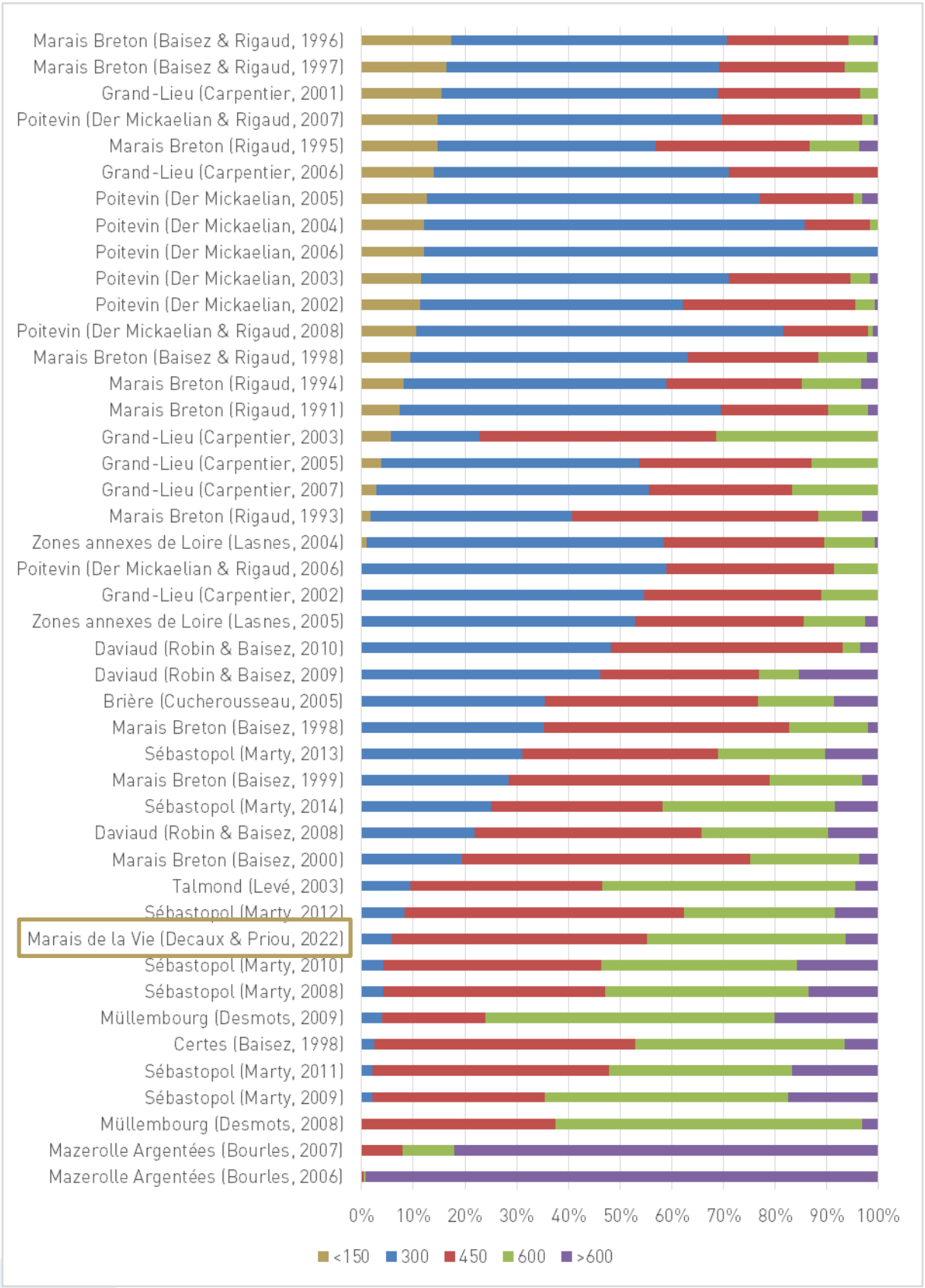


Figure 72 : Structures de taille des populations d'anguilles échantillonnées par nasses standardisées (Sources : auteurs cités & Baisez A., 2022)

4.3. L'anguille argentée

4.3.1. 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 2022 est caractérisée par un automne très sec sur l'ensemble du bassin de la Loire. Comparativement aux années antérieures sur différents sites de références, les indices hydrologiques de 2022 sont en moyenne 3 fois inférieurs (§ 2.1.1.5).

La dévalaison est stimulée par l'augmentation des débits. De manière à caractériser l'année 2022 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 limité en 2022 (4 sur la Vienne, la Creuse et la Loire à Villerest, 3 sur la Loire à Nevers, 1 sur l'Allier à Saint-Yorre et 0 sur la Sioule). Sur la plupart des rivières suivies, il est inférieur aux moyennes des années antérieures. Seul l'Arroux présente un nombre de coups d'eau plus important que les années précédentes (11 en 2022 contre 10 en moyenne de 2000 à 2021 à Etang-Sur-Arroux). Habituellement, le nombre de coups d'eau est plus important à Villerest qu'aux autres stations, du fait de l'artificialisation des débits liée au barrage situé juste en amont (Figure 73).

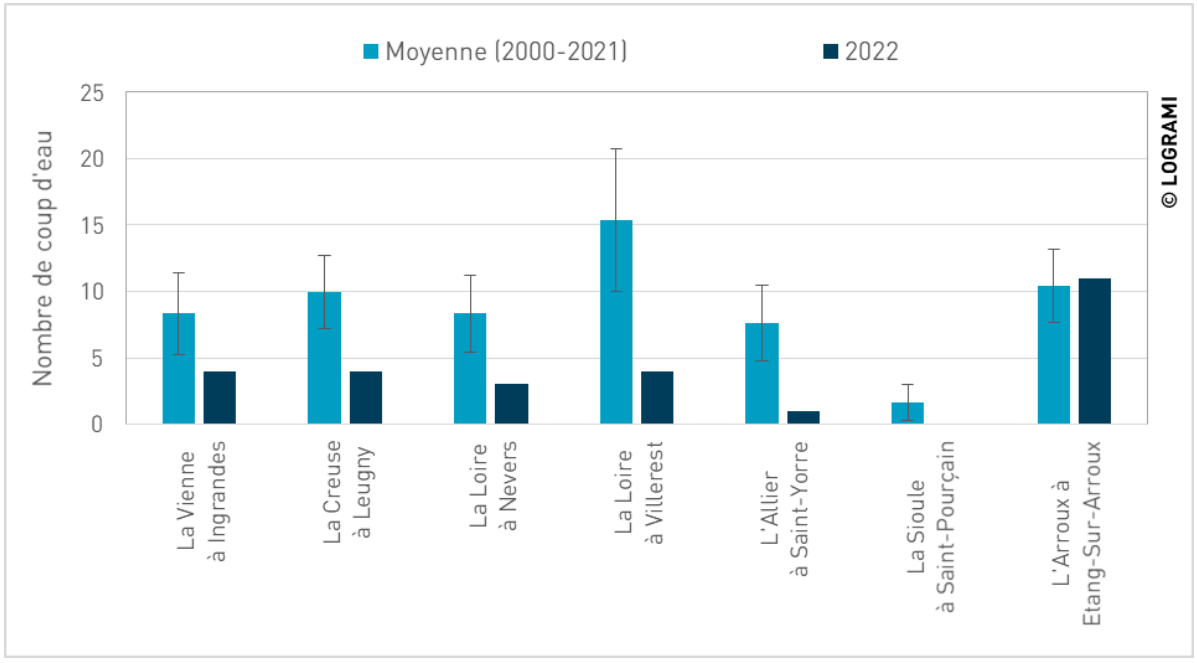


Figure 73 : Comparaison du nombre de coups d'eau en 2022 par rapport aux années antèrieures durant la période de dévalaison des anguilles argentées (de janvier à mars et d'août à décembre)

Les débits rencontrés en 2022 sur l'ensemble du bassin de la Loire n'ont donc pas été favorables à la dévalaison des anguilles argentées.

4.3.2. 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 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 sur des échelles chronologiques différentes. Les comptages présentés doivent donc être simplement considérés comme informatifs de la colonisation des axes et de leur capacité à produire de futurs géniteurs.

En 2022, 46 anguilles argentées ont été observées aux stations de comptage (16 à Roanne, 2 à Gueugnon, 1 à Vichy, 23 à Saint-Pourçain-Sur-Sioule et 4 à Jenzat). **Ces effectifs sont tous inférieurs aux moyennes des années antérieures**. Aucune anguille argentée n'a été observée aux stations de Châtellerault sur la Vienne, Decize sur la Loire et Langeac sur l'Allier (Figure 74). 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. Cette voie de passage est d'autant plus attractive les années aux faibles conditions hydrologiques.

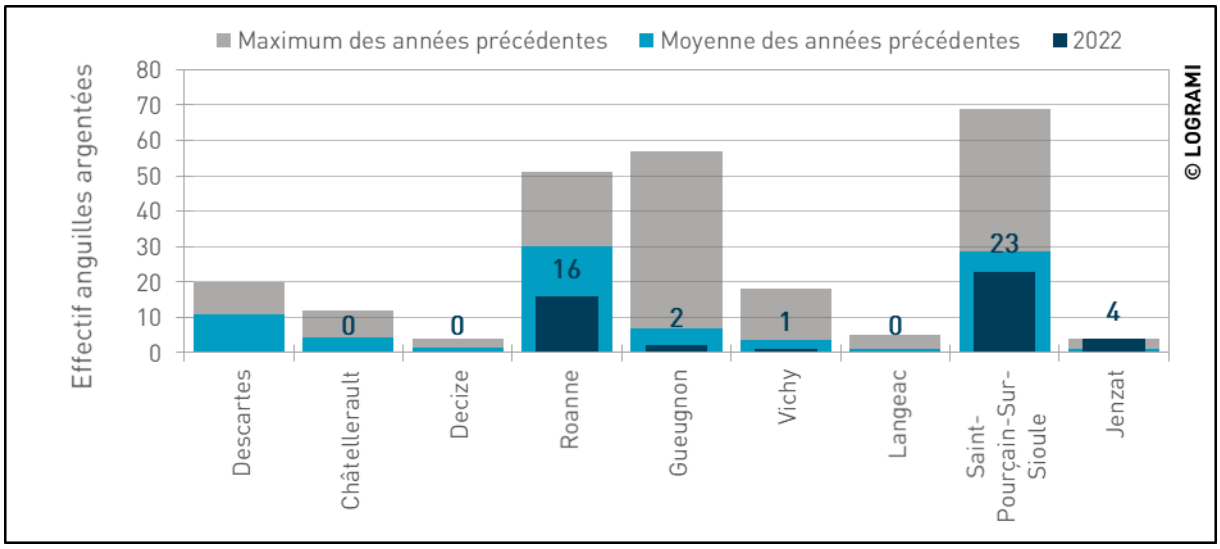


Figure 74 : Effectifs d'anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire

4.3.3. Période de migration

Le nombre d'anguilles argentées observées 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 75). Ces observations semblent intimement liées aux capacités qu'ont les anguilles à dévaler au droit de l'ouvrage. Ainsi, il semble 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 et 81 % à Châtellerault sur la Vienne). 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 (72 % d'avril à juillet à Saint-Pourçain-sur-Sioule, 65 % de juin à septembre à Vichy et 64 % de mai à juillet à Gueugnon). Enfin à Roanne, la migration est intense durant tout le second semestre de l'année (74 % de juillet à décembre).

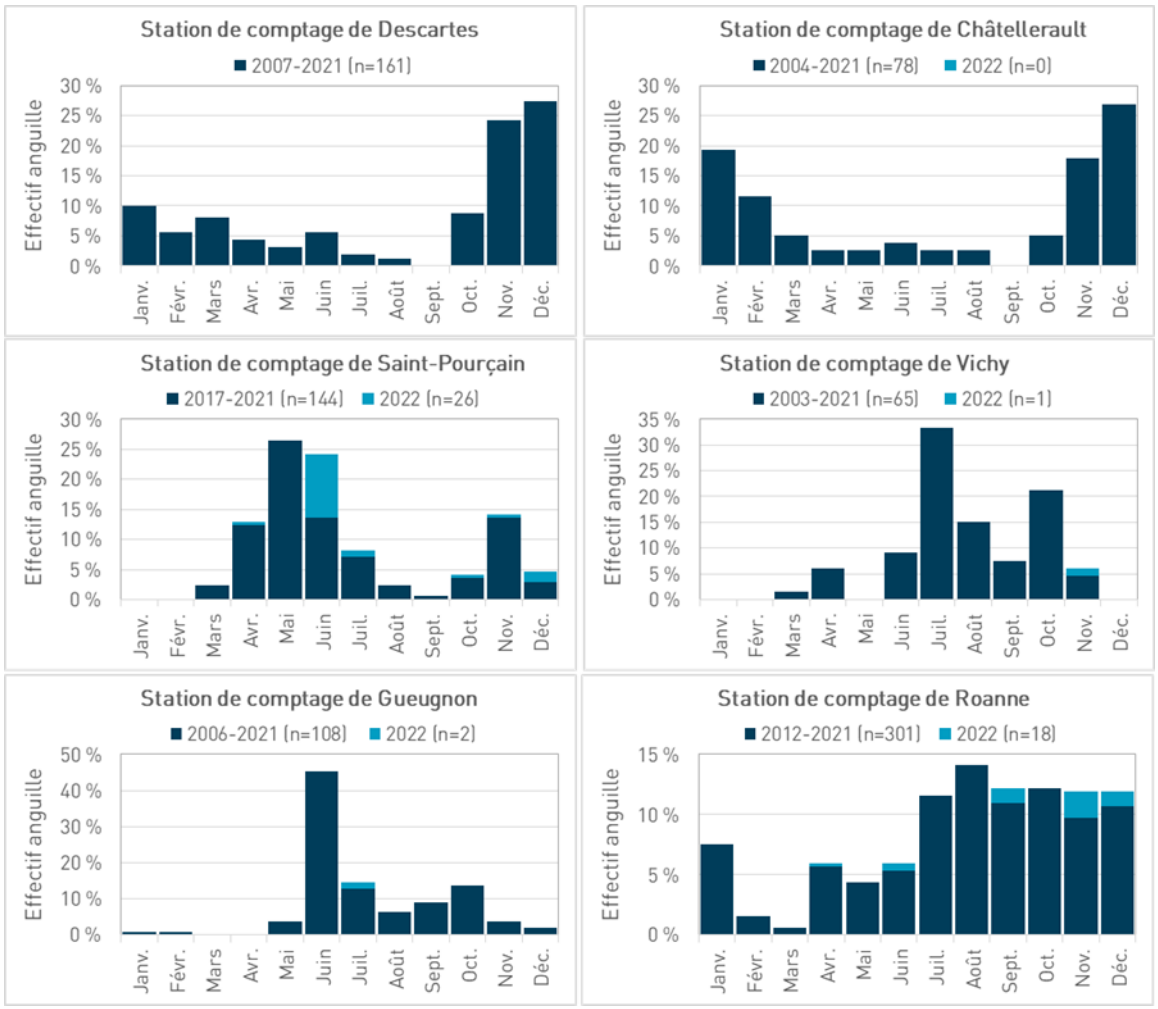


Figure 75 : Périodes de migration des anguilles argentées observées aux stations de comptage du bassin de la Loire (n >20 individus) (Sources : LOGRAMI)

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. Ces observations donnent une indication sur des périodes à minima de présence d'anguilles argentées. Les périodes de migration des stations de Roanne sur la Loire et du bassin de la Vienne sont cependant en accord avec les données d'autres bassins. 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).

4.3.4. 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, 83 % 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 conforme avec la bibliographie. Un pic horaire est enregistré entre 22 h et 23 h UTC avec 10 % des

passages. (Figure 76). Ce rythme nycthémérale pour l'anguille argentée est bien plus marqué et caractéristique de l'espèce que celui des anguilles jaunes en montaison.

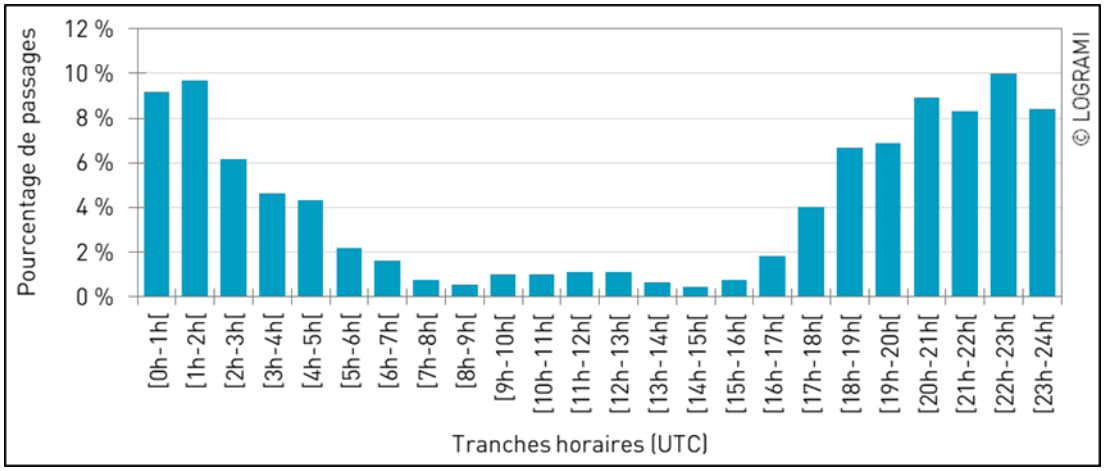


Figure 76 : Passages horaires des anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=928)

4.3.5. Caractéristiques biométriques

Lorsque cela est possible, les anguilles argentées observées aux stations de comptage sont mesurées individuellement. Ainsi 772 anguilles ont été mesurées (soit 82 % des individus comptés). **La taille médiane varie en fonction des stations et est en partie corrélée à la distance à la mer** (Figure 77). 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 76 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 où la médiane est 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.

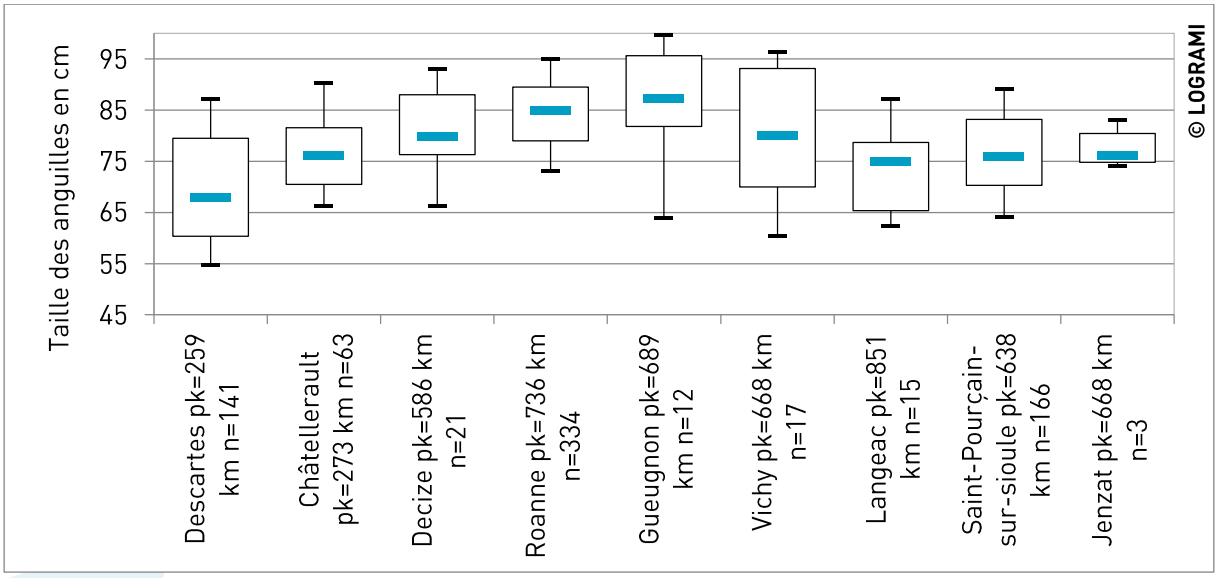


Figure 77 : Distribution de tailles des anguilles argentées en fonction des stations de comptage du bassin de la Loire (n=772)

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 comptés). 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 (2 %), 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 78).

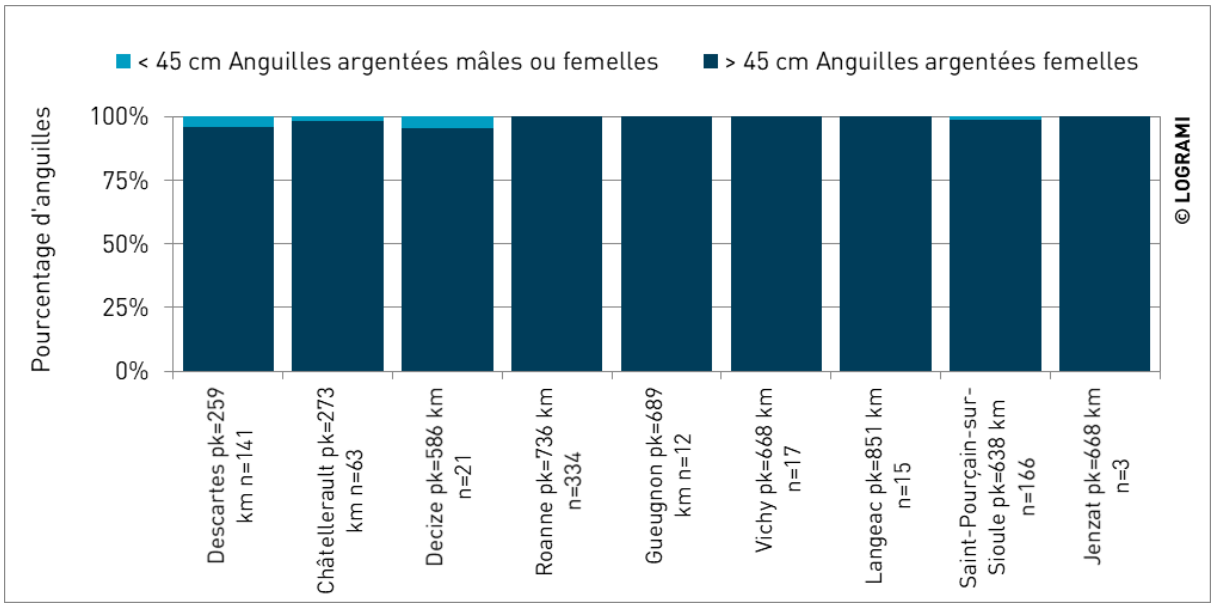


Figure 78 : Distribution du nombre de femelles d'anguilles argentées (d'après leur taille) observées aux différentes stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis

Ces résultats ne peuvent cependant pas s'appliquer avec certitude à l'ensemble de la population dévalante, les effectifs observés aux stations sont 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.

4.4. Conclusion

En 2022, Les températures favorables à la migration couvrent entre 73 et 82 % de la période de montaison des anguilles jaunes (mi-mai à mi-juillet). 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.

Cette espèce est 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.

Les conditions hydrologiques, de l'année 2022, ont été très défavorables à la montaison des anguilles jaunes sur l'ensemble du bassin de la Loire. Par conséquence, les effectifs aux stations de comptage ont été faibles. Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, seulement

674 anguilles ont été comptées. Cet effectif est bien inférieur au record de l'année 2021 (17 497 individus) et à la médiane des années précédentes (2 095). Les effectifs d'anguilles sont très variables d'une année sur l'autre mais tendent à augmenter. Durant les cinq dernières années, les effectifs annuels ont ainsi dépassé à trois reprises les 8 000 individus, ce qui n'était pas arrivé auparavant, entre 2004 et 2017.

La période de migration des anguilles en montaison varie d'une station à l'autre. 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 (+/- 18 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 distance à la mer. Sur la Vienne, la taille médiane de l'effectif mesuré en 2022 est dans la continuité des trois précédentes années puisqu'elle reste relativement faible (27 cm +/-1 de 2019 à 2022) 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.

Le diagnostic de la population d'anguilles jaunes effectué au sein de trois marais du marais de la Vie est sans appel. Si ces marais ne font pas l'objet d'une reconnexion et d'un curage, dans quelques années ils posséderont des populations relictuelles avec la présence de grosses femelles anguilles cuivrées incapables de contribuer au renouvellement de la population. Les travaux et aménagements de reconnexion de ces marais à la rivière Vie semblent donc indispensables pour enrayer le déclin de l'espèce dans ces zones. Ces aménagements sont d'autant plus opportuns qu'une augmentation des effectifs d'anguilles a été observée ces dernières années indiquant un fort potentiel d'arrivée d'anguilles dans les marais salés de la Basse Vallée de la Vie. Cette localisation fait de ce marais un lieu à enjeux avec un fort potentiel d'accueil pour l'Anguille européenne.

L'année 2023 permettra de mettre en œuvre un suivi sur trois marais salés de la Basse Vallée de la Vie dont les densités d'anguilles sont supposées les meilleures puisque ces marais sont gérés par des propriétaires assidus. Les résultats permettront de fixer un niveau de référence actuel en termes de production attendue suite à la réhabilitation des trois marais dégradés.

La migration vers la mer de l'Anguille européenne a généralement lieu en automne entre août et décembre. En 2022, Les débits automnaux de l'ensemble du bassin de la Loire n'ont pas été favorables à la dévalaison des anguilles argentées. 46 anguilles argentées ont été observées aux stations de comptage. Cet effectif est inférieur à la moyenne des années précédentes mais 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 quasi-totalité des anguilles argentées observées seraient des femelles (99 % des individus comptés > 45 cm). 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.

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., 2011a). Sa migration de montaison a lieu du printemps au début de l'été. Il redescend ensuite vers la mer à l'automne pour y effectuer sa reproduction.

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 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 montré 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 2022, pour la quatrième année consécutive, la totalité des mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne.

5.1.1. Descartes

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 +/- 129 mulets). 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.

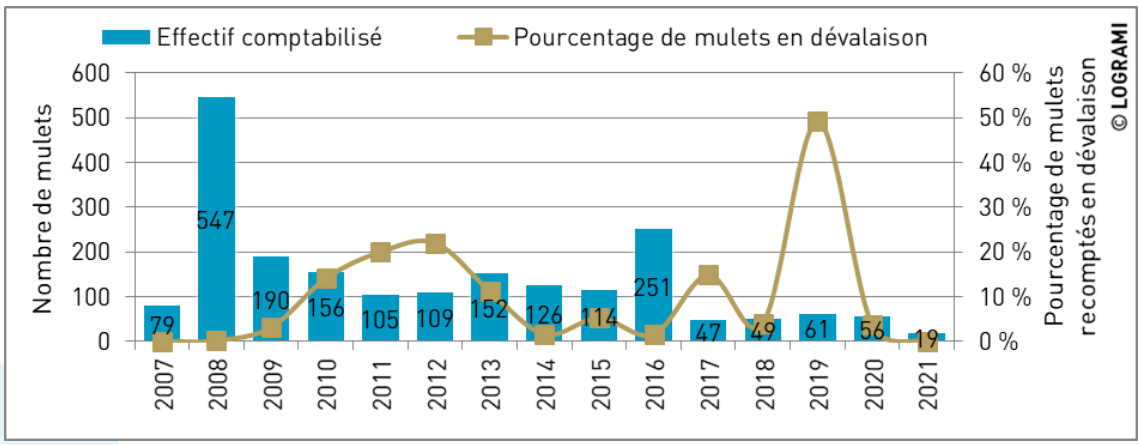


Figure 79 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

Suite à l'abaissement des clapets, aucun comptage n'a été réalisé en 2022. Le 19 août, plusieurs regroupements de mulets ont été observés dans l'ancienne retenue (dont un groupe d'environ 70

individus). Cette observation témoigne de la présence de mulets en amont de Descartes en 2022 et donc du franchissement de l'ouvrage abaissé (très probablement par les pertuis ouverts en novembre 2021).

5.1.2. Châtellerault

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, les effectifs de mulets ont fortement augmenté depuis le début du suivi. De 2004 à 2007, seulement quelques dizaines d'individus étaient comptabilisées. De 2008 à 2012, une centaine de mulets franchissait l'ouvrage par an et de 2014 à 2020, 150 à 300 individus sont observés chaque année. En 2022, seulement 114 mulets ont été comptabilisés, ce nombre est plus faible que la moyenne des dernières années (233 mulets +/- 62 de 2014 à 2021) et proche de celui des effectifs observés entre 2008 et 2013 (128 mulets +/- 25 de 2008 à 2013). **Depuis 2015, le nombre de mulets franchissant le barrage de Châtellerault a tendance à diminuer** (Figure 80).

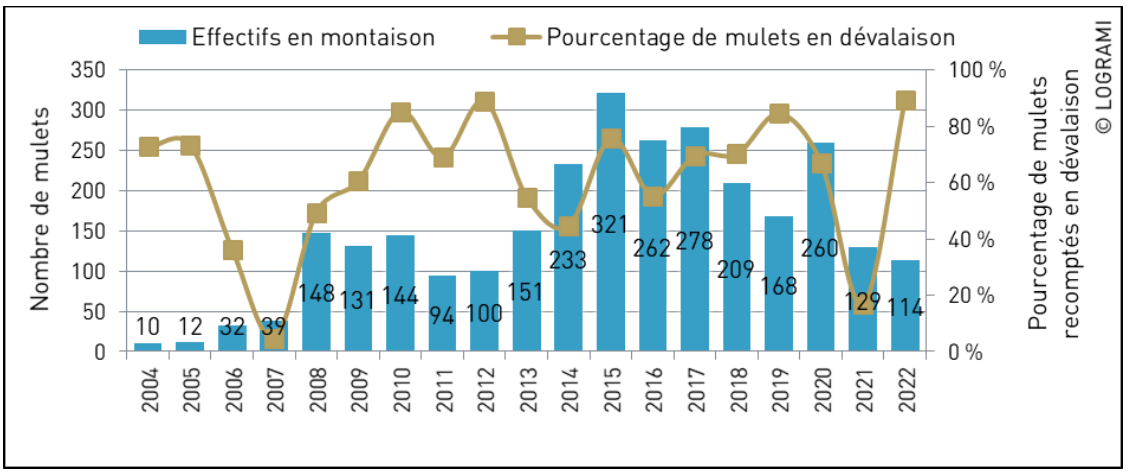


Figure 80 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

90 % des mulets comptés en 2022 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 2021, il est de 60 % (+/- 23). **Ce taux de dévalants par la passe à poissons est corrélé aux débits durant la période de migration**. Il sera plus élevé lorsque les débits sont faibles et donc que les clapets de l'ouvrage sont fermés. Ainsi, en 2022, les conditions hydrologiques limitantes expliquent ce taux important (moyenne de 22 m³/s durant la période de migration). La passe à poissons, pourtant inadaptée pour la dévalaison, est dans ces conditions la seule voie de passage possible.

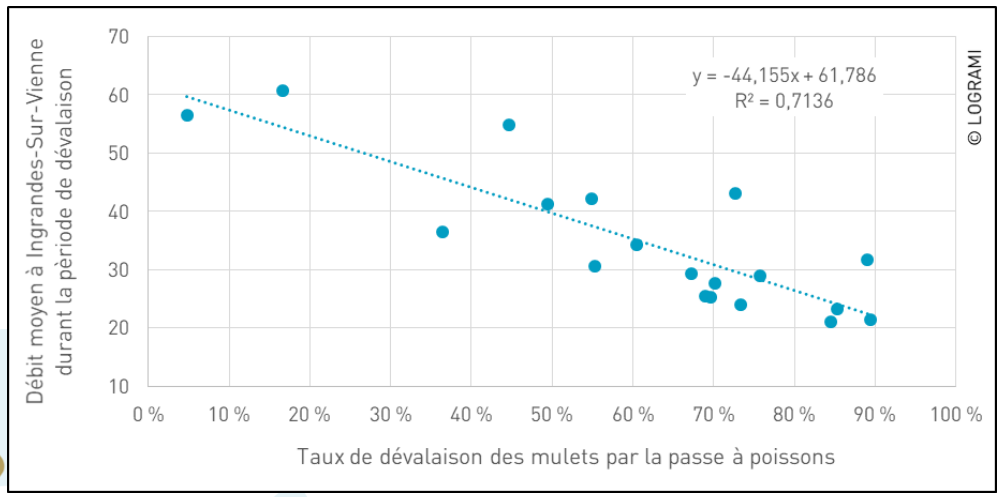


Figure 81 : Taux de dévalaison des mulets par la passe à poissons de Châtellerault en fonction du débit moyen à Ingrandes-sur-Vienne durant la période de dévalaison moyenne (24 juillet – 1er octobre) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

12 des 114 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 de la 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. En moyenne, 50 % de la migration à Descartes a lieu dès le 26 mai (+/- 20 jours), alors que la moitié des passages à Châtellerault n'est atteint que le 12 juin (+/- 21 jours).

En 2022, la montaison des mulets à Châtellerault est plus précoce de celle des années antérieures (50 % des passages au 9 mai 2022). L'amplitude de la montaison est aussi plus faible que celle des années précédentes : 90 % de la migration s'est déroulée sur 81 jours en 2022 (du 17 avril au 6 juillet) contre 100 +/- 20 de 2004 à 2021 (du 12 avril au 20 juillet). (Figure 82).

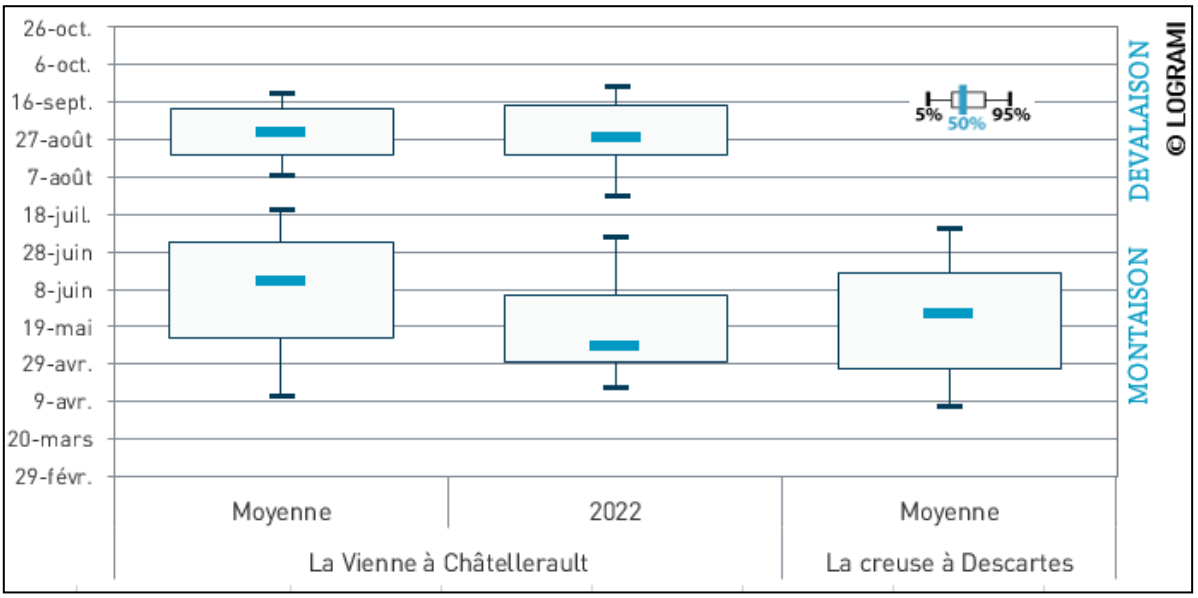


Figure 82 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs en 2022 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

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 2022, la dévalaison a débuté le 28 juillet et s'est terminée le 26 septembre (soit une amplitude totale de 61 jours). Elle est proche de celle des années précédentes lors desquelles en moyenne elle s'étalait sur 70 jours (+/- 31). La période est similaire à la moyenne

interannuelle, 50 % des mulets ont dévalé au 28 août en 2022 et en moyenne au 31 août (+/- 20) de 2004 à 2021.

5.2.2. Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtellerault, le premier mulet en montaison a été comptabilisé le 10 mars et le dernier le 15 juillet. Les passages sont discontinus, la majorité d'entre eux a eu lieu de fin avril à début juin (62 % de l'activité a en effet eu lieu entre le 28 avril et le 6 juin). Un pic de migration est distinguable le 5 mai avec 10 passages dans la même journée.

La dévalaison est stimulée par la baisse de température de la Vienne. Elle se concentre de mi-août à mi-septembre. Un pic est notable le 23 septembre avec le passage de 18 individus dans la même journée (Figure 83). Un groupe de 6 mulets a été observé à plusieurs reprises durant le mois d'octobre, sans réussir à dévaler.

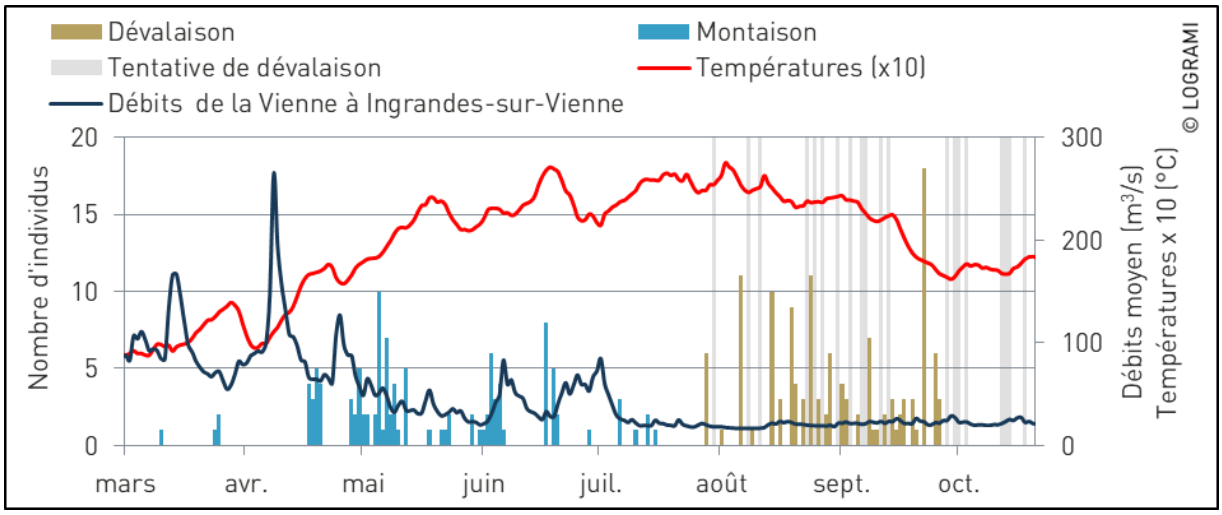


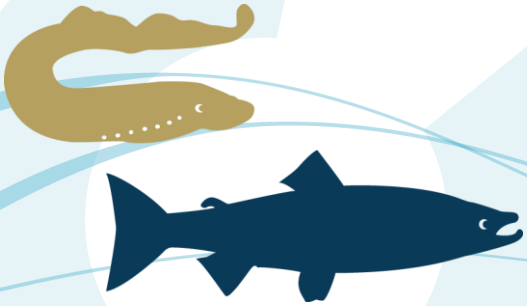
Figure 83 : Passages journaliers de mulets porcs à la station de comptage de Châtellerault en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2022 (n=114) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Durant la période de dévalaison, les nombreux allers et retours devant les vitres témoignent de l'absence de dispositifs adaptés à cette espèce. En 2022, vingt 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 (Universal Time Coordinated). Dans ce créneau diurne, aucune préférence horaire n'est distinguable. Les passages sont globalement similaires tout au long de la journée (Figure 84).

En 2022, la migration est aussi diurne, 98 % des passages ont lieu entre 5h et 20h UTC. Contrairement aux années précédentes, plusieurs tranches horaires se distinguent dont un pic de passage entre 11h et 12h UTC avec 18 % de l'effectif total.



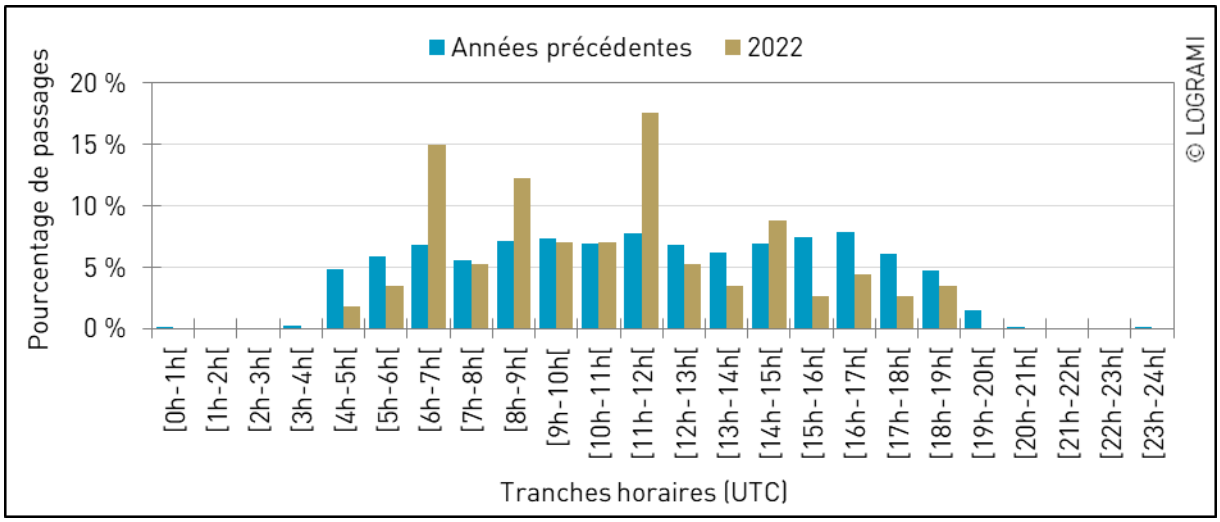


Figure 84 : Passages horaires des mulets porcs en montaison aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 938) et en 2022 (n=114)

La migration de dévalaison est également diurne, 95 % des passages ont lieu entre 5h et 20h UTC avec un pic horaire de dévalaison en début de matinée (13,5 % des 2 084 mulets en dévalaison sont passés entre 5h et 6h UTC).

5.3. Caractéristiques biométriques

Une partie des mulets porcs montants aux stations de comptage a été mesurée individuellement (84 % des individus depuis le début des suivis et 100 % des passages de 2022). En 2022, la taille médiane des mulets ayant franchi le barrage de Châtellerault est de 48 cm (moyenne de 49 +/- 6 cm). **Les tailles sont variables en fonction des années** (médiane comprise entre 34 et 49 cm). **L'année 2022 se caractérise par des mulets de taille importante et une part de petits individus réduite** (7% inférieurs à 40 cm contre en moyenne 27 % +/ 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.

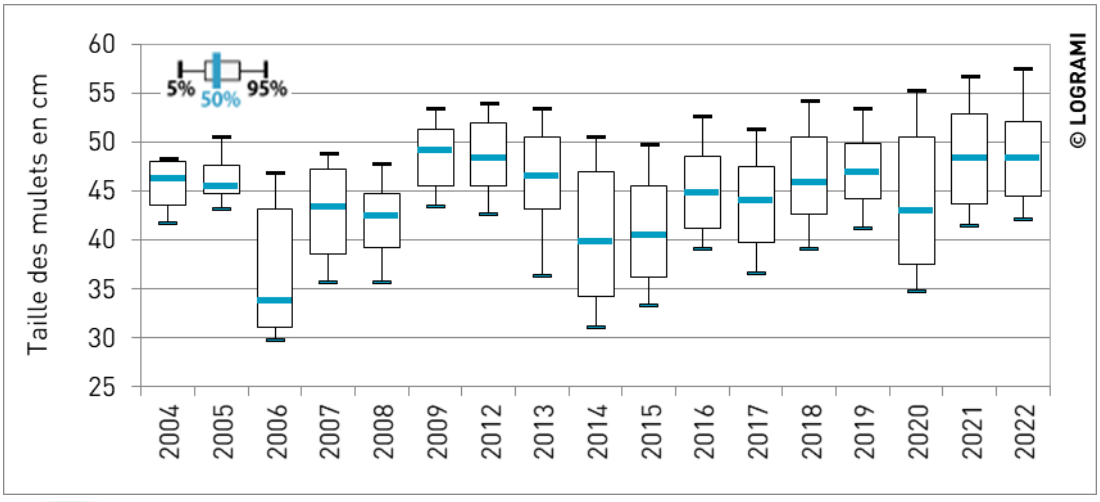


Figure 85 : Distribution des tailles de mulet porcs montants par année à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne (pas de données en 2010 et 2011)

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. 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 11 cm. Les plus jeunes individus colonisent plus tardivement les cours d'eau. 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).

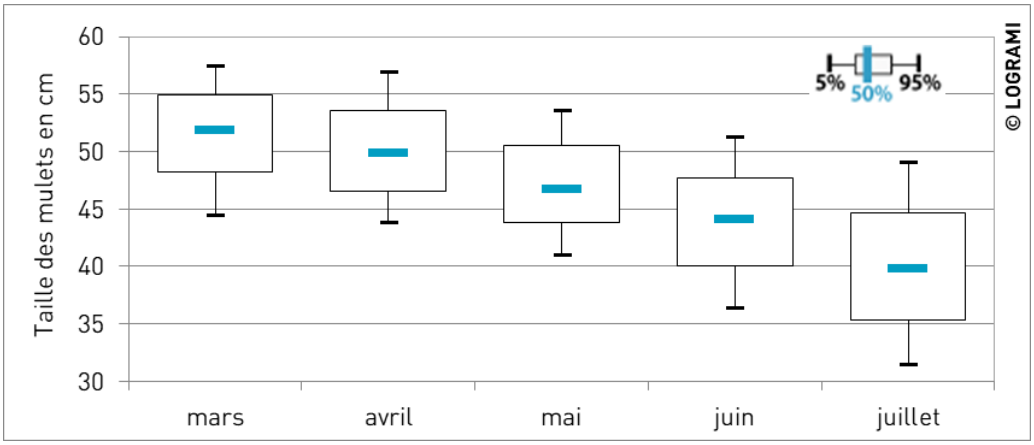


Figure 86 : Distirbution des tailles de mulets porcs montants aux stations de comptage du bassin de la Loire en fonction des mois de passage (n=4 050)

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. 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 87). Le Mulet porc est ainsi comptabilisé chaque année aux stations du bassin de la Vienne (Châtellerault de 2004 à 2022 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 2022, 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 Mulet porc sur différents axes du bassin de la Loire (cf. § 6.3.1.4) :

- Sur la Creuse : la présence du mulet est confirmée en amont de Descartes, sur la commune de Leugny. Les prélèvements réalisés en amont sur les communes de Lésigny et de la Roche Posay n'ont pas permis de le mettre en évidence. Il est probable que les mulets n'aient pas réussi à franchir le seuil de la Guerche situé en aval.
- 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 Savonnières et à Tours (à l'aval du pont Saint-Sauveur) ont permis de montrer la présence du Mulet porc sur ces deux secteurs.
- Sur la Loire : dans le cadre du projet Loire sentinelle réalisé par l'association Nat Explorers, 18 prélèvements d'eau ont été réalisés sur l'ensemble du cours de la Loire (Chapuis & Réthoré, en préparation). L'ADNe contenu dans ces prélèvements a été analysé, le Mulet porc a ainsi été détecté jusqu'à la confluence avec l'Allier, sur la commune de Marseilles-lès-Aubigny, soit à plus de 550 km de la mer.
- Sur la Sarthe : le prélèvement réalisé à Cheffes (département du Maine-et-Loire), contient une quantité d'ADN très faible. La présence de l'espèce ne peut pas être certifiée mais est fortement probable.
- 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).

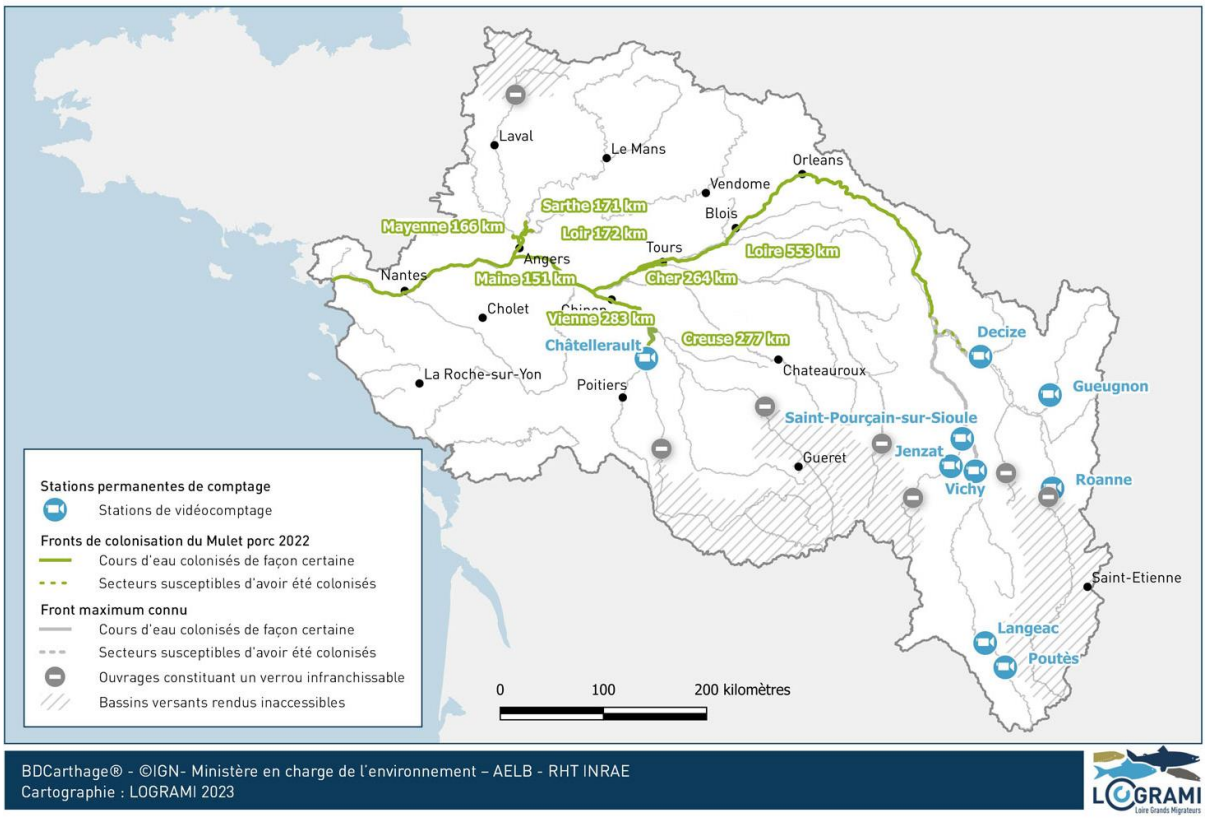


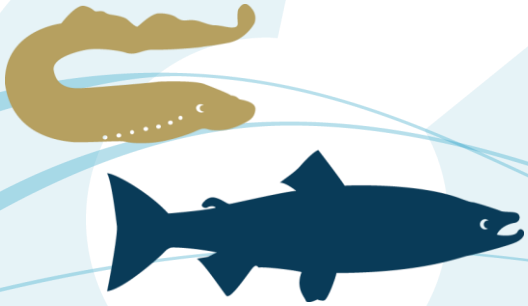
Figure 87 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le Mulet porc en 2022

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 montré 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 2022, pour la quatrième année consécutive, la totalité des mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne. Avec seulement 114 mulets dénombrés à Châtellerault, l'effectif est l'un des plus faibles constatés ces dernières années. Depuis 2015, le nombre de mulets franchissant le barrage de Châtellerault a tendance à diminuer. La migration de 2022 de l'ensemble de l'effectif semble être plus précoce que celle des années antérieures. Le nombre réduit de mulets de petites tailles, arrivant en fin de migration, peut expliquer cette précocité. La taille des mulets observés aux stations de comptage est en effet 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. 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.

90 % des mulets comptés en 2022 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. Les aloses

6.1. Montaison des géniteurs

6.1.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie

6.1.1.1 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 6). 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 6 : Préféremdum 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

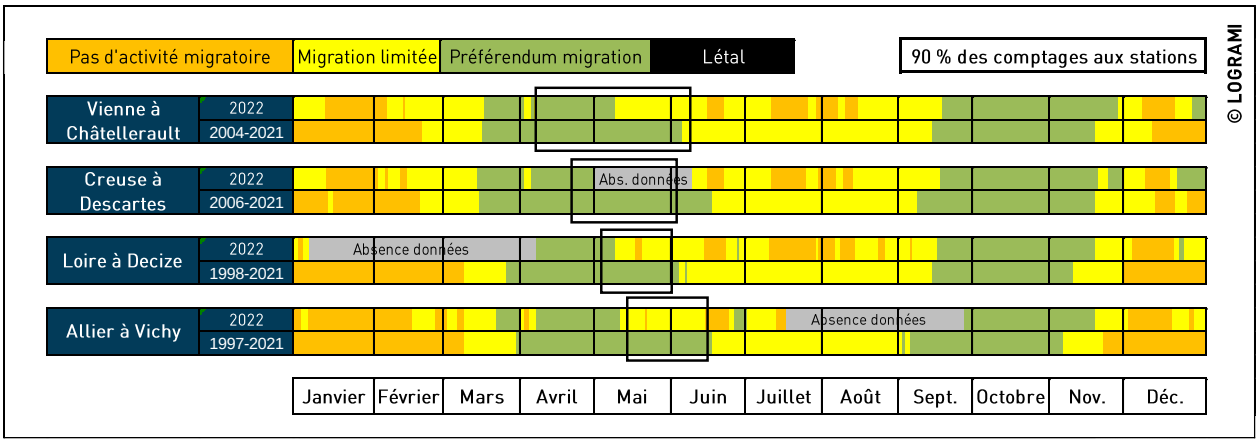


Figure 88 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'alose entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

En 2022, l'atteinte du seuil de 10 °C est plus précoce de 8 jours ± 2 pour l'ensemble des stations (Figure 88).

Durant les 6 premiers mois de l'année, l'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 20) pour la migration de l'alose s'élève en moyenne depuis le début des mesures, toutes stations confondues, à 78 jours ± 6 (Figure 89). En 2022, l'**amplitude du préférendum thermique pour la migration de l'alose a été plus courte** sur :

- Châtellerault (48 jours contre 83 jours ± 9 en moyenne),
- Vichy (47 jours contre 71 jours ± 8 en moyenne).

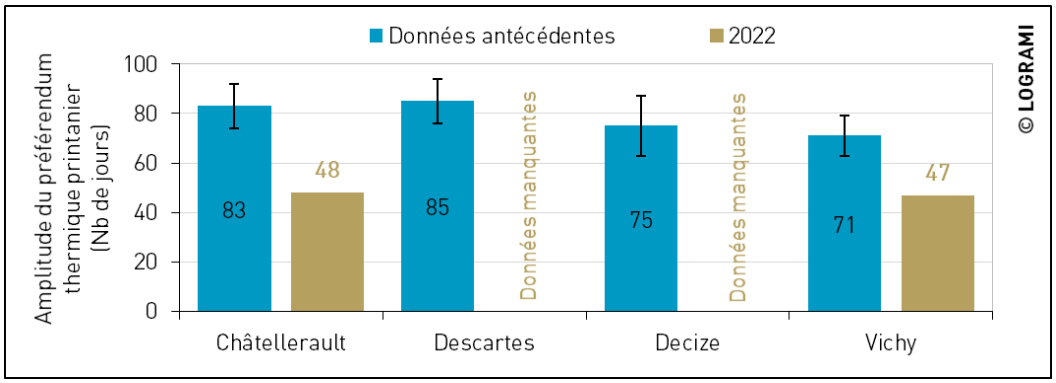


Figure 89 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (période janvier à juin) entre 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

En considérant 90 % de l'amplitude migratoire des aloses, ces températures favorables à la migration mesurées depuis le début de la mise en place des sondes thermiques couvrent en moyenne 83 % ± 2 de la période de migration (Figure 90).

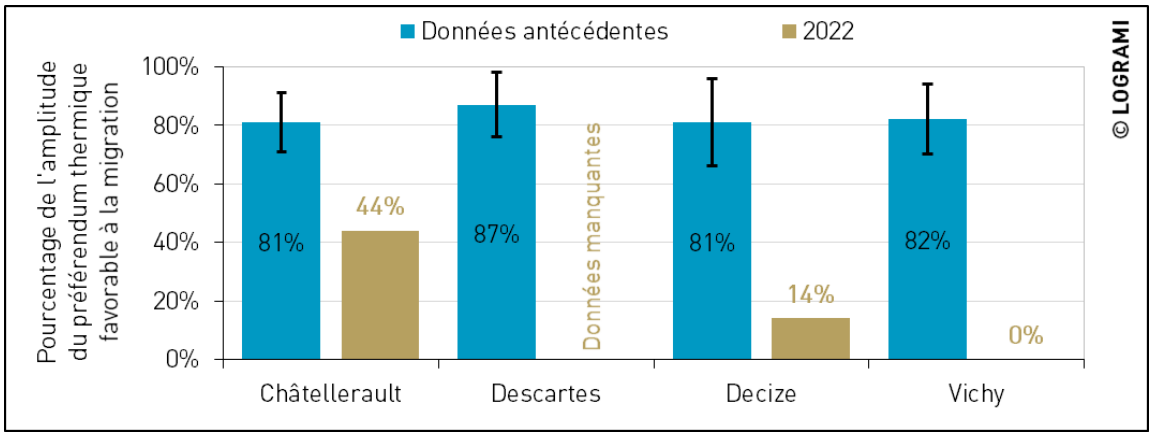
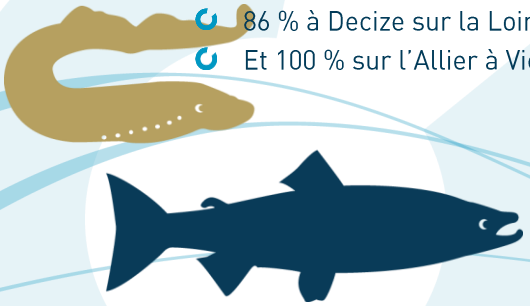


Figure 90 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique printanier favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (90 % de migration) entre 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

En 2022, les **amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration sont plus faibles que les années précédentes** avec en moyenne 19 % ± 16 d'amplitude sur l'ensemble des stations. Ces **amplitudes sont d'autant plus faibles sur l'amont du bassin** puisqu'elles représentent seulement 14 % sur la Loire amont à Decize et 0 % sur l'Allier à Vichy.

Le réseau de sondes températures met en évidence un fort réchauffement de la température au printemps pour l'ensemble des sondes du bassin (en moyenne + 1,8 °C). Le printemps est la saison qui enregistre le plus fort écart positif avec les valeurs de références (+ 1,8 °C ± 0,7). Des températures élevées de 25 à 30 °C sont observées durant la période favorable à la migration sur chaque station. Ces températures représentent sur l'ensemble de la période migratoire des aloses :

- 56 % à Châtellerault sur la Vienne,
- 86 % à Decize sur la Loire amont,
- Et 100 % sur l'Allier à Vichy.



6.1.1.2 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 2022, les **indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations** avec un indice moyen de 0,4 (± 0,1) (Figure 91). Les plus faibles indices sont enregistrés sur la Loire amont à Nevers et sur l'Allier aval à St Yorre avec une valeur de 0,3.

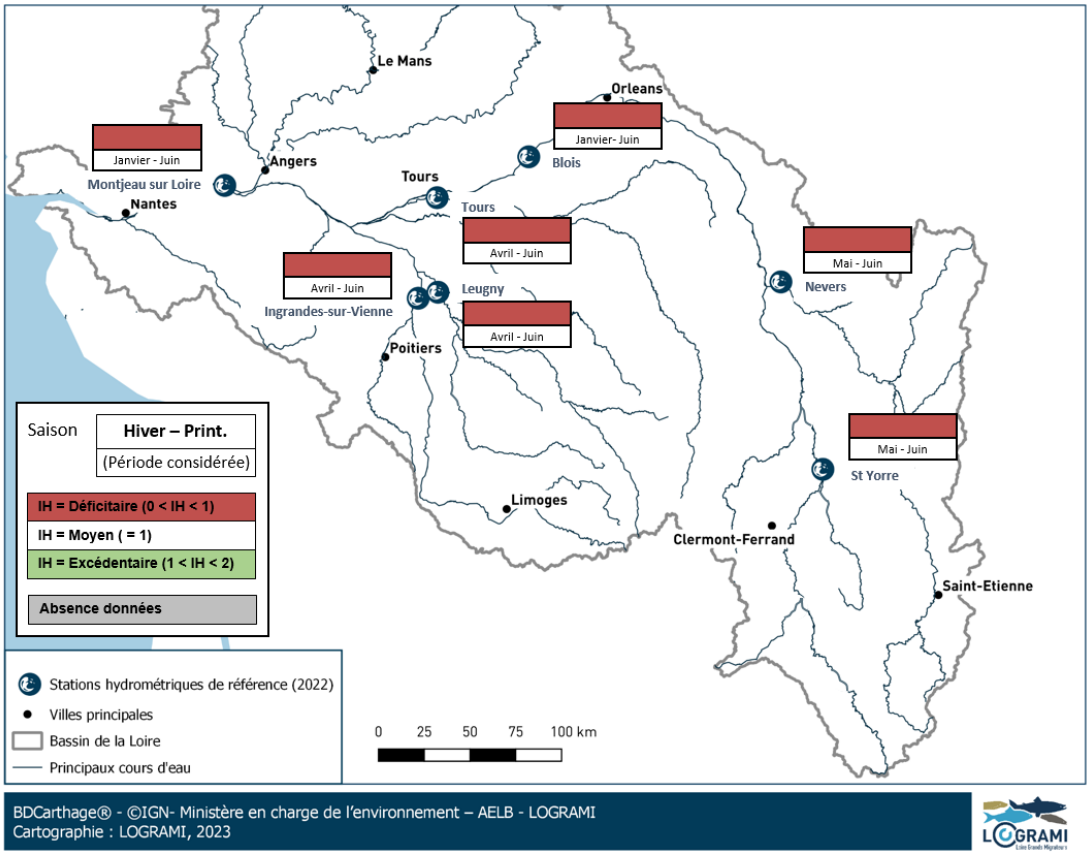


Figure 91 : Indices hydrologiques 2022 pendant la migration des aloses sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Pendant les 6 premiers mois de l'année, la station de Montjean-sur-Loire située à environ 100 km de la mer 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 2019, 2017 et 2011. Pour la **4eme année consécutive, l'indice hydrologique calculé sur cette station durant la période de migration est déficitaire.**

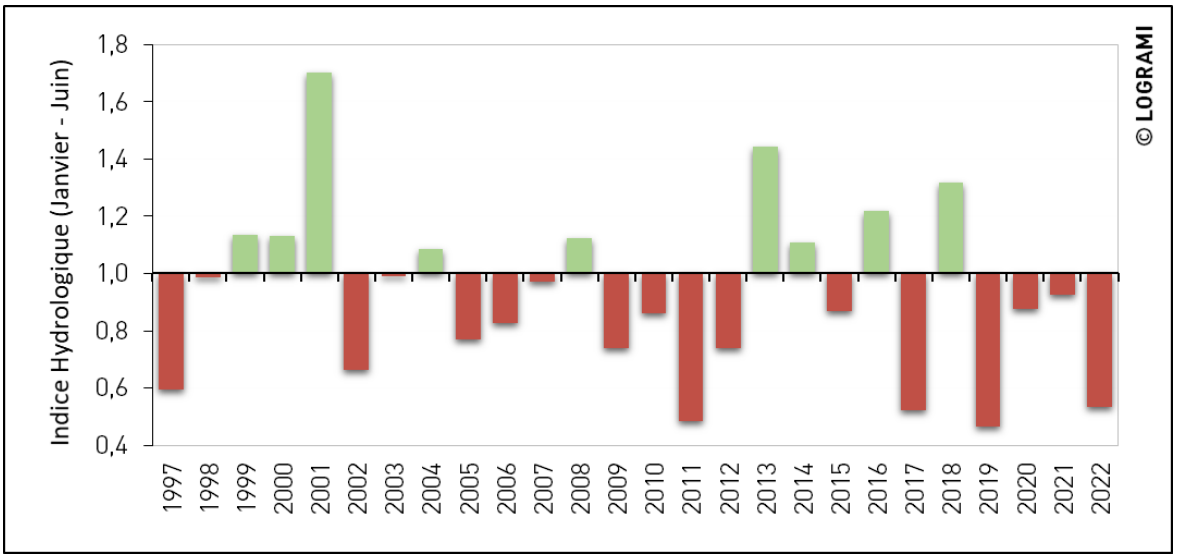


Figure 92 : Indices hydrologiques durant la migration printanière des aloses (janvier à juin) sur la station hydrométrique de Montjean sur Loire depuis 1997 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2022, le déficit de pluviométrie cumulé aux épisodes printaniers de forte chaleur a conduit à une forte baisse des débits naturels. **Sur la période de janvier à juin 2022, les conditions de débits ont été « limitantes » pour la migration des aloses sur l'ensemble du bassin de la Loire.**

6.1.2. 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. Ainsi, il est possible que des aloses fraient à l'aval des stations et ne soient ainsi jamais comptabilisées au niveau de celles-ci. Par ailleurs, certains axes potentiels tels que la Maine et le Cher ne possèdent pas de stations de comptage. Enfin, les images vidéo ne permettent pas de différencier les deux espèces d'aloses présentes sur le bassin de la Loire (la Grande alose et l'Alose feinte). **Les résultats des comptages ne sont donc pas détaillés par espèce mais regroupés pour le genre *Alosa*.**

En 2022, la population d'aloses comptabilisée aux stations de comptage du bassin de la Loire **totalise 161 individus.** Aucun individu n'a pu être compté à Descartes en 2022 (hors service), alors que cette station représentait 38 % (± 22 %) des effectifs sur le bassin Loire (période 2007-2021). Cependant, une estimation réalisée grâce aux comptages effectués de 2007 à 2021 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 150 individus. Cet effectif est extrêmement faible**, il est inférieur à la médiane interannuelle (1 662 aloses depuis 2007) et ne représente que 1,3 % du maximum comptabilisé (30 819 aloses en 2007).**

En 2022, 99 % des effectifs d'aloses estimés sont issus du bassin Vienne-Creuse. Sur les 161 aloses comptées, 158 ont été dénombrées sur la Vienne, soit 98 %. Le comptage sur la Loire à Decize représente 1 % avec 3 aloses comptées (Figure 93). Aucune alose n'a été observée sur l'Allier à Vichy ou sur la Sioule aux stations de Saint-Pourçain-Sur-Sioule et Jenzat.

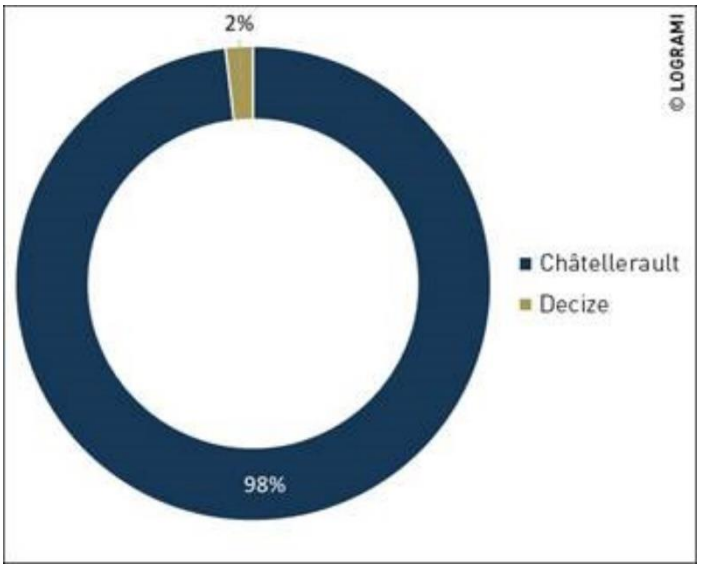


Figure 93 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2022

Depuis la mise en service de la station de Descartes en 2007 jusqu'à 2021, la population d'aloses peut être répartie selon deux groupes sur le bassin de la Loire. Le premier est constaté sur le bassin de la Vienne (station de Châtellerault et de Descartes représentant 75,5 % des passages) tandis que le second est recensé le long de l'axe Loire à la station de comptage de Decize (23,1 % des passages) (Figure 94). L'unité restante est comptabilisée sur l'axe Allier avec seulement 1,4 % à Vichy.

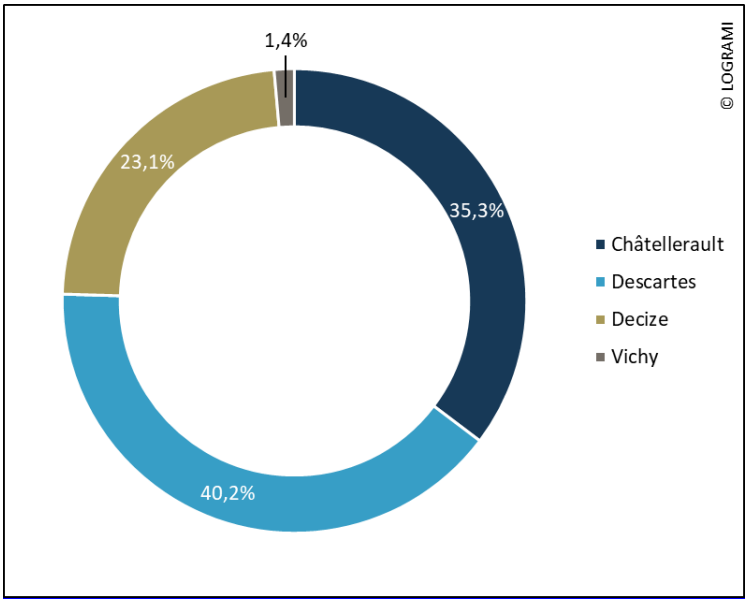


Figure 94 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2021

La répartition des effectifs en 2022 est donc différente de celle des années précédentes avec la quasi-absence d'aloses 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. Pour la première fois depuis 1997 et le début du suivi, la station de vichy n'a enregistré aucun passage d'alose. 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, depuis 2017, l'absence totale de migration sur les parties amont du bassin de la Loire.

6.1.2.1 Descartes

Avec l'abaissement des clapets, la passe à poissons n'était plus alimentée et la station de comptage était hors service.

Le comptage à Châtellerault en 2022, permet d'estimer à 150 le nombre d'aloses qui auraient migré en amont de Descartes.

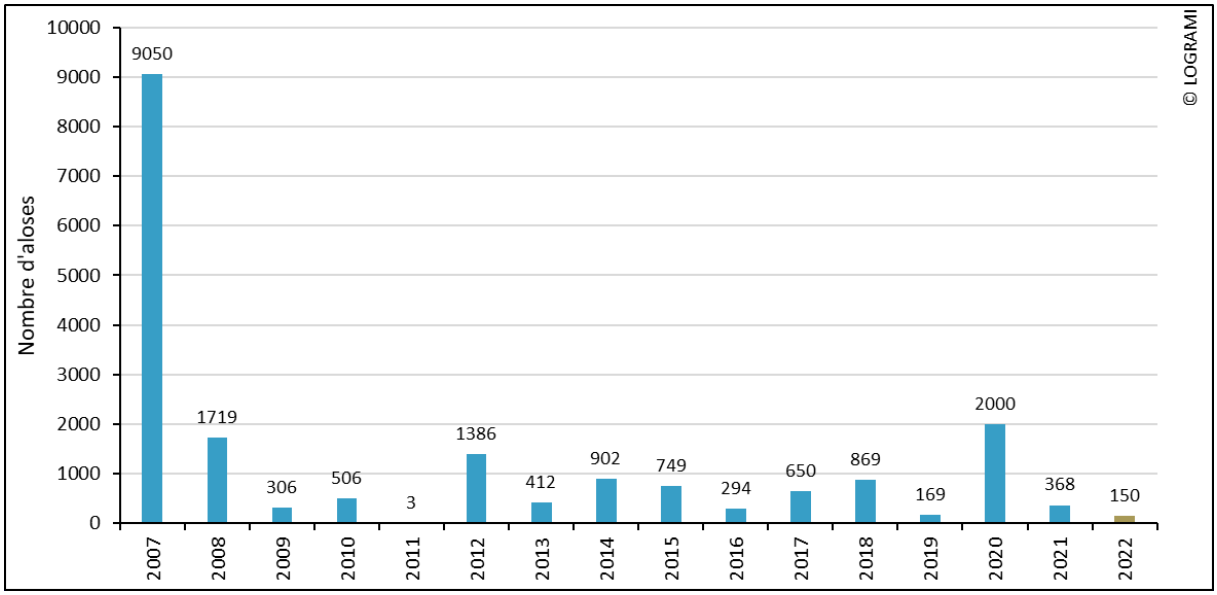


Figure 95 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (effectifs estimés en 2022)

6.1.2.2 Châtellerault

Sur la Vienne, en dehors de l'année 2007, le nombre d'aloses a diminué d'année en année depuis 2009 jusqu'à atteindre une population de seulement quelques centaines d'individus (Figure 96). 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 2022, seulement 158 individus ont été comptabilisés. L'effectif annuel est proche de ceux observés de 2008 à 2019, avec seulement quelques centaines d'individus dénombrés. **Il représente 1,7 % du maximum connu à cette station de comptage (9 538 aloses en 2007).**

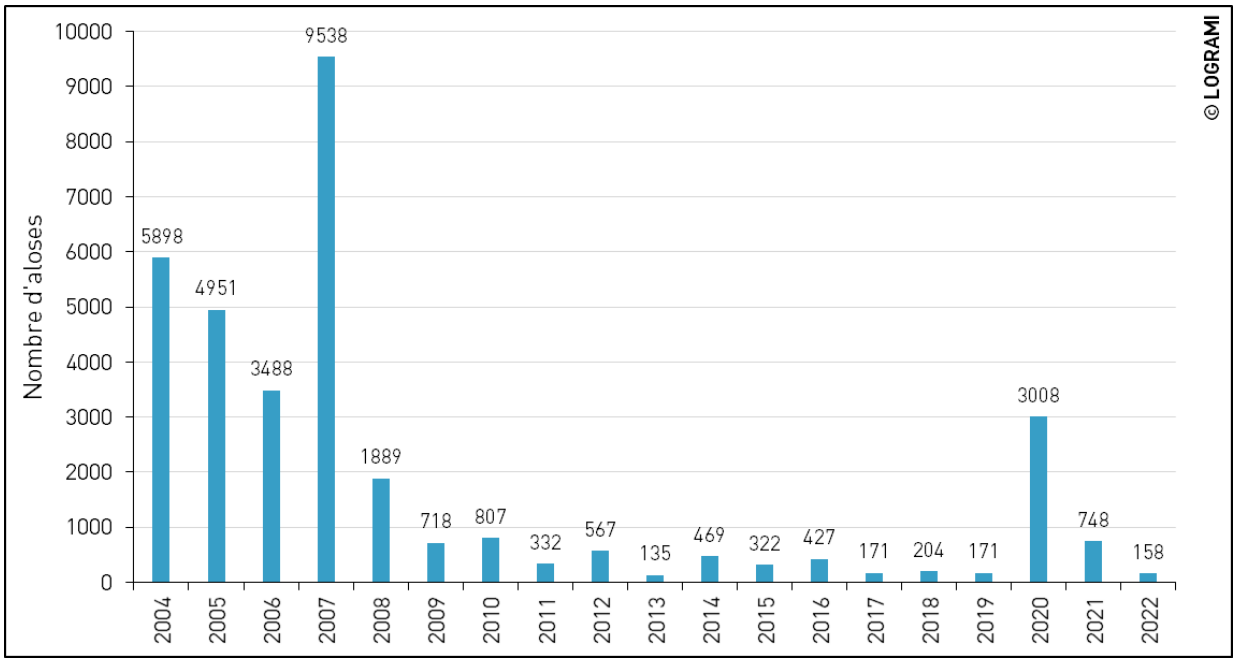
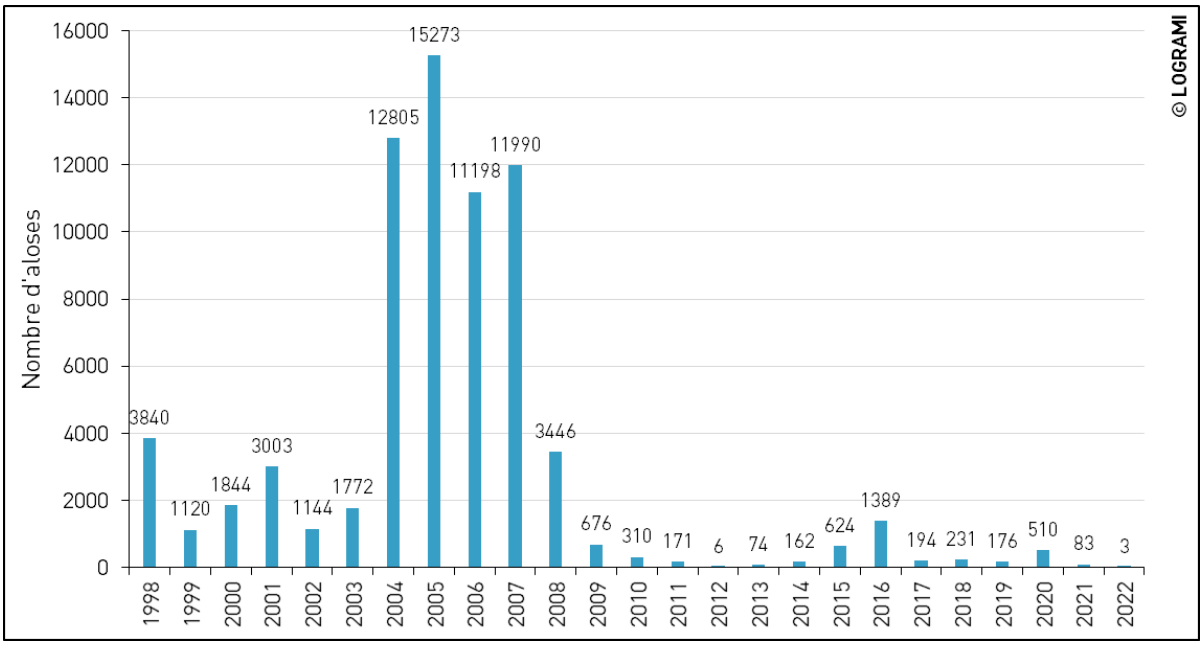


Figure 96 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

6.1.2.3 Decize

A Decize sur la Loire amont, 83 aloses ont été comptabilisées en 2021. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 377 aloses ont été contrôlées (± 282 aloses) (Figure 97). Ces effectifs sont bien inférieurs à la moyenne interannuelle de la période 1998-2008 (6 130 individus ± 5 450). A partir de 2004, une forte augmentation de l'effectif des aloses est constatée avec un niveau de population qui atteint 12 000 à 15 000 aloses annuellement en raison notamment de l'abaissement du seuil de Blois permettant un meilleur accès aux zones amont. Cependant, depuis 2008, le nombre d'aloses a fortement diminué jusqu'à atteindre une population de quelques centaines d'individus.

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 3 aloses ont été comptabilisées en 2022. Il s'agit du plus mauvais comptage depuis la mise en place du suivi de la station. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 354 aloses ont été contrôlées (± 375 aloses) (Figure 97). Ces effectifs sont bien inférieurs à la moyenne interannuelle de la période 1998-2008 (6 130 individus ± 5 456). A partir de 2004, une forte augmentation de l'effectif des aloses est constatée avec un niveau de population qui atteint 12 000 à 15 000 aloses annuellement en raison notamment de l'abaissement du seuil de Blois permettant un meilleur accès aux zones amont. Cependant, depuis 2008, le nombre d'aloses a fortement diminué jusqu'à atteindre une population de quelques centaines d'individus.



** Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas d'avoir un comptage exhaustif des individus sur l'ensemble de la saison de migration. En effet, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement durant les périodes favorables à la migration des aloses (avril-mai-juin)*

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

Figure 97 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998

6.1.2.4 Roanne

Aucune alose n'a été comptabilisée à la station de comptage de Roanne en 2022. 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.

6.1.2.5 Gueugnon

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2022 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 98). 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.

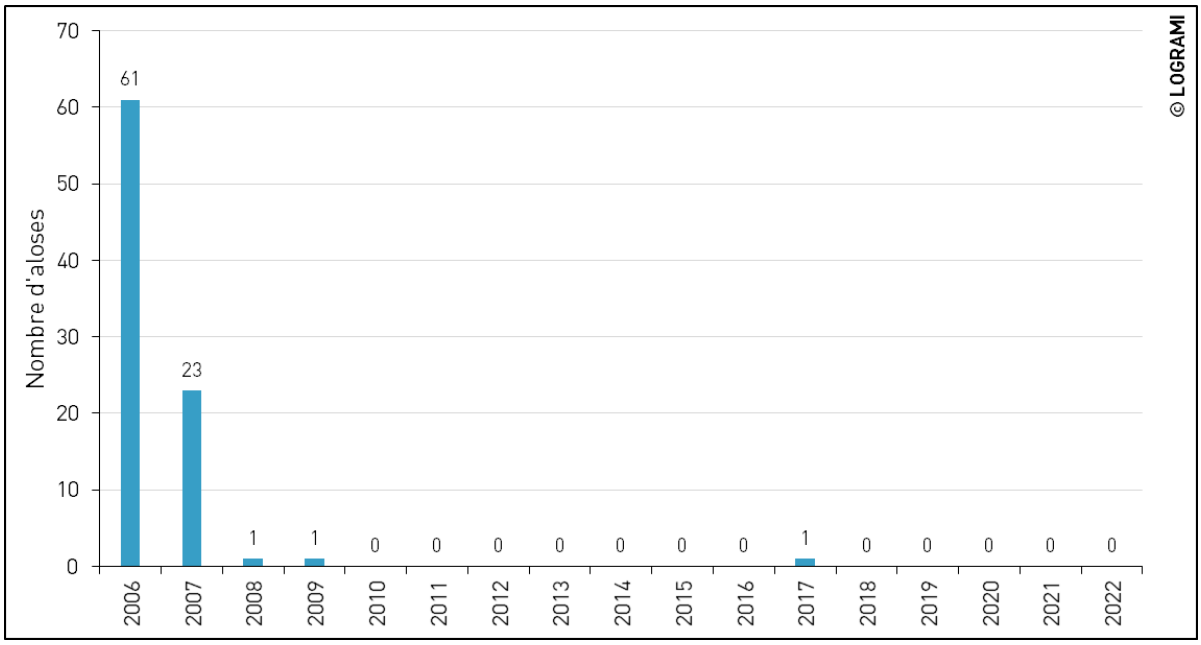


Figure 98 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006

6.1.2.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2022 à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule. Pour rappel, en 2018, pour la première fois depuis la mise en fonctionnement de la station de comptage en 2017, trois aloses avaient été observées. Cette observation révèle que la Sioule peut représenter un intérêt migratoire au regard de cette espèce. Historiquement des géniteurs ont été capturés par des pêcheurs à la ligne à l'aval de cet ouvrage.

6.1.2.7 Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2022, pour la première fois depuis 1997, aucune alose n'a été comptabilisée (Figure 99). Depuis la mise en service de la station de comptage en 1997, la moyenne interannuelle s'élève à 411 ± 720 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.

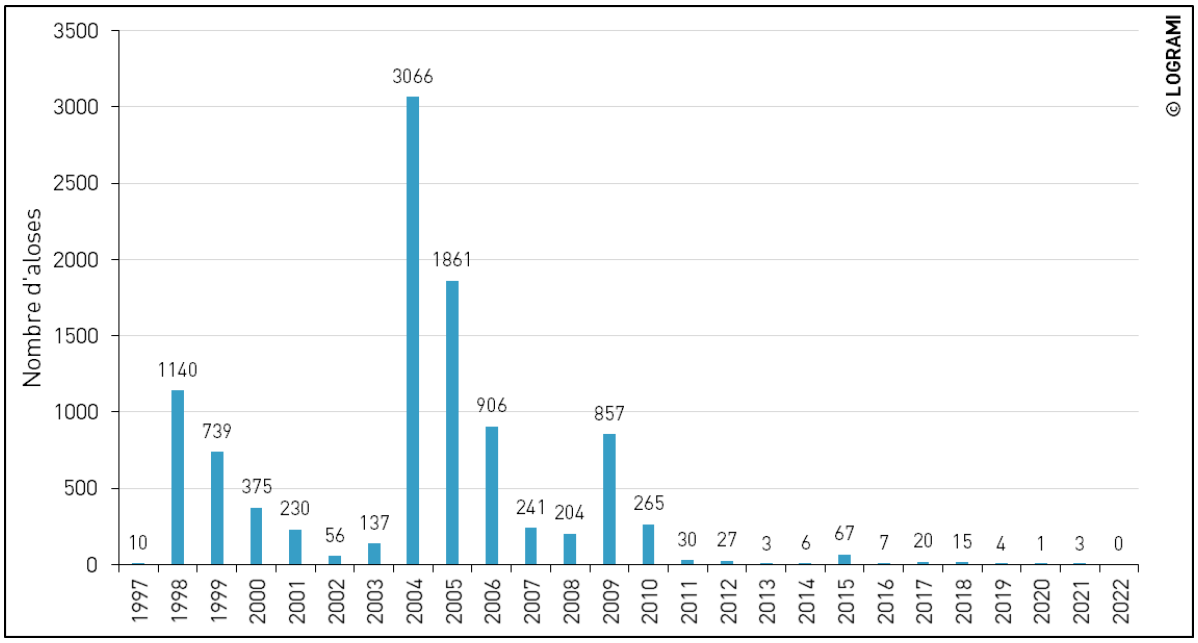


Figure 99 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997

6.1.3. 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 100).

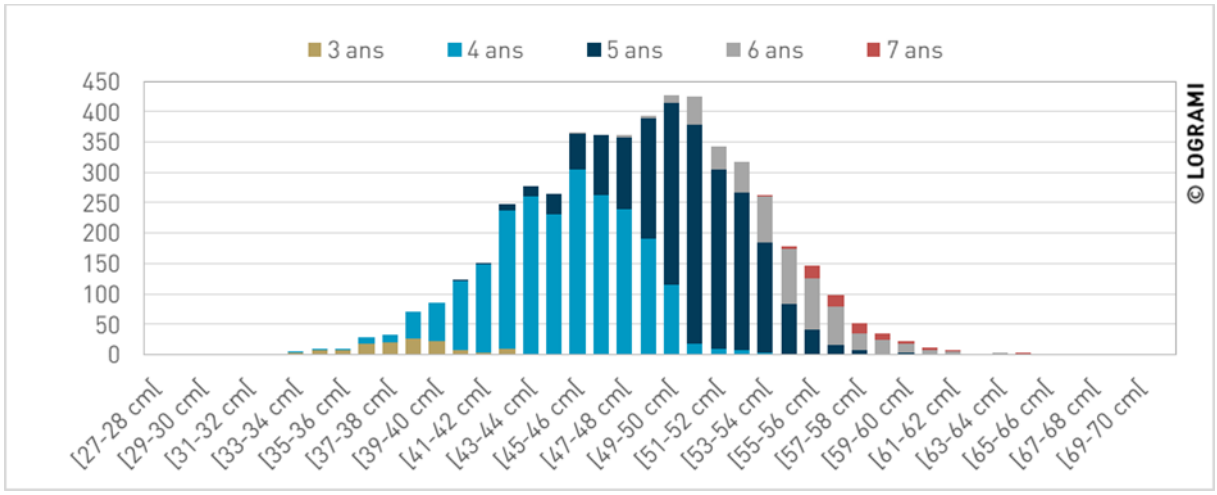


Figure 100 : Distribution en tailles par classes d'âges des aloses (n = 5 121) en Loire moyenne (Données issues du programme ALOSA produites par l'Université de Tours (CITERES IPAPE) et l'AAPPBLB)

Cette distribution des classes d'âges peut être appliquée aux distributions de tailles des aloses observées aux stations de comptage. Cette analyse est critiquable en plusieurs points. Elle ne prend pas en compte les variabilités de croissance interannuelle, les différences de taille mâles / femelles ainsi que la présence d'aloses feintes ou d'hybrides. Elle permet malgré tout de caractériser à minima les populations d'aloses migrantes aux stations de comptage.

A noter qu'aux stations, seule la longueur totale des aloses est mesurée alors que dans le programme ALOSA les longueurs fourches ont été notées. De manière à homogénéiser les données et pouvoir attribuer un âge aux individus comptabilisés, les tailles des aloses mesurées aux stations ont été transformées en longueur fourche à l'aide de la relation linéaire suivante :

Lf = 7,787 + 0,8772 Lt (r= 0,963) avec Lf = longueur fourche et Lt = longueur totale(Mennesson-Boisneau et al., 1986).

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 101). 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.

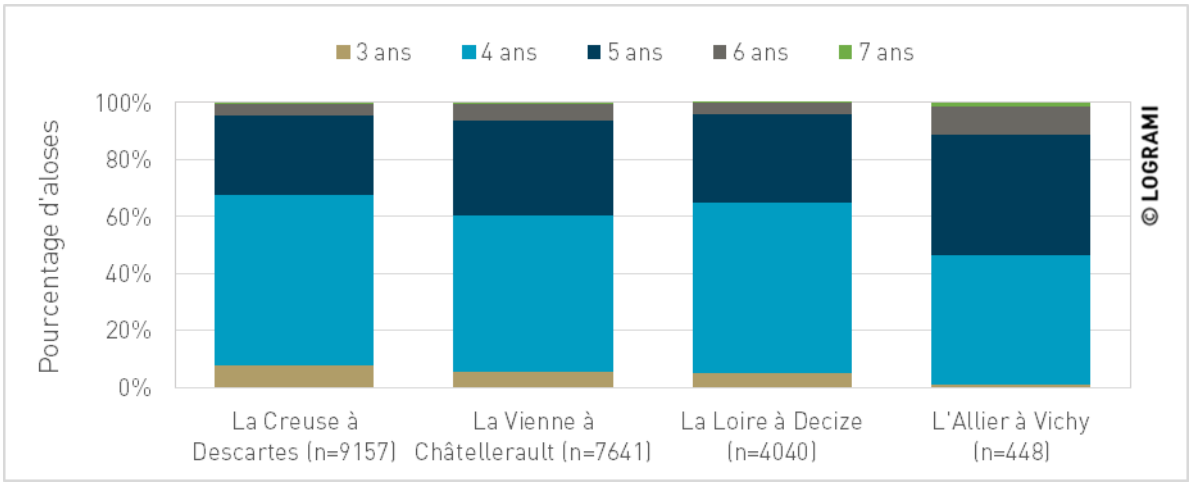


Figure 101 : Répartition par classes d'âges des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2010

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, 88 % à Châtellerault, 91 % à Decize et 88 % à Vichy). 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 2022, sur la Vienne à Châtellerault, les aloses sont majoritairement âgées de 4 ans (62 %). Elles seraient donc issues de la reproduction de 2018, année durant laquelle 1 320 aloses ont été comptées sur l'ensemble du bassin de la Loire. Ce résultat est similaire à celui des années précédentes (en moyenne, de 2010 à 2021, 60 ± 12 % des aloses ont 4 ans). La proportion d'aloses de 3 ans est supérieure à celle des années antérieures alors que celle des aloses de 5 ans est inférieure (Figure 102). Des variations entre les classes d'âges sont notables d'une année à l'autre sans pour autant qu'une évolution notable se dégage.

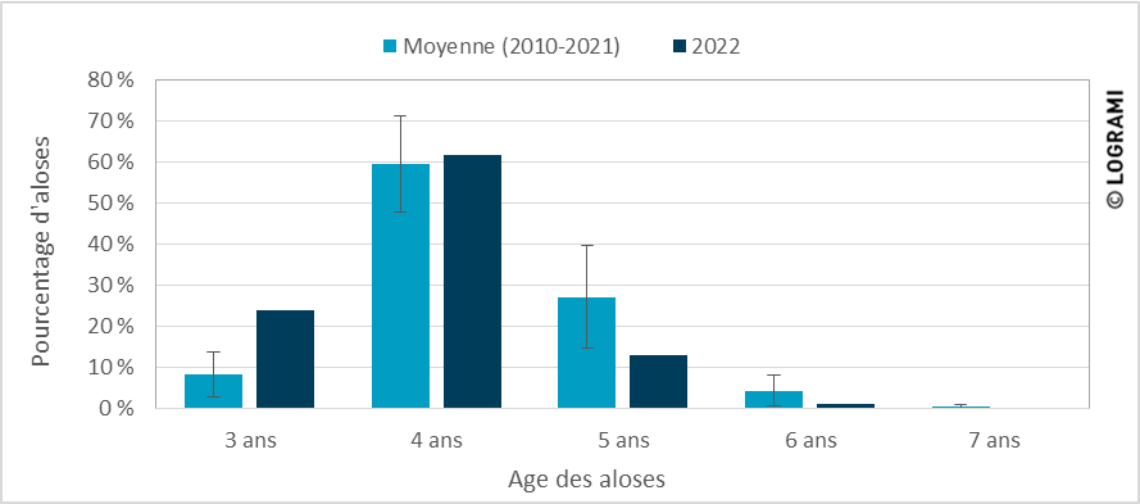


Figure 102 : Répartition par classes d'âges des aloses à la station de Châtellerault en 2022 et les années précédentes

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 2015 pour des retours de 2010 à 2022). Il n'existe pas de corrélation entre les effectifs parents et les géniteurs de retours aux stations de comptage (Figure 103).

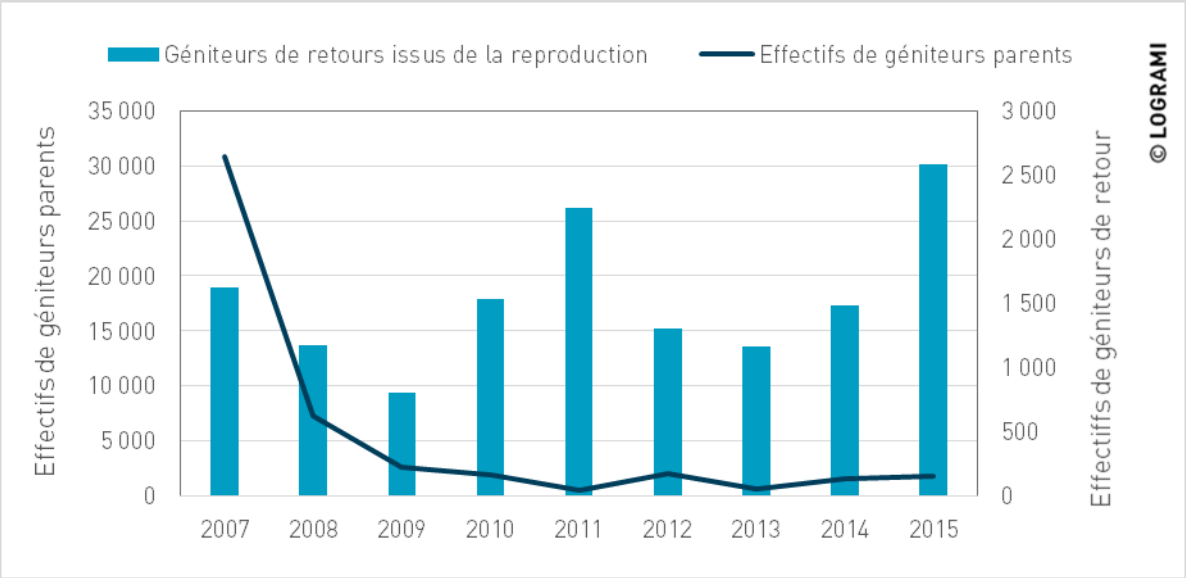


Figure 103 : Mise en relation des effectifs de géniteurs d'aloses parents avec les effectifs de géniteurs de retours issus de la reproduction de la même année sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire

L'absence de corrélation montre que la dynamique de la population ne semble pas simplement liée à une relation de stock recrutement mais que 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. Toutefois, l'absence de données quantitatives des géniteurs entrant dans l'estuaire de la Loire et n'atteignant pas les stations de comptage (prédation, pêcherie commerciale ou reproduction sur des frayères à l'aval) ne permet pas de confirmer cette hypothèse d'absence de relation stock recrutement.

6.1.4. Période de migration

6.1.4.1 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 (105 ± 25 jours) et sur la Vienne à Châtellerault (119 ± 30 jours) que sur la Loire à Decize (56 ± 14 jours) et sur l'Allier à Vichy (66 ± 22 jours) où la migration est beaucoup plus concentrée.

En 2022, l'amplitude totale de migration à Châtellerault est plus de 2 fois inférieure à celle des années précédentes (55 jours contre 122). Sur la Loire à Decize, le faible nombre de passages a réduit la période à 25 jours (Figure 104).

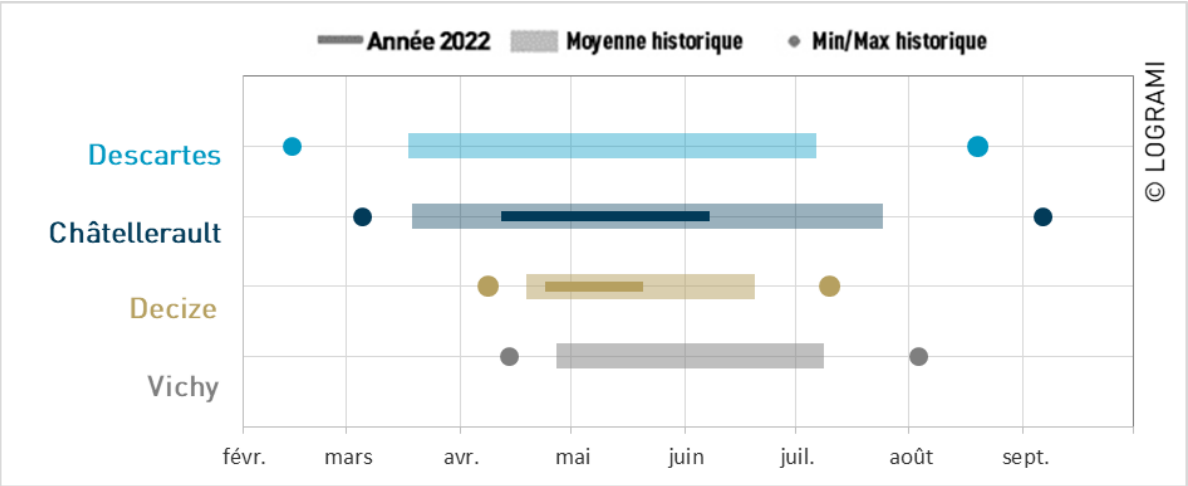


Figure 104 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis

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 là encore faible et inférieure à celle des années précédentes, puisque 90 % des aloses sont passées en 27 jours en 2022 contre 46 en moyenne de 2004 à 2021 (± 11 jours). Ces amplitudes sur 90 % de la migration étaient en moyenne de 47 jours (± 13) à Descartes, 27 jours (± 14) à Decize, et 36 jours (± 12) à Vichy.

6.1.4.2 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. En moyenne, la moitié de la migration à Descartes a lieu dès le 10 mai (± 12 jours). À l'inverse, la migration est plus tardive à Vichy sur l'Allier, où 50 % de la migration a lieu au 30 mai (± 8 jours). Malgré une distance à l'océan plus importante, la période de migration des aloses à Decize sur la Loire est similaire à celle de Châtellerault sur la Vienne (50 % des passages ont en moyenne eu lieu le 20 mai (± 10 jours) à Decize et le 20 mai (± 12 jours) à Châtellerault). En 2022, 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 11 mai (soit 7 jours plus tôt que la moyenne interannuelle) (Figure 105).

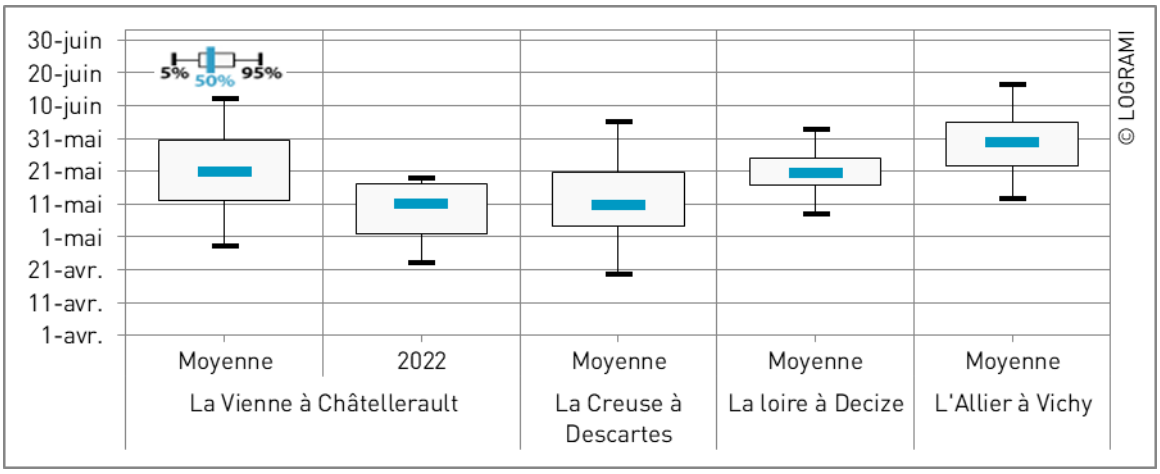


Figure 105 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

L'analyse du rythme migratoire montre que le début de migration des aloses à Châtellerault en 2022 est similaire à celui des années précédentes mais que la suite de la migration est plus précoce. (Figure 106). La montaison s'est, par ailleurs, terminée plus tôt que les années précédentes, 95 % des aloses sont passées avant le 19 mai, contre en moyenne le 11 juin (± 8 jours) les années précédentes (soit 24 jours plus tôt). Cet arrêt de migration précoce peut s'expliquer par les conditions environnementales : les très faibles débits rencontrés au printemps et des températures dépassant les 20 °C dès le 9 mai ont limité la migration (cf. § 6.1.1).

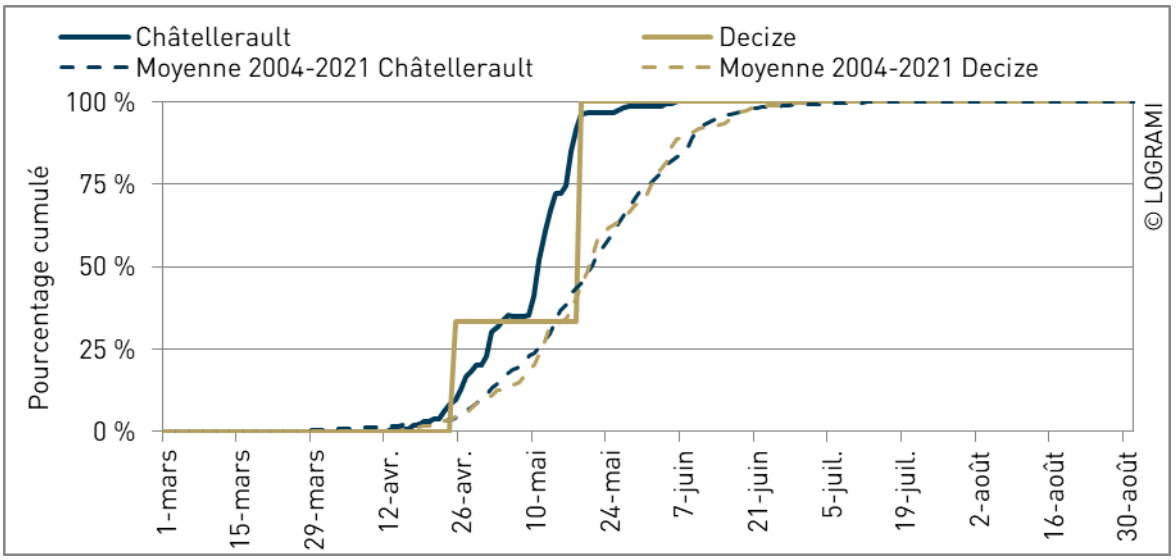


Figure 106 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2022 par rapport à la période 2004-2021 aux stations de comptage de Decize sur la Loire et de Châtellerault sur la Vienne

6.1.4.3 Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtellerault, la première alose a été comptabilisée le 15 avril. La migration s'intensifie fin avril avec l'augmentation de la température de la Vienne. Le pic journalier a lieu le 13 mai avec 17 aloses comptabilisées (soit 11 % de l'effectif annuel) et une température de l'eau de 21°C. L'essentiel de la migration se concentre entre le 25 avril et le 21 mai (90 % des franchissements), par la suite les passages sont beaucoup plus rares. La dernière alose a été observée le 8 juin (Figure 107).

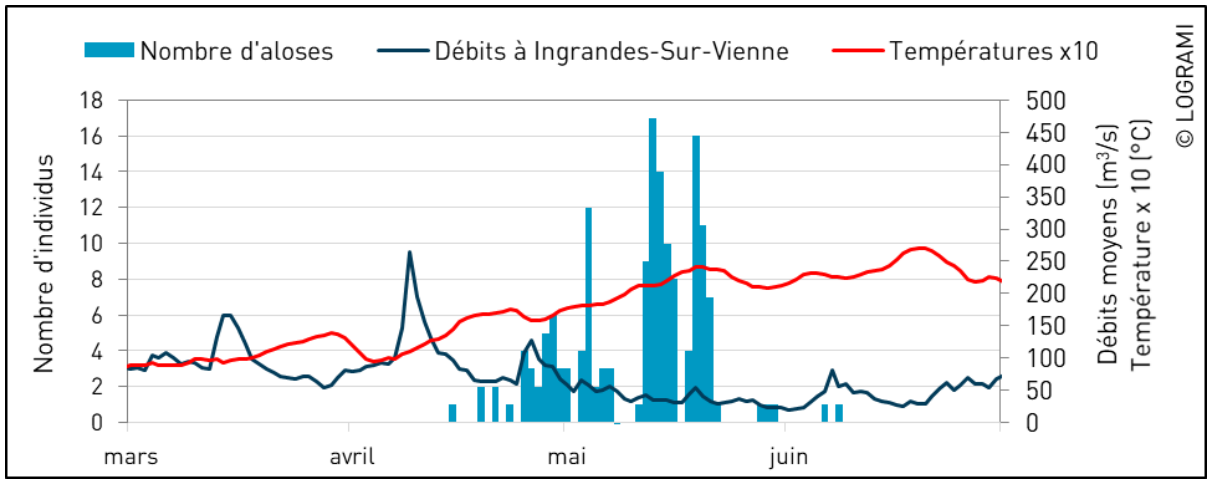


Figure 107 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2022 (n=158) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Decize sur la Loire en 2022, la première alose a été comptabilisée le 25 avril et les dernières le 19 mai (Figure 108). Ces 3 aloses ont été observées dans une gamme de débits comprise entre 32 m³/s et 71 m³/s (module = 173 m³/s à Nevers).

Suite à un pic de débit de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement fin juin (pic de 234 m³/s le 29 juin à Nevers). Pendant cette période assez tardive, bien que ce soit peu probable, certains individus ont pu emprunter les clapets totalement abaissés du barrage sans être détectés par le système de comptage.

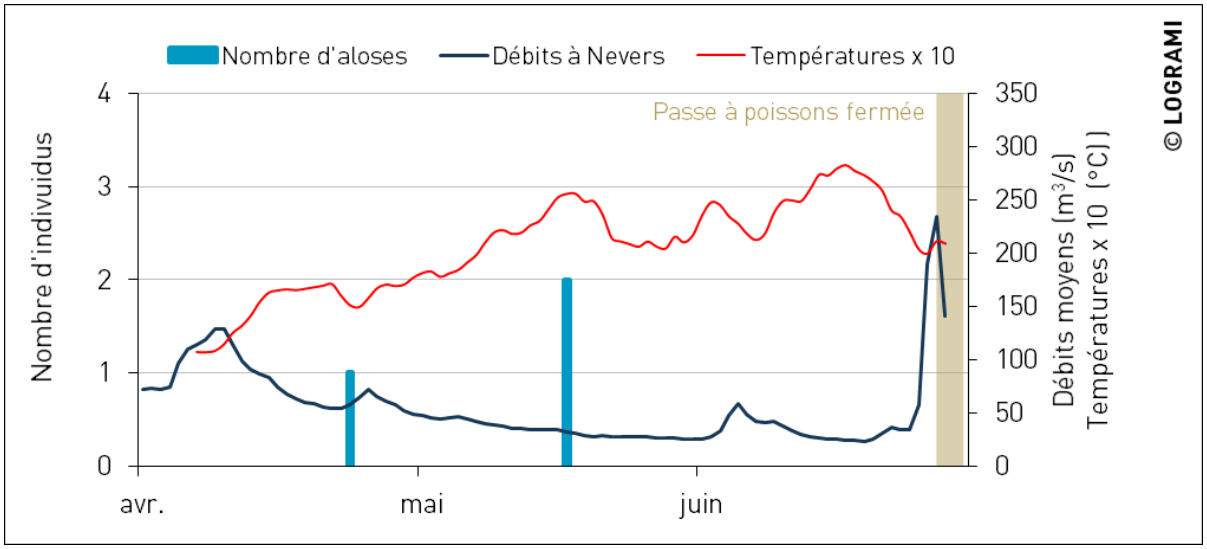


Figure 108 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

6.1.4.4 Rythme horaire de migration

Les migrations d'aloses sont essentiellement diurnes, 95 % des aloses ont en effet été comptées entre 05h et 20h UTC (Universal Time Coordinated). L'analyse des heures de passages sur l'ensemble de l'historique montre une augmentation progressive des franchissements au fil de la journée. Un pic de passage est atteint pour la tranche horaire comprise entre 18 et 19h UTC, avec 10 % de l'effectif total. Les passages diminuent par la suite fortement jusqu'à 21h UTC (Figure 109).

Les passages horaires de l'année 2022, ne pas suivent pas le même profil : l'augmentation progressive n'est pas notable et le pic de passage a lieu entre 10h et 11 h UTC (21 % de la migration). Cette différence peut s'expliquer par la faiblesse des effectifs de l'année 2022. Les passages restent, comme les années précédentes, diurnes (100 % des passages ont lieu entre 05 et 20h UTC).

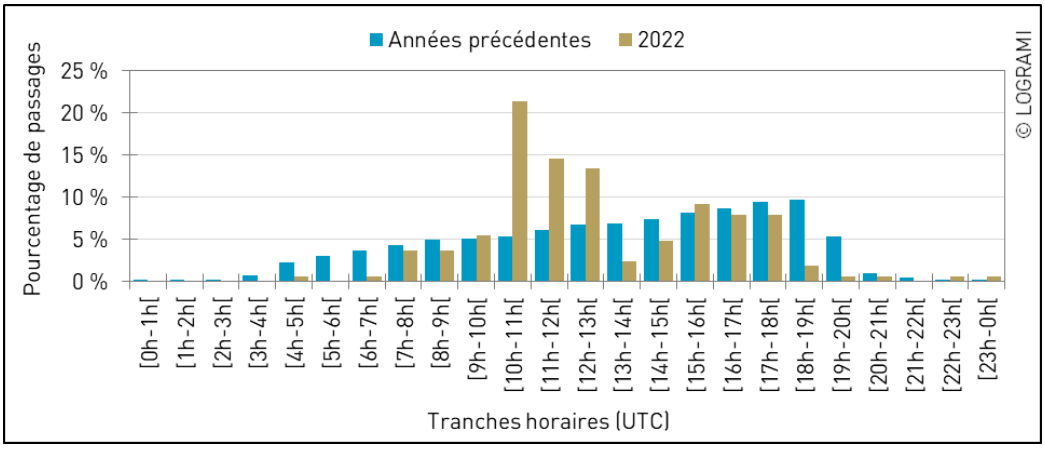


Figure 109 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé de 1997 à 2021 (n=131 835) et en 2022 (n=161)

6.2. Reproduction des géniteurs

6.2.1. 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.

6.2.1.1 Température

Les observations de terrain sur le bassin de la Loire attestent que les conditions de reproduction sont optimales avec des températures situées entre 14 et 23 °C (Association LOGRAMI, 2020, 2021a, 2022).

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure en 2022, les températures favorables à la reproduction des géniteurs représentent 55 % ± 6 de la période de reproduction (Figure 110). Le maximum est atteint à Descartes avec 63 % et le minimum à Decize 49 %. Sur le bassin de la Vienne et l'Allier, 54 % de la période est favorable à Châtellerault et 55 % à Moulins.

En moyenne, depuis le début des suivis, les aloses profitent d'une période favorable plus importante à la reproduction avec en moyenne 65 % ± 11 du 15 avril au 31 juillet.

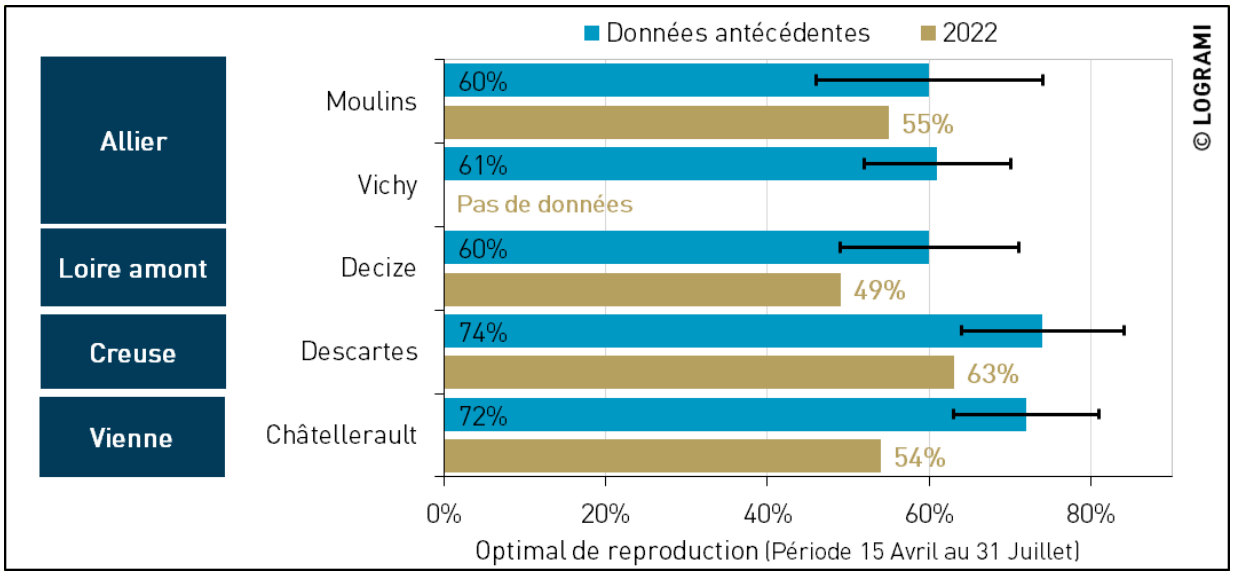


Figure 110 : Comparaison des conditions optimales de température (14 à 23 °C) pour la reproduction de l'alose (période 15 avril au 31 juillet) entre 2022 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI)

6.2.1.2 Hydrologie

Concernant l'hydrologie, sur l'ensemble de la période de reproduction, les valeurs de débits n'ont jamais dépassé 2,54 fois le module. Les débits n'ont donc probablement pas interrompu ni gêné l'activité de reproduction.

6.2.2. Préambule

Intrinsèquement, le suivi de la reproduction est un indicateur de l'état des populations de poissons migrateurs. Les stations de comptage soulignent depuis 2009 une diminution notable de la population d'aloses. Ainsi il apparaît depuis plusieurs années que les populations d'aloses se reproduisent majoritairement en aval des stations de comptage et qu'une étude complémentaire soit indispensable afin d'établir un bilan de l'espèce dans le bassin. Cette étude complète donc les données existantes aux stations de comptage par des campagnes d'échantillonnage en deçà de celles-ci. Il s'agit de déterminer si certaines années, à la suite de conditions environnementales défavorables à leur migration, en raison de blocage migratoire et /ou pour des raisons de dynamique de population, les aloses se cantonnent aux zones aval du bassin.

La période de reproduction des aloses débute lorsque les températures de l'eau atteignent 16 °C (généralement, entre les mois de mai et juin). 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 durant plusieurs secondes.

Des moyens humains importants sont nécessaires pour suivre toute la saison de reproduction de l'alose sur plusieurs frayères potentielles. Pour réduire ces moyens, un échantillonnage est pratiqué en termes de frayères potentielles suivies et de nombre de nuits d'écoute (un objectif minimum de trois par frayère suivie). Aussi, l'utilisation de système d'enregistrement audionumérique permet

d'augmenter les capacités de suivi (Figure 111). Dans le cas de point d'écoute ayant déjà fait l'objet de qualification de taux de restitution des systèmes d'enregistrement audionumérique par rapport aux capacités sensorielles humaines (calibration), ces taux historiques peuvent être utilisés pour estimer un nombre de bulls à partir d'un nombre de bulls captés numériquement et repérés/écoutés au dépouillement des bandes audio sur ordinateur via le logiciel Audacity®. Cet échantillonnage ne permet pas de quantifier le nombre de reproducteurs, mais permet de confirmer et d'évaluer le niveau d'abondance de la reproduction.

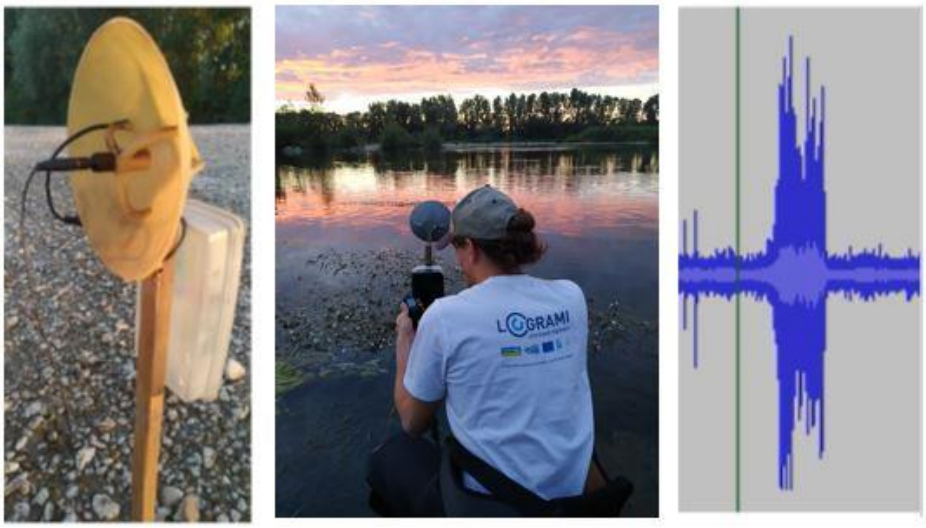


Figure 111 : Dispositif d'enregistrement audionumérique employé pour le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin de la Loire en 2022 (de gauche à droite : détail du dispositif, mise en place du dispositif, détail du spectre audio d'un bull depuis le logiciel Audacity®)

Le programme de suivi 2022 comprend le réseau classique à l'aval des stations de comptages et de certains seuils. Les frayères situées à l'aval de Châtellerault sur la Vienne, à l'aval et l'amont de Descartes sur la Creuse (suite à l'absence de comptage), à l'aval de Decize sur la Loire, ainsi qu'à l'aval de Vichy, de Moulins et du seuil des Lorrains sur l'Allier (Figure 112). En complément, pour la 3ème année consécutive, suite à une diminution des effectifs observés aux stations de comptage sur la Loire amont et l'axe Allier ainsi qu'une nette baisse d'activité de reproduction sur des frayères historiquement fréquentées chaque année par les aloses, la Loire moyenne a été prospectée à nouveau (depuis le bec d'Allier jusqu'à Blois). En 2021, une activité avait en effet été recensée à Ousson-sur-Loire et en aval de la Centrale de Saint-Laurent-Nouan. Il a été décidé de réaliser de nouvelles prospections dans ce secteur afin de confirmer la présence de frayères actives. De plus, des passages ont été opérés entre Tours et Blois dans l'optique de déceler de nouveaux sites.

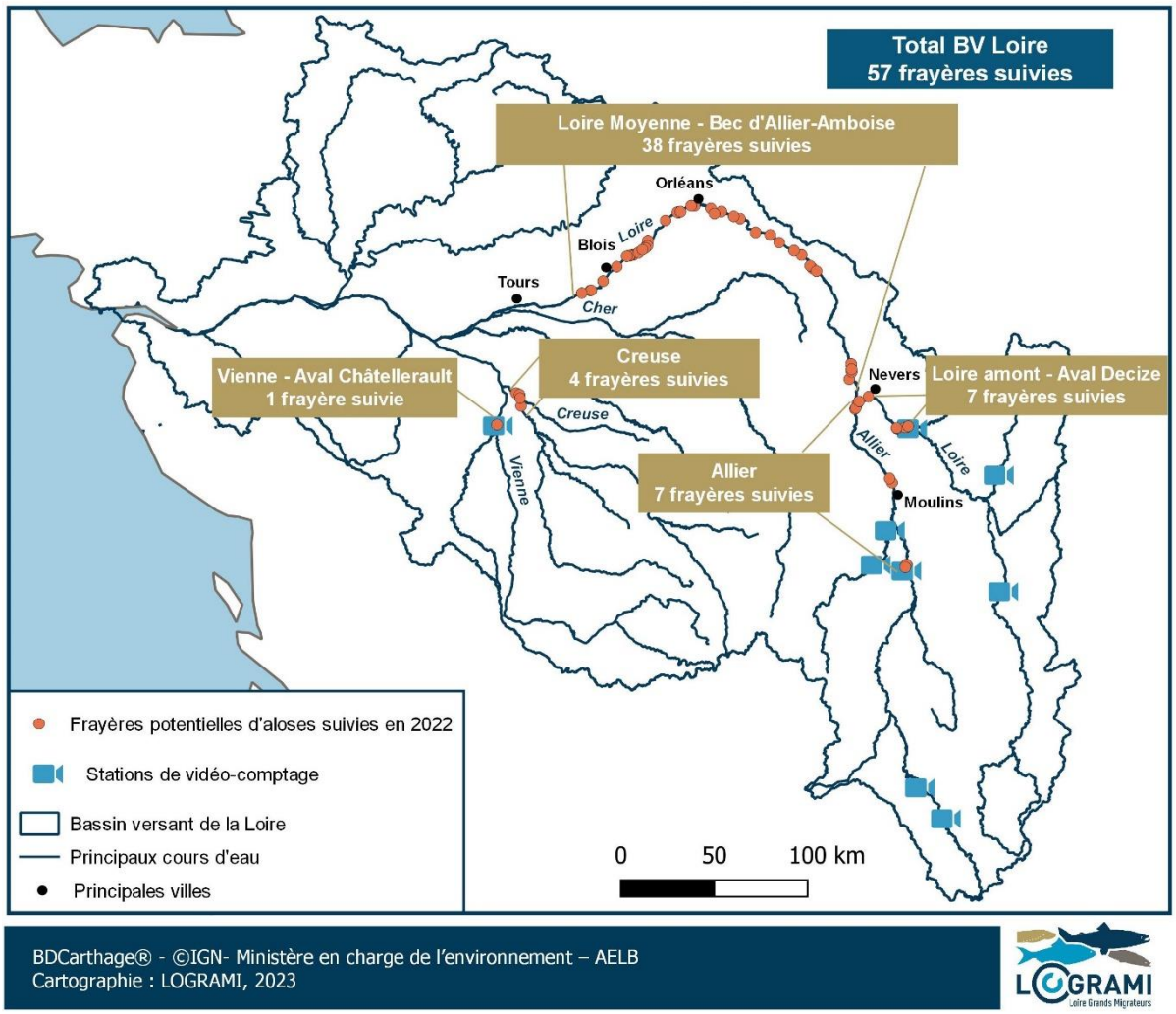


Figure 112 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur le bassin de la Loire

6.2.3. 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 113). 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).

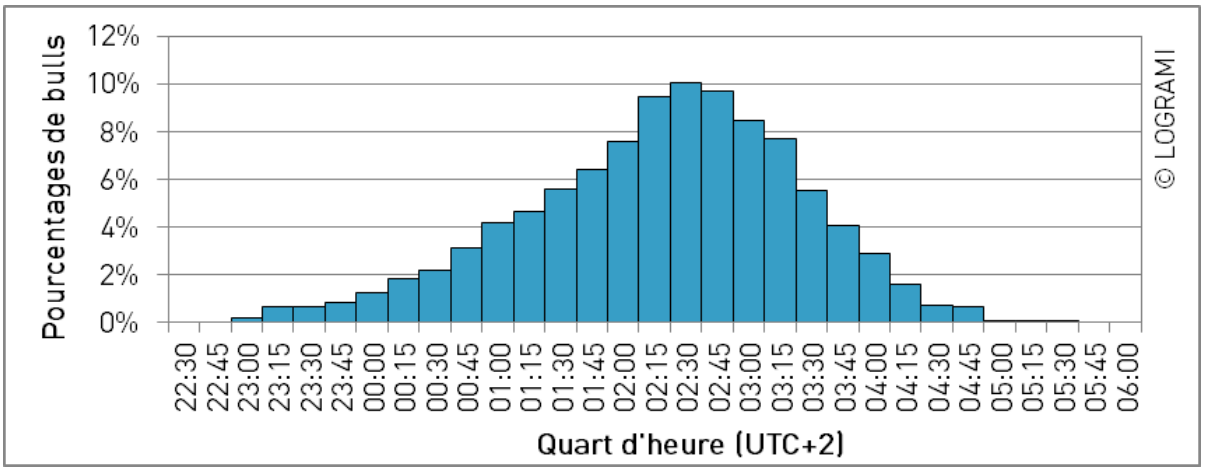


Figure 113 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls)

La distribution est proche d'une courbe de gauss mais elle ne suit pas une loi normale (test de shapiro-wilk : p-value<0,0001). L'activité de reproduction débute aux alentours de 23h. Elle est faible en début de nuit et augmente progressivement jusqu'à atteindre un pic entre 2h15 et 2h45. L'activité diminue par la suite et s'arrête entre 5h et 6h.

Un décalage de cette répartition est observé au fil de la saison. Ce décalage peut être montré en divisant la saison de reproduction en deux sous-périodes de même durée (44 nuits) (Figure 114).

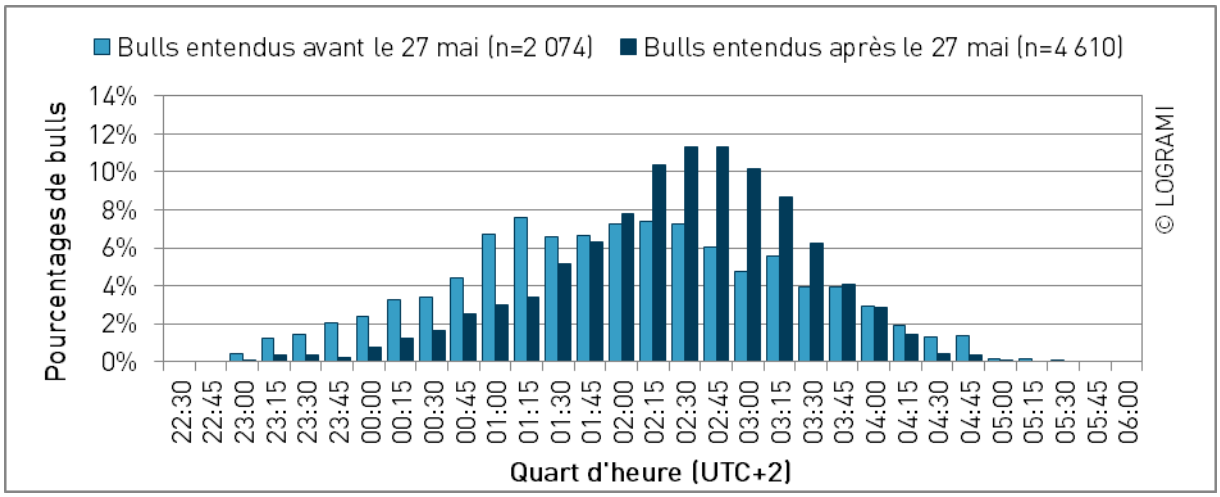


Figure 114 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur deux périodes sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls)

En 2022, 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 113 et Figure 114). Cet horaire peut-être réduit en fonction de la période et de l'activité de reproduction. Les comptages de bulls sur ces nuits entières confirment les rythmes horaires classiquement observés. Lorsque les nuits n'ont pu être échantillonnées que partiellement, les créneaux d'observation de 1h à 2h30 ont été privilégiés car ils représentent 49 % de la reproduction.

6.2.4. Suivi de la reproduction des aloses

6.2.4.1 Sur la Vienne

Bilan 2022

En 2022, la reproduction des aloses sur la Vienne a fait l'objet de 5 nuits de comptage sur la frayère au centre-ville de Châtellerault en aval de l'ouvrage hydroélectrique.

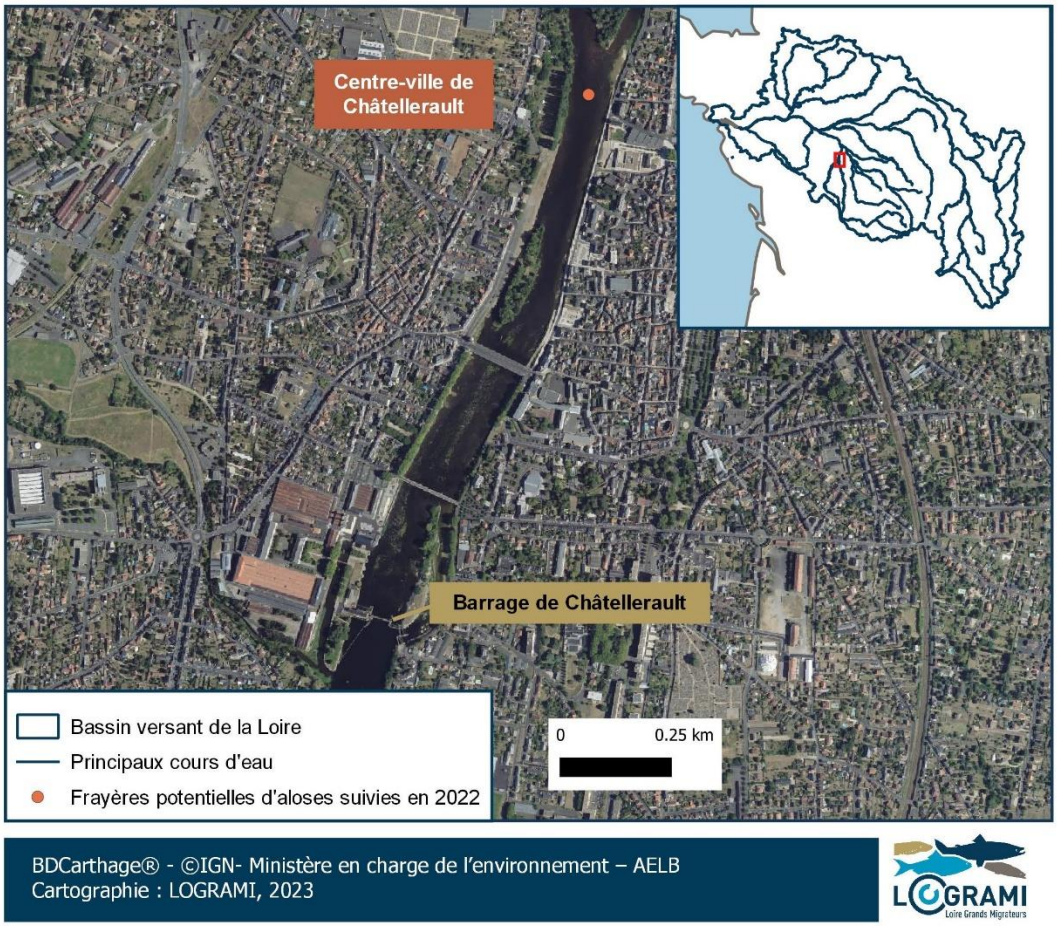


Figure 115 : Localisation de la frayère d'alose suivie en 2022 sur la Vienne à Châtellerault

Ces suivis ont été réalisés entre le 4 mai et le 14 juin. 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 116). Par ailleurs, les passages à la station de comptage indiquaient que les aloses, même peu nombreuses, étaient présentes sur la Vienne avant la première nuit d'écoute.

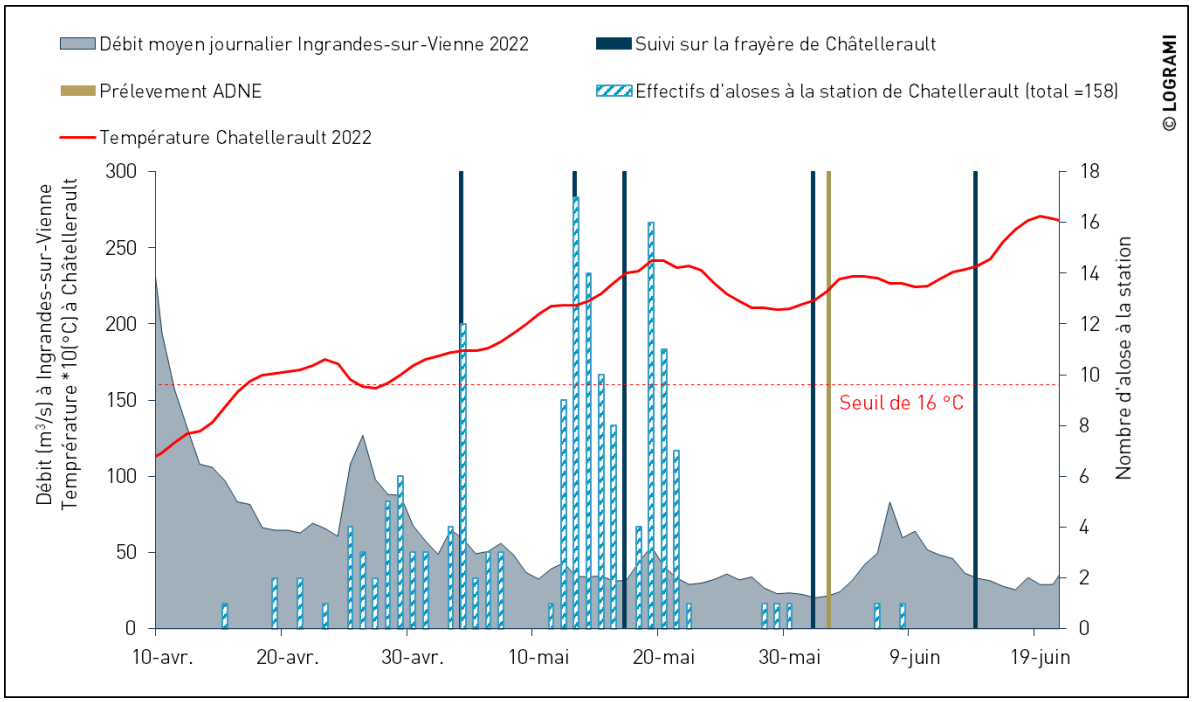


Figure 116 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l'alose en 2022 sur la Vienne en relation avec les passages à la station de comptage, la température estimée à Châtellerault et le débit à Ingrandes-sur-Vienne (Source hydro : SPCVCA Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Les cinq nuits d'écoute sur la frayère de Châtellerault ont été réalisées les 4, 13 et 17 mai et les 1 et 15 juin. La température a varié entre 18,5 et 23,6°C, conditions favorables à la reproduction. Durant ces suivis entre 1 et 31 bulls par nuit ont été entendus.

Comparaison interannuelle

L'activité de reproduction constatée est relativement faible en 2022 à Châtellerault par rapport à l'ensemble des données du site depuis 2004.

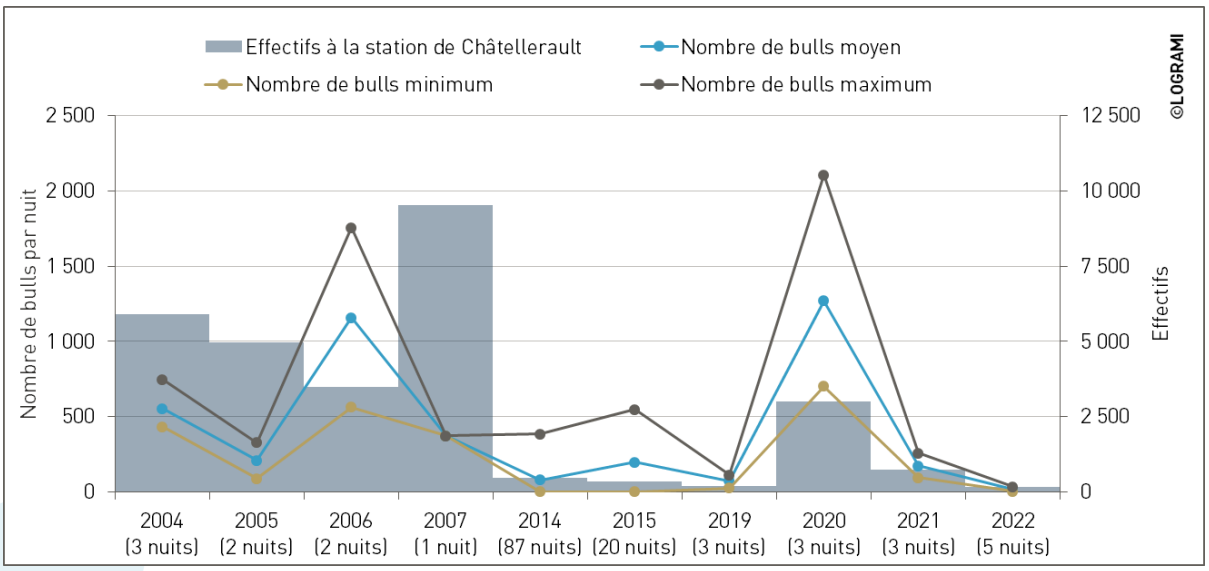


Figure 117 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère du centre-ville de Châtellerault sur la Vienne mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Châtellerault

Le nombre de bulls maximum entendu en une nuit en 2022 est de 31 contre 733 ± 707 (moyenne des maximums annuels 2004-2021). Ce résultat est donc faible au regard des données historiques. Il s'inscrit dans la continuité de la dynamique régressive observée plus nettement depuis 2014 sur cette frayère puisque la moyenne des maximums annuels est de 346 ± 220 en exceptant l'année 2020 qui, avec des débits favorables (Figure 117) ainsi qu'un arrêt de la pêcherie professionnelle en raison du Covid-19, a permis la remontée d'un plus grand nombre d'aloses sur ce bassin cette année-là.

L'année 2022 s'inscrit dans la lignée des années précédentes, exceptée 2020, avec très peu d'individus présents à la station de suivi des migrateurs et peu de reproduction à l'aval. Même si l'année 2021 pourrait laisser entrevoir une légère hausse d'activité, il est nécessaire de prendre en compte le grand nombre de suivis réalisés en 2014 et 2015 afin de ne pas biaiser les résultats. En effet, avec un nombre de suivis plus important, la probabilité de suivre des nuits peu actives est plus élevée (Figure 117). Le nombre de bulls maximum par nuit est donc plus pertinent pour comparer les années puisqu'il rend compte de l'activité maximale observée aux périodes des pics de reproduction.

Trois facteurs pourraient expliquer le faible nombre de bulls entendus en 2022 :

- les débits faibles en hiver et au début du printemps qui ne favorisent pas la migration des aloses ;
- l'activité de pêche professionnelle plus en aval sur la Loire ;
- enfin, les faibles taux de retour issus des reproductions de 2017 et 2019 puisque les mâles et femelles mettent de 2 à 6 ans avant d'effectuer leur migration génésique.

Du 1er février au 31 mai, la Vienne était plus attrayante que la Loire durant 8 jours (Figure 118). Ces jours correspondent à l'arrivée de la première alose à la station de Châtellerault, et au premier pic de passage à la station le 4 mai avec 12 aloses ayant franchi l'ouvrage dans la même journée.

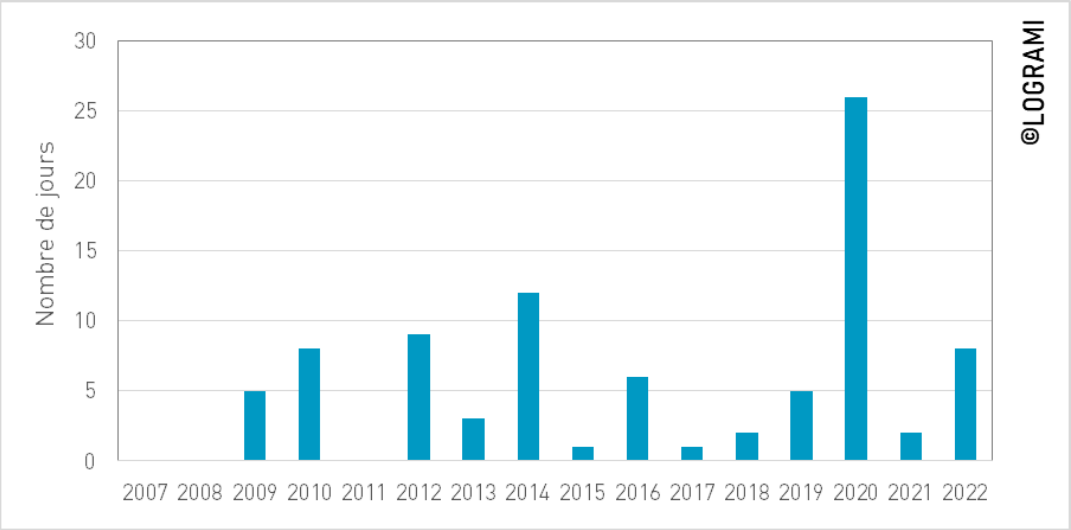


Figure 118 : Nombre de jours durant lesquels la Vienne a eu un attrait supérieur à la Loire du 1er février au 31 mai

Malgré la faiblesse de l'échantillonnage de certaines années, **les nombres de bulls constatés à l'aval du barrage de Châtellerault semblent liés à l'effectif recensé à la station de comptage. Les faibles activités de reproduction de 2014, 2015 (nombre de nuits d'observation significatives), 2019, 2021 et 2022 confirment l'absence de replis sur la frayère lorsque peu d'aloses sont comptées à la station.**

Cette nouvelle campagne de suivi vient encore confirmer qu'une fracture s'est produite aux environs de 2009 en termes de nombre de bulls constatés par nuit de suivi aux périodes de pic de l'activité de reproduction. D'après la Figure 119, le seuil des 594 bulls ± 505 en moyenne par nuit est une valeur de

référence pour qualifier les résultats d'une année à Châtellerault. La valeur de 169 ±165 bulls par nuit, observée depuis 2009, est indicative mais ne peut être considérée comme une référence. Ainsi avec une moyenne de 14,2 bulls ± 16 par nuit en 2022, le niveau d'activité de reproduction sur la frayère de Châtellerault est donc dans la continuité de ce qui a été observé depuis 2009 mais 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 de ses caractéristiques atypiques. En effet, en 2020, l'arrêt de la pêcherie professionnelle et les débits convenables en fin d'hiver et au printemps avaient été particulièrement favorables à la colonisation du bassin de la Vienne par rapport à la Loire.

Ces comparaisons sont possibles grâce aux grands nombres de suivis en nuit complètes (plus de 4h par nuit) qui ont été réalisés sur cette frayère et ce, sur une chronique longue (17 ans). Toutefois malgré l'ensemble des données collectées pour cette frayère, l'estimation du nombre de géniteurs à partir du nombre de bulls comptabilisés sur une seule nuit n'est pas possible.

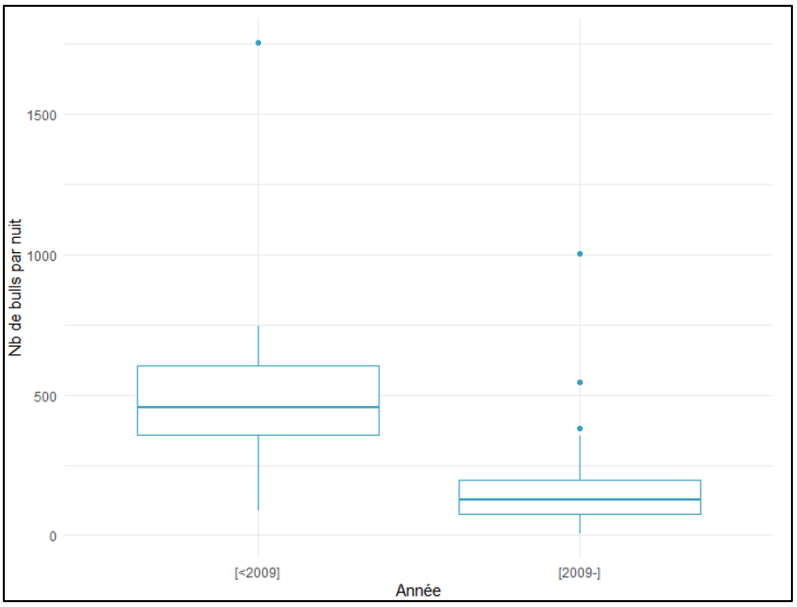


Figure 119 : Nombre moyen de bulls d'aloses par nuit suivie durant la période 2001-2008 et après 2009 (hors 2020) sur la frayère du centre ville de Châtellerault sur la Vienne

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.

6.2.4.2 Sur la Creuse

En 2022, la Creuse a fait l'objet d'un suivi renforcé à la suite de l'absence de comptage sur cet axe. En effet, 25 nuits ont été réalisées totalisant 94h d'écoutes (Tableau 7) :

- en aval de l'ouvrage de Descartes, une frayère référencée à Lilette ;
- en amont, une frayère référencée au niveau du stade de Leugny ;
- ainsi que deux nouvelles frayères potentielles : à la suite de l'abaissement du seuil, une zone de reproduction potentielle a été suivie dans l'ancienne retenue (Amont pont de Descartes) et au niveau du seuil de l'ancien Moulin de Chisay (commune d'Abilly) (Figure 120).

Tableau 7 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses sur l'axe Creuse en 2022

	Temps d'observation (h)	Nombre total de « nuits » suivies	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nombre total de bulls	Nombre de bulls sur enregistrement
Lilette	29:43	3	5	42	9
Amont pont de Descartes	18:15	0	5	0	0
Moulin de Chisay	17:21	1	4	4	4
Leugny	28:48	4	4	11	11
Total	94:07	8	18	57	24

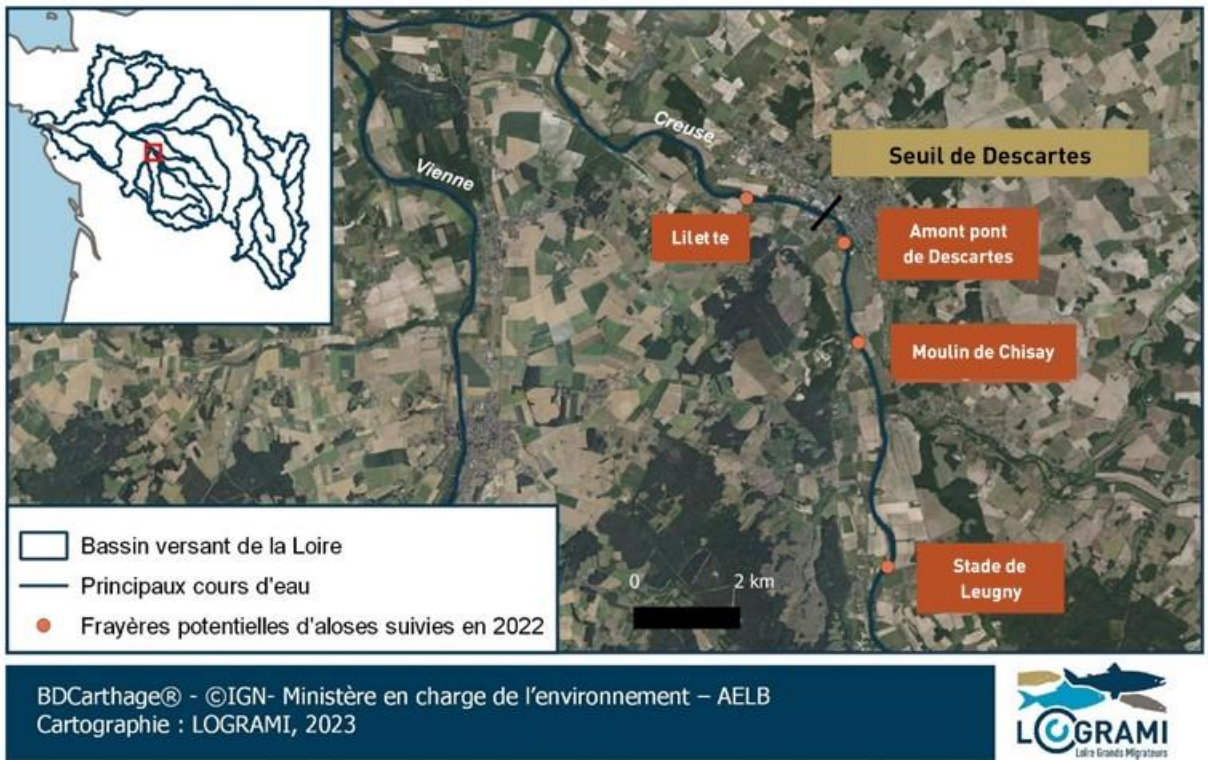


Figure 120 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur la Creuse

La frayère de Lilette a été suivie pendant 8 nuits, du 10 mai au 14 juin totalisant 42 bulls. Les deux premières semaines de suivi (4 nuits) ont enregistré une activité moyenne de 11 bulls ± 9. Lors des prospections suivantes, aucune activité n'a été enregistrée.

La frayère potentielle située dans l'ancienne retenue du barrage de Descartes est restée inactive durant toute la période de suivi.

En amont, au niveau du seuil de la légende une seule nuit (18 mai) sur les quatre a enregistré une faible activité avec 4 bulls.

Sur la frayère de Leugny, 8 nuits d'écoutes du 10 mai au 14 juin ont été réalisées. Une activité de reproduction a été constatée uniquement la nuit du 26 mai avec 9 bulls.

Ces suivis ont été réalisés entre le 10 mai et le 14 juin. Les conditions thermiques étaient favorables à la reproduction (température en hausse et supérieure à 16 °C) pendant les quatre premiers suivis avant

une chute des températures. A partir du 30 mai, la température de l'eau a chuté pour passer à 16,2°C. Même si l'activité de reproduction est constatée à cette température, les nuits d'écoute ont été stoppées dans l'attente d'une remontée de la température. Les conditions hydrologiques durant la période de suivi étaient stables avec des débits faibles entre 14,5 et 22 m³/s (Figure 121).

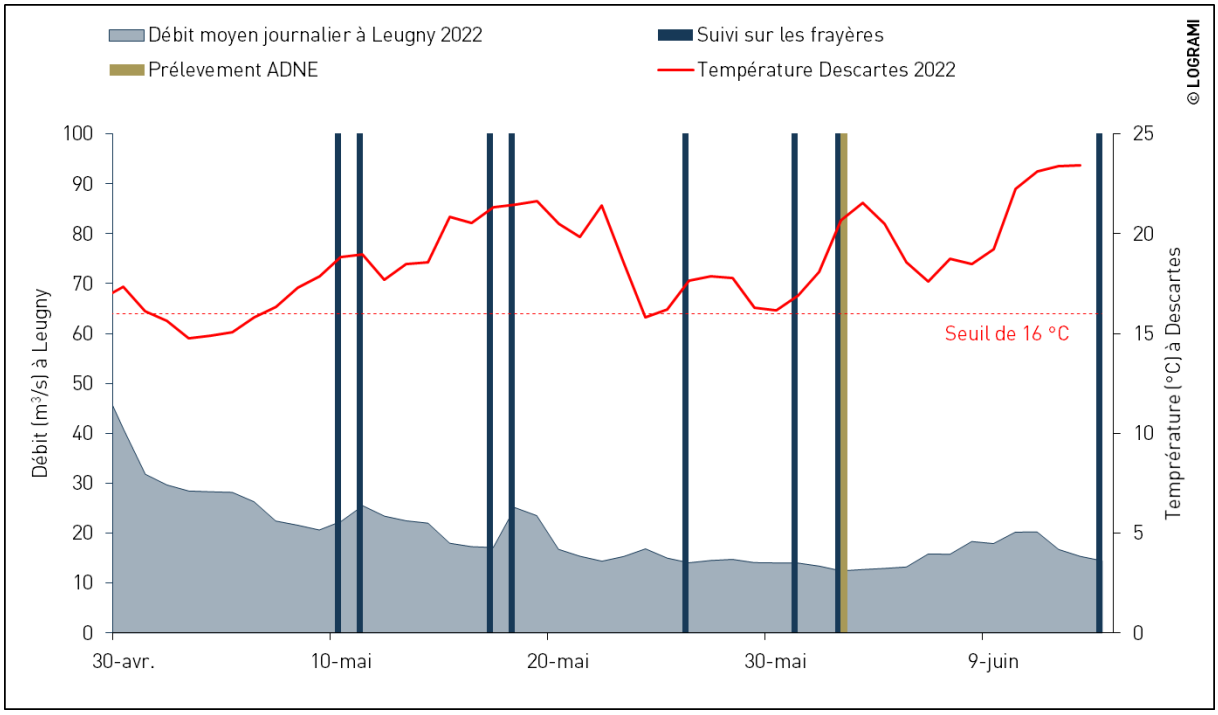


Figure 121 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l'alose en 2022 sur la Creuse en relation avec la température à Descartes et le débit à Leugny (Source hydro : SPCVCA Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

La frayère de Lilette située en aval du seuil de Descartes est la plus productive en 2022. Malgré l'ouverture de l'ouvrage de Descartes (clapets à plat et pertuis ouverts) pour assurer la continuité piscicole, il semblerait que les aloses se soient cantonnées en aval. Des actes de reproduction ont été constatés (4 bulls), sur la frayère du seuil de la légende et sur la frayère historique du stade de Leugny (9 bulls) en amont du barrage, montrant que des aloses ont pu franchir l'ouvrage. La frayère décrite dans l'ancienne retenue bien qu'intéressante au point de vue de la granulométrie et de l'accélération du courant, n'a pas révélé d'observation de bull.

6.2.4.3 Sur l'Allier

Effort de prospection sur l'Allier en 2022

Sur l'Allier et sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose en 2022, 14 suivis ont été réalisés (6 nuits d'observations et 7 frayères suivies) (Figure 122). Parmi ces 7 frayères, certaines sont des zones potentielles de reproduction situées à proximité de frayères historiques. Pour optimiser les déplacements, plusieurs sites ont été suivis lors d'une même nuit. Malgré les 41 heures de suivi dont 24 heures et 10 minutes d'enregistrements, aucun bull d'aloses n'a été comptabilisé (Tableau 8).

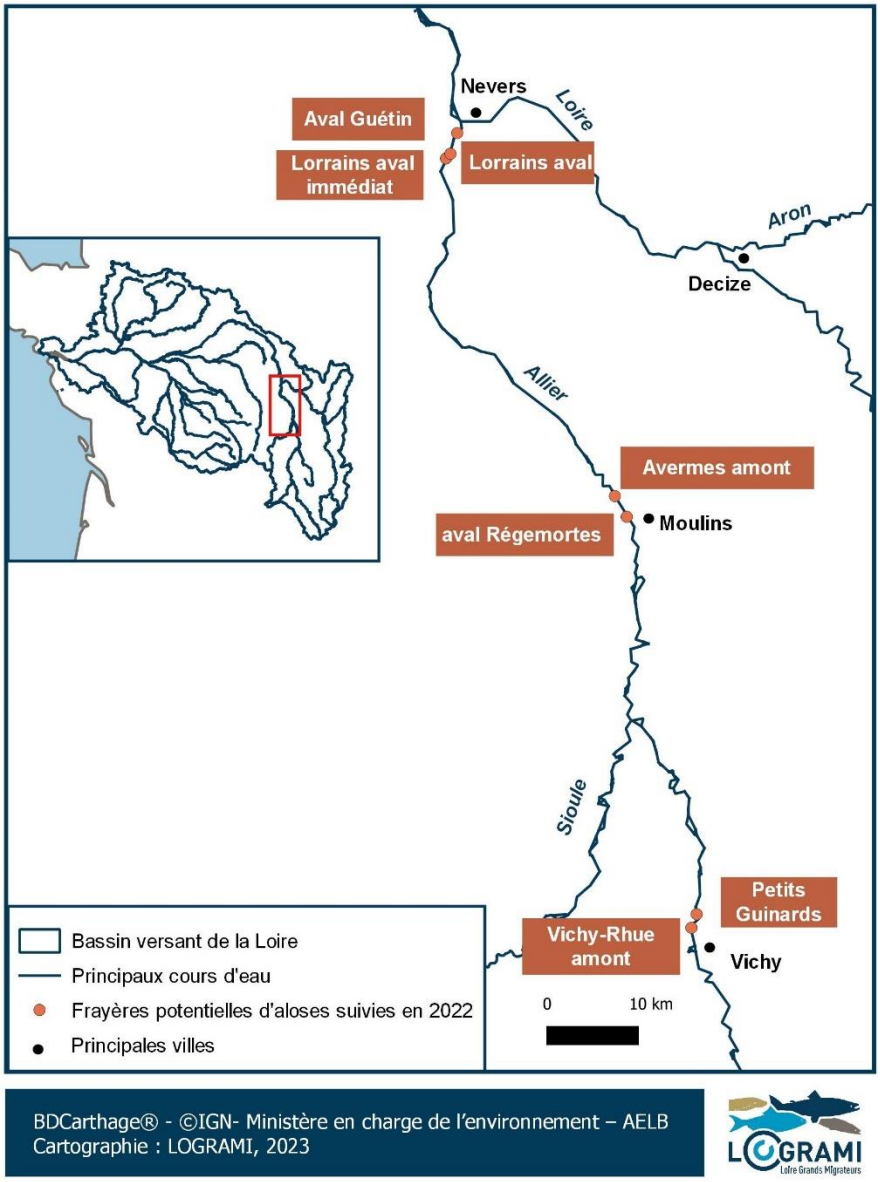


Figure 122 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur l'Allier

Tableau 8 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur l'axe Allier

	Temps d'observation (h)	Nombre total de « nuits » suivies	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nombre total de bulls	Nombre de bulls sur enregistrement
Aval Guétin	11:30	3	2	0	0
Aval Lorrains	7:15	2	0	0	0
Aval Lorrains immédiat	4:15	1	1	0	0
Avermes amont	7:50	3	1	0	0
Petits Guinards	2:15	1	0	0	0
Régemortes historique	8:50	3	2	0	0
Vichy-Rhue amont	2:45	1	1	0	0
Total	41:08	14	7	0	0

Suivi en aval de l'ouvrage des Lorrains et du Guétin

Bilan 2022

Deux 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 une frayère plus en aval au niveau de la commune d'Avermes (Figure 123). **Aucun bull n'a été entendu durant les 3 nuits d'écoute (09/05, 31/05 et 16/06).**

Comparaison interannuelle

L'effort de suivi sur ce secteur en 2022 est plus faible qu'en 2021 avec 6 nuits et seulement 14 « nuits/frayère » contre 27. Il reste toutefois conséquent comparé aux années antérieures. En effet, 19 « nuits/frayère » avaient été auparavant réalisées au total entre 2011 et 2020. Sur ces 19 suivis, seuls 8 avaient révélé de l'activité pour un maximum de bulls observés le 03/06/2020 sur la frayère « Aval Lorrains » (105 bulls) et sur la frayère « aval Guétin » (5 bulls). Pour les autres nuits actives suivies, le nombre de bulls observés est toujours resté très faible (entre 1 et 3 bulls). Toutefois, l'absence de bull confirme les tendances de ces dernières années. Le nombre de géniteurs continu à diminuer et les conditions environnementales ne sont pas favorables, avec des débits hivernaux et printaniers limitant fortement la migration des adultes. Excepté en 2020, les effectifs d'aloses observés sur l'Allier durant la période 2011-2022 sont très faibles voire nuls en 2022 comparativement aux effectifs comptabilisés avant cette période. La chute drastique des effectifs observés à la station de Vichy en 2009 ne permet pas d'avoir une donnée de référence en termes d'activité de reproduction pour les frayères potentielles proches de la confluence puisque le suivi a débuté en 2011.

Suivi en aval de Moulins

Bilan 2022

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 plus en aval au niveau de la commune d'Avermes (Figure 123). **Aucun bull n'a été entendu durant les 3 nuits d'écoute (09/05, 31/05 et 16/06).**

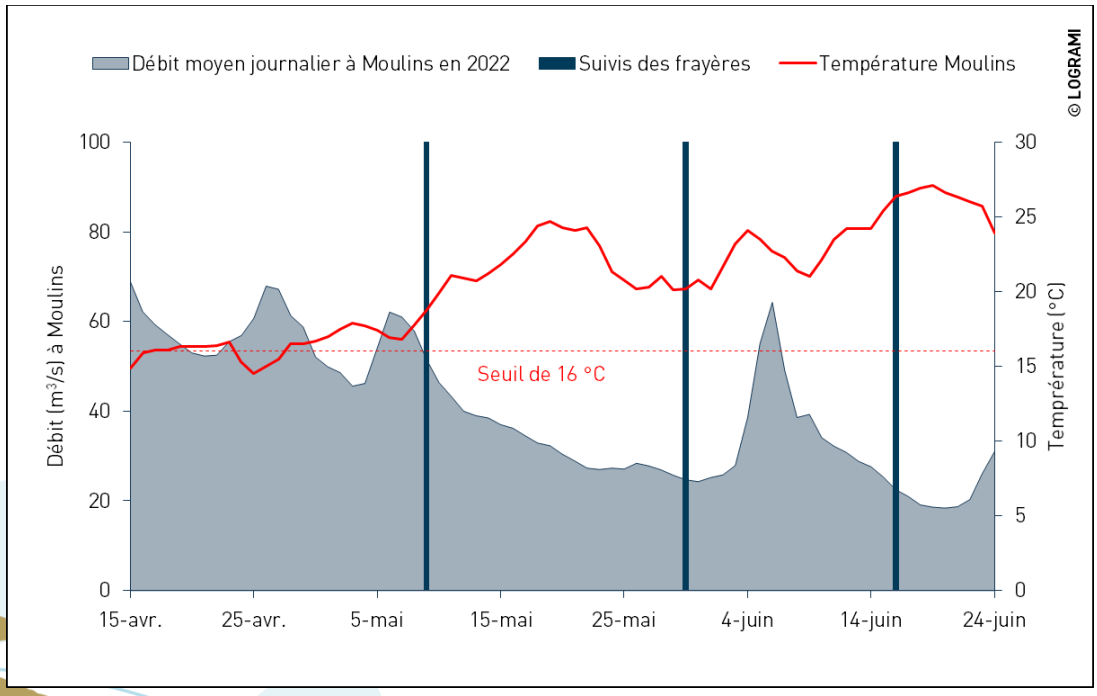


Figure 123 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur l'Allier dans le secteur « aval Moulins » en relation avec la température et les débits de l'Allier à Moulins (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Comparaison interannuelle

La frayère en aval du Pont de Régemortes est une frayère de référence entre le seuil des Lorrains et le barrage de Vichy. Le suivi a commencé en 2009. En 2009 et 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 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 pendant des créneaux horaires similaires (pose entre 19h et 22h et relève après 5h du matin). En 2015, les effectifs d'aloses à la station de comptage de Vichy sont les plus importants depuis 2011, avec 67 aloses. En seulement 2 nuits réalisées 15 et 200 bulls ont été comptabilisés. (Figure 124).

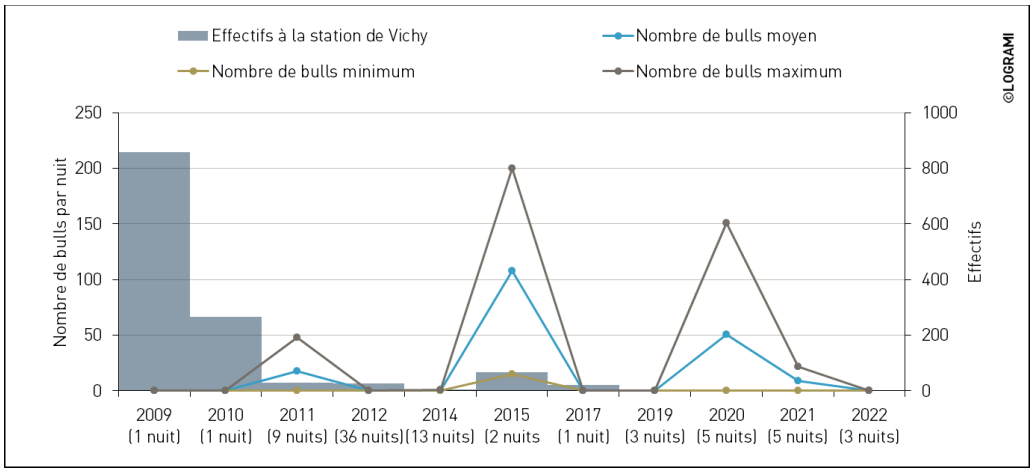


Figure 124 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère en aval du pont de Régemortes à Moulins sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy

En 2021, les deux zones avaient été faiblement actives. Le maximum de bulls avait été comptabilisé sur la frayère au niveau de la commune d'Avermes : **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 31/05 avec 21 bulls en 3h20 d'écoute.

Outre les mauvaises conditions hydrologiques en 2022, qui ne favorisent pas la remontée des aloses sur les parties amont du bassin, avec 0 bull entendu sur l'axe Allier, **la question des effectifs apparait prépondérante.** Ainsi l'inactivité de reproduction durant les suivis est à mettre en relation avec l'absence d'effectifs à la station de comptage de Vichy.

Suivi en aval de Vichy

Bilan 2022

Une nuit a été réalisée sur le secteur en aval de Vichy. L'absence d'aloses à la station de comptage ainsi que l'absence d'activité de reproduction sur les secteurs des Lorrains et de Moulins n'ont pas motivé un suivi sur le secteur le plus amont. Le 30 mai, un point d'écoute humain a été fait sur la frayère des Petits Guignards et un micro a été posé à celle de Vichy Rhue (Figure 125). Comme pour les autres secteurs de l'Allier, **aucun bull n'a été compté**.

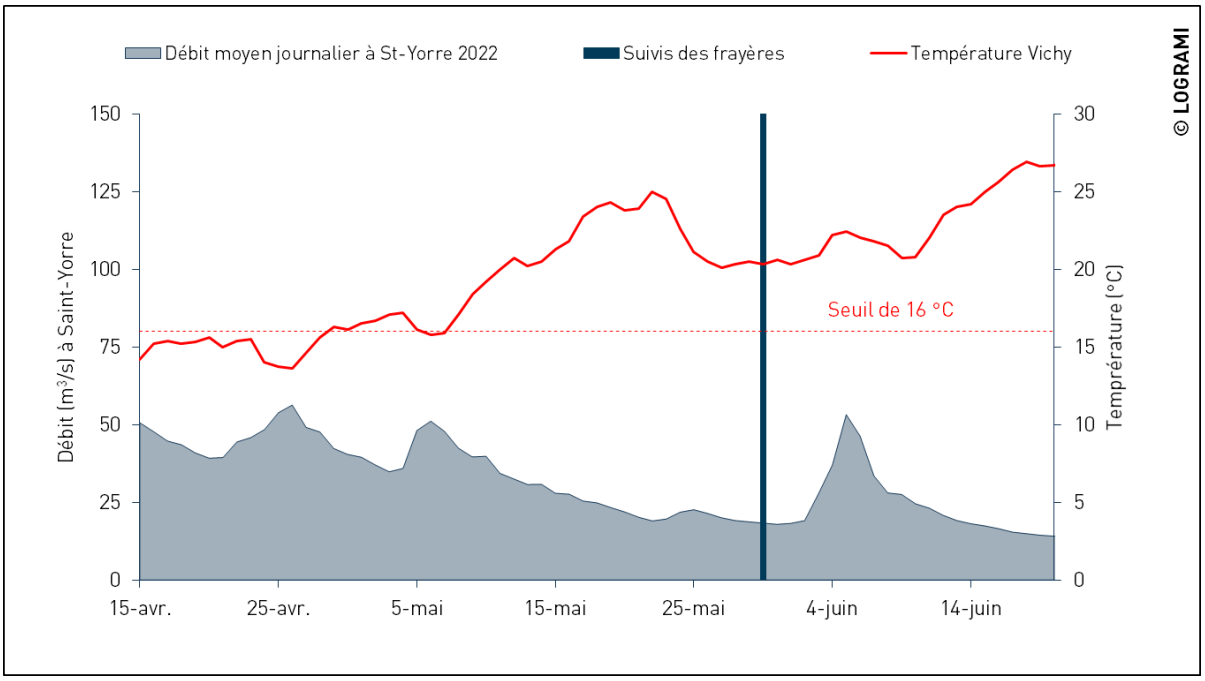


Figure 125 : Contextualisation de la nuit de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur l'Allier dans le secteur « aval Vichy » en relation avec la température à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 126). En moyenne, 17 ± 14 aloses ont été observées à la station de comptage. Le nombre de bulls moyen de 2 ± 3 est très faible malgré les nombreuses nuits d'écoutes (55 ± 18). Durant ces 4 années, la pose et la relève de micros ont été réalisés à des créneaux horaires similaires (pose entre 19h et 22h et relève après 5h du matin).

En 2012, 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.

En 2021 et 2022, 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.**

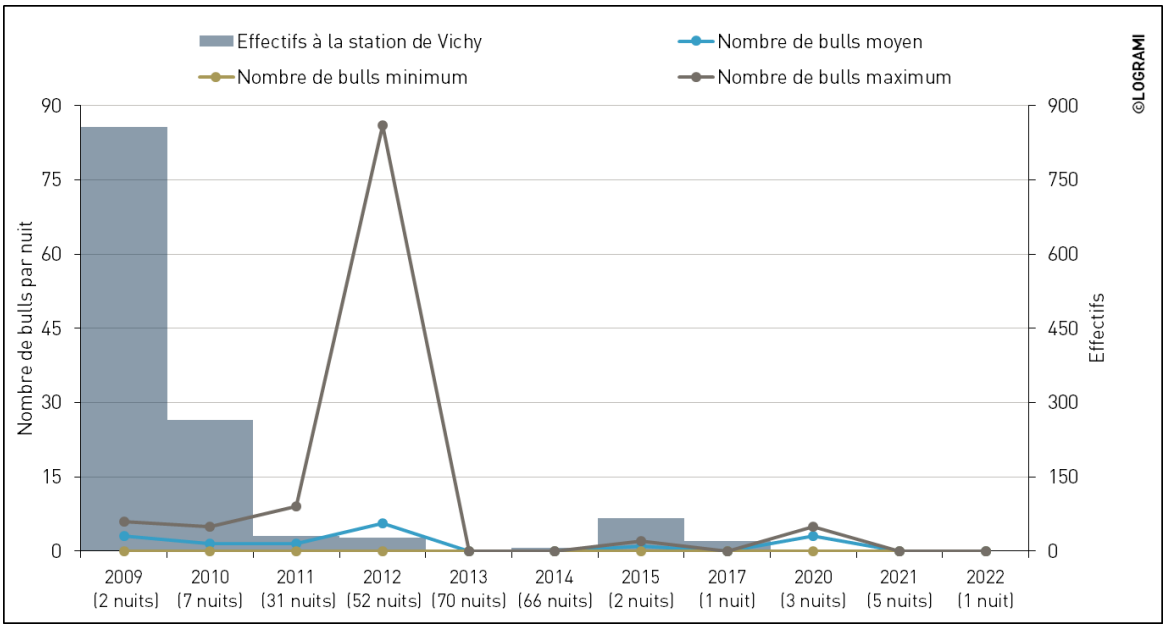


Figure 126 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère en aval de Vichy sur l'Allier mis en relation avec les effectifs d'aloses à la station de comptage de Vichy

6.2.4.4 Sur la Loire amont

Bilan 2022

Le suivi s'est étendu du 10/05 au 16/06, 5 nuits d'observations ont été réalisées et 8 points d'écoutes ont été suivis en aval de Decize : en aval du barrage de Decize et sur la commune d'Avril-sur-Loire (Figure 127).

Comme pour les autres secteurs, plusieurs sites ont été suivis lors d'une même nuit. Au total, 41 heures de suivi dont 23 heures d'enregistrement audionumérique (5 « nuits/frayère »), **aucun bull d'alose n'a été comptabilisé** (Tableau 9). Pour rappel, seulement 3 aloses ont été comptabilisées à la station de comptage de Decize.

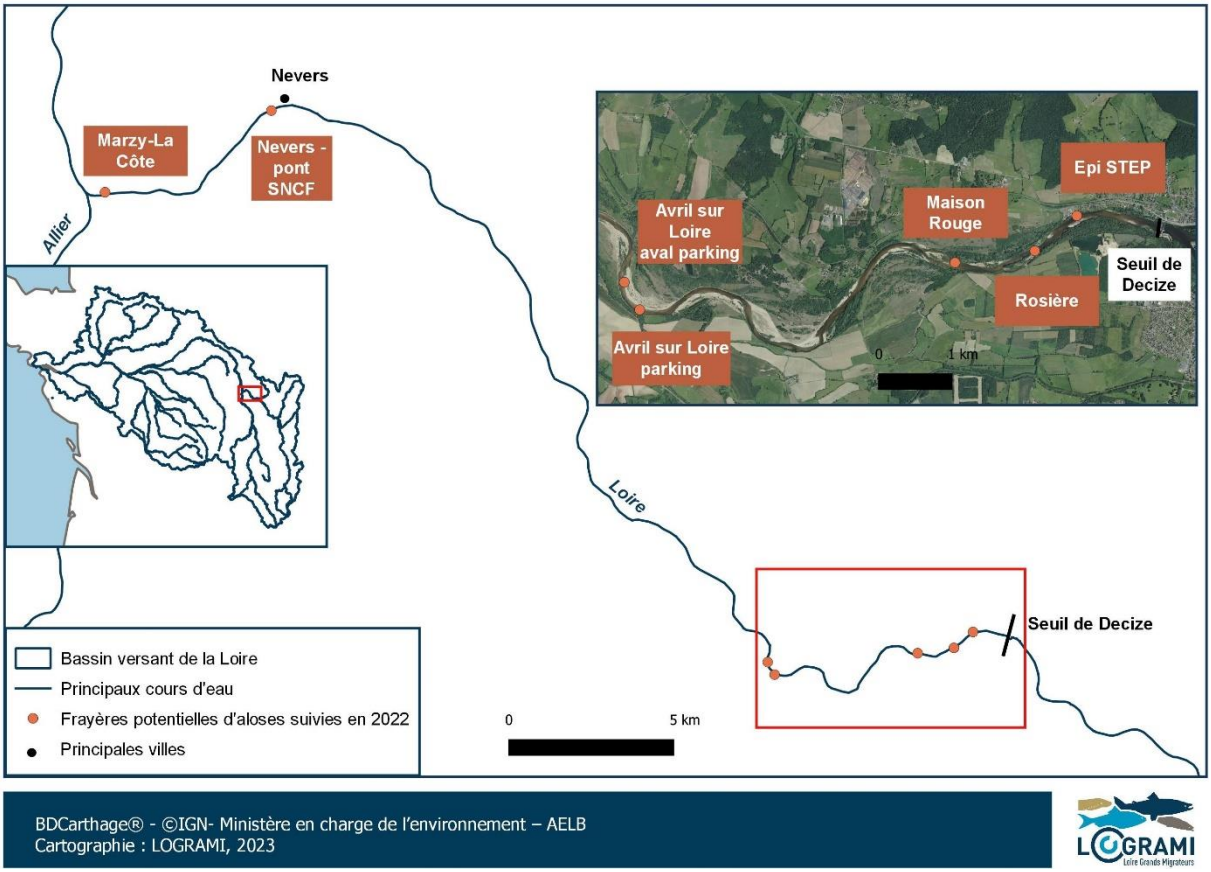


Figure 127 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur la Loire en aval de Decize

Tableau 9 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur la Loire amont

	Temps d'observation (h)	Nombre total de « nuits » suivies	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nombre total de bulls	Nombre de bulls sur enregistrement
Nevers- pont SNCF	05:15	1	0	0	0
Avril-sur-Loire aval parking	08:30	3	0	0	0
Avril-sur-Loire parking	11:55	3	3	0	0
Maison Rouge	04:45	2	0	0	0
Marzy – La Côte	02:53	1	1	0	0
Rosière	08 :30	3	3	0	0
Epi STEP	03:00	1	0	0	0
Total	41:48	13	7	0	0

En complément des effectifs très faibles à Decize, il apparaît important de souligner les très faibles débits de cette année (Figure 128). En avril à la station de Nevers, les débits étaient plus de deux fois inférieurs aux valeurs attendues et près de cinq fois inférieurs pour le mois de mai.

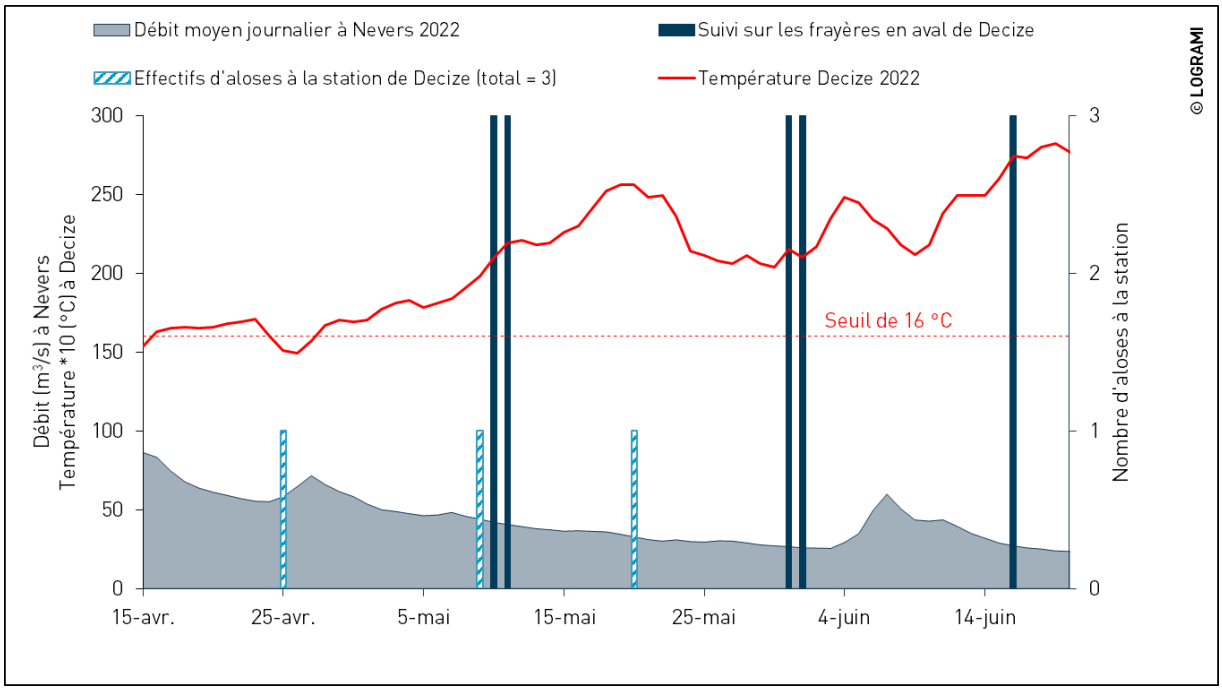


Figure 128 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur la Loire amont en relation avec la température à Decize et les débits de la Loire à Nevers (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

A noter, la présence d'un cadavre d'alose retrouvé en aval du Bec d'Allier sur la commune de Germiny-sur-Loire le 31 mai (Figure 129).



Figure 129 : Cadavre d'alose retrouvé le 31 mai 2022 sur la commune de Germiny-sur-Loire (Source : Félix Pointeau)

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 130). 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 (Boisneau et al., 1990). 72 343 bulls avaient été comptabilisés du 2 mai au 27 juillet 1988 sur cette même frayère, avec un suivi de 86 jours (ce qui rapporte à une moyenne de 841 bulls par nuit). Aucun bull n'a été entendu lors des nuits de suivi réalisées en 2021 et en 2022.

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 était également faible malgré les nombreuses nuits d'écoutes (9 ± 18 en 2013 et 0,03 ± 0,28 en 2014).

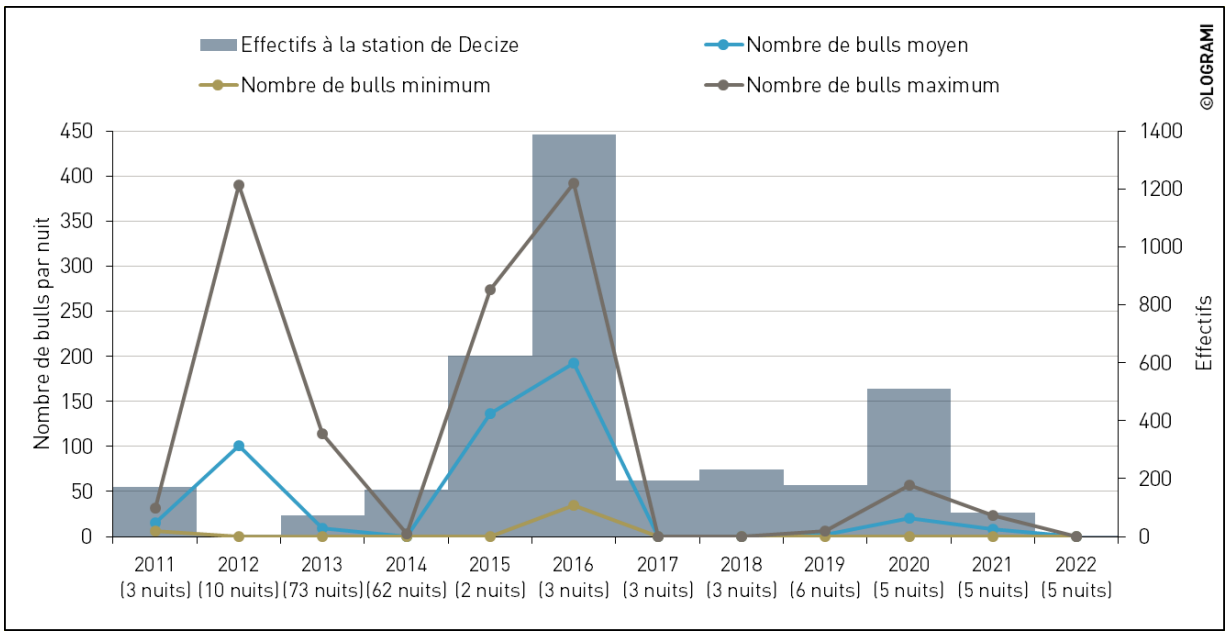


Figure 130 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'Avril-sur-Loire sur la Loire mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Decize

6.2.4.5 Suivi la Loire moyenne

Le secteur de la Loire moyenne s'étale depuis le bec d'Allier jusqu'à la confluence de la Vienne. Comme en 2021, les suivis ont été axés principalement en aval des seuils des trois centrales nucléaires de Belleville sur Loire, Dampierre en Burly et Saint-Laurent-des-Eaux considérant que si le passage de ces derniers était plus difficile, la probabilité d'observer des bulls au niveau des premières frayères à l'aval des ouvrages serait accrue par effet de concentration des aloses. Ainsi, 38 frayères potentielles ont été suivies dont 2 nécessitant à minima 2 points d'écoute (« Ousson-sur-Loire » et « Camping de l'amitié ») (Figure 131).

86 écoutes (« nuits » suivies) réparties sur 15 nuits entières ont été réalisées entre le 09/05/2022 et le 15/06/2022 (période de 38 jours), soit un taux d'échantillonnage calendaire sur cette période de 39,5 %. Sur l'amplitude totale de 38 jours sur laquelle s'est étendu le suivi, 4 périodes de 3 à 4 jours consécutifs et une nuit « isolée » ont été suivies (09/05 au 12/05, 14/05, 17/05 au 20/05, 31/05 au 02/06 et 13/06 au 15/06).

L'ensemble de ces 86 écoutes totalisent 349 heures et 19 minutes dont 126 heures et 40 minutes en écoute humaine directe (36,3 %) et 222 heures et 39 minutes en enregistrement audionumérique (63,7 %). Le temps moyen d'écoute est de 4 heures et 03 minutes par frayère et par nuit ± 1 heure 28 minutes.

La détermination d'un taux de réception du dispositif d'enregistrement audionumérique a pu être réalisée pour 8 « nuits actives » sur 4 frayères potentielles (5 points d'écoutes) ayant pu faire l'objet

d'un double comptage (humain et audionumérique) (34 heures et 55 minutes). Ainsi l'échantillonnage efficace par enregistrement audionumérique ne représente réellement que 187 heures et 44 minutes, ce qui porte à 314 heures et 24 minutes la durée d'écoute totale. L'utilisation de matériel de captation sonore numérique a donc permis de quasiment tripler le déploiement des échantillonnages.

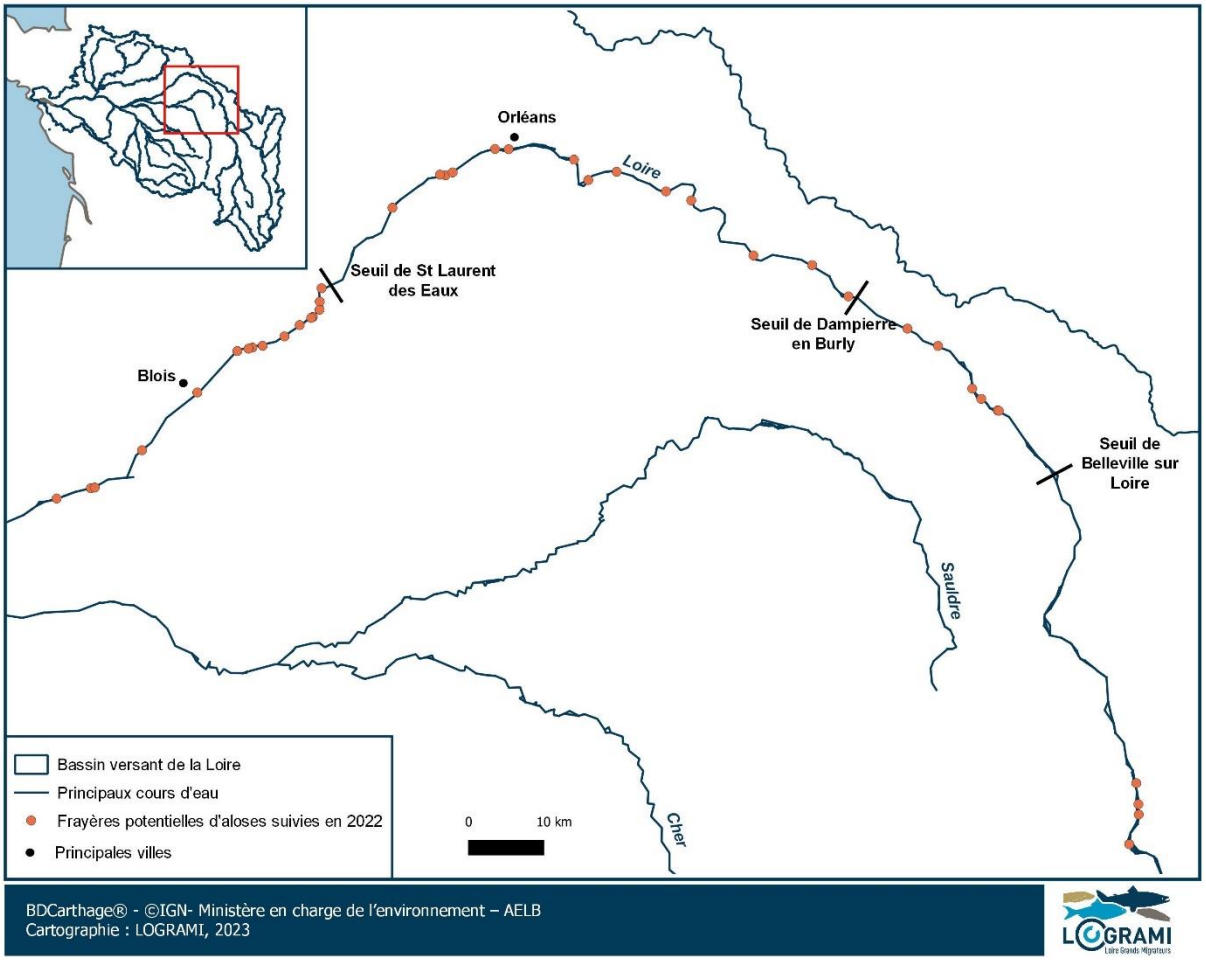


Figure 131 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur la Loire moyenne

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 12°C et le débit inférieur à 2,54 fois le module, valeurs seuils de référence sur le bassin de la Loire (Dolais, 2021). La première sortie nocturne a toutefois été réalisée 26 jours après le dépassement des 16°C (14/04/2022), valeur seuil considérée comme « stimuli de déclenchement » de la reproduction des aloses (Dolais, 2021) (Figure 132 et Figure 133). L'ensemble du suivi a été réalisé dans des conditions hydrologiques restreintes.

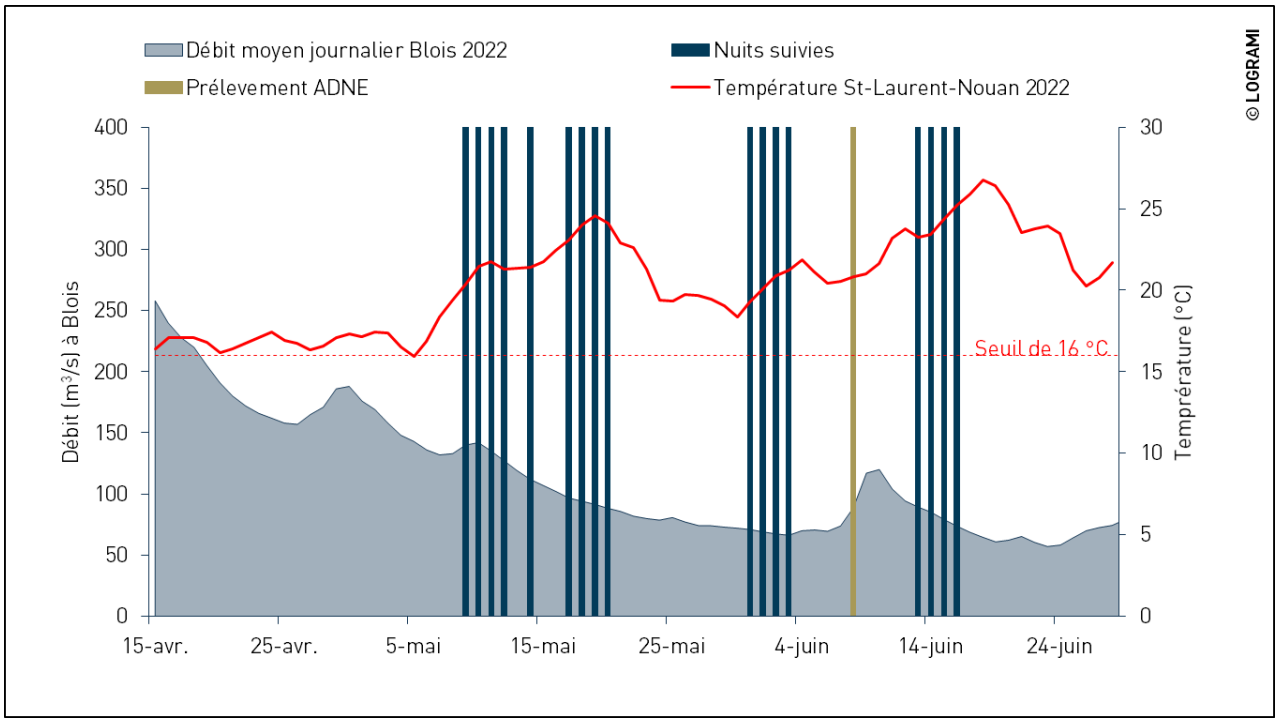


Figure 132 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur la Loire moyenne en relation avec la température à Saint-Laurent-Nouan et les débits de la Loire à Blois (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

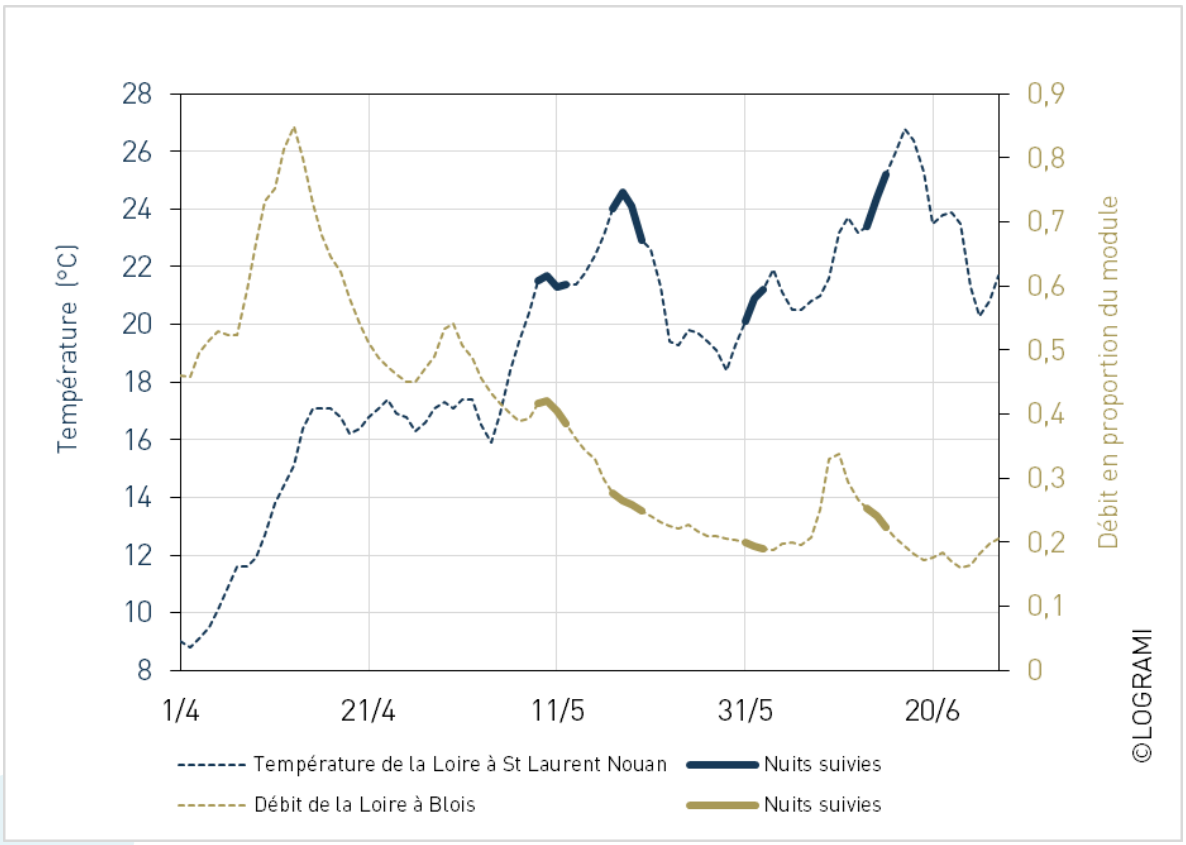


Figure 133 : Représentation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur la Loire moyenne selon la température de l'eau et les débits (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Seules 6 frayères ont été actives sur les 38 frayères suivies (Tableau 10 et Figure 134). Les nuits suivies ont permis de comptabiliser 913 bulls dont 261 détectés grâce aux enregistrements audionumériques. L'activité de reproduction a été constatée dès la première nuit suivie (09/05) et jusqu'à la dernière (15/06).

Tableau 10 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2022

		Temps d'observation (h)		Nombre total de « nuits » suivies		Nombre de « nuits » d'enregistrement		Nombre total de bulls		Nombre de bulls sur enregistrement	
Cour sur Loire		4:14		1		1		1		1	
Le Cul de Four - Montlivault		20:15		4		3		38		22	
Saint-Dyé sur Loire aval		15:31		3		2		35			
Muides sur Loire		27:16		6		2		340		68	
Camping de l'amitié	Camping de l'amitié	81:07	50:30	14	8	9	6	492	281	168	163
	Camping de l'amitié amont		30:37		6		3		211		5
Rivotte		18:43		4		2		7		2	
Total		**167:06**		**32**		**19**		**913**		**261**	

La détermination de taux de réception moyens des dispositifs d'enregistrement audionumérique a pu être réalisée pour 5 points d'écoutes sur 4 frayères potentielles (Tableau 11). Ces taux sont compris entre 20 % et 49,25 %, valeurs proches de celles constatées lors de précédents suivis menés sur le bassin de la Loire.

Tableau 11 : Détail des calculs de taux de réception 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 2022

	Nombre de bulls en enregistrement	Nombre de bulls en écoute directe	Taux de réception	Taux moyen retenu
Le Cul de Four - Montlivault	6	16	37,5 %	37,5 %
Saint-Dyé sur Loire aval	13	35	37,1 %	37,1 %
Muides sur Loire	52	141	36,9 %	39,8 ± 5,5%
	24	52	46,1 %	
	4	4	36,4 %	
Camping de l'amitié	63	105	60 %	49,25 ± 15,2 %
	5	13	38,5 %	
Camping de l'amitié amont	5	1	20 %	20 %

Même si certains n'ont été définis qu'à partir d'une seule nuit et pour des effectifs restreints, 4 de ces taux ont été utilisés pour ajuster l'estimation du nombre de bulls perçus lors des dépouillements des fichiers audionumériques lors des nuits actives suivies par ce type de dispositif. Sur la frayère « St Dyé aval », malgré la réalisation d'un double comptage de calibration et la définition d'un taux de réception pour une nuit, aucune des 2 autres nuits suivies par enregistrement seul n'a permis de révéler d'activité de reproduction.

Cas particulier de la frayère « Camping de l'amitié » sur la commune de Saint-Laurent-Nouan :

Après 2 nuits actives constatées sur un même et unique point d'écoute (Camping de l'amitié), les 09/5/2022 et 10/05/2022, 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 (Camping de l'amitié amont ; environ 200 m en amont).

Grâce à 4 nuits actives communes aux 2 points d'écoutes réparties sur l'ensemble de la période active et à la détermination de leur part respective moyenne, il a été possible d'estimer l'activité de l'un ou l'autre pour 4 nuits non communes (suivies sur l'un des points d'écoute mais pas sur l'autre). L'activité saisonnière de la frayère « Camping de l'amitié » a donc pu être estimée par addition des nombres de bulls estimés sur les deux points d'écoute et l'ensemble des nuits actives suivies (9 nuits).

Tableau 12 : Répartition de l'activité de reproduction des aloses sur les 2 points d'écoute de la frayère « Camping de l'amitié » sur la Loire lors de 4 nuits communes en 2022

	Nombre de bulls entendus ou estimés		
	Camping de l'amitié	Camping de l'amitié amont	Ratio amont/aval
18/05	114	109	95,6 %
31/05	22	15	68,2 %
01/06	6	10	166,7 %
15/06	13	5	38,5 %
Moyenne			**92,25 ± 54,8%**

Le nombre total de bulls détectés durant la campagne de suivi 2022 sur ces 6 frayères de ce secteur de Loire moyenne a donc été ajusté à **1 608 bulls** pour 22 « nuits/frayère » actives (Tableau 13). Le niveau de reproduction moyen sur une frayère active de ce secteur est donc de l'ordre de **71,1 bulls ± 44,8 par frayère et par nuit active**.

Tableau 13 : Bilan de l'estimation de l'activité de reproduction des aloses sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2022

		Nombre total de bulls		Nombre de bulls sur enregistrement		Nombre total de bulls ajusté		Nombre total de « nuits » actives		Nombre de bulls/nuit active
Cour sur Loire		1		1		1		1		1
Le Cul de Four - Montlivault		38		22		74		3		24,7
Saint-Dyé sur Loire aval		35				35		1		35
Muides sur Loire		340		68		443		6		73,8
Camping de l'amitié	Camping de l'amitié	492	281	168	163	1048	549	9	9	116,4
	Camping de l'amitié amont		211		5		499		8	
Rivotte		7		2		7		2		3,5
Total		**913**		**261**		**1608**		**22**		**254,4 Moyenne : 71,1**

Hormis la frayère de Rivotte qui est située en aval quasi immédiat du seuil de la centrale nucléaire de Dampierre en Burly et qui a présenté une très faible activité, toutes les frayères constatées comme

actives en 2022 sur la Loire moyenne sont situées dans un secteur compris entre 5 et 16,3 km en aval du seuil de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-Nouan (Figure 134).

Une décroissance du niveau d'activité de reproduction des aloses selon **le gradient amont-aval peut être mise en évidence sur ce secteur** : plus la distance au seuil de la centrale nucléaire de St Laurent augmente vers l'aval moins l'activité de reproduction est abondante. En effet, la frayère la plus active a été la frayère du « Camping de l'amitié » avec 116,4 bulls/nuit active et distante de l'ouvrage de 5 km et celle la moins active avec 1 bull/nuit active, « Cour sur Loire », est située à 16 km de l'ouvrage. Au-delà de cette distance, aucune des 5 frayères potentielles suivies n'ont présenté d'activité de reproduction d'aloses (entre 24 et 49,3 km en aval du seuil).

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 hydroclimatiques extrêmement « chaudes et sèches » du printemps 2022 donc peu favorables à la migration lointaine vers l'amont et notamment au franchissement d'ouvrage, **les géniteurs d'aloses se soient en majeure partie retrouvés bloqués à maturité sexuelle atteinte dès début mai (et probablement mi-avril) en aval du seuil de Saint Laurent des Eaux**.

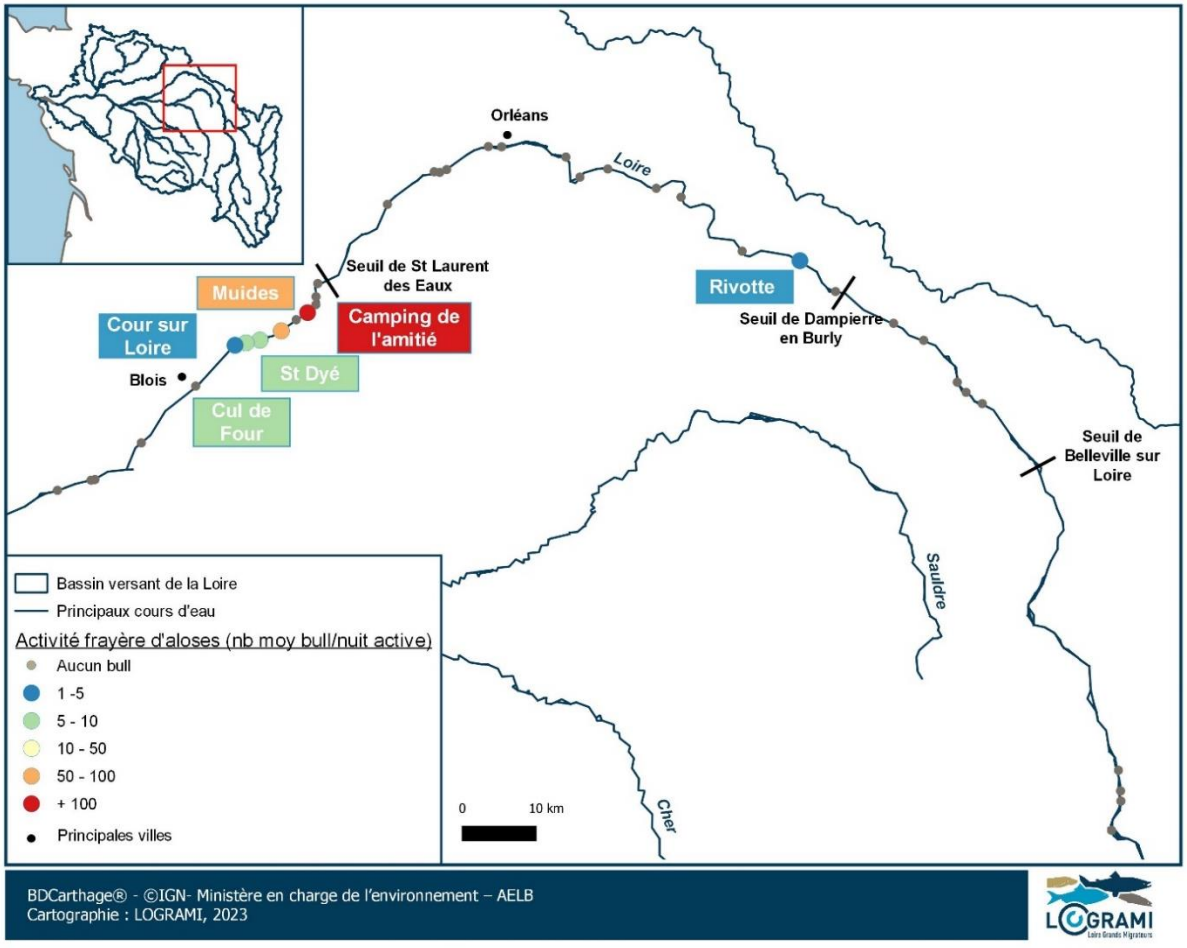


Figure 134 : Activité moyenne de reproduction des frayères d'aloses suivies en Loire moyenne en 2022

La mise en place de cette campagne de suivi s'est imposée suite au constat de raréfaction des effectifs aux stations de comptage sur la Loire amont et l'axe Allier ainsi qu'une nette baisse d'activité de reproduction sur des frayères historiquement fréquentées chaque année par les aloses. Ainsi ces prospections avaient pour but de voir si la reproduction des aloses ne s'était pas reportée en aval.

6.2.4.6 Bilan inter-secteurs

Résultats 2022

Afin de comparer le niveau d'activité de reproduction entre les différents secteurs suivis sur le bassin de la Loire en 2022, **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 de la semaine 18 à 24. Seule la semaine 20 montre une activité commune sur les sites actifs (Vienne, Creuse et Loire moyenne) (Tableau 14). Géographiquement proches de l'estuaire, le secteur actif de la Vienne et ceux de la Creuse et de la Loire moyenne en aval de Saint-Laurent-des-Eaux ont montré une activité commune sur toutes les semaines communes de suivi. Aucun activité n'est à noter sur l'Allier et la Loire amont.

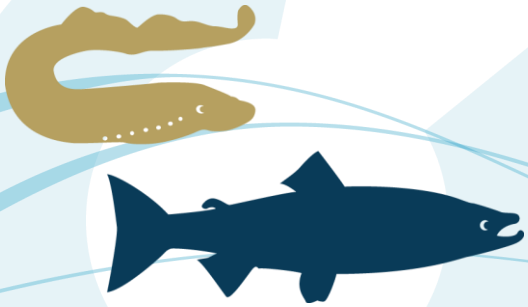
L'intérêt de suivre simultanément la Loire moyenne, la Loire amont, la Vienne, la Creuse et l'Allier est de mieux se rendre compte de l'ampleur de l'activité de reproduction dans des conditions quasiment identiques.

Le suivi sur la Loire moyenne n'a pu débuter que la semaine 19, il n'est pas exclu comme pour les secteurs de la Vienne/Creuse, les aloses aient été actives plus tôt dans la saison. Le début de reproduction sur ce secteur ne peut pas être donné pour l'année 2022.

Tableau 14 : Bilan spatio-temporel de l'activité de reproduction des aloses sur les différents secteurs du bassin de la Loire suivis en 2022

	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21	S 22	S 23	S 24	S 25
Vienne	/	Actif	Actif	Actif	/	Actif	/	Actif	/
Creuse	/	/	Actif	Actif	Actif	Actif	/	Actif	/
Loire Moyenne aval St Laurent des Eaux	/	/	Actif	Actif	/	Actif	/	Actif	/
Loire Moyenne aval Orléans	/	/	/	Inactif	/	Inactif	/	/	/
Loire Moyenne aval Dampierre	/	/	/	Actif	/	Inactif	/	/	/
Loire Moyenne aval Belleville	/	/	/	Inactif	/	Inactif	/	/	/
Loire Moyenne aval Bec d'Allier	/	/	Inactif	/	/	Inactif	/	/	/
Loire Amont	/	/	Inactif	/	/	Inactif	/	Inactif	/
Allier aval Lorrains	/	/	Inactif	/	/	Inactif	/	Inactif	/
Allier aval Moulins	/	/	Inactif	/	/	Inactif	/	Inactif	/
Allier aval Vichy	/	/	/	/	/	Inactif	/	/	/

Au final, sur les frayères actives du bassin de la Loire suivies en 2022, la Loire moyenne montre une activité plus importante avec 254 bulls/nuit (nombre moyen de bulls sur les nuits actives) pour 6 frayères actives sur les 38 suivies. L'activité de reproduction sur la Vienne et la Creuse a été moindre avec 17 bulls/nuit pour la Vienne et 20 bulls/nuit pour la Creuse (Figure 135).



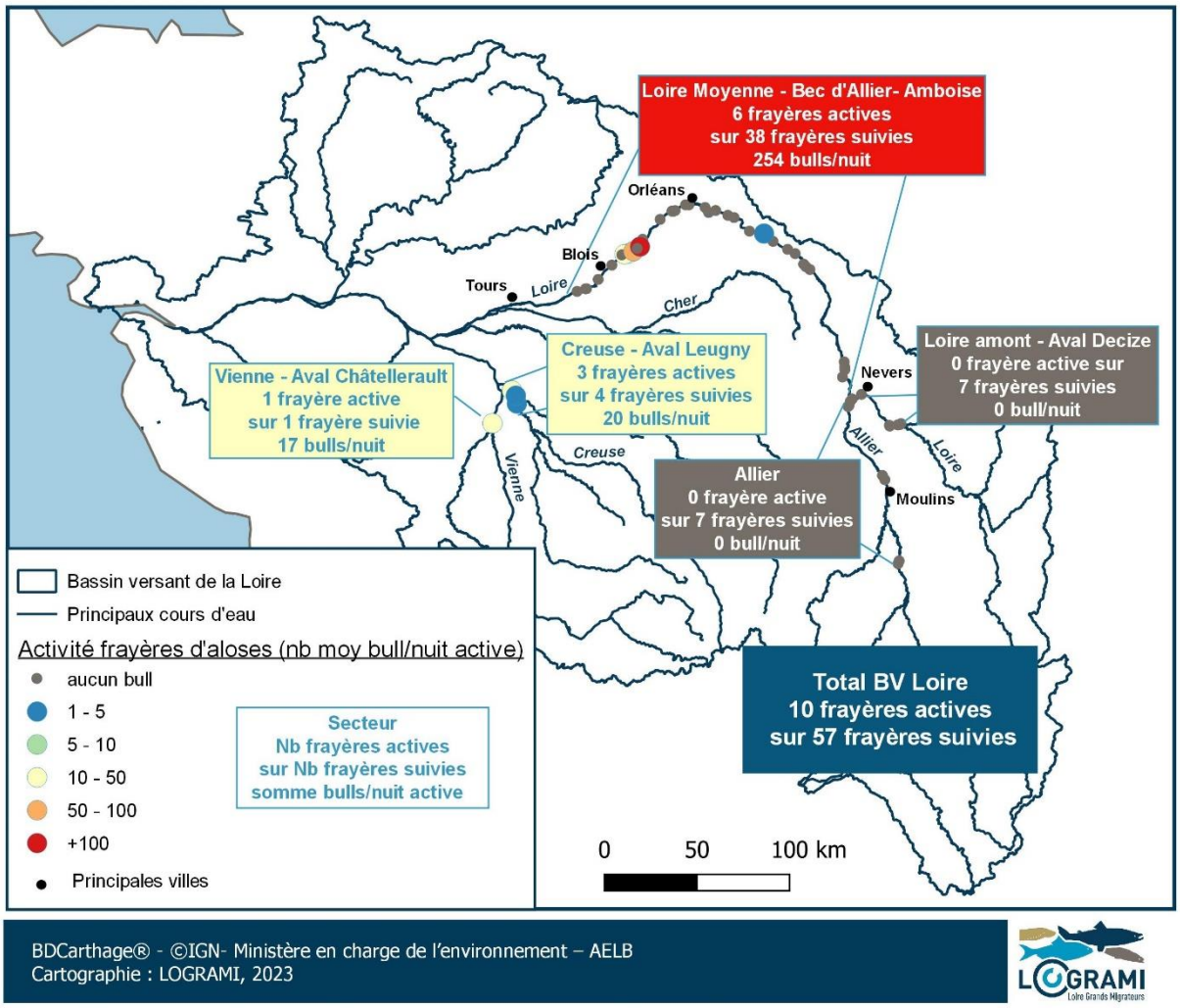


Figure 135 : Bilan de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les différents secteurs du bassin de la Loire en 2022

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 en 2012-2013-2014 et la frayère de Châtellerault sur la Vienne en 2014 et 2015 où une saison complète a été suivie). En pratique, il s'agit de la fin du mois de mai à mi-juin. L'analyse du nombre de bulls par heure pour un site donné présente de façon générale les tendances d'activité d'une année ainsi que les bassins les plus utilisés pour la fraie. Les suivis ont commencé dès 2001 notamment sur l'axe Vienne, la Figure 136 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 35 bulls/heures ± 47.

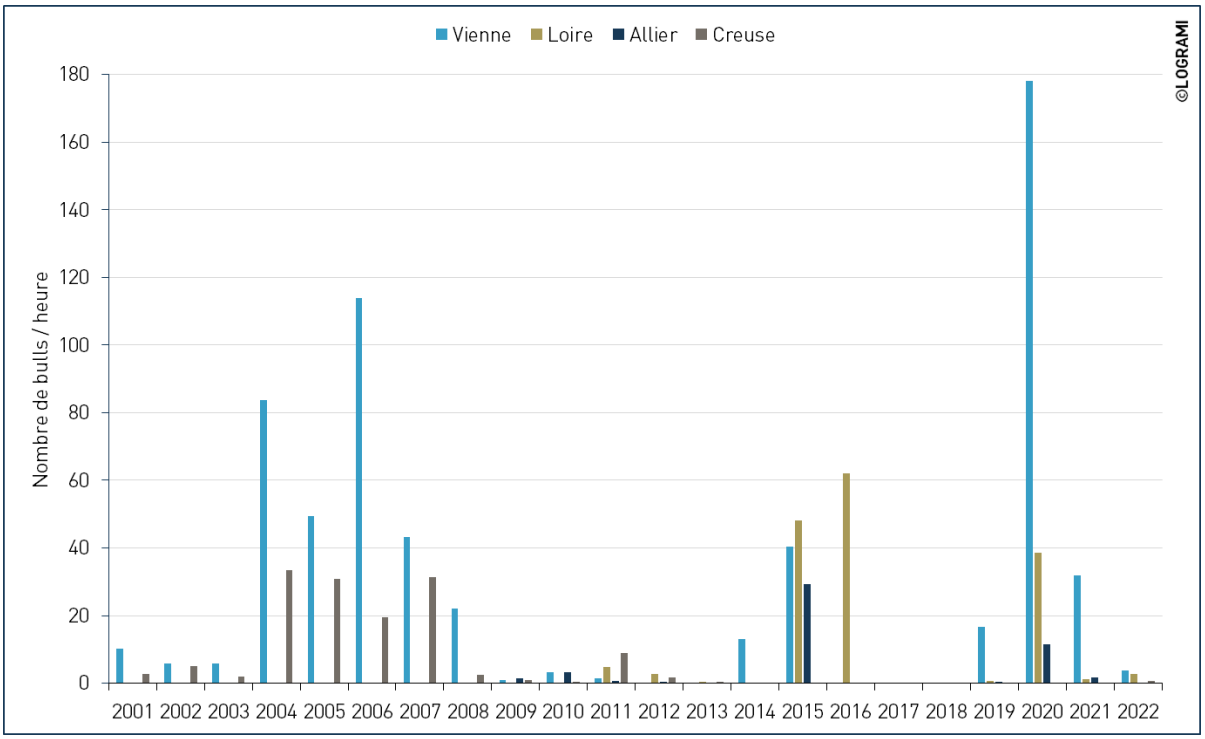


Figure 136 : Nombre de bulls d'aloses par heure et par axe sur le bassin de la Loire de 2001à 2022

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 la Vienne et la Creuse contre seulement deux pour la Loire et l'Allier.

Globalement, l'année 2022 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 2022 est significative puisque, dans un cas, la remontée des aloses a été facilitée par une hydrologie favorable ainsi qu'un arrêt de la pêcherie en 2020 alors qu'en 2022 les conditions de débit étaient très 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 et 158 en 2022 ou de Decize sur la Loire où après 510 aloses en 2020 seulement 3 sont remontées en 2022.** En référence aux données historiques (avant 2009), pour que l'année 2022 puisse être considérée comme une bonne année pour la reproduction de l'alose, il faudrait que le nombre de bulls par heure soit au moins de 42 ± 39 bulls (moyenne avant 2009).

Pour les axes 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 (Boisneau et al., 1990) permet d'estimer le nombre de bulls théorique réalisé durant une saison complète (34 nuits en l'occurrence) pour la frayère située en aval de Decize.

Afin de mieux appréhender le biais que peut engendrer l'échantillonnage dans les données d'analyse, les Figure 137 et Figure 138 présentent le nombre de sites suivis par an ainsi que le nombre de nuits de suivi par saison. Une forte intensité de prospection surtout durant la première décennie et les années de suivi 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 137). Puis, dès 2009, les observations ont débuté sur la Loire amont et l'Allier, en premier

lieu par des écoutes directes, puis, dès 2011, sur l'Allier avec l'installation de micros et le suivi de la reproduction par écoute d'enregistrement.

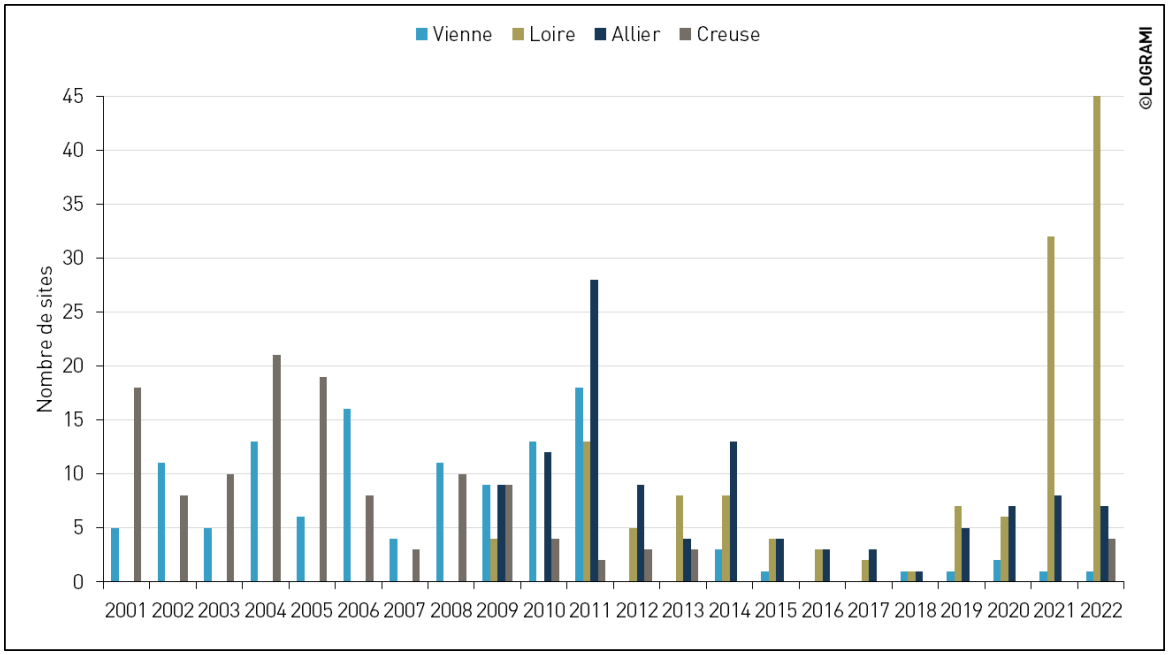


Figure 137 : Évolution interannuelle du nombre de sites de reproduction de l'alose suivis par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2022

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 138). En 2021 et 2022, les données de la Loire regroupent la partie amont et moyenne, ce qui explique la hausse du nombre de sites prospectés avec le suivi de frayères potentielles nouvellement identifiées et l'augmentation du nombre de nuits nécessaires pour réaliser l'ensemble des suivis.

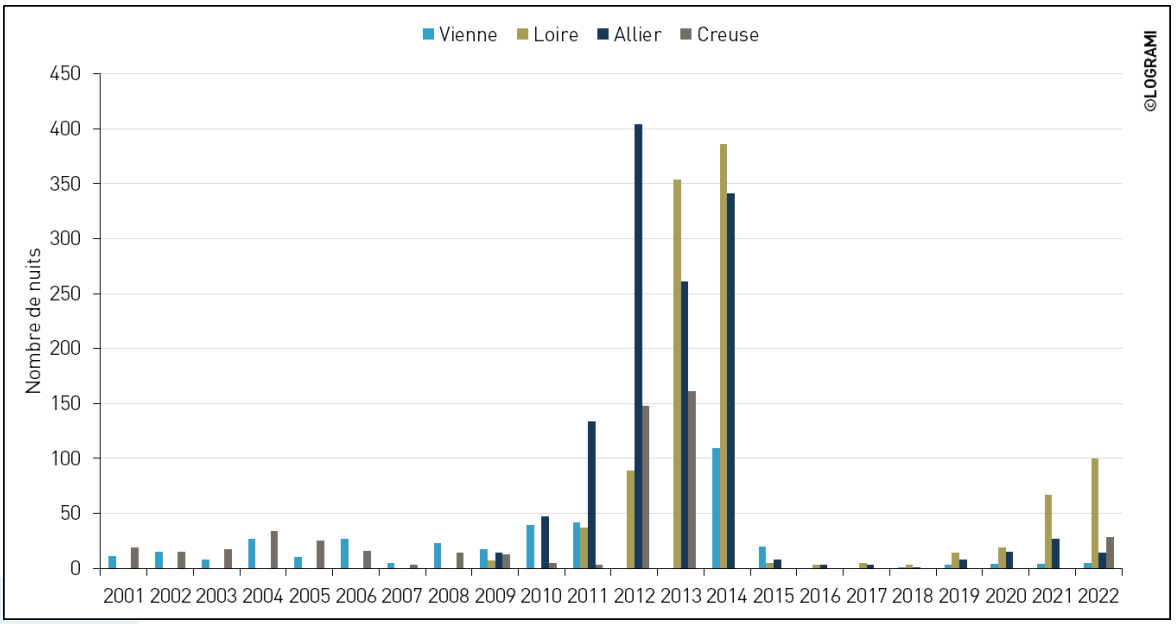


Figure 138 : Évolution interannuelle du nombre de nuits suivies pour la reproduction de l'alose par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2022

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.**

Il serait intéressant de suivre la reproduction des aloses en poursuivant les investigations en Loire moyenne pour confirmer ce que l'année 2021 et 2022 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.**

6.2.5. Reproduction de l'alose et perturbations liées aux silures

En 2022, le nombre de bulls interrompus par la prédation par les silures est de 22 sur 1 248 bulls entendus soit 3 %. Ce pourcentage est faible mais il est très probablement sous-estimé. En effet, d'après l'étude réalisée en 2020 par ECOLAB, le laboratoire d'écologie fonctionnelle et environnement, 12 % des 1 074 bulls entendus lors de leur campagne de suivi de reproduction ont été perturbés par des silures en se basant sur une simple écoute directe (Boulêtreau et al., 2021). L'étude montrait jusqu'à 37% de perturbation en se basant cette fois sur le système de caméra infrarouge qui survolait les frayères lors de ces mêmes nuits de suivi, soit le triple par rapport aux écoutes directes. Une seule campagne de suivi a été réalisée avec ces deux méthodes d'estimation de la perturbation que génèrent les silures durant la reproduction des aloses. Lors de cette même étude, en cumulant les données de 2021 et 2022, sur 53 nuits actives et de présence humaine, 23 nuits auraient été dérangées (43 %).

Sur le bassin de la Loire, en moyenne, en 2021 et 2022, 3 % des bulls sont considérés comme dérangés (prédatés ?) par le silure (Figure 139).

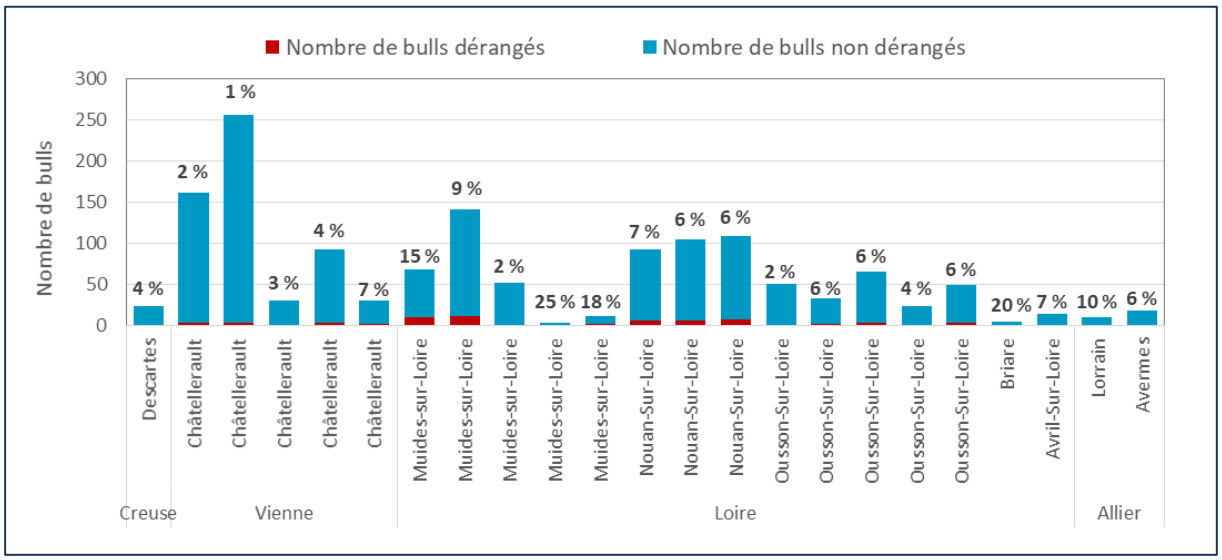


Figure 139 : Nombre de bulls dérangés par le silure sur les différentes frayères actives suivies en 2021 et 2022 sur le bassin de la Loire

6.3. Le front de colonisation

6.3.1. 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.

6.3.1.1 Choix des sites échantillonnés

Pour cette première 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.** L'inventaire par recherche ADNe a été utilisé en complément des observations aux stations de comptage. Ainsi, avec 3 aloses à la station de Decize sur la partie amont de la Loire, aucun point n'a été réalisé plus haut considérant le front de colonisation à Decize. En revanche, avec aucun individu compté à Vichy sur l'axe Allier, un point de prélèvement a été réalisé à la frayère des Guétins située peu après la confluence Loire-Allier afin de savoir si des aloses s'étaient engagées sur 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 constitue, malgré son échancrure, un obstacle en fonction des débits. C'est pourquoi un point de prélèvement a été réalisé en aval (station de Leugny) et en amont (station de Lésigny). 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.

D'autre part, plusieurs points ont eu d'autres objectifs comme le prélèvement réalisé en aval de la frayère de Châtellerault où la filtration s'est faite en statique pour voir si cette méthode était suffisamment intégratrive de toutes les espèces présentes. En effet, la littérature recommande en grand milieu, d'échantillonner d'une berge à l'autre à l'aide d'une embarcation afin d'être le plus représentatif possible (protocole Spygen). Sachant que l'alose était présente sur ce site grâce aux nuits de suivi et une reproduction avérée (30 bulls entendus le 17/05), il s'agissait de tester la détection de la présence de l'alose en statique. Les points de Rivotte et Ousson-sur-Loire ont subi la même méthode

de filtration statique dans un cours d'eau très large pour attester de la présence de l'alose dans un secteur où la reproduction n'avait pas pu être constatée lors des suivis de nuit en 2022.

Au total, 12 sites ont été échantillonnés par la méthode de recherche ADNe en 2022 (Figure 140).

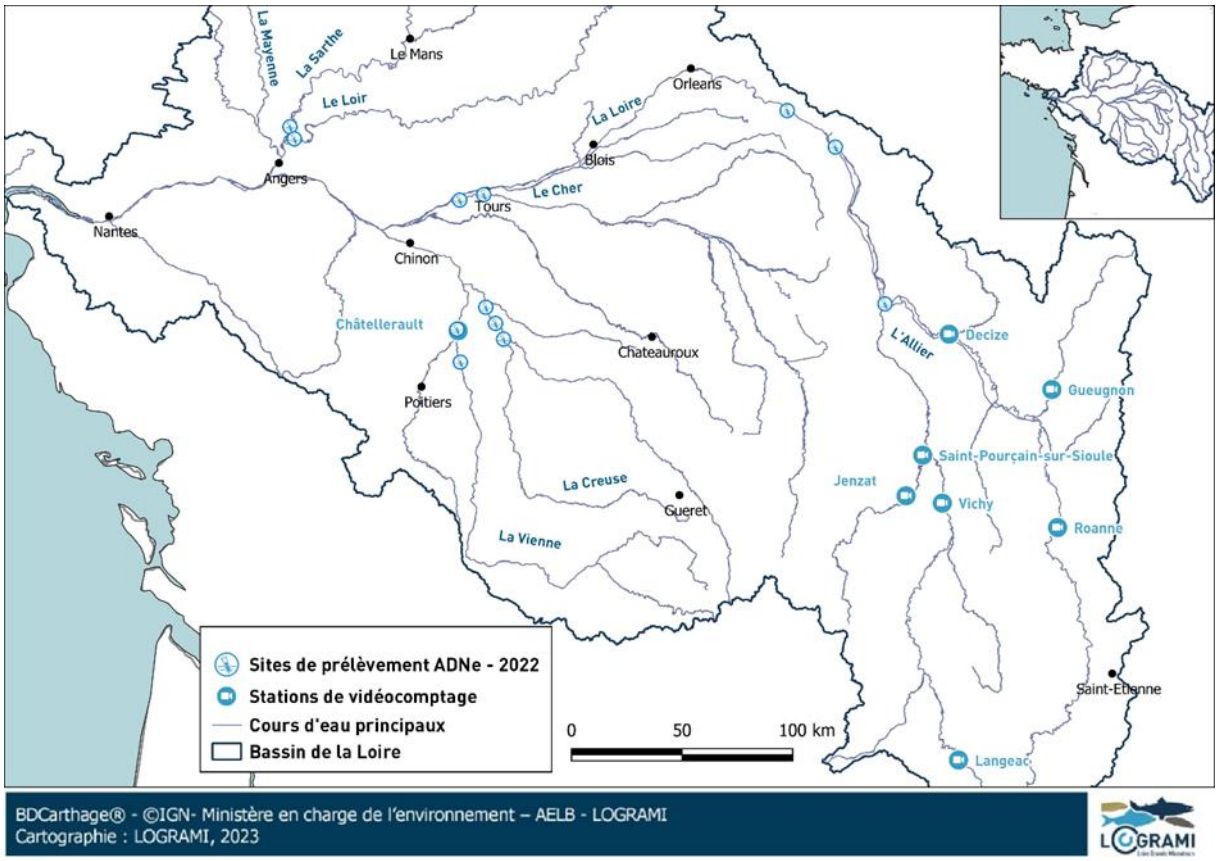


Figure 140 : Sites de prélèvement ADNe en 2022 sur les cours d'eau du bassin de la Loire (n=12)

6.3.1.2 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 durant 5 jours du 31/05 au 08/06 (Tableau 15).

Tableau 15 : Stations échantillonnées sur les cours d'eau du bassin de la Loire par la méthode de recherche ADNe en 2022

Cours d'eau	Nom du site	Date d'échantillonnage
Cher	Savonnières	31/05/2022
Cher	Pont St Sauveur	31/05/2022
Vienne	Bonneuil Matours	01/06/2022
Vienne	Châtellerault	01/06/2022
Creuse	Leugny	02/06/2022
Creuse	Lésigny	02/06/2022
Creuse	La Roche Posay	02/06/2022
Sarthe	Boire de la Vidange	03/06/2022
Loir	Boire des Corbières	03/06/2022

Cours d'eau	Nom du site	Date d'échantillonnage
Loire	Rivotte	08/06/2022
Loire	Ousson sur Loire	08/06/2022
Allier	Le Guétin	08/06/2022

6.3.1.3 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 141). Deux réplicas par station sont réalisés afin de diminuer le risque d'avoir un échantillon pollué ou défectueux. 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.



Figure 141 : Prélèvement d'ADNe 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 de nos 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 de façon statique. La crépine qui est le dispositif de captation de l'eau était située à 50 cm du fond 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).

6.3.1.4 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 de taxons présents sur le site. Le processus d'identification des espèces se fait en plusieurs étapes (Figure 142).

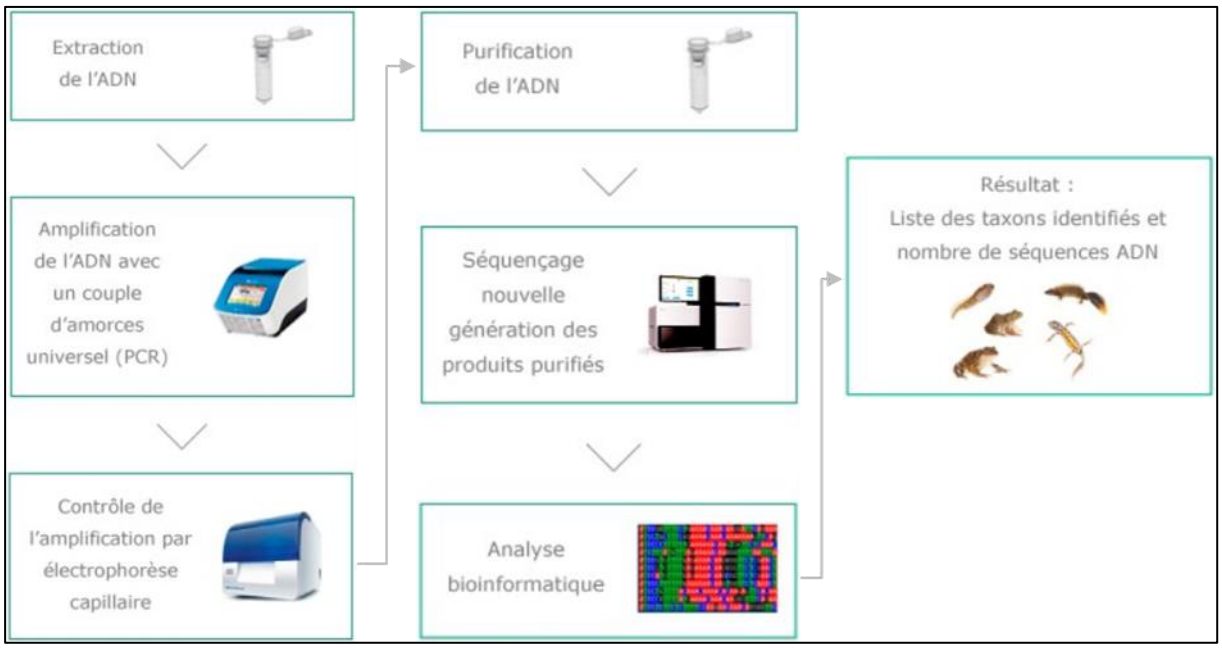


Figure 142 : Schéma des étapes de l'analyse d'un échantillon ADNe en métabarcoding de l'extraction jusqu'à la liste de taxons (Source : Spygen©)

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 rend pour le moment impossible l'identification plus précise qu'au genre *Alosa*. 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 depuis plusieurs semaines auparavant sur l'ensemble des 12 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. § 6.2.1).

Les stations hydrométriques de référence sont les suivantes :

- Ingrandes-sur-Vienne pour les points de Bonneuil Matours et Châtellerault ;
- Leugny pour les points de la Roche Posay, Lésigny et Leugny ;
- Gien pour les points de Rivotte et Ousson-sur-Loire ;
- Angers pour les points des boires des Corbières et de la Vidange ;

- Tours pour les points de Savonnières et Pont de st Sauveur.

Résultats

La présence de l'alose a été identifiée au niveau de 4 stations sur 12 échantillonnées par LOGRAMI. En ajoutant les données collectées par **Natexplorers, une structure d'exploration et de culture scientifique** qui a réalisé des prélèvements ADNe dans le cadre de l'**étude pilote Loire Sentinelle en 2022,** le total des détections d'aloses est alors de 12 stations sur 30 échantillonnées. 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 n'a en revanche été détectée. L'unique détection concerne une lamproie du genre *Lampetra* peut être une lamproie fluviatile mais plus certainement une Lamproie de Planer au vue de l'emplacement sur le bassin de la Loire. La présence du saumon n'a été attestée que deux fois, ce qui n'est pas étonnant au vu de la période d'échantillonnage. Il est fort probable que l'observation faite sur la partie aval de l'Allier provienne d'un géniteur, alors qu'à la station de l'estuaire, l'ADN de smolts pourrait également avoir été capté. (Figure 143).

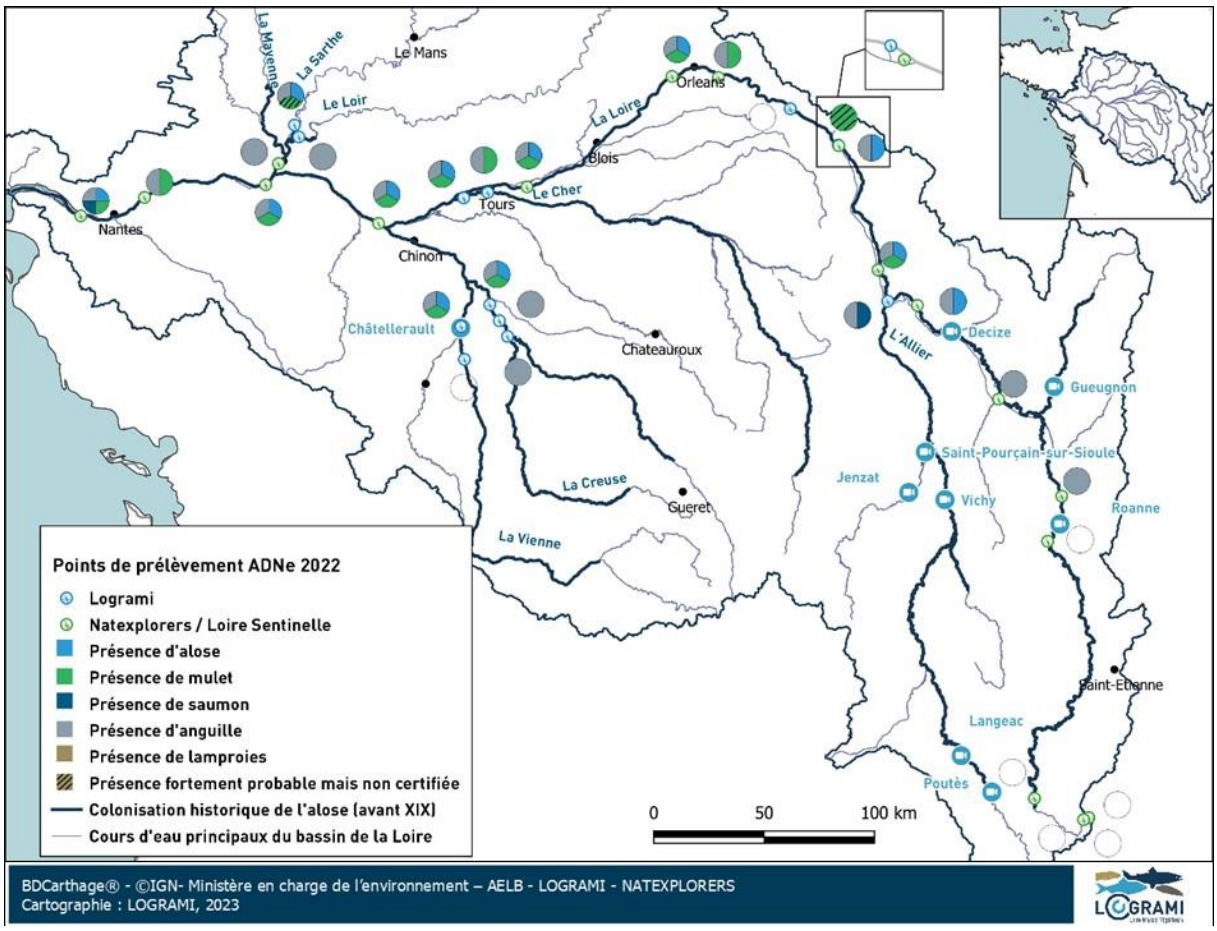


Figure 143: Résultats de présence des grands migrateurs en 2022 par la détection ADNe à l'échelle du bassin de la Loire (Source : prélèvements LOGRAMI et Loire Sentinelle, séquençage et détermination Spygen)

Sur la Creuse, la présence de l'alose est confirmée en amont de Descartes, sur la commune de Leugny. Les prélèvements réalisés plus en amont sur les communes de Lésigny et de la Roche Posay ne l'ont cependant pas identifiée. Le seuil de la Guerche n'a visiblement pas été franchi, la hauteur d'eau

importante confère à l'échancrure du seuil des courants particulièrement turbulents, ce qui est moins favorable pour le franchissement d'une alose qui est davantage à son aise lorsque le courant est uniforme. D'autre part, les effectifs n'étaient peut-être pas assez importants pour que les aloses colonisent en amont. En effet, avec 23 bulls entendus en 6 nuits de suivi sur l'ensemble de la saison répartis entre les frayères de Lilette et Leugny, l'activité a été faible sur cet axe en 2022. **Le front de colonisation est donc déterminé au niveau de la station de Leugny.**

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 d'alose. **Le front de colonisation se situe donc très probablement en aval du seuil de Bonneuil**. Il est intéressant de constater qu'aucun grand migrateur n'a été détecté en amont de Châtellerault, pas même l'anguille dont la présence est pourtant certaine (17 497 individus ont franchi le barrage en 2021). A cette station, malgré la largeur de la Vienne, le prélèvement a été réalisé dans le principal écoulement mais en statique, ce qui peut expliquer une plus faible détection d'espèce.

Sur le Cher, l'alose s'est bien engagée sur cet axe, **la station de Savonnières l'a mise en évidence**. En revanche, **aucun géniteur n'a été détecté au niveau de Tours** (à l'aval du pont Saint-Sauveur). L'ouvrage de Grands Moulins, situé entre ces deux points, 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.

Sur la Loire, dans le cadre du projet Loire Sentinelle réalisé par la structure Natexplorers, 18 prélèvements d'eau ont été réalisés sur l'ensemble du cours de la Loire (Chapuis & Réthoré, en préparation). L'ADNe contenu dans ces prélèvements a été analysé, les résultats ont été transmis à LOGRAMI. **L'alose a ainsi été détectée jusqu'en amont de Nevers**, sur la commune d'Imphy, **soit à plus de 561 km de la mer.**

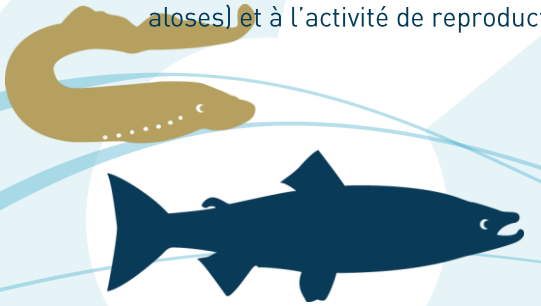
Sur la Sarthe, le prélèvement réalisé **à Cheffes** (département du Maine-et-Loire), contient une quantité d'ADN relativement faible. Toutefois, **la présence de l'espèce est certifiée**, ce qui n'avait plus été le cas depuis 2015 et le comptage de bulls dans la boire de la Vidange.

Sur le Loir, aucune alose n'a été détectée dans la boire des Corbières. Le prélèvement statique dans un secteur aux écoulements anastomosés **n'a pas permis d'inventorier l'ensemble du réseau hydrographique.** A l'avenir, il serait intéressant de prélever en aval d'un ouvrage pouvant faire obstacle et où les géniteurs seraient davantage concentrés même plus en amont comme au seuil de Villévêque.

Concernant la partie aval du bassin de la Loire, le prélèvement réalisé au Pellerin le 19/07 par Natexplorers pourrait avoir capté **des alosons**. Cet échantillon est à relativiser puisqu'il n'a pu être réalisé que durant 30 secondes (au lieu de 30 minutes) en raison de la charge organo-minérale liée au bouchon vaseux et du degré de salinité à l'estuaire.

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 d'ADN et les effectifs d'une espèce. Néanmoins, une répartition peut être déduite en additionnant toutes les séquences captées par station des principaux grands migrateurs (aloses, saumons, lamproies, anguilles et mulets). Sur le bassin de la Loire, la répartition du nombre de séquences identifiées pour les grands migrateurs est plus importante au niveau de l'estuaire et diminue progressivement vers l'amont. C'est particulièrement le cas pour l'anguille (et dans une moindre mesure le mulet) pour laquelle le nombre de séquences correspond à sa probabilité de présence puisqu'elle est proportionnelle à la distance à la mer.

D'autre part, la période de prélèvement semble avoir été bien définie puisque les aloses ont été captées relativement haut (Nevers amont) par rapport aux observations à la station de comptage de Decize (3 aloses) et à l'activité de reproduction suivie (Figure 144).



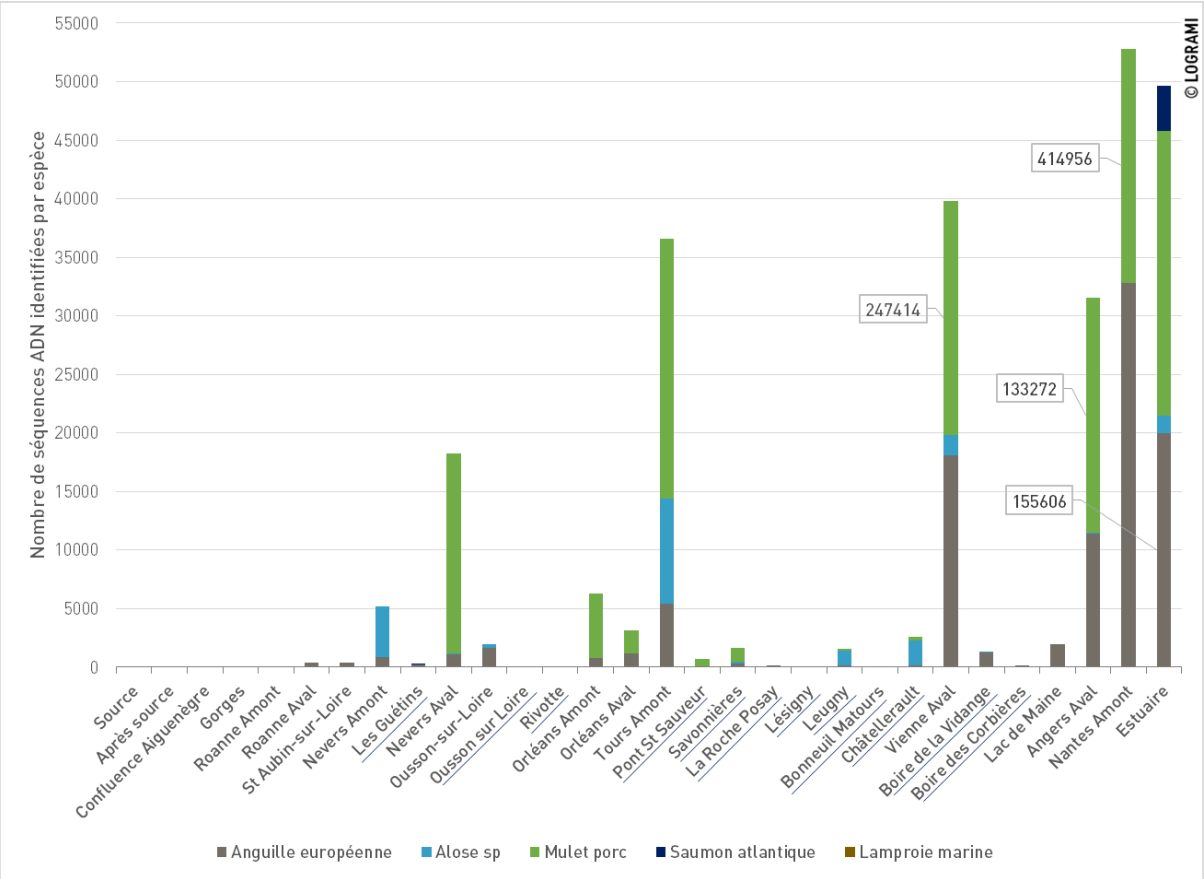


Figure 144 : Nombre de séquences ADN identifiées par espèce via les bases « Téléosteens » et « Vertébrés », confondues pour chaque station selon le gradient amont-aval (Source : prélèvements LOGRAMI et Loire Sentinelle, séquençage Spygen) (Les données précisées ne sont pas à l'échelle)

Suite au choix de tester la détection de l'alose en fonction de la méthode de prélèvement, il semblerait que l'effort d'échantillonnage en se déplaçant d'une berge à l'autre ou dans le flux principal en particulier sur les grands cours d'eau soit plus représentatif du peuplement présent. En témoigne la station de Ousson-sur-Loire, inventoriée à deux reprises à une semaine d'intervalle (01/06 LOGRAMI, 08/06 Natexplorers) et où la richesse spécifique est 61% plus faible (11 espèces détectées contre 28) lorsque le prélèvement est réalisé de façon statique. Lorsque la largeur est moindre, cela semble être moins impactant de ne pas prélever à l'aide d'une embarcation d'une berge à l'autre comme pour la station de Lésigny. Toutefois, des écoulements sub-surface contenant les rares fragments d'une espèce représentée par quelques individus plus en amont pourraient être ratés (Figure 145).

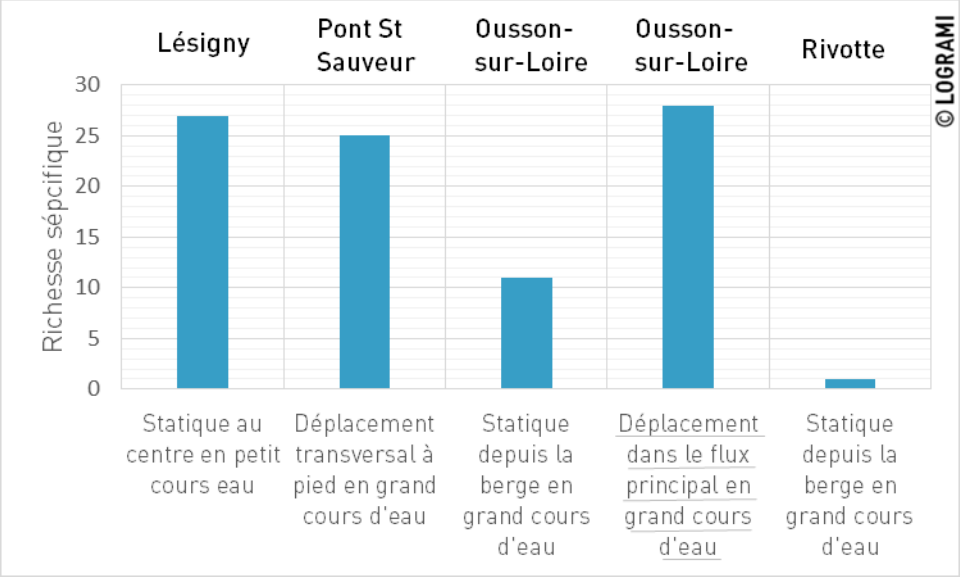


Figure 145 : Richesse spécifique détectée par analyse métabarcoding pour 5 stations en fonction de la méthode d'échantillonnage ADNe et de la taille du cours d'eau (grand cours d'eau > 40 mètres de large) (Sources : Logrami et Natexplorers)

Les fragments d'ADN peuvent être analysés en les comparants aux bases spécialisées dans l'infra-classe des Téléostéens ou du sous embranchement des Vertébrés. Les deux bases n'ont pas exactement les mêmes marqueurs pour identifier les animaux et pas la même sensibilité. L'approche vertébré, bien que plus large et donc potentiellement plus à même d'être saturée par du matériel génétique autre que celui des poissons (castor, chien,...) a visiblement été plus intégratrice. N'ayant pas suffisamment de stations où l'alose a été détectée et afin de ne pas biaiser l'analyse par les dates d'échantillonnages qui s'étalent depuis le 1/05 jusqu'au 4/09, l'analyse se base sur les données d'anguille, une espèce catadrome, croissant en eau douce, identifiée à 22 reprises sur 30. L'absence de donnée aux stations d'Orléans et de Nevers amont et aval avec l'approche « Téléostéens » indique la limite de cette analyse. En effet, la présence de l'anguille est connue historiquement dans ce secteur et les détections à Saint- Aubin-sur-Loire ainsi qu'Ousson-sur-Loire, situées plus en amont, viennent confirmer la colonisation de l'espèce. L'approche « Vertébrés » ne présente pas de telles discontinuités de détection (Figure 146).

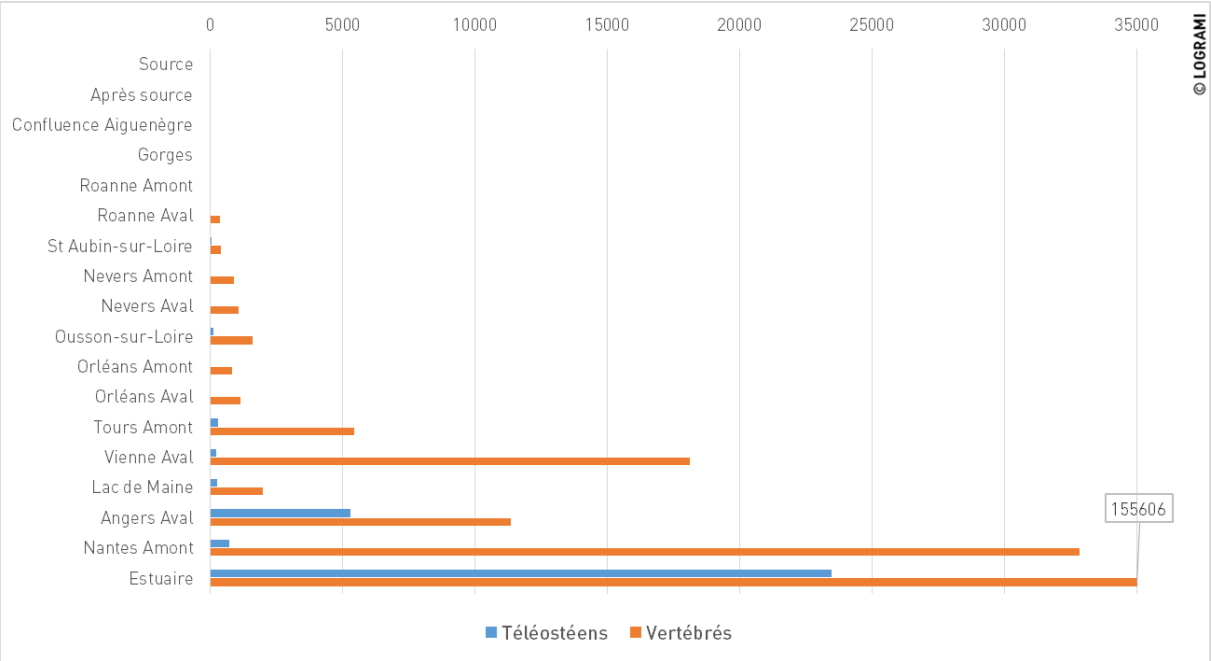


Figure 146 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour l'anguille en fonction du type de test de recherche, Téléostéens ou Vertébrés, par station en 2022 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire (Source : Loire Sentinelle) (Les données précisées ne sont pas à l'échelle)

6.3.2. Front de colonisation sur le bassin Loire

En 2022, la recherche précise du front de colonisation des aloses n'a pas été réalisée. Toutefois, les effectifs aux stations de comptage, la recherche par la technique ADNe (cf. § ci-dessus) ainsi que des observations ponctuelles sur certains affluents apportent des indications sur les limites de colonisation.

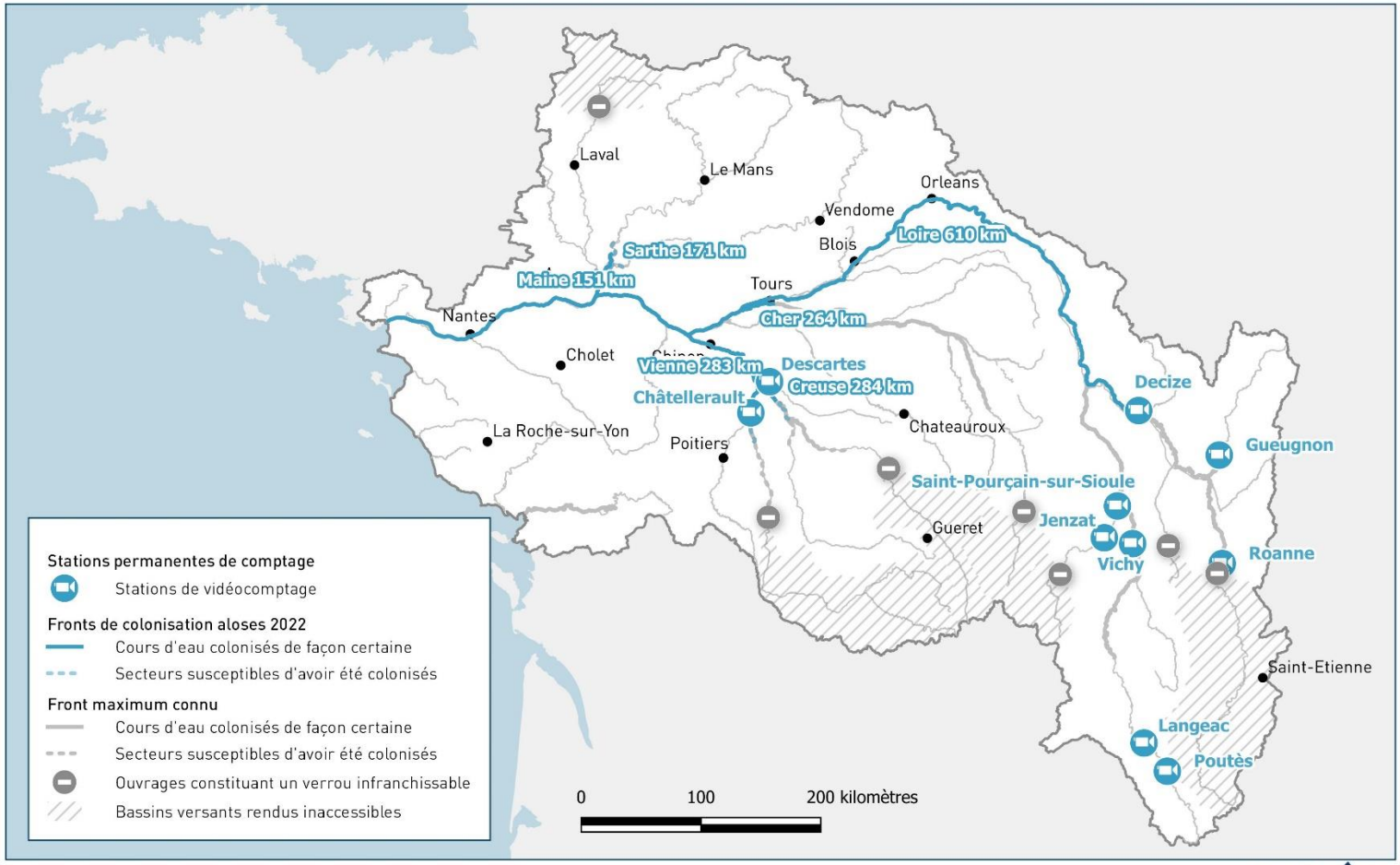
Ainsi sur la Loire, le front de colonisation se situe entre Decize (3 aloses comptabilisées) et Roanne (0 alose), soit à au moins 586 km de la mer (Figure 147).

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 (158 aloses), soit à environ 280 km de la mer. Pour **l'axe Creuse**, le front de colonisation certain est au niveau de la commune de Leugny (en amont de Descartes) soit à environ 280 km de la mer ;
- **Sur l'Allier**, aucune alose n'a été comptabilisée à Vichy et aucun bull n'a été entendu sur les différentes frayères habituellement prospectées. L'Allier a probablement été colonisée par les aloses mais, au regard des faibles effectifs, il est difficile d'estimer un front de colonisation ;

La présence d'alose sur le bassin Maine et sur le Cher a été mise en évidence grâce aux prélèvements d'eau et à la recherche d'ADN environnemental :

- Sur le bassin Maine, **la Sarthe** a accueilli une population d'aloses à minima jusqu'à Cheffes (171 km de l'estuaire) ;
- **Sur le Cher**, la présence d'alose est avérée à Savonnières, soit à 264 km de l'estuaire.



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - RHT INRAE
Cartographie : LOGRAMI 2023

Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2022

6.4. Développement et dévalaison des alosons

Même si la majorité de l'activité de reproduction se situe en aval des stations de comptage, 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).

6.4.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie

6.4.1.1 Température

Le développement des œufs et la croissance des larves jusqu'au stade aloson sont influencées par la température et la quantité d'oxygène dissoute dans l'eau (Alexandrino et al., 2000; Jatteau & Charles, 2010). Concernant les alosons, la plage de température pour laquelle la survie est supérieure à 90 % est comprise entre 13,5 et 25 °C (Alexandrino et al., 2000).

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

Historiquement, sur la période du 15 mai au 30 septembre, la température de l'eau est favorable à la survie des alosons en moyenne 90 % ± 6 du temps sur l'ensemble des sites (Figure 148). Même si peu de données existent 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 semble pas être un facteur limitant.

Comparativement aux années antécédentes, **en 2022, la fenêtre de température favorable à la survie des alosons est moins élevée sur l'ensemble des stations (moyenne = 73 % ± 6).**

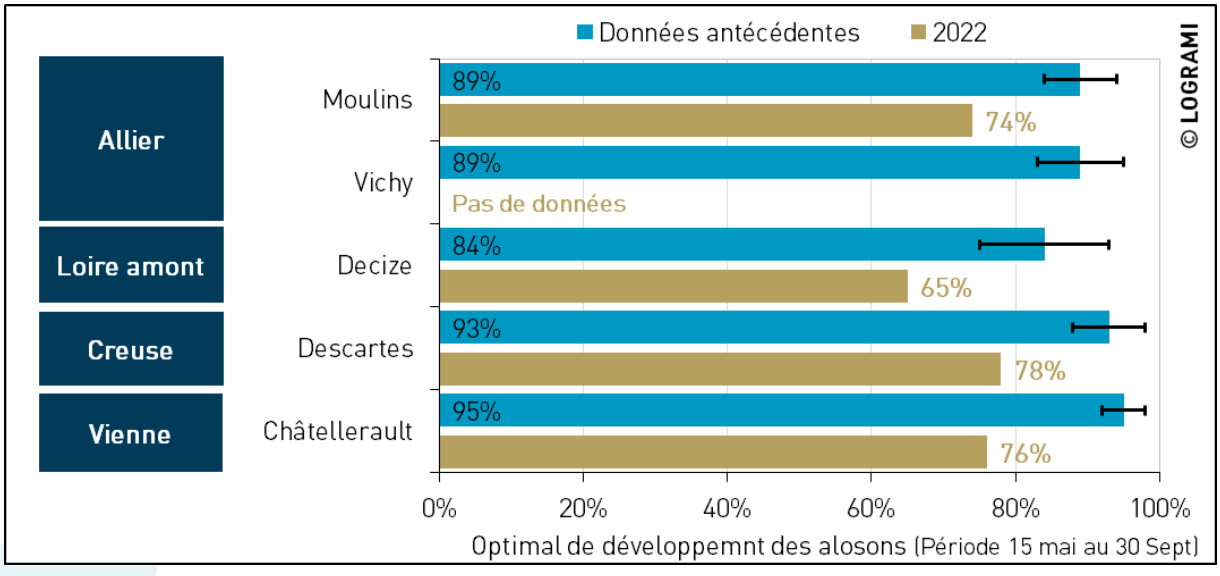


Figure 148 : Comparaison des conditions optimales de température (13,5 a 25 °C) pour le développement des alosons (période du 15 mai au 30 septembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations de températures de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI)

6.4.1.2 Hydrologie

Le débit peut également nuire directement ou indirectement au succès du recrutement. En effet, selon Bretagne Grands Migrateurs, 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 et réduire la température de l'eau, retardant ainsi le développement des œufs et larves.

En 2022, lors de la période de développement des alosons (œufs, larves puis alosons), aucune crue ou pic de débit significatif n'est à noter. Il semble qu'il n'y ait pas eu de dégât lié au débit pendant cette période. Concernant la dévalaison des alosons, de trop faibles débits peuvent réduire leurs capacités à rejoindre l'estuaire. **Actuellement, à LOGRAMI, peu de données sur les alosons sont collectées. Des projets de captures d'alosons aux filets vont être mis en place dès 2023 pour en apprendre d'avantage sur ce stade de vie de l'alose.**

6.5. Cartographie des habitats de la Creuse dans l'ancienne retenue du seuil de Descartes

6.5.1. Localisation et conditions d'étude

Suite à une crue survenue le 14 juillet 2021, le clapet n°1 a cédé provoquant l'abaissement du niveau de la retenue (pic mesuré à 710 m³/s le 15/07/2021 à 11 h pour un module de 73,2 m³/s). En plus de permettre le rétablissement de la continuité (au moins partiellement), la disparition du bief a fait émerger de nouveaux faciès d'écoulement en amont. Certains secteurs pourraient donc redevenir des habitats potentiels pour la reproduction de la Lamproie marine ou de l'alose. Cette situation s'était déjà produite en 2006-2007 suite à un abaissement volontaire des clapets lors des travaux de construction de la passe à poissons et de la station de comptage. Une frayère de Lamproie marine en aval du pont de Descartes (environ 400 m en amont du barrage) avait alors été identifiée. Cependant, le linéaire dans le périmètre d'influence de l'ouvrage n'avait pas été totalement expertisé. L'objectif de cette cartographie des faciès et des habitats avait donc pour vocation de déterminer les frayères potentielles pour l'alose et la Lamproie marine, deux grands migrateurs familiers de l'axe Creuse avec respectivement 650 et 15 142 individus comptés par an (médiane) de 2007 à 2021. La cartographie a été réalisée le 3 mai 2022 en bateau depuis la commune de Leugny sur un linéaire total de 6 560 m (Figure 149).

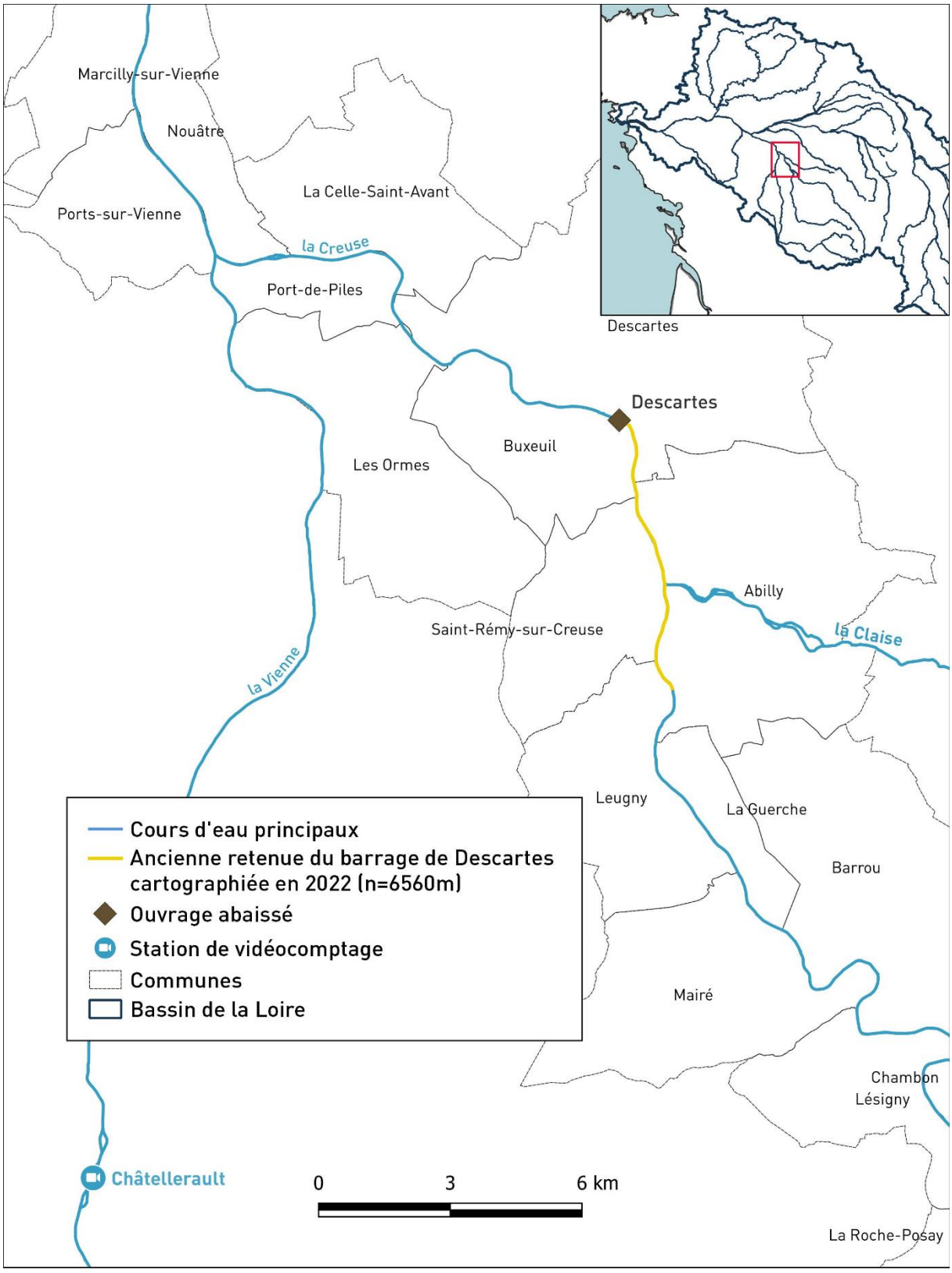


Figure 149 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2022 dans l'ancienne retenue du seuil de Descartes sur la Creuse (Sources : LOGRAMI)

Les conditions de navigation et de relevé terrain ont été très favorables. La luminosité du jour a permis une bonne visualisation de la nature granulométrique du fond de la rivière et les niveaux d'eau bien que faibles (28,6 m³/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 compté dans le choix de la date de réalisation de la cartographie.

Avec 28,6 ± 0,1 m³/s le débit, lors de la cartographie de la Creuse, a été inférieur au débit moyen mensuel (82 ± 2 m³/s sur la chronique 1964-2022) et supérieur au débit minimal attendu en année sèche à cette station (9,8 ± 1 m³/s) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE) (Figure 150).

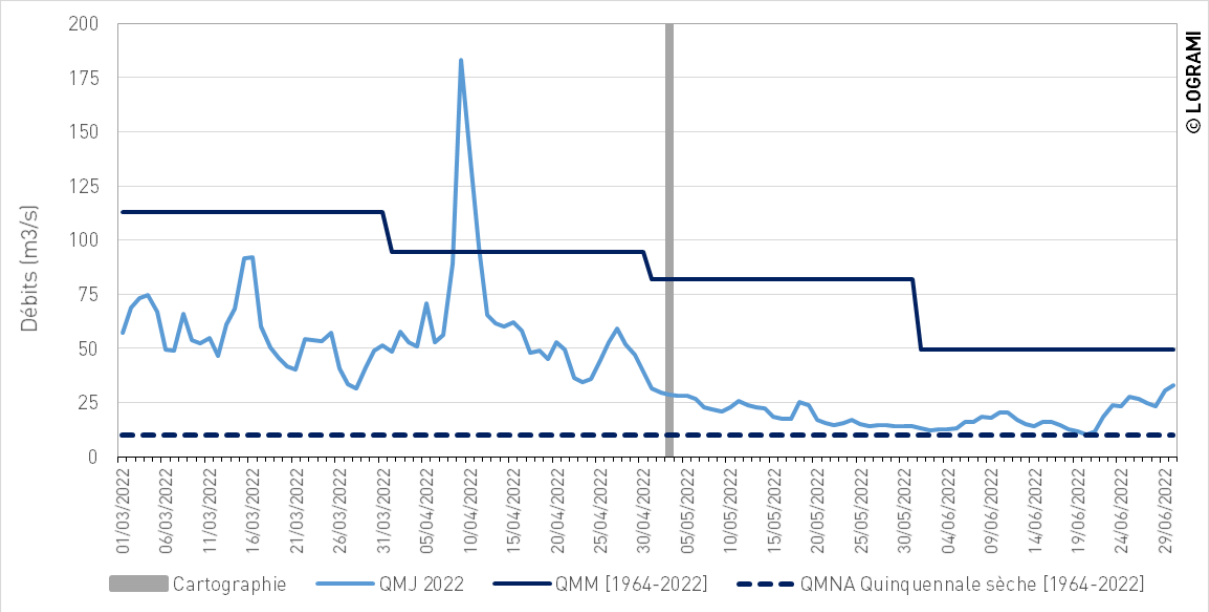


Figure 150: Débits moyens journaliers 2022 et débits de référence de la Creuse à la station de Leugny lors de la cartographie des faciès d'habitat dans l'ancienne retenue de Descartes (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

6.5.2. Matériel et méthodes

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 (Association LOGRAMI, 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 151).



Figure 151 : Saisie d'un polygone « faciès »sur tablette (©LOGRAMI)

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 7 cm et qui ne sont pas colmatés (P. 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.

6.5.3. Résultats

38 faciès ont été inventoriés sur la Creuse en amont du seuil de Descartes dans l'ancienne retenue (Tableau 16). Leur digitalisation a permis d'évaluer leur surface totale à **495 716 m²** (environ 49 ha). Les faciès lotiques prédominent en nombre (57,9%) mais pas en surface (16,1 %). Les chenaux lotiques (CLO) et les plats courants (PC) sont les faciès lotiques les plus largement observés (respectivement 21,1 % et 26,3 % des faciès totaux pour 7,8 % et 8,1 % de la surface totale). Les chenaux lentiques (CLE) sont les plus largement rencontrés (23,7 % des faciès totaux pour 80,3 % des surfaces totales).

Tableau 16 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des faciès d'écoulement sur la Creuse dans l'ancienne retenue de l'ouvrage de Descartes en 2022 (CLE : chenaux lentiques, PLL : plats lentiques, CLO : chenaux lotiques, PC : plats courants et RAD : radiers)

Faciès		Surface (m²)		%		Nb faciès		%	
Lentiques	CLE	398 224	415 735	80.3%	83.9%	9	16	23.7%	42.1%
	PLL	17 510		3.5%		7		18.4%	
Lotiques	CLO	38 713	79 981	7.8%	16.1%	8	22	21.1%	57.9%
	PC	40 169		8.1%		10		26.3%	
	RAD	1 100		0.2%		4		10.5%	
Total		495 716				38			

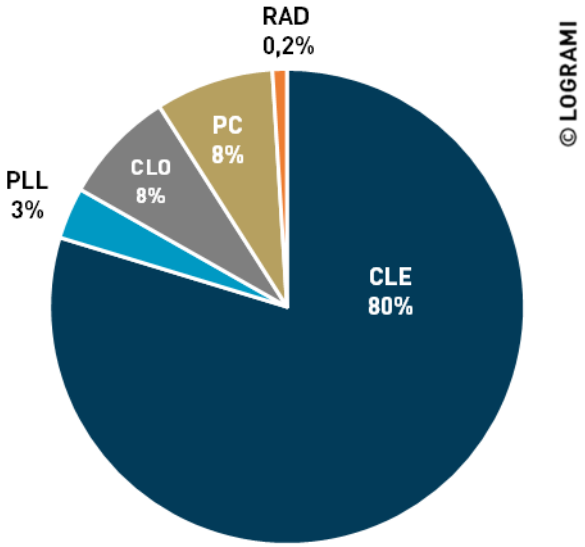
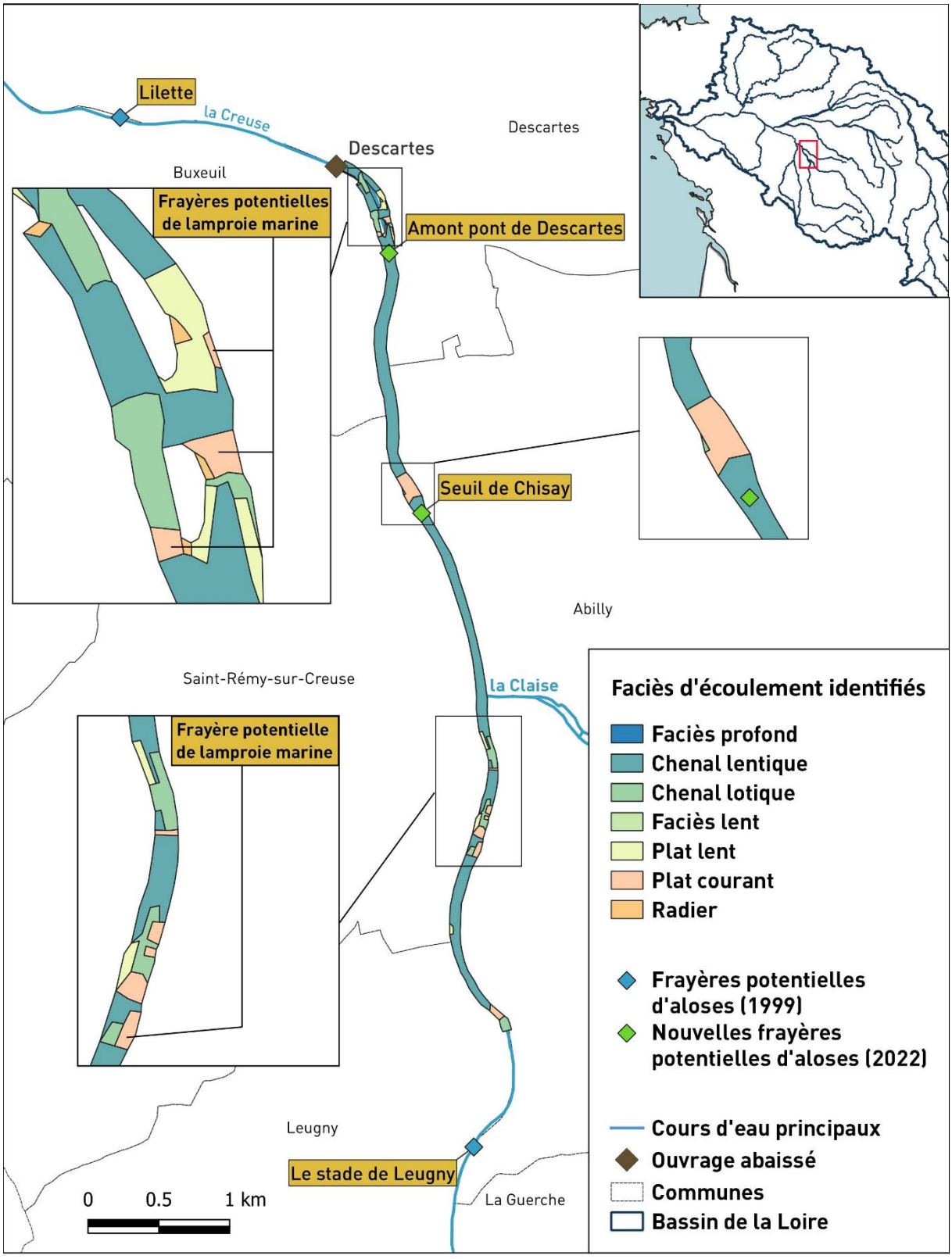


Figure 152 : Répartition des surfaces de faciès dans l'ancienne retenue de l'ouvrage de Descartes en 2022

5 successions de faciès profonds puis lotiques ont été identifiés. 3 présentaient des hauteurs d'eau trop faibles dans le chenal lentique amont et/ou une longueur de plat courant en aval de la zone potentielle de reproduction trop courte. Ainsi **deux frayères potentielles pour la reproduction de l'alose ont été retenues** (Figure 153). Il s'agit du moulin de Chisay (commune d'Abilly) ainsi que la zone amont du pont de Descartes. Avec respectivement 4 466 et 7 108 m² estimés, les deux frayères représentent seulement 2,3 % de la surface totale décrite. Afin de valider ces potentialités pour la reproduction, neuf nuits de suivi ont été réalisées dont une en présentiel au moulin de Chisay pour un total de 4 bulls (cf. § 6.2.4.2).



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - LOGRAMI
Cartographie : LOGRAMI, 2023

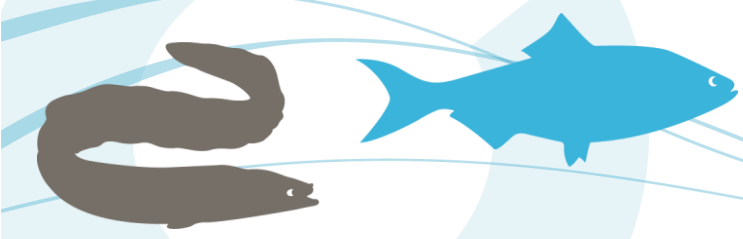
Figure 158 : Faciès d'écoulement et frayères potentielles de Lamproie marine et d'aloses identifiés sur la Creuse dans l'ancienne retenue de l'ouvrage de Descartes après abaissement du seuil (Sources : LOGRAMI)

Les faciès potentiellement favorables à la reproduction des lamproies marines, plats courants (PC) et radiers (RAD), représente 8,3% de la surface totale décrite.

Parmi ces 14 faciès favorables, 6 plats courants ne présentant pas **de pierres ou de cailloux dans leur granulométrie dominante** ainsi que les 4 radiers ont été écartés des habitats potentiels :

- Les 6 plats courants écartés présentaient une granulométrie dominante constituée de roche, de roche-mère ou de blocs. Avec 32 270 m², la somme de leurs surfaces constitue 83 % des surfaces de plats courants du linéaire décrit et 6,5 % des surfaces totales décrites.
- 4 radiers d'une surface totale de 1100 m², soit 0,2 % des surfaces décrites, ont également été écartés puisque **leurs hauteurs d'eau** insuffisantes ne permettaient pas un passage aisé et les faisaient ressortir comme des seuils. Dans d'autres conditions d'écoulement, avec des débits plus importants, il paraitrait pertinent d'agréger leur surface avec le plat courant le plus proche pour les prospections de nids de lamproie.

Ainsi, **l'ancienne retenue du seuil de Descartes présenterait aujourd'hui 4 plats courants d'une superficie de 7 899 m² jugés favorables pour la reproduction de la Lamproie marine.** 3 sont situés en amont et à l'aval immédiat du pont de Descartes et un quatrième sur la commune d'Abilly en rive droite en amont de la confluence avec la Claise. Avec 1,6 % des surfaces décrites, ce gain d'habitat reste faible à l'échelle du cours d'eau mais il permet d'augmenter les superficies favorables à la reproduction sur un secteur de la Creuse qui en est particulièrement dépourvu en raison d'un lit constitué très souvent de roche-mère.



6.6. Conclusion

LOGRAMI s'est une nouvelle fois investie dans la recherche des bulls en Loire moyenne pour rechercher l'activité de reproduction. En parallèle, une nouvelle méthode d'investigation novatrice a été testée : l'ADN environnemental.

2022 est la plus mauvaise année concernant les effectifs d'aloses aux stations de comptage depuis 1998. Seulement 161 aloses ont été comptabilisées en 2022, et 411 en ajoutant les effectifs estimés au niveau de Descartes sur la Creuse (sur la base d'une chronique de 14 années de suivi en commun avec Châtellerault). La désertion de l'alose sur les parties amont de la Loire se confirme une nouvelle fois (3 individus comptés à Decize et 0 sur l'Allier). Bien que les stations de comptage constituent une chronique très fiable pour suivre l'évolution des effectifs d'aloses, le suivi de la reproduction reste essentiel pour le compléter. Il s'agit de vérifier si la majeure partie des populations ne se concentre pas plus en aval dans le bassin, notamment dans le cours moyen de la Loire, entre le bec d'Allier et Tours, soit sur 300 km de cours d'eau auparavant non suivis.

Un premier suivi de la reproduction des aloses par comptage de bulls a été initié en 2021 en Loire moyenne. Avec 51 bulls en moyenne par nuit active, répartis sur seulement 4 frayères d'un secteur Blois-Belleville sur Loire (sur 22 prospectées), le bilan a été faible au regard des données de référence de la frayère de Châtellerault sur la Vienne (356 bulls par nuit active depuis 2014). En 2022, l'effort d'échantillonnage s'est intensifié puisque 41 frayères potentielles ont été suivies dont certaines en aval de Blois, limite de nos suivis en 2021. Seulement 7 frayères se sont révélées actives. En 2022, 99% de l'activité a été constatée en aval de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux et plus précisément sur les frayères de Muides et Nouan-sur-Loire avec réciproquement 57 et 35 bulls par nuit active. Ces résultats, confrontés aux débits de Loire particulièrement faibles laissent planer le doute sur la franchissabilité par les aloses de la passe à poissons de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux dans ces conditions d'écoulement. Malgré la validation de frayères actives sur ce secteur de la Loire, cela ne présume pas d'une bonne capacité productive (développement embryonnaire et des alosons) notamment au regard de leur localisation très en aval de l'axe fluvial. En outre, le niveau global de l'activité de reproduction y est très réduit comparativement aux sites historiques suivis.

Concernant le suivi des principaux affluents de la Loire en 2022, les résultats sont très mauvais. L'affluent Vienne avec le suivi historique de Châtellerault a montré une activité de reproduction très faible comparée au début du suivi en 2004. Un maximum de 31 bulls a été enregistré contre 793 ± 731 (moyenne des maximums annuels). Sur la Creuse, avec un effort de suivi important en raison de l'absence de station de comptage sur cet axe, l'activité de reproduction est également très faible. L'activité la plus importante est notée sur la frayère de Lilette en aval du seuil de Descartes. Sur l'Allier et la Loire amont, pour la première fois depuis le début des suivis, aucune activité de reproduction n'a été constatée sur l'ensemble des frayères.

La méthode d'inventaire des milieux par prélèvement ADNe est complémentaire aux suivis réalisés grâce aux stations de comptage. L'échantillonnage est relativement simple à mettre en place mais très efficace pour établir les fronts de colonisation. Cela permet d'attester la présence de l'alose alors qu'un suivi de reproduction de nuit nécessitant un effort d'échantillonnage bien plus important serait très aléatoire pour arriver à la même conclusion. Après comparaison, le protocole de prélèvement à suivre pour être le plus intégrateur possible en grand cours d'eau est de prélever depuis une embarcation en réalisant des transects d'une berge à l'autre face au courant. L'analyse de l'occurrence des espèces par l'approche vertébrée semble être la plus efficace dans la détection. La présence de l'alose a été identifiée au niveau de 4 stations sur 12 échantillonnées par LOGRAMI. En ajoutant les données collectées par Natexplorers, une structure d'exploration et de culture scientifique qui a réalisé des prélèvements ADNe dans le cadre de l'étude pilote Loire Sentinelle en 2022, le total des détections d'aloses est alors de 12

stations sur 30 échantillonnées. Sur la Creuse, la présence de l'alose est confirmée en amont de Descartes, sur la commune de Leugny mais le seuil de la Guerche n'a visiblement pas été franchi. Sur la Vienne, il n'y a pas eu de détection sur la commune de Bonneuil-Matours, prélèvement le plus amont, le front de l'alose se situe donc en aval du seuil de Bonneuil. Sur le Cher, l'alose a été détectée au niveau de Savonnières, elle est donc entrée sur cet axe. Sur la Sarthe, la présence d'ADN en faible quantité à Cheffes permet d'attester la présence de l'alose. Sur le Loir, aucune alose n'a été détectée dans la boire des Corbières. Enfin, sur la Loire, dans le cadre du projet Loire Sentinelle réalisé par la structure Natexplorers, l'alose a été détectée jusqu'en amont de Nevers, à plus de 561 km de la mer.

Suite à la rupture d'un clapet, le seuil de Descartes, premier ouvrage sur la Creuse depuis la mer, est abaissé depuis le 14 juillet 2021. Afin de déterminer les potentialités en termes de zones de reproduction pour les aloses et la Lamproie marine, le linéaire de l'ancienne retenue a été cartographié. Les faciès d'écoulement décrits montrent, à minima dans les conditions du printemps 2022, deux zones favorables à la reproduction des aloses (11 574 m^2) et quatre zones favorables à la reproduction de la Lamproie marine (7 899 m^2). Le suivi de la reproduction des aloses a mis en évidence de la reproduction sur l'une des zones favorables découvertes.

La baisse du nombre d'aloses se reproduisant dans la Loire est donc très alarmante. Classée depuis 2019 « en danger critique d'extinction » au niveau national, l'alose ne cesse de se raréfier depuis 2007. La redondance de ces mauvais résultats ne s'explique pas exclusivement par les facteurs environnementaux, puisque durant ces quinze dernières années les données hydrologiques et thermiques ont alterné entre conditions favorables pour une migration sur le bassin (2014, 2016, 2018 et 2020) et conditions très défavorables (2009, 2011, 2012, 2017, 2019 et 2022). D'autres facteurs, comme les problèmes liés à la continuité écologique, la pêche (révélée par l'année 2020) ou encore la prédation, mériteraient des mesures ambitieuses si l'on ne veut pas voir disparaitre définitivement les populations d'aloses de Loire.

7. La Lamproie marine

7.1. Migration de montaison des géniteurs

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

7.1.1.1 Température

La température joue un rôle dans la capacité migratrice de la Lamproie marine. La migration en rivière est effective entre 4 °C et 24 °C (AEAG, 2018). Entre 4 et 7 °C, les lamproies marines sont en capacité de migrer mais avec une activité 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.

Tableau 17: 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

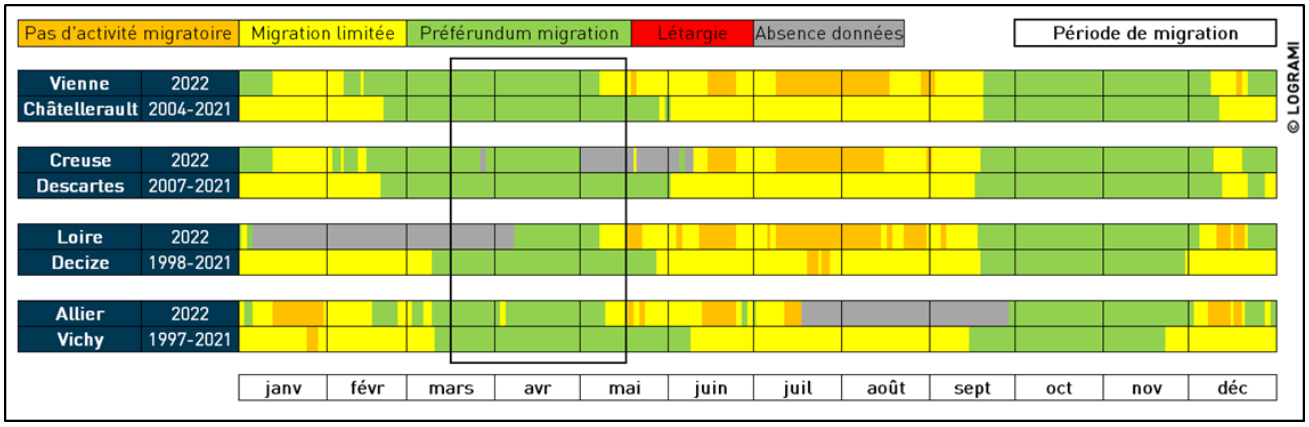


Figure 154 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la Lamproie marine entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)

En 2022, l'atteinte du seuil de 7 °C est plus précoce sur l'ensemble des stations du bassin (Figure 154). Les températures sont favorables à la migration des lamproies dès début-janvier. Pour le bassin Vienne-Creuse 25 jours +/-1 présentent des températures favorables pour la migration avant le 20/02 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 atteint respectivement le 1er et le 3 janvier. Malgré des conditions rapidement favorables à la migration des lamproies sur le haut du bassin, aucun individu

n'est arrivé en amont des points de contrôle. De plus, le nombre de jours favorables pour l'ensemble de la saison de migration a lui été défavorable sur l'ensemble du bassin avec 13 jours en moins pour la Vienne et 19 pour l'Allier par rapport aux années antérieures (Figure 155).

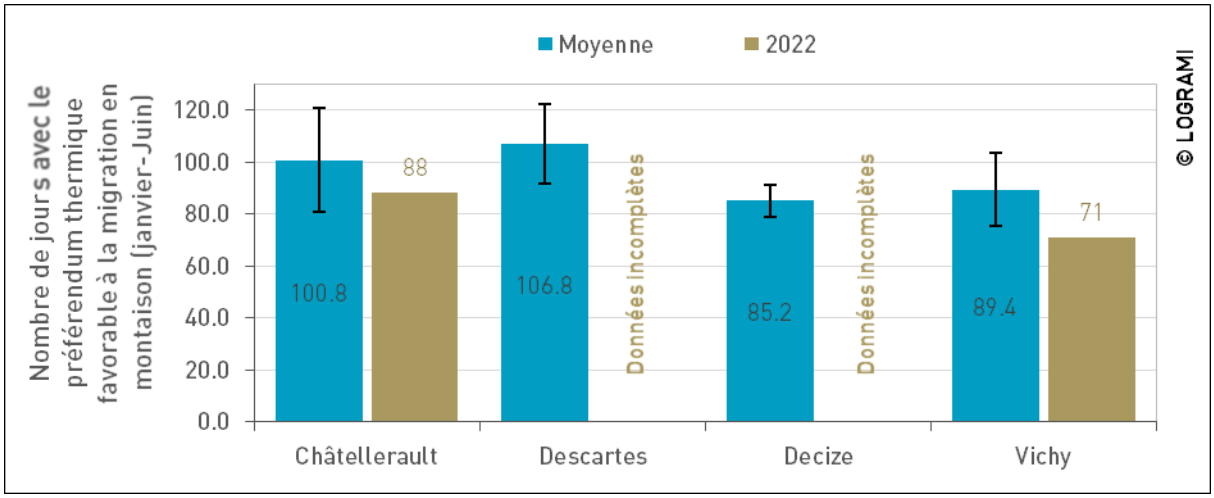


Figure 155 : Comparaison du nombre de jours du préféremdum thermique favorable à la migration de montaison (janvier-juin) des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

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 effectifs qui sont très faibles en 2022 (d'après les données de stations de comptages notamment Châtellerault sur la Vienne qui, avec 15 individus, enregistre le deuxième plus faible comptage depuis 2004 (§ 7.1.2.2)). La température pourrait être un facteur non négligeable en ce qui concerne l'arrêt de la migration. 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). La reproduction a lieu dans une eau jusqu'à 18-19°C (Keith et al., 2011b). Plus le dépassement de ce seuil arrive vite, plus la reproduction intervient tôt dans la saison, limitant ainsi la colonisation de la partie plus amont de l'axe. Le préférundum thermique est nettement plus favorable pour l'ensemble des stations suivies entre mi-février et mi-mars avec 100% des jours présentant une température favorable dans le bassin de la Vienne contre 73% +/-2 précédemment (2004-2021) (Figure 156). Le rapport est semblable pour l'Allier avec 66% de jours favorables en 2022 contre seulement 34% durant la chronique 1998-2021. Cependant, les températures franchissant rapidement le seuil de 19°C deviennent défavorables plus tôt pour la migration. Cette situation est similaire pour l'ensemble des stations suivies où la période tardive (mi-avril à mi-juin) est nettement moins favorable que les années antérieures.

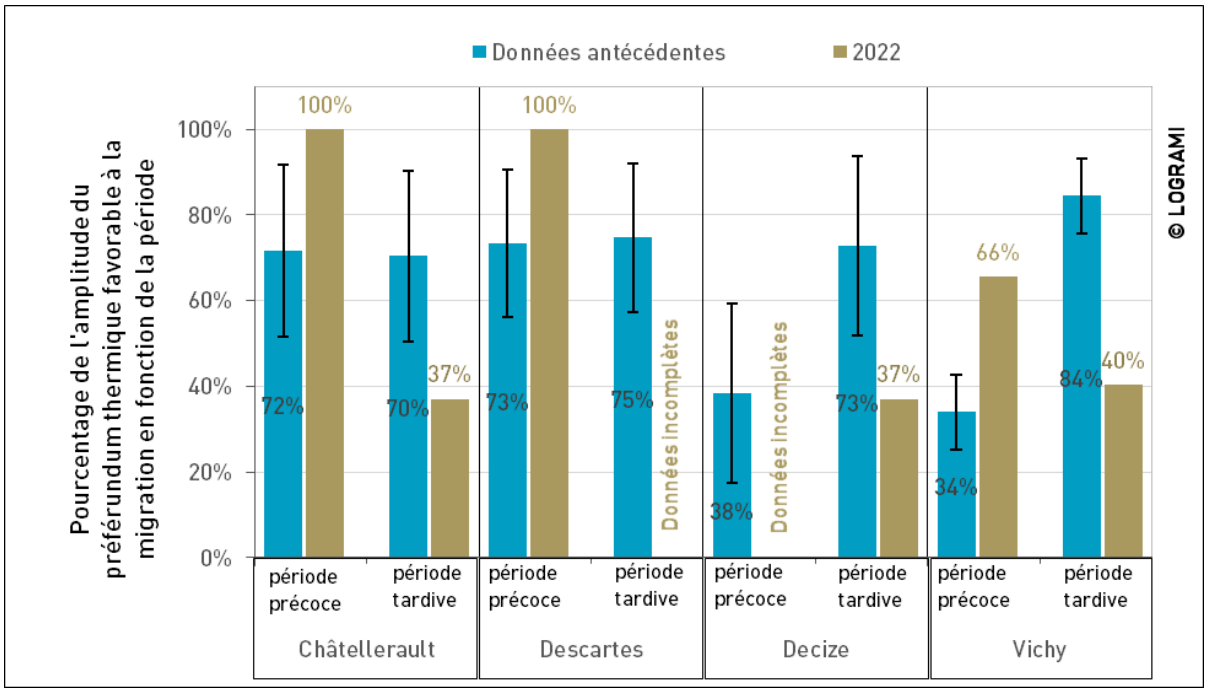


Figure 156 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2022 et les données antérieures en fonction de la période (précoce : mi-février à mi-mars ; tardive : mi-avril à mi-juin) (Sources : LOGRAMI)

Durant les 6 premiers mois de l'année 2022, l'amplitude du préférendum thermique (7 < T° < 19) pour la migration de la lamproie est déficitaire avec une perte de 16 jours +/-4 sur 96 jours +/-10 habituellement favorables en moyenne depuis le début des mesures toutes stations confondues.

En 2022, les fenêtres de migration aux stations apparaissent globalement plus favorables en période précoce (mi-février à mi-mars). Les amplitudes du préférendum thermique pour la migration de la Lamproie marine ont été globalement plus longues pour toutes les stations comme par exemple à Châtellerault (29 jours contre 22 jours +/- 9 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 50% du nombre de jours favorables à ces dates (25 jours contre 51 +/- 8 en moyenne).

7.1.1.2 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. Les indices hydrologiques (IH) au niveau des stations de comptages ont été calculés en tenant compte des amplitudes de migration.

Ainsi en 2022, les indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 157). Le plus faible indice est enregistré pour les stations de Nevers sur la Loire et Saint-Yorre sur l'Allier. Avec un indice hydrologique de 0,3, le secteur amont du bassin de la Loire a été particulièrement déficitaire en 2022.

Comme pour les aloses en 2022, les conditions de débits ont été « défavorables » à la migration des lamproies marines sur l'ensemble du bassin de la Loire voire très défavorables en ce qui concerne la partie amont du bassin.

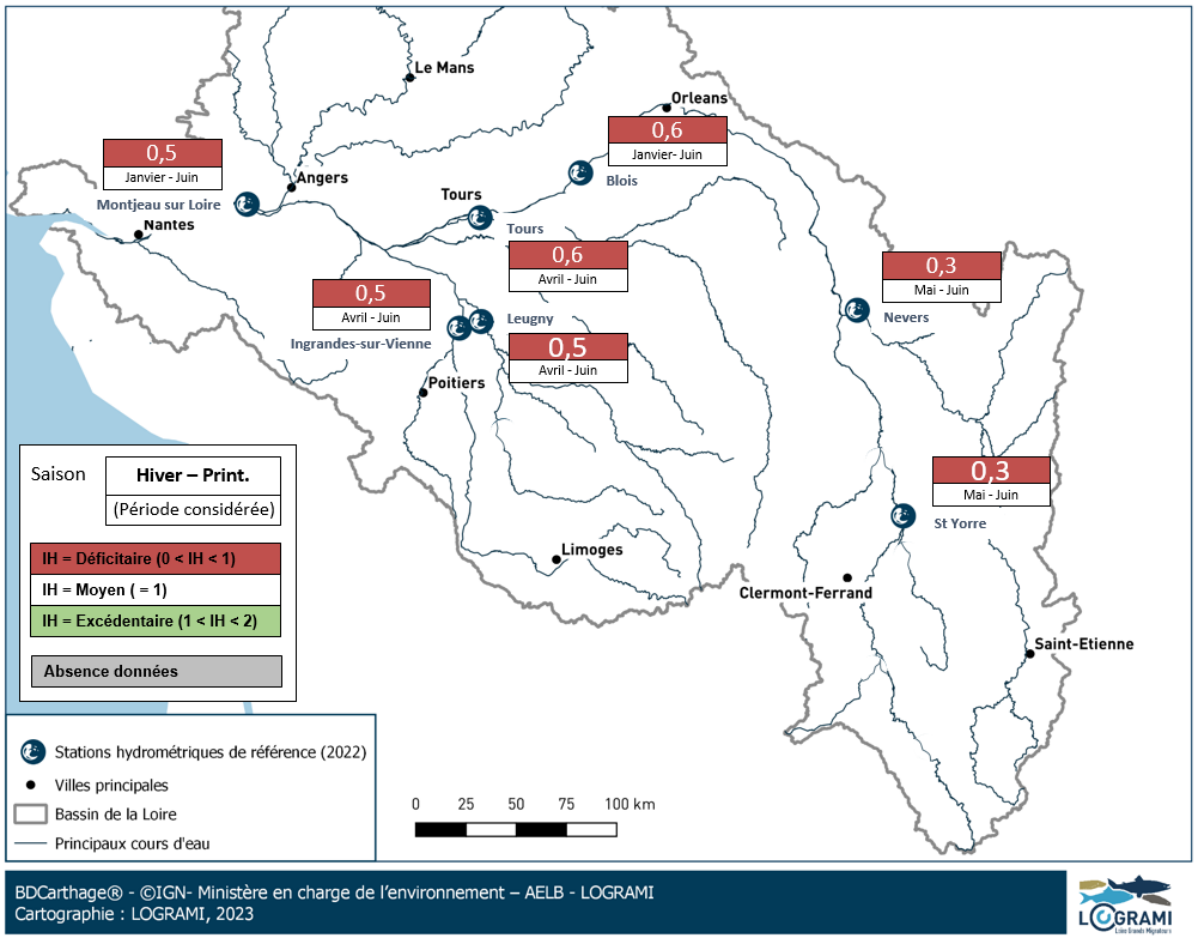


Figure 157 : Indices hydrologiques 2022 durant la migration des lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

7.1.2. 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 peuvent cependant frayer à l'aval des dispositifs de comptage où une cinquantaine de frayères potentielles sont recensées.**

En 2022, 15 lamproies ont été dénombrées au droit des stations de comptage. Ces chiffres extrêmement faibles confirment une baisse des effectifs de géniteurs. Les lamproies ont été observées uniquement sur la Vienne à Châtellerault. En effet, avec la mise hors d'eau de la passe à poissons du barrage de Descartes, aucune lamproie n'a pu être comptabilisée. Cependant, les quinze années communes de comptage sur les deux sites (Châtellerault et Descartes entre 2007 et 2021) ont permis d'estimer les passages de lamproies marines à Descartes en 2022 (cf. § 7.1.2.1).

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 158).

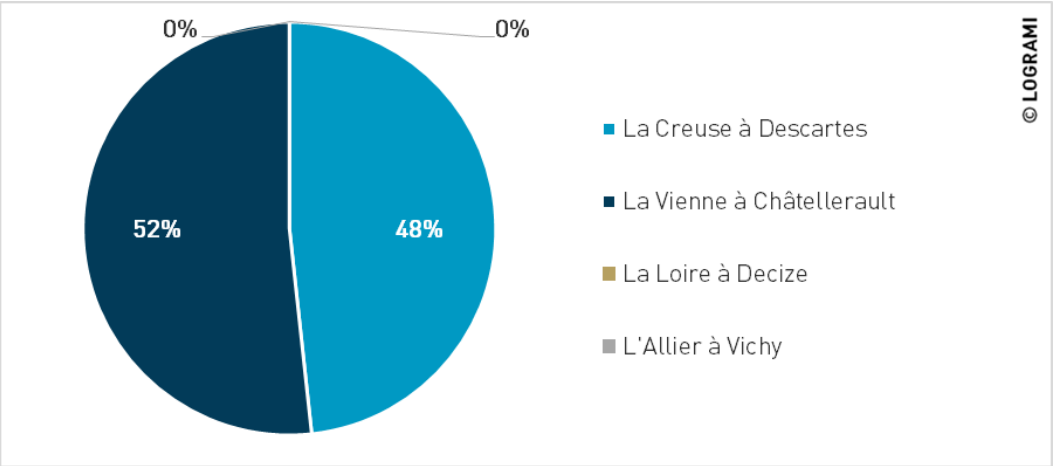


Figure 158 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 (les effectifs à Descartes sur la Creuse ont été estimés)

Depuis 2007, **la répartition des effectifs est quasi exclusivement pour le bassin de la Vienne avec en moyenne 100 % +/- 1 lamproies marines observées aux stations de comptage depuis 1998** (Figure 158). L'affinité de la Lamproie marine pour ce bassin peut s'expliquer par sa proximité avec l'océan mais aussi par la présence importante de phéromones d'ammocètes dans la composition de l'eau pouvant orienter le homing (Taverny & Elie, 2010). **L'absence de migration depuis 2013 à Vichy et 2017 à Decize, indique la disparition totale de l'espèce sur les parties amont du bassin et donc une forte diminution de l'aire de répartition par rapport au début des années 2000.**

7.1.2.1 Descartes

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

Les effectifs de l'année 2022 peuvent être estimés statistiquement par la corrélation avec les effectifs de Châtellerault depuis 2007 (Mann Whitney : p-value = 0,68 ; alpha 0,05). Depuis 16 ans, les effectifs de lamproie se répartissent sur le bassin de la Vienne avec en moyenne 51% +/-15 à Châtellerault sur la Vienne et 49% +/-15 sur la Creuse (Figure 159). Ainsi statistiquement, en 2022, **14 +/-2 lamproies auraient franchi Descartes sur la Creuse.** L'effectif maximum observé à la station de Descartes comptait 51 230 individus en 2007, le minimum date de 2019 avec 14 individus. A Châtellerault, le maximum a été observé en 2008 avec 49 174 lamproies et le minimum en 2019 avec 6 individus.

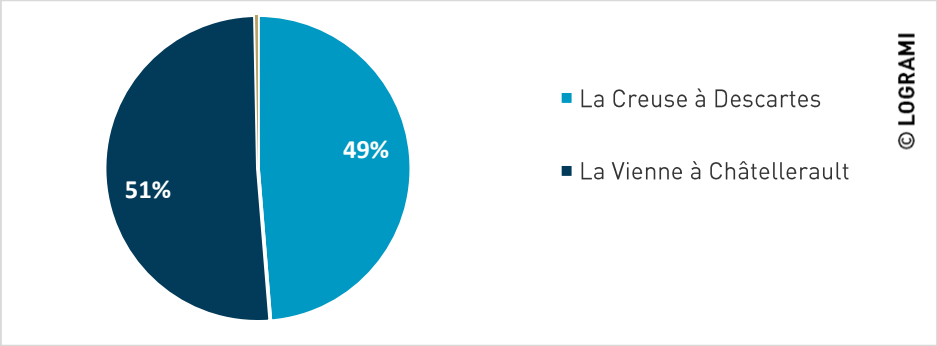


Figure 159 : Proportion des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 comparativement à Chatellerault

Les effectifs estimés s'inscrivent dans la tendance à la disparition avec seulement 14 (+/-2) lamproies marines qui auraient franchi l'ouvrage de Descartes.

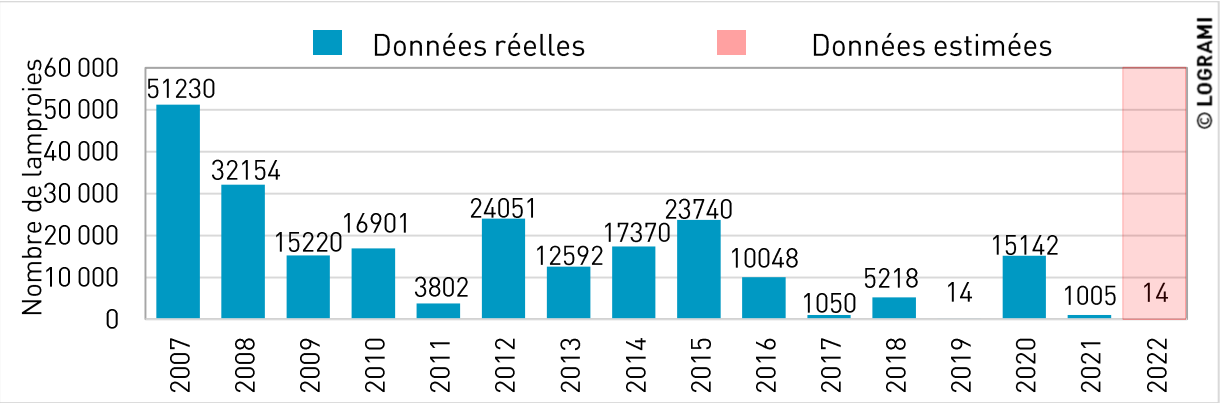


Figure 160 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse de 2007 à 2022

7.1.2.2 Châtellerault

En 2022, 15 lamproies marines ont été comptabilisées à Châtellerault (Figure 161). Il s'agit du deuxième plus faible effectif, après 2019, constaté depuis le début du suivi en 2004. Il ne représente que 0,03 % des effectifs comptabilisés en 2008.

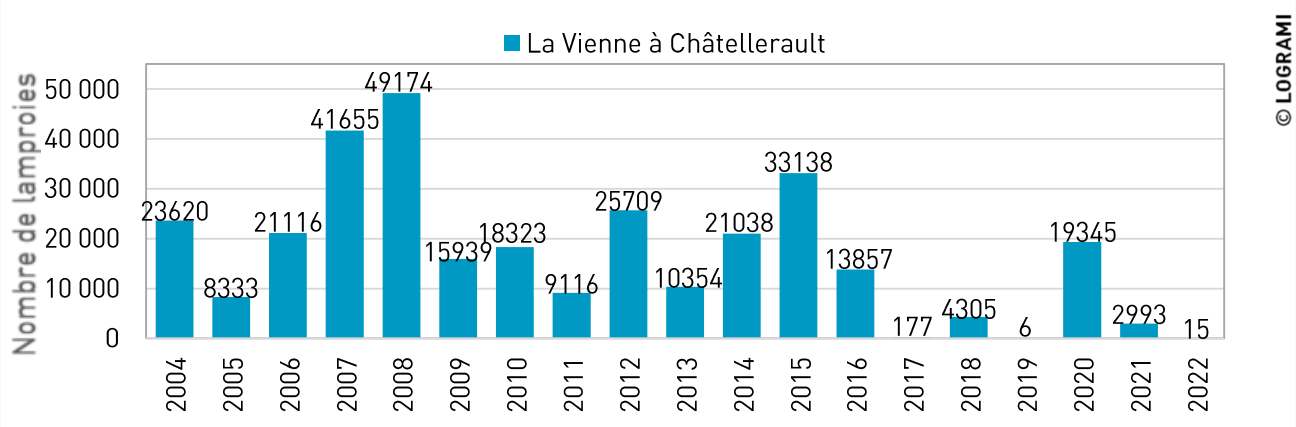
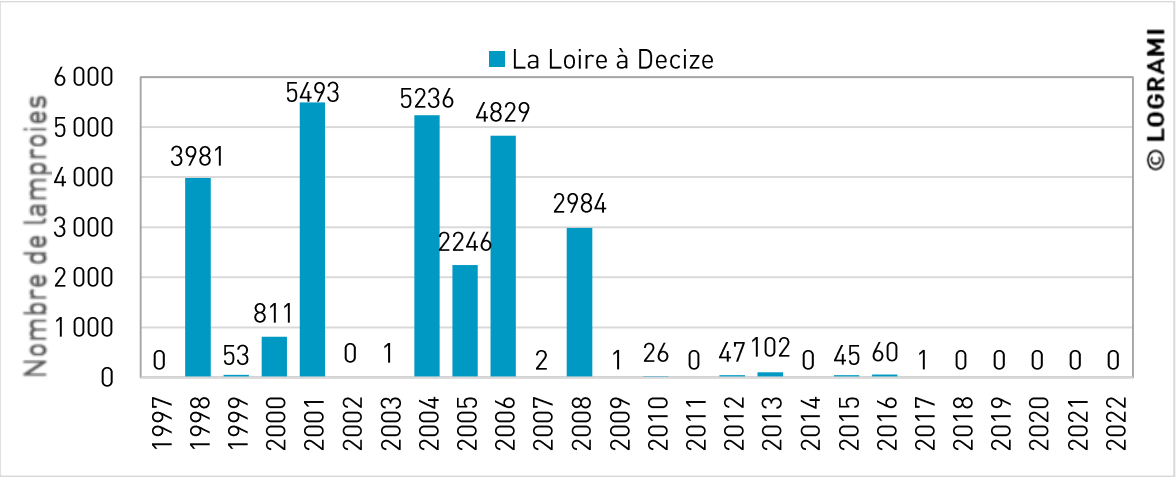


Figure 161 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

7.1.2.3 Decize

En 2022, 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 162). Les variations interannuelles sont très importantes. L'importance de ces effectifs certaines années révèle le caractère attractif de l'amont lorsque les effectifs de la population sont importants. Pour autant, les conditions environnementales lors de la migration devenant contraignantes et la diminution des populations de lamproies marines depuis plus de 10 ans faisant perdre le caractère attractif de l'amont en raison d'un déficit de phéromones accentuent le processus de disparition.

Depuis 2009, les effectifs sont très faibles avec une moyenne interannuelle de 22 individus +/- 26.



** Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas d'avoir un comptage exhaustif des individus sur l'ensemble de la saison de migration. En effet, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement durant les périodes favorables à la migration des aloses (avril-mai-juin)*

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

Figure 162 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize sur la Loire de 1998 à 2022 (Sources : LOGRAMI)

7.1.2.4 Roanne

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

7.1.2.5 Gueugnon

Sur le bassin de l'Arroux, à la station de comptage de Gueugnon, aucune lamproie n'a été comptabilisée en 2022 (Figure 163). Les faibles chiffres enregistrés depuis 2006 sur cette station sont à relativiser par rapport aux données de migration obtenues à la station de comptage de Decize. En effet, de nombreux secteurs de reproduction sont présents à l'aval de cet ouvrage. Ces observations ponctuelles de migration sur Gueugnon permettent toutefois de fixer un front de colonisation de l'espèce sur le bassin de l'Arroux.

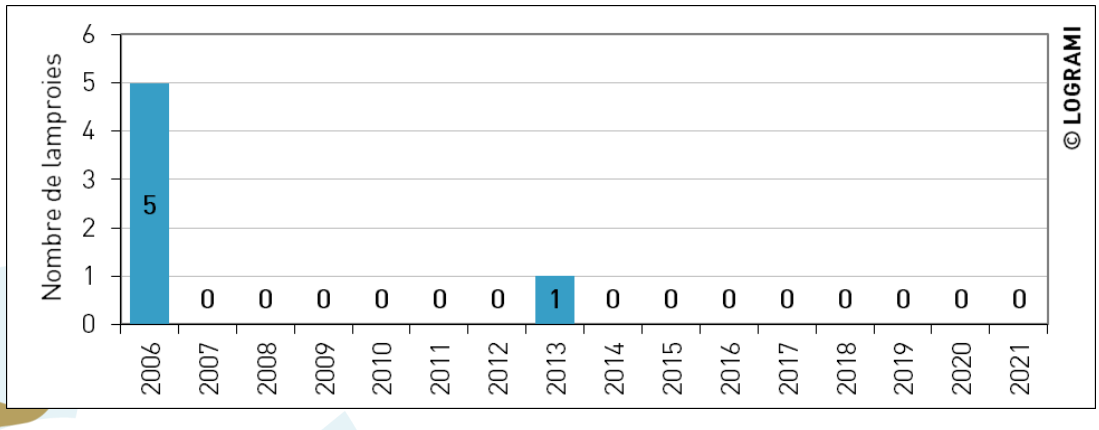


Figure 163 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux de 2006 à [illegible]rces : LOGRAMI)

7.1.2.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Depuis la mise en œuvre des comptages à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017, aucune Lamproie marine n'a été détectée. Toutefois en 2004, plusieurs dizaines de nids de lamproies marines avaient été observés sur la Sioule entre la confluence avec l'Allier et Saint-Pourçain-sur-Sioule.

7.1.2.7 Vichy

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de comptage de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 164). 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% de la population comptabilisée de 2004). Elle ne représente également que 0,01 % des effectifs dénombrés en 2007.

La moyenne interannuelle s'élève à 255 individus +/- 392. Depuis 2007, les passages moyens ne sont que de 2 individus (+/- 3 lamproies). En 2022, et pour la neuvième année consécutive, aucun individu n'a été contrôlé à la station de comptage de Vichy.

Pour mémoire, une Lamproie marine avait été comptabilisée en 2004 à la station de comptage de Langeac située 184 km en amont du pont barrage de Vichy.

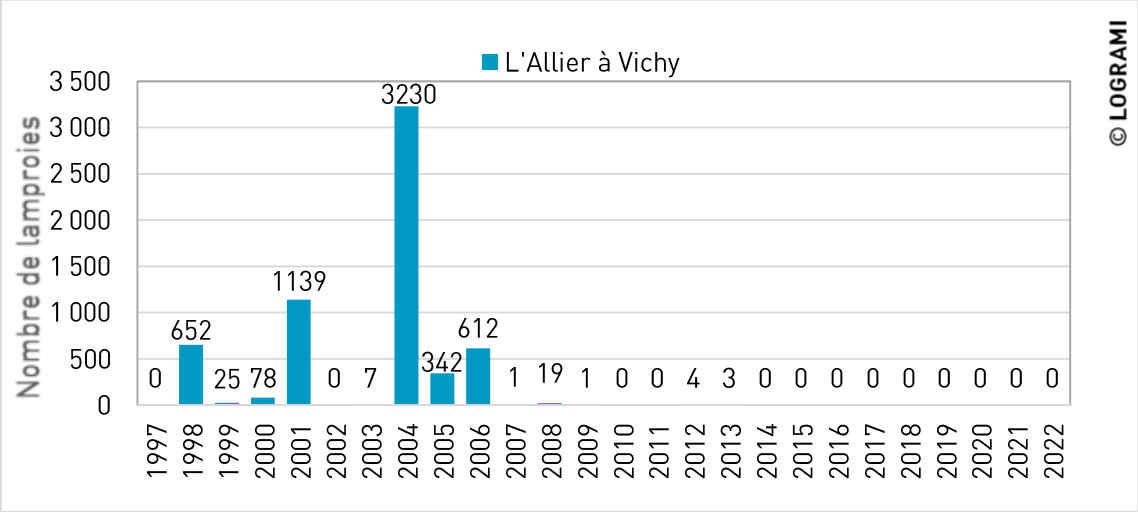


Figure 164 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy sur l'Allier de 1997 à 2022 (Sources : LOGRAMI)

7.1.3. Périodes de migrations

7.1.3.1 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 : 132 +/- 37 jours à Descartes et 101 +/- 28 jours à Châtellerault contre 33 +/- 13 jours à Decize et 31 +/- 5 jours à Vichy (Figure 165).

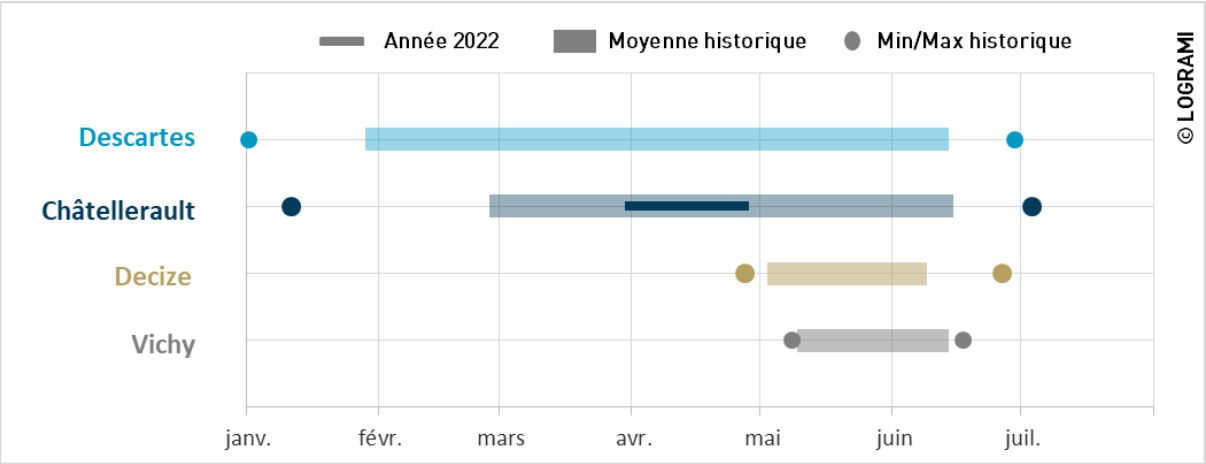


Figure 165 : Comparaison des amplitudes de migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis

En 2022, pour la cinquième 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 la plus faible depuis le début des comptages avec 100% de la migration effectuée en 29 jours à Châtellerault. Pas de record de précocité puisque les premiers individus observés sont passés le 31 mars, soit près d'un mois plus tard que la moyenne historique. Cependant, la migration s'est arrêtée avec 3 semaines d'avance (28 avril contre 18 mai en moyenne). Avec l'année 2019 (36 jours), il s'agit de la plus courte amplitude de migration pour le comptage de 100% des effectifs. La variable commune à ces deux années est le très faible nombre de géniteurs comptés avec respectivement 6 en 2019 et 15 en 2022 (médiane de 17 131 lamproies comptées à Châtellerault de 2004 à 2021).

La comparaison interannuelle de l'amplitude peut également être faite en retirant les passages isolés précoces et tardifs. Sur la Vienne, l'amplitude migratoire ainsi obtenue est similaire entre 2021 et 2022 puisque 90% des effectifs sont passés en 29 jours (contre 39 +/-9 en moyenne de 2004 à 2020).

A Châtellerault, depuis 2017, l'amplitude de migration qui concentre 90% des effectifs a été réduite de près de 25% (soit 10 jours +/- 3). 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.

7.1.3.2 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 166). 50 % de la migration a lieu en moyenne le 3 mai +/- 10 jours à Descartes et le 4 mai +/- 10 jours à Châtellerault. Un décalage important est à noter entre ces deux stations et celles situées plus en amont sur le bassin de la Loire. En effet, la moitié des passages n'est effectué qu'à partir du 21 mai +/- 9 jours à Decize et du 25 mai +/- 5 jours à Vichy.

En 2022, sur la Creuse aucun comptage n'a été effectué puisque la passe n'était pas en eau cette année suite à l'ouverture complète du barrage après l'avarie générée par la crue du 14/07/2021. 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 17 avril soit 7 jours après la moyenne interannuelle. Le retard dans la migration s'est poursuivi puisque la moitié des individus a franchi l'ouvrage le 4 mai, soit 5 jours plus tard que la moyenne interannuelle. Bien que les

températures aient été favorables plus tôt (cf. § 7.1.1), le déficit hydrologique (indice IH = 0,5) a très probablement ralenti la progression des géniteurs.

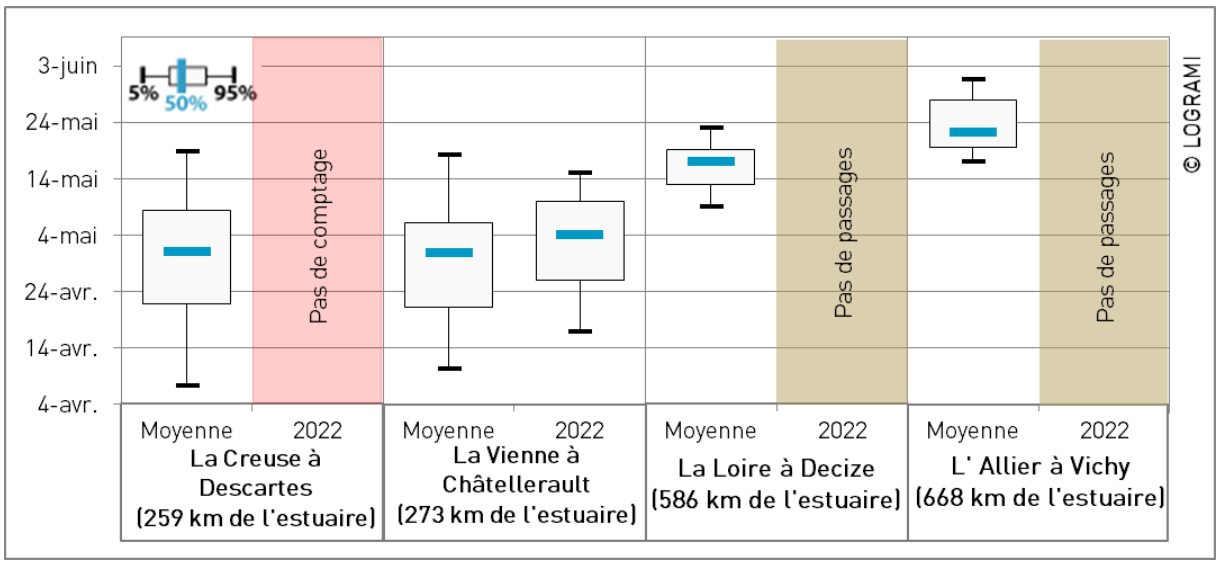


Figure 166 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

En 2022, la migration n'a pas suivi le rythme moyen observé depuis 2004. **En effet, avec de très faibles effectifs (n=15), une hydrologie défavorable, et des températures optimales plus précoces mais s'arrêtant plus tôt dans la saison, les lamproies ont mis plus de temps à arriver et sont passées rapidement**. Un pic entre le 16/04 et le 19/04 a concentré 53% des passages (8 individus) (Figure 167). 95% a franchi l'ouvrage le 15/05 soit 3 jours plus tôt que la moyenne (18/05).

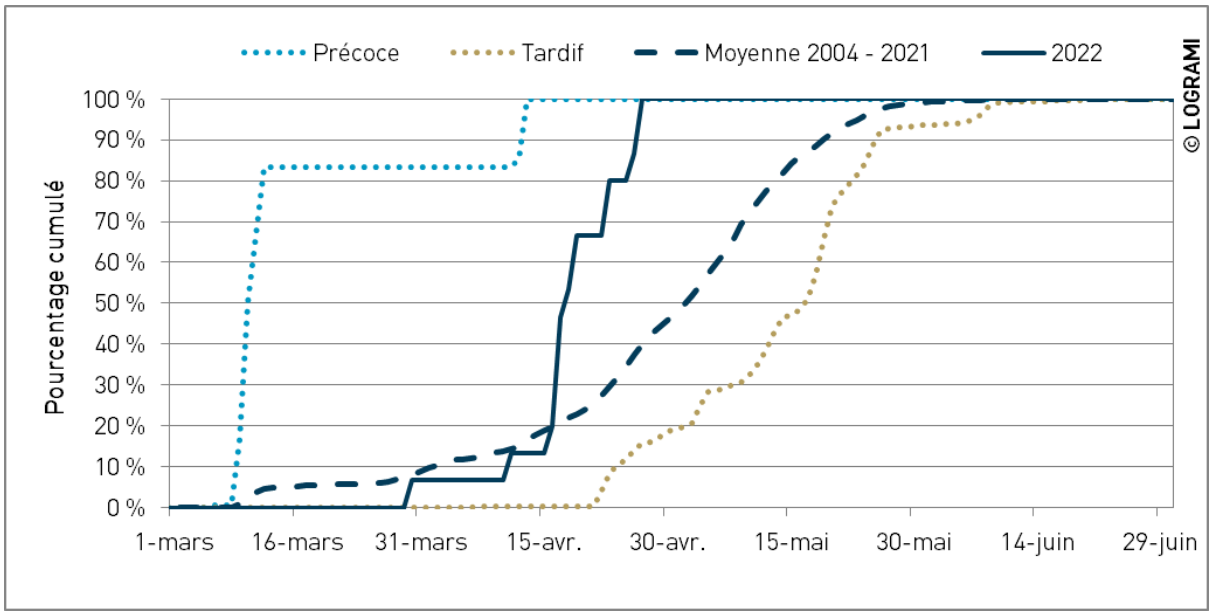


Figure 167 : Comparaison des rythmes de migration des lamproies en 2022 à la station de Châtellerault sur la Vienne par rapport aux données maximales et moyennes observées depuis 2004 à cette même station (source : LOGRAMI)

7.1.3.3 Passages journaliers

À la station de Châtellerault sur la Vienne, la première lamproie est observée le 30 mars, la dernière le 27 avril. Le premier passage fait suite à une augmentation significative de la température (+3°C en 12 jours et 14°C le jour du franchissement). Du 31 mars au 7 avril, la baisse des températures a visiblement limité la migration puisqu'aucun passage journalier n'a été observé. Les débits ont momentanément pu être limitants avec un pic à 265 m³/s le 09/04. Dès que la température a de nouveau atteint 14 °C, la migration est repartie. Avec 4 lamproies marines comptabilisées (soit 27 % de l'effectif annuel), le pic journalier a lieu le 17 avril (Figure 168).

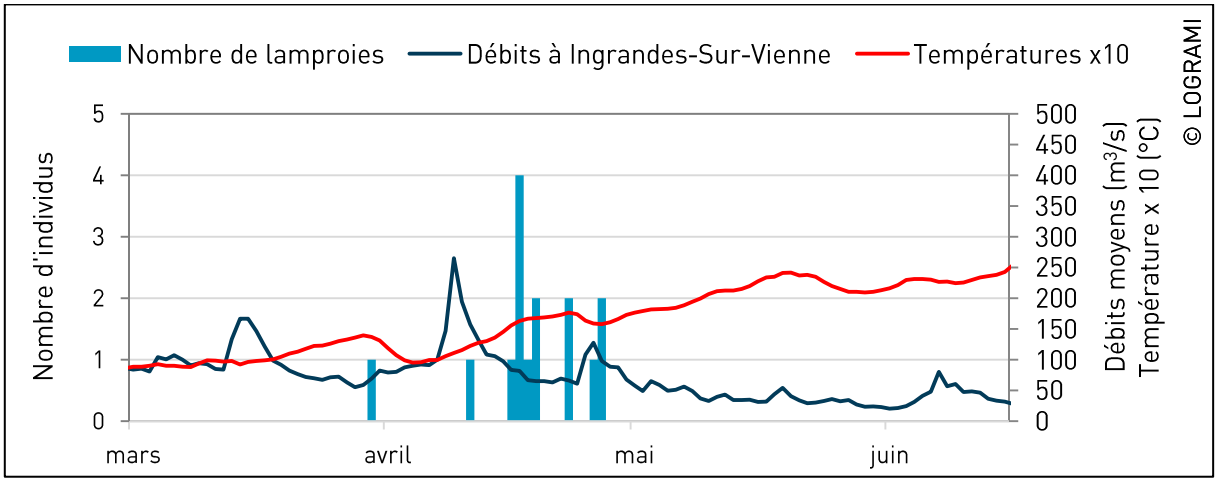


Figure 168 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mars à juin 2022 (n=15) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

7.1.3.4 Rythme horaire de migration

La migration des lamproies est souvent décrite comme nocturne dans la littérature. Mais depuis le début des suivis, seulement 71 % des passages ont lieu entre 20h et 5h UTC. La migration n'est donc pas strictement nocturne. La tombée de la nuit est accompagnée par une augmentation progressive de l'activité (Figure 169). Les passages sont ensuite plus soutenus dans la deuxième partie de la nuit, ils avoisinent les 9 % par heure. Un pic d'activité est observé pour la tranche horaire 01-02 h UTC durant laquelle le passage de 10 % de l'effectif total est observé. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée.

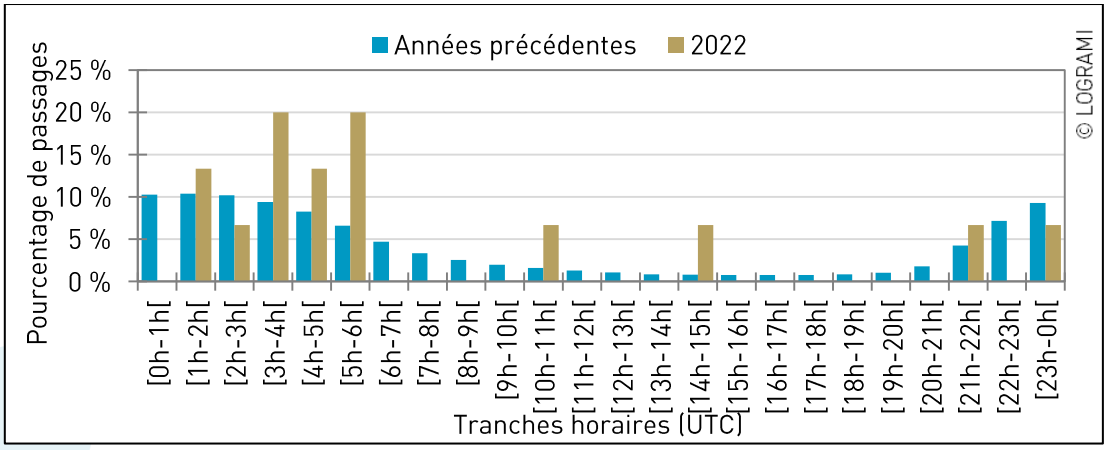


Figure 169 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=566 217) et en 2022 (n=15)

En 2022, les passages horaires suivent la même tendance avec une migration majoritairement nocturne (73 % entre 20h et 5h UTC) même si les pics d'activité sont, cette saison, sur les tranches horaires 04-05h UTC et 05-06h (respectivement 20 % des passages). Les faibles effectifs rendent les comparaisons interannuelles peu significatives, ainsi même si l'année 2022 suit la tendance 2021 avec un décalage global de l'activité en fin de nuit, cette observation reste à confirmer avec d'autres années plus riches en effectifs.

7.2. Conditions de reproduction des géniteurs

Température

Les lamproies marines ont des exigences strictes pour la reproduction, en matière de granulométrie, de vitesse du courant mais aussi en termes de température de l'eau. Les géniteurs se reproduisent 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., 2011b). 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 2022, le nombre de jours avec des températures favorables à la reproduction des lamproies marines est plus faible que précédemment avec en moyenne 21 jours (+/- 2) sur l'ensemble des stations et un maximum de 22 jours à Châtellerault et Decize et un minimum de 19 jours à Vichy (les données références étant respectivement de 30 jours +/-10, 24 jours +/-9 et 27 jours +/-7). Cela représente une diminution de 31 % en moyenne +/-7 pour la durée de la période où les conditions sont favorables pour la reproduction des lamproies marines toutes stations confondues depuis le début des suivis.

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 % +/- 14 du temps (Figure 170). Le maximum est atteint à la station de Descartes avec 53 % +/- 14 et le minimum à la station de Decize avec 38 % +/- 14. La part du temps où les températures sont favorables pour la reproduction durant la période propice a été, tous axes confondus, de 34% +/-3 en 2022. Ainsi, **la reproduction de la Lamproie marine a été limitée par la thermie sur tous les axes.** En effet, la température de l'eau a très rapidement franchi les 19°C (le 07/05 pour la Vienne à Châtellerault, le 08/05 pour la Loire à Decize et le 10/05 pour l'Allier à Vichy), ce qui 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., s. d.). La réduction de la période favorable pour la reproduction ainsi que son avancement 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., 2011b). Ce phénomène est accru pour la partie amont du bassin où la distance pour trouver la majorité des secteurs favorables 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) et où le nombre de jours favorables est le plus faible du bassin (21 jours +/-2).

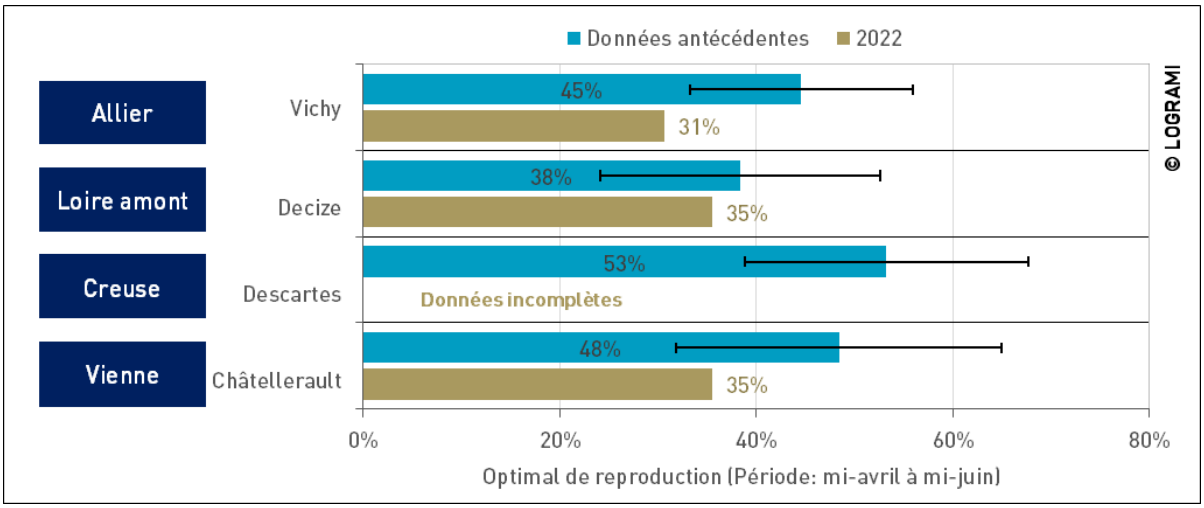


Figure 170 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (15 à 19 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (15 avril au 15 juin) pour la reproduction des lamproies marines entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Vichy, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI)

Hydrologie

En 2022, les indices hydrologiques sont nettement déficitaires sur l'ensemble des stations avec un indice moyen de 0,4 (+/- 0,1) d'avril à juin (Figure 171). La moyenne observée depuis 2000 pour ces stations est de 0,85 +/-1. **Les débits de l'amont du bassin ainsi que la Loire moyenne ont été davantage limitants pour la reproduction.**

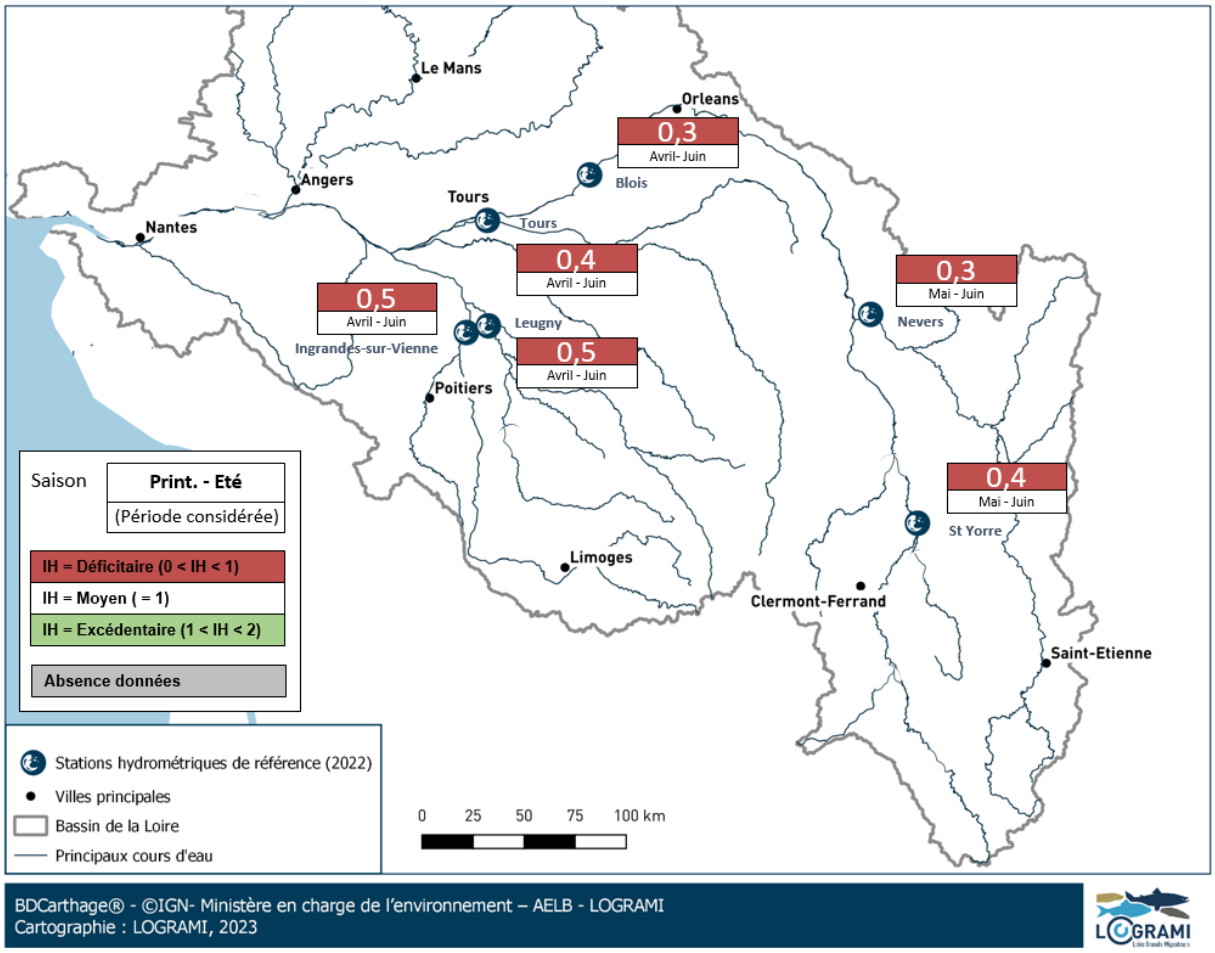


Figure 171 : Indices hydrologiques 2022 durant la période de reproduction des lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 sur la Vienne et la Loire moyenne avec des valeurs dépassant le module ont pu fractionner la période de reproduction des géniteurs sur ces parties du bassin de la Loire.

7.3. Développement des juvéniles

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

Température

Chez les larves de lamproies (ammocètes), l'optimum de développement est atteint pour des températures comprises entre 10 et 21 °C (AEAG, 2018). La croissance active des ammocètes 0+ a lieu du mois de juillet au mois d'octobre. Durant cette période, elles se nourrissent de diatomées et débris organiques en filtrant l'eau de manière sélective (Keith et al., 2011b).

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables au développement des ammocètes représentent 32 % +/- 2 de la période estivale (30 jours +/- 2) (Figure 172). Le maximum est atteint aux stations de Decize et Moulins avec 34 % contre 30 % à Châtellerault.

En 2022, les fenêtres optimales de température pour le développement des ammocètes ont été globalement plus courtes avec un maximum de 34 % (32 jours) sur l'Allier à Moulins et la Loire à Decize contre respectivement 56 % et 47 % depuis le début des suivis (2009-2021 pour la Loire et 2013-2021 pour l'Allier). La période estivale semble être limitante pour la croissance de ces individus sur l'ensemble du bassin de la Loire.

Sur l'ensemble des données disponibles, le secteur Loire amont - Allier montre une baisse plus rapide des températures dès l'arrivée de l'automne. La température de l'eau passe en-dessous du seuil de 21 °C en moyenne le 5 /09 +/-4 jours pour le bassin Vienne Creuse et le 31/08 +/-1 jour pour le bassin Loire-amont Allier depuis le début des suivis thermiques (2013 à Moulins, 2009 à Decize, 2008 à Descartes et 2004 à Châtellerault).

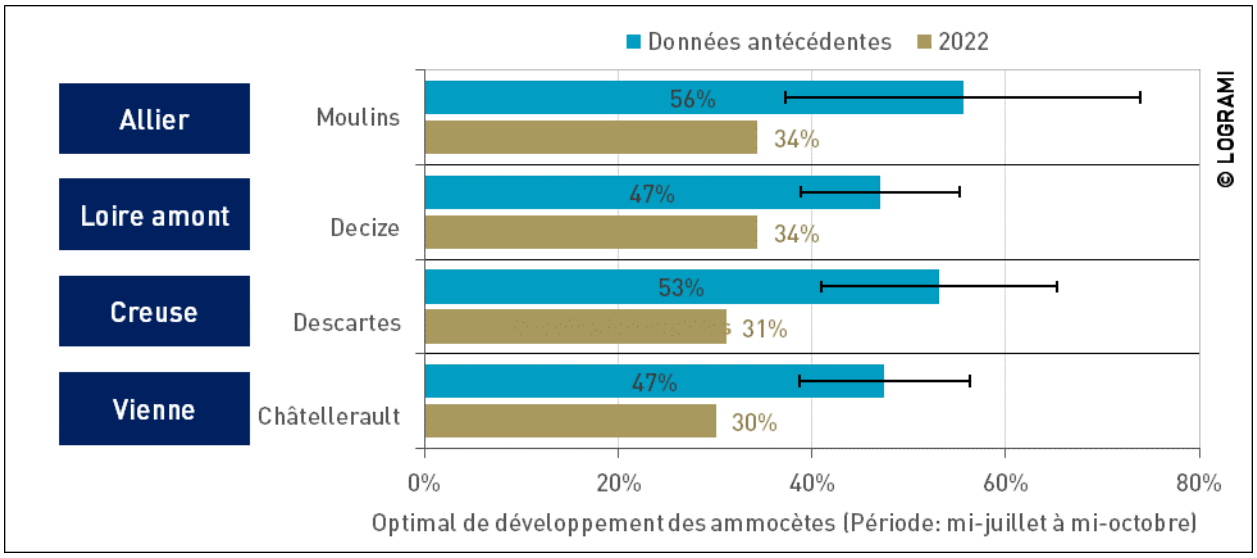


Figure 172 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (10 à 21 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (juillet à octobre) pour le développement des ammocètes entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Moulins, 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 18). Le maximum est atteint en 2020 avec un dépassement de ce seuil à 42 reprises sur la Loire amont à Decize. Ces observations peuvent expliquer en partie la raréfaction des lamproies marines sur les secteurs amont du bassin de la Loire.

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

En 2022, ces températures supérieures à 26 °C sont atteintes durant l'été à 16 reprises dans la Vienne et jusqu'à 29 fois à Decize sur la Loire amont. 2022 a été une année extrêmement chaude qui, à l'image de 2019, a probablement limité la survie des ammocètes encore présentes dans le sédiment d'autant qu'elles y grandissent entre 3 et 4 ans multipliant les risques d'être impactées par un été caniculaire.

Tableau 18 : Nombre de jours avec une température de l'eau supérieure à 26°C au niveau des stations de mesures de Vichy, Decize, Descartes et Châtellerault entre 2009 et 2022 (Sources : LOGRAMI)

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

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.

Ainsi, même si le secteur amont de la Loire, en comprenant le bassin de l'Allier, offre un nombre moyen de jours favorables au développement larvaire supérieur au secteur Vienne-Creuse, l'exposition des ammocètes durant leurs 4 à 5 ans de croissance à des températures compromettant leur survie en période estivale est nettement supérieure aux conditions observées dans le bassin de la Vienne. Cette exposition à des températures létales est rencontrée pratiquement chaque année en Loire en amont de Decize et une année sur deux sur l'Allier à Vichy. Cela peut être une des explications de la disparition des lamproies marines dans la partie amont du bassin de la Loire.

De plus, la diminution du nombre de juvéniles encore présents dans le substrat émettra proportionnellement moins de phéromones susceptibles d'attirer les géniteurs, ce qui a pour conséquence de faire baisser la dynamique de population, jusqu'à sa disparition si les conditions ne changent pas.

Hydrologie

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

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

En 2022, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 173). Les plus faibles indices sont enregistrés sur la Creuse à Leugny et la Loire à Nevers avec une valeur de 0,4.

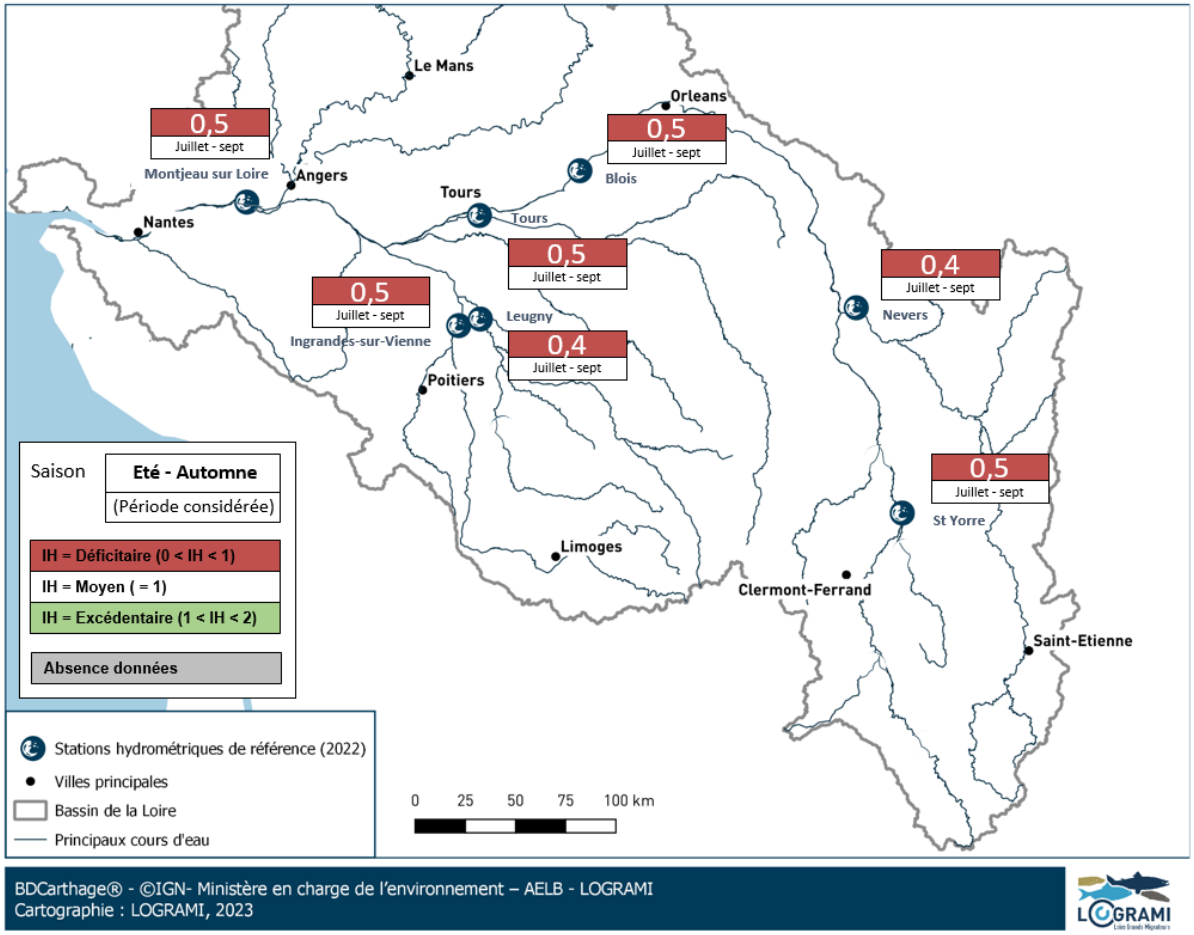


Figure 173 : Indices hydrologiques 2022 pendant la période de développement des ammocètes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les débits trop faibles sont souvent corrélés à une hausse de température, mais également à une réduction de la surface d'habitat favorable 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.

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

7.3.3. Matériel et Méthodes

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

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

Figure 174 : 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 175).

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

7.3.3.2 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 176).



Figure 176 : 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).

7.3.3.3 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 177). Ce critère ne permet cependant pas de distinguer entre elles les larves de *Lampetra fluviatilis* et *Lampetra planeri*. L'identification portera donc sur les seuls genres *Petromyzon* et *Lampetra*.

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

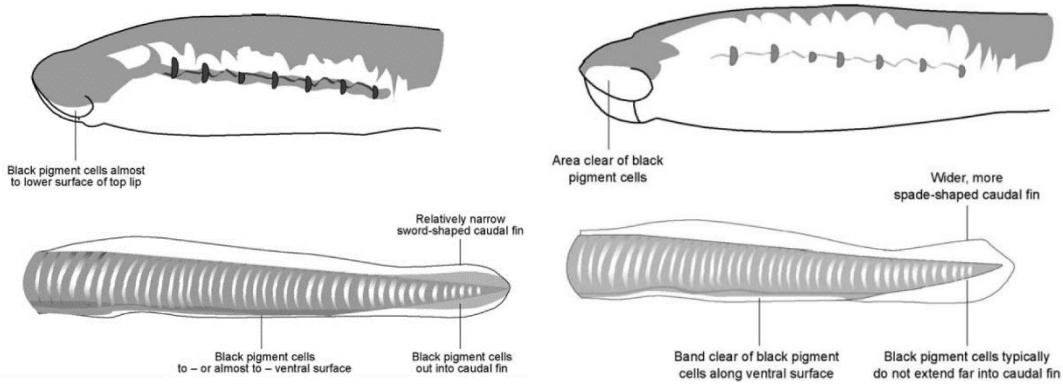


Figure 177 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch ; Gardinier, 2003)

Cette technique d'identification n'est pas toujours fiable notamment pour les individus d'une taille inférieure à 60 mm qui peuvent posséder des pigmentations atypiques (Taverny & Elie, 2010). Un test génotypique pourrait confirmer l'appartenance à l'un des deux groupes (Urdaci et al., 2014). Ce test n'a cependant pas été utilisé dans cette étude, toutes les ammocètes présentant une pigmentation ont été considérées comme des lamproies marines.

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

7.3.4. Résultats

7.3.4.1 Effort de prospection

En 2022, 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. 48 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, 10 stations ont été échantillonnées sur la Creuse (10 km) et 38 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 178) 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 55,4 m², soit en moyenne 1,2 m² (+/- 0,3) 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 16 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 4 sub-optimaux sur la Creuse, 26 optimaux et 12 sub-optimaux sur la Vienne (Figure 178).

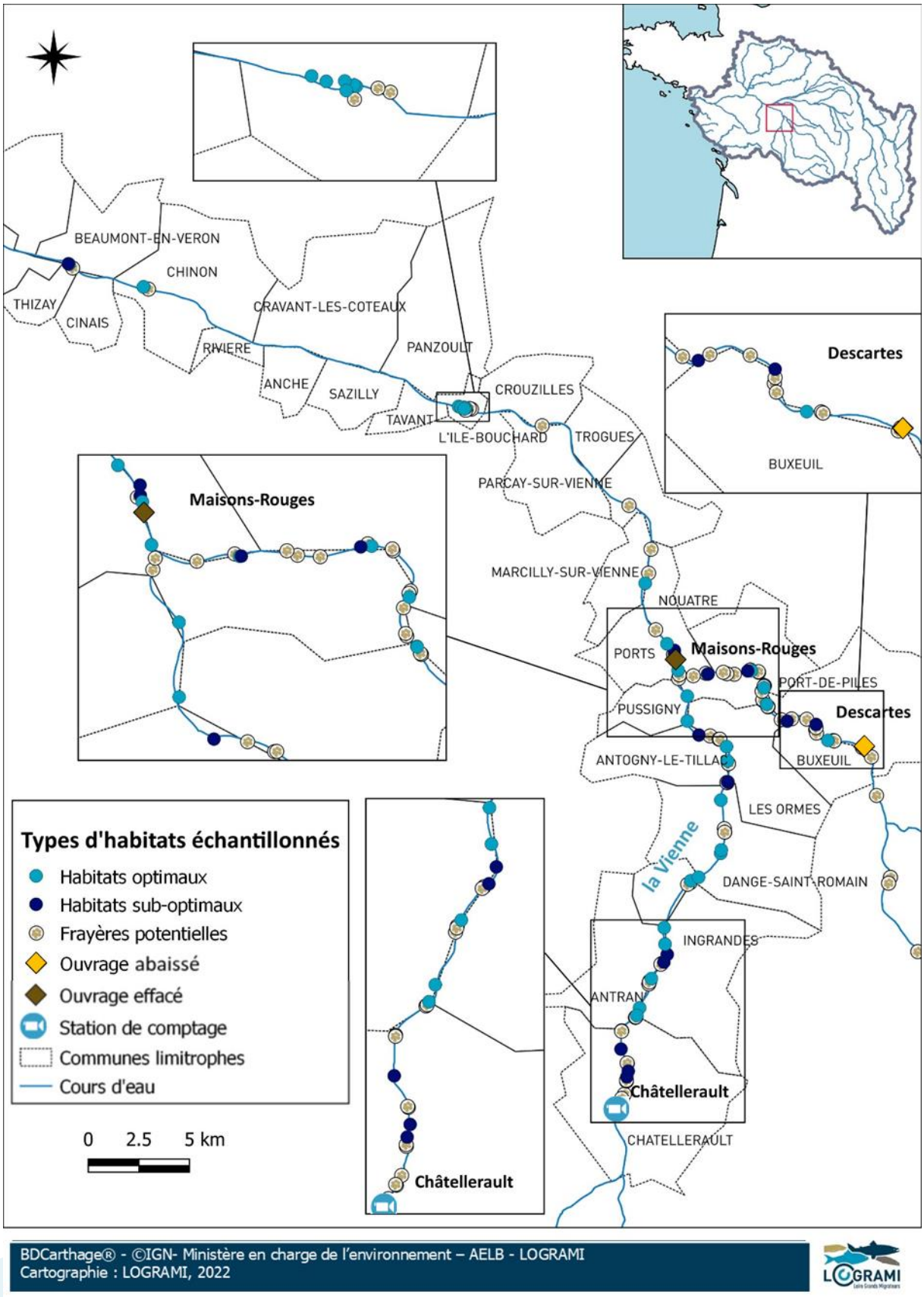


Figure 178 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproies échantillonnés en 2022 sur le bassin de la Vienne

Comme depuis 2020, le linéaire de prospections a été étendu puisque 4 stations ont été échantillonnées sur les communes de Chinon et de Beaumont-en-Véron. Ces stations sont situées 10 km en amont de

la confluence avec la Loire et 17 km en aval de l'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. abaissé

La campagne d'échantillonnage par pêche électrique s'est déroulée sur 9 jours répartis du 12 au 23 septembre 2022 (du 12 au 16, les 19, 20, 22 et 23 septembre). Les débits de la Creuse et de la Vienne ont permis de réaliser les inventaires dans les conditions adéquates. Bien que l'année 2022 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 12 et 13 septembre) ;
- Ingrandes-sur-Vienne : secteur Châtellerault- confluence Vienne-Creuse (échantillonné du 14 au 19 septembre) ;
- Nouâtre : secteur aval confluence Vienne-Creuse (échantillonné du 20 au 23 septembre).

Les débits lors des échantillonnages de la Creuse ont été de 7,2 ± 0,1 m³/s. Ces valeurs sont inférieures au débit minimal attendu en année sèche à cette station (10m³/s). Avec 33 ±2 m³/s à Nouâtre et 24 ±2 m³/s à Ingrandes-sur-Vienne, les débits du mois de septembre 2022 ont été dans les plus bas observés depuis 1918 pour cette même période (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).

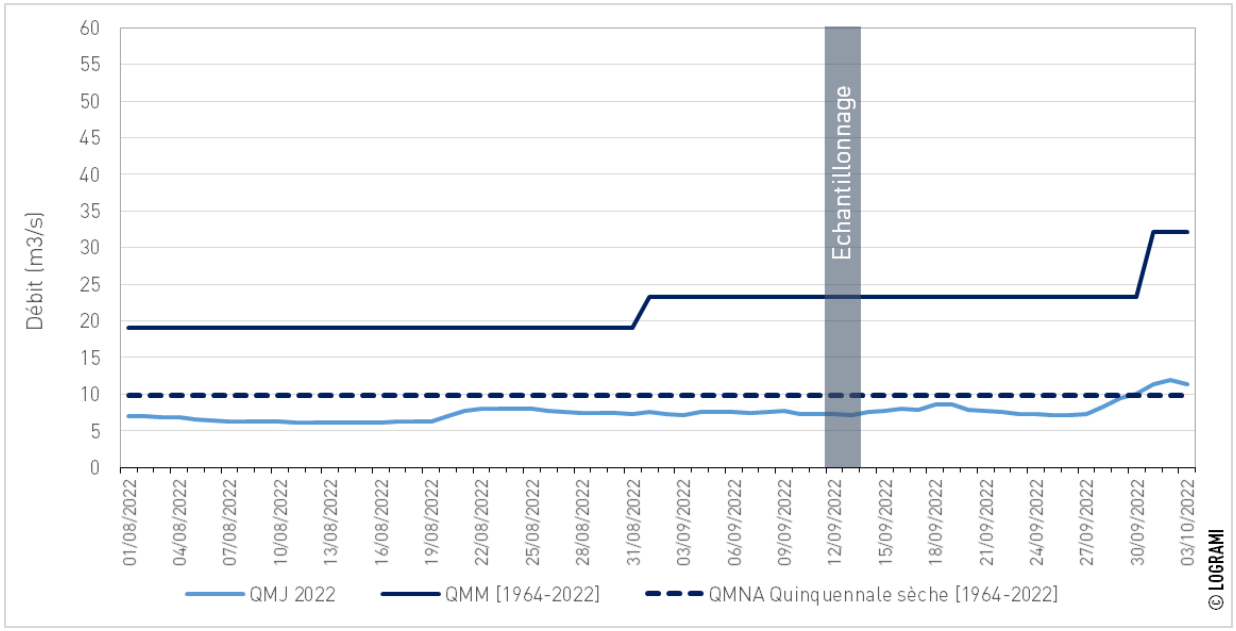


Figure 179 : Débits moyens journaliers 2022 et débits de référence de la Creuse à la station de Leugny lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

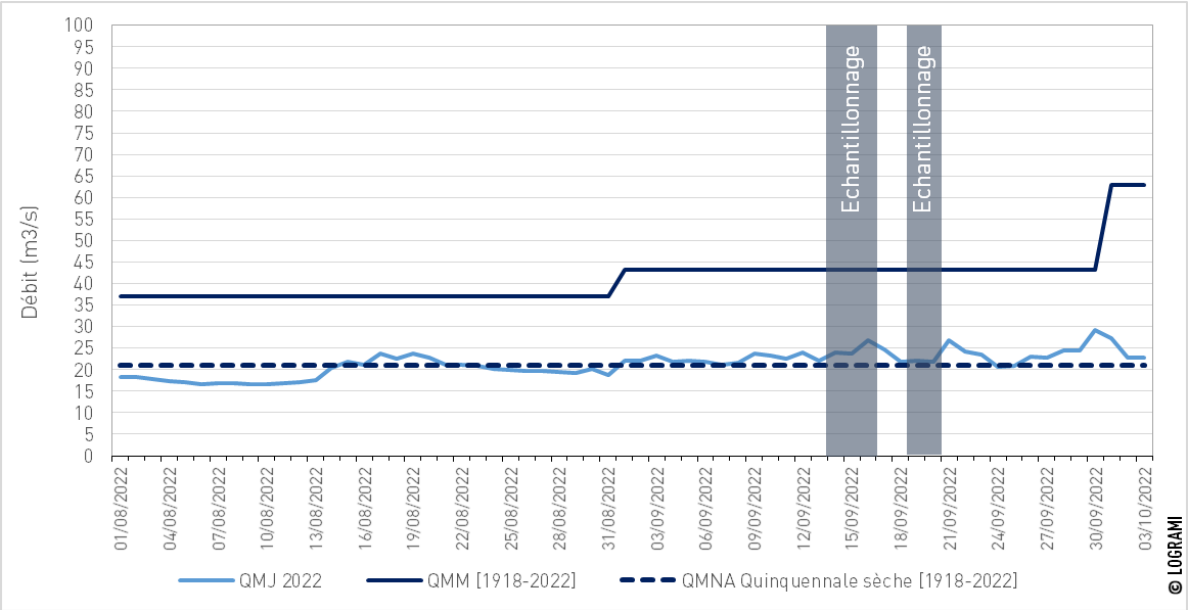


Figure 180 : Débits moyens journaliers 2022 et débits de référence de la Vienne à la station d'Ingrandes-sur-Vienne lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

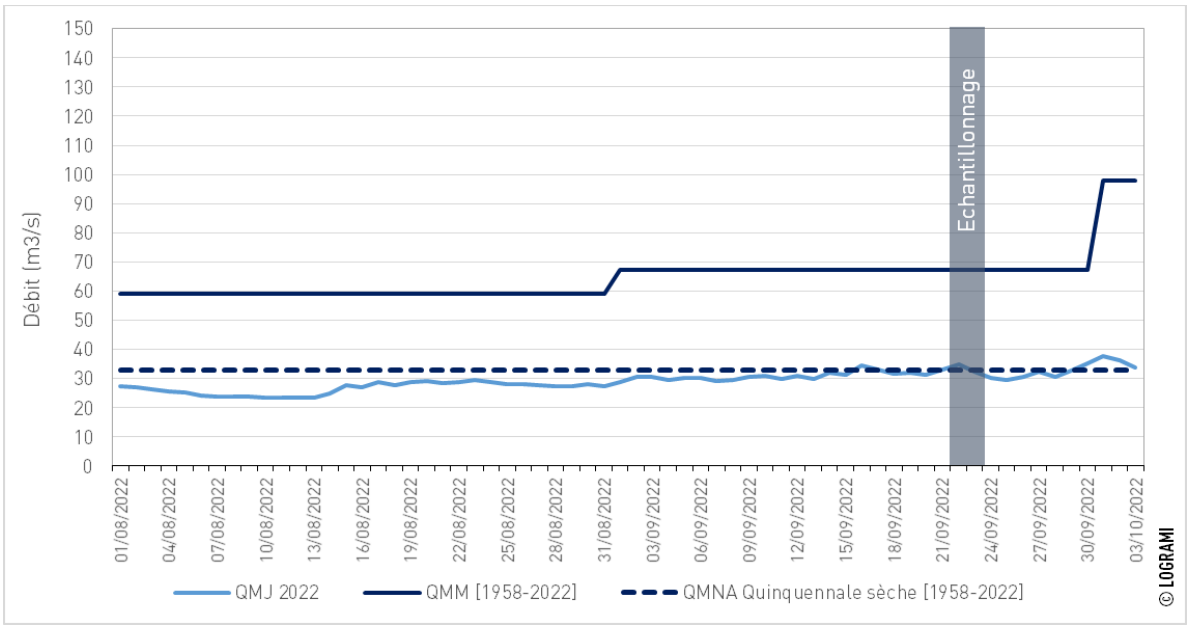


Figure 181 : Débits moyens journaliers 2022 et débits de référence de la Vienne à la station de Nouâtre lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

7.3.4.2 Biométrie des ammocètes

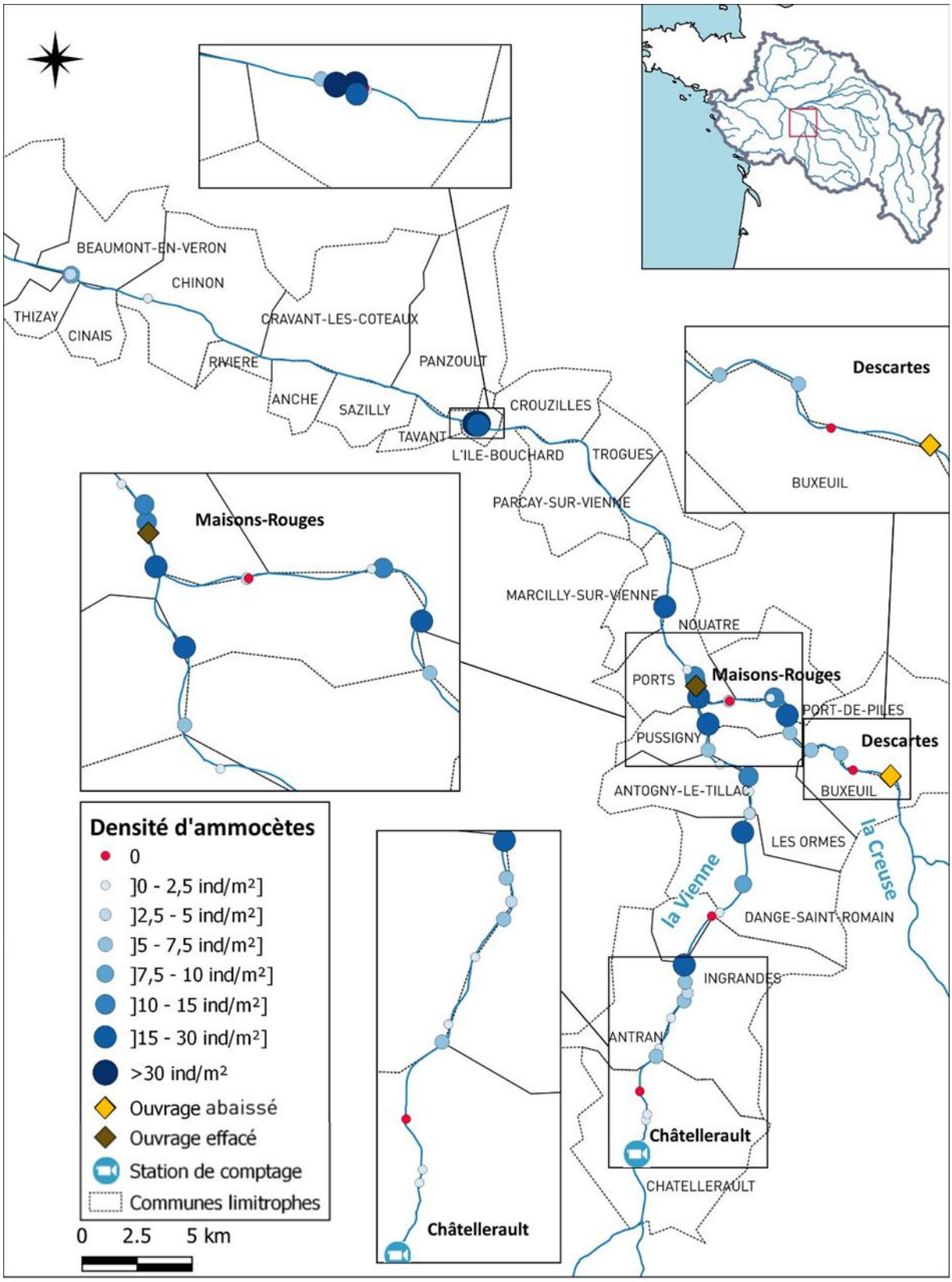
Identification

Un total de 432 lamproies a été échantillonné, dont 379 *Petromyzon marinus* et 53 *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 8.2.

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 2022, les résultats de densité sont compris entre 0 et 38 ind./m² (Figure 182). La variabilité est forte entre stations et un grand nombre d'entre elles possède peu d'individus (médiane de 3 ind./m²). Sur l'ensemble de l'échantillonnage, aucune Lamproie marine n'a été capturée sur 13 % des stations échantillonnées, soit six stations au total dont quatre d'entre elles sont sur la Vienne et une seule présente 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. Il semble que la production soit plus intense sur la Vienne en aval de Châtellerault et particulièrement au niveau d'Ingrandes-sur-Vienne. De même, le secteur de la confluence (Bec des deux eaux) ainsi que celui de l'Ile-Bouchard sont en moyenne plus productifs que les autres sites échantillonnés sur la Vienne ou l'axe Creuse. Concernant ce dernier, 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 (4 sub-optimaux sur 10 sites prospectés). Le lit de la Creuse est, sur ce tronçon, principalement constitué de roche mère affleurante ce qui limite souvent la quantité de sédiment fin et la profondeur de substrat meuble même en berge. Le transit sédimentaire étant en partie restauré, les densités d'ammocètes pourraient augmenter sur l'axe Creuse si des crues morphogènes charriaient un volume de substrat important et que celui-ci arrivait à se fixer au fond du cours d'eau.



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

Figure 102 : Localisation des densités d'ammocètes échantillonnées en 2022 sur le bassin de la Vienne

La densité moyenne sur les habitats de type I, dits optimaux, est nettement supérieure (10,8 ind./m² sur la Vienne et 8,1 ind./m² sur la Creuse) à celle observée sur les habitats de type II, dits sub-optimaux (2,9 ind./m² sur la Vienne et 3,3 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 19). 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 19 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de Lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2022 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Vienne		Creuse	
Type d'habitat	Optimaux	Sub-Optimaux	Optimaux	Sub-Optimaux
Nombre de stations	26	12	6	4
Nombre moyen d'ammocètes	10 +/- 9,9	3,2 +/- 3,1	10,3 +/- 8,8	4,5 +/- 4,8
Densité moyenne CS (ind./m²)	10 +/- 11,5	2,3 +/- 1,9	8,1 +/- 9	3,4 +/- 3,3
Densité médiane CS (ind./m²)	6,1	1,8	5,1	3,4

Structure démographique

Les tailles des ammocètes échantillonnées varient de 30 à 158 mm. La taille moyenne des individus est de 94,7 mm (+/- 22). Les lamproies présentant des caractéristiques de métamorphose ont une taille moyenne de 144 mm (+/- 7). Plusieurs classes d'âge ayant été capturées, la distribution ne suit pas une loi normale (Figure 183).

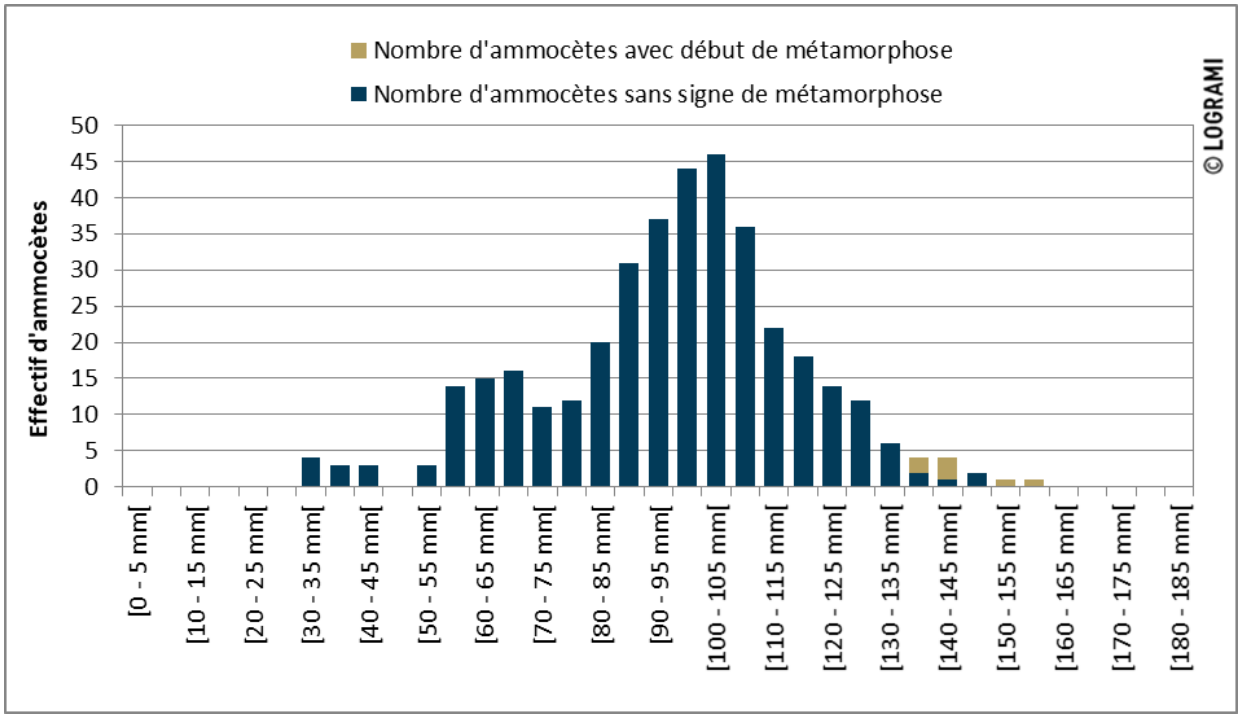


Figure 183 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2022 sur le bassin de la Vienne (n=383)

Pour cette campagne d'inventaire, les individus de moins de 45 mm, c'est-à-dire les juvéniles de l'année (0+) représentent seulement 2,6% (deuxième plus mauvais recrutement après 2017 où 1 seul juvénile de l'année avait été retrouvé représentant 0,9% de l'effectif total). En 2022, plus de la moitié des ammocètes ont une taille comprise entre 80 et 110 mm (62%). Cette donnée est dans la continuité de l'échantillonnage de 2021 lors duquel 57 % des individus avaient une taille comprise entre 50 et 95 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 184).

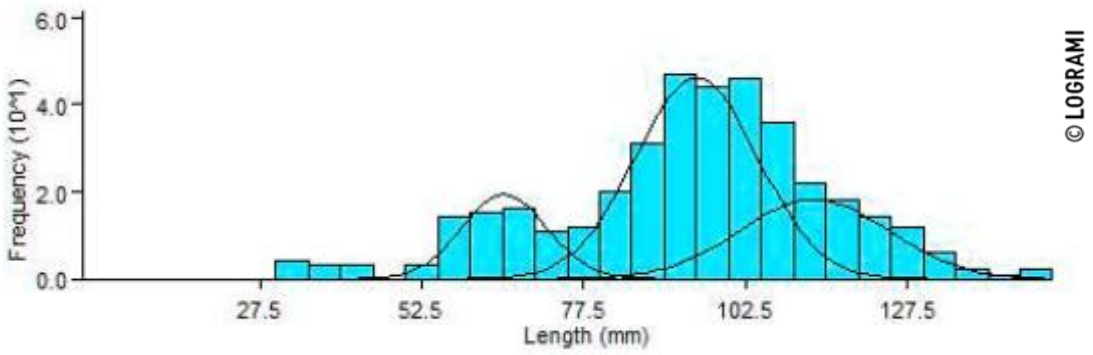


Figure 184 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2022 sur le bassin de la Vienne selon la méthode de Bhattacharya (1967) (n=383) (Sources : LOGRAMI et FiSATII)

Aucune courbe ne ressort pour les ammocètes de l'année (<45 mm) faute d'effectif suffisant (10 individus). La méthode Bhattacharya fait ressortir 3 courbes. La première d'entre elles identifie un groupe d'ammocètes plutôt faible, d'une taille comprise entre 50 et 80 mm. Cette cohorte constituée de 96 individus du genre *Petromyzon* correspondrait aux individus 1+ et serait issue de la reproduction 2021 lors de laquelle 116 ammocètes 0+ avaient été échantillonnées. La seconde courbe met en évidence les juvéniles d'une taille comprise entre 75 et 115 mm. Ce groupe constitué de 266 individus est le plus représenté en 2022 (69 % 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 2+. En effet, d'après une étude qui a consisté à mesurer les statolithes de *Petromyzon marinus* et à les associer aux tailles des larves (Potts et al., 2015), il est fortement probable que ce groupe contienne des 3+ et même des 4+. L'estimation selon la méthode Bhattacharya confirme d'ailleurs les superpositions probables qu'il existe entre les cohortes (Figure 184). Ainsi le logiciel FISAT II a identifié un troisième groupe d'ammocètes de tailles comprises entre 90 et 130 mm. Ce dernier correspondrait aux individus 3+. Avec seulement 18 individus, soit 4,7% de l'effectif, les ammocètes d'une taille supérieure à 130 mm sont très peu retrouvées en 2022 et rendent compte d'un mauvais recrutement antérieur. Cette lacune pour laquelle la méthode Bhattacharya ne propose aucune courbe est associée aux individus 4 + en 2022 d'après Potts et al., 2015 (Figure 185). Historiquement, l'année 2019 a été particulièrement faible en termes de recrutement avec seulement 12 individus 0+, soit moins de 6 % des effectifs de l'année. Les individus 4+ devraient plutôt correspondre à la reproduction de 2018 bien, cette dernière n'ayant pas été particulièrement prolifique (56 individus soit 12% de la population de l'année). Les faibles effectifs associés à l'approximation par la méthode de Bhattacharya ne permettent pas de définir assurément les classes d'âges plus anciennes. La superposition d'autres cohortes est fortement probable, du fait de la variabilité en termes de tailles qui augmente proportionnellement avec l'âge (Potts et al., 2015) (Figure 185).

En somme, la détermination de l'âge en fonction des distributions longueur-fréquence par la méthode Bhattacharya reste subjective en raison de l'hétérogénéité des taux de croissance des larves de

lamproies marines et du chevauchement possible des longueurs entre les classes d'âge. La croissance des ammocètes est liée à la température de l'eau, à la productivité des cours d'eau et à la densité des ammocètes (Rodriguez-Muncoz et al., 2001). Les taux de croissance sont donc susceptibles de varier d'une population à l'autre mais aussi entre les sections d'un même cours d'eau, et même au fil du temps au sein d'une même population, ce qui contribue au chevauchement des tailles entre les classes d'âge (Hansen et al., 2003). Pour éviter les erreurs, de nombreux auteurs recommandent de ne pas différencier les classes d'âges supérieures à 2 ans.

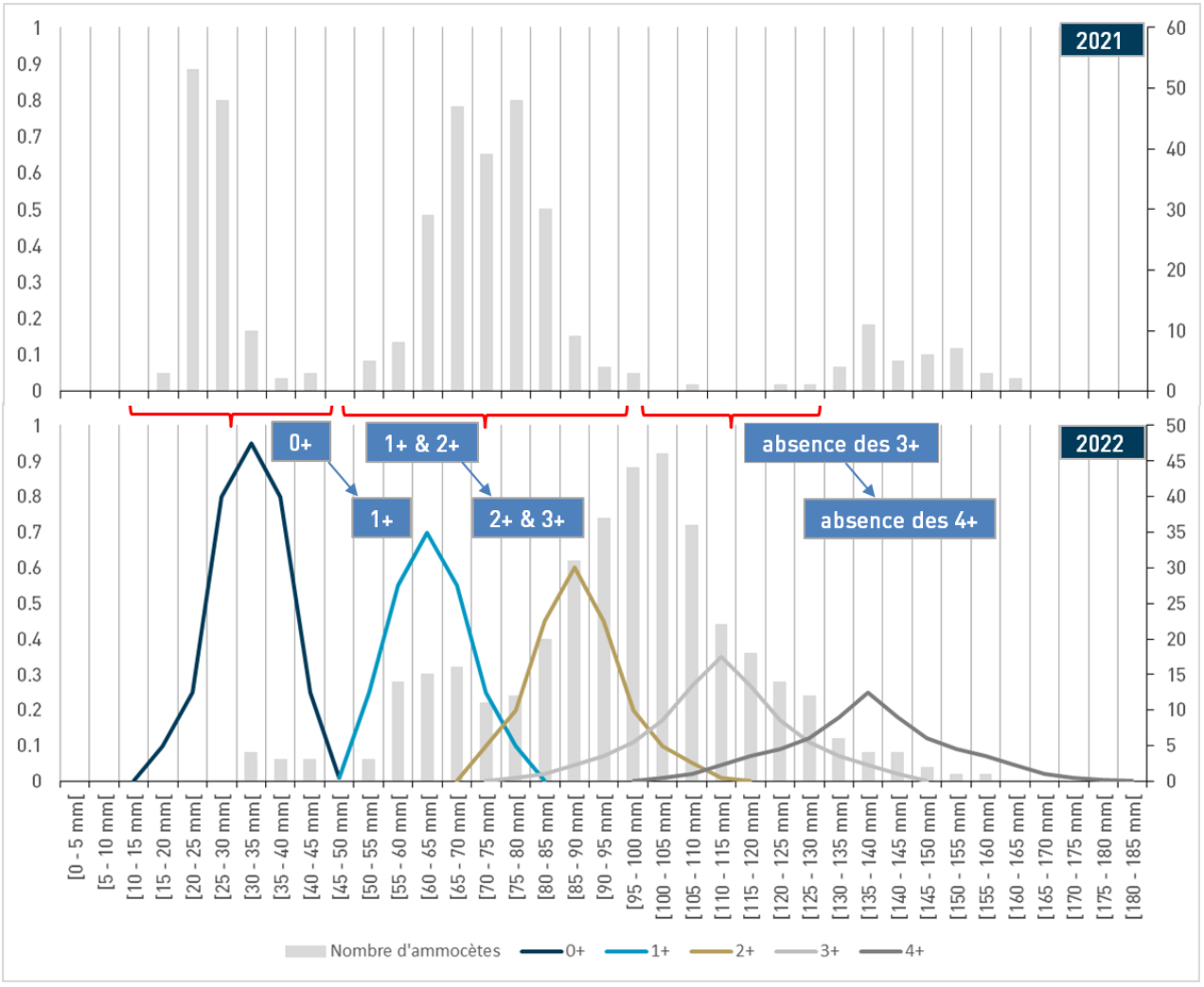


Figure 185 : Répartition des cohortes de *Petromyzon marinus* en fonction de leur taille d'après l'étude « Validation of a relationship between statolith size and age of larval Great Lakes sea lamprey (*Petromyzon marinus*) » (Sources : Potts et al., 2015 et LOGRAMI)

Par conséquent, les résultats présentés ci-dessus doivent être considérés comme une approximation. Ils permettent toutefois d'estimer grossièrement la composition en classes d'âge des ammocètes du bassin de la Vienne. Le prélèvement et la lecture des statolithes permettraient de confirmer l'âge des individus. Cette méthode nécessite cependant la mise à mort des ammocètes et n'a donc pas été retenue pour cette étude.

7.3.4.3 Comparaison interannuelle

Depuis 2014, un total de 3 323 lamproies marines a été échantillonné. L'effort d'échantillonnage de 2022 est proche de celui réalisé de 2016 à 2021 et supérieur aux années 2014 et 2015 (respectivement

seulement 9 et 15 sites sur le même secteur d'étude) (Figure 186). La densité moyenne toutes classes d'âge confondues des années précédentes est de 5,4 ind./m² (+/- 3,3). Avec 7,9 ind./m³, la densité est, en 2022, supérieure à la moyenne interannuelle et quasi équivalente à 2021 (8,2 ind./m³), même si elle reste en-dessous de 2020 (10,3 ind./m²).

En ce qui concerne les ammocètes de l'année (0+), la densité en 2022 est très faible (0,2 ind./m²) 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./m².

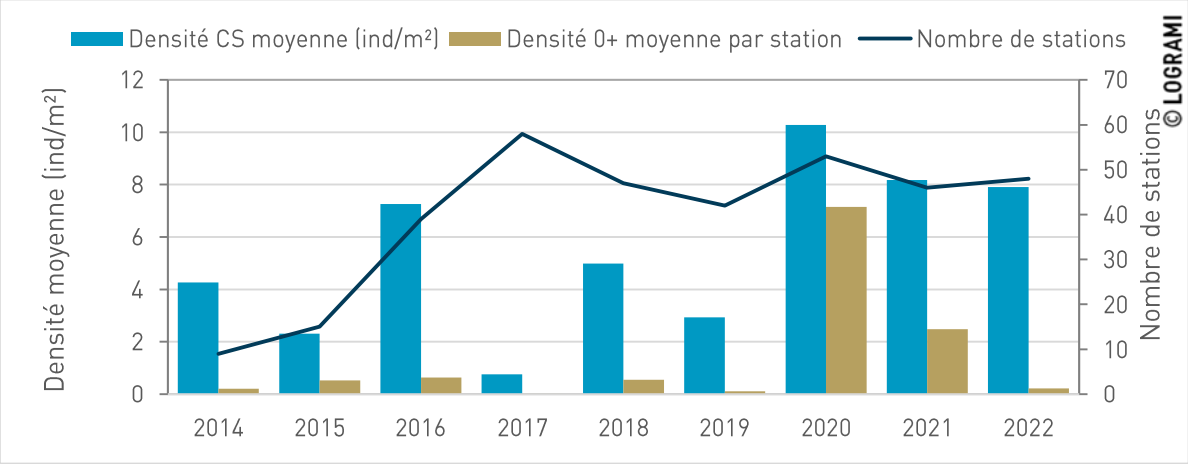


Figure 186 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014

Par ailleurs, quatre ou cinq classes d'âges ont pu être identifiées pour chaque année d'étude. Compte tenu de la subjectivité de l'analyse des classes d'âges et des chevauchements possibles entre les ammocètes les plus âgées, seules les deux premières classes sont comparées (Figure 187).

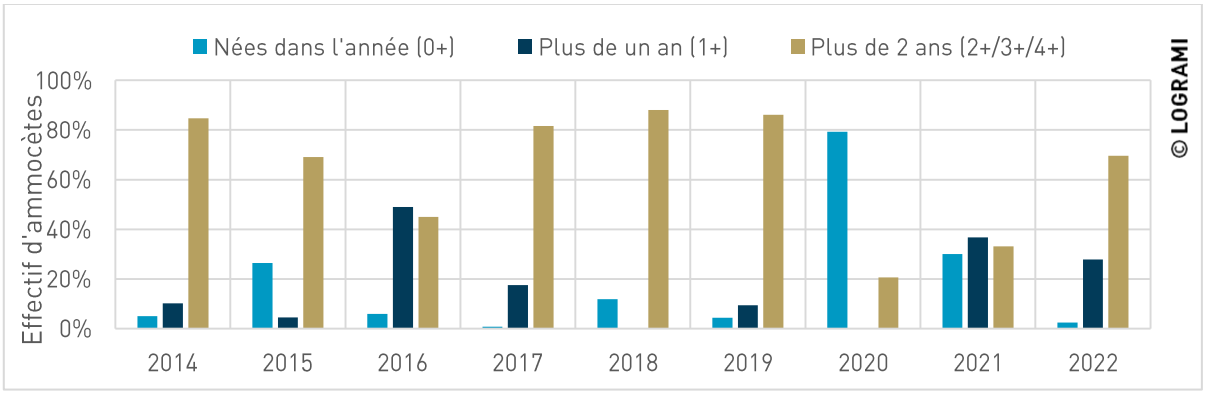


Figure 187 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2022 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya (1967))

Lorsque le recrutement d'une année est fort et qu'un nombre important d'ammocètes appartenant à la même cohorte se retrouve à devoir croître ensemble, la concurrence pour l'habitat et l'accès à la nourriture peuvent engendrer une croissance différenciée. D'après l'étude « Growth of Larval Lampreys » (Hardisty, 1961), des individus appartenant à une même cohorte vont avoir une amplitude de taille plus importante que d'autres années. C'est probablement ce qui est observé en 2021. Après un recrutement de 2020 singulier (79 % d'individus 0+) en lien avec un nombre important de géniteurs révélé notamment par les comptages aux stations (34 487 lamproies marines comptées aux stations de Descartes et de Châtellerault), le nombre de 1+ ne ressort pas significativement (36%). Il est probable

que par cette croissance différenciée certaines ammocètes aient été classées comme appartenant aux individus de plus de 2 ans.

Les effectifs de l'année 2022 ressemble, par leur structure, à ceux des années 2014, 2017 et 2019 où les 0+ ne représentent pas plus de 5 % des effectifs et les juvéniles classés comme ayant plus de 2 ans constituent au moins les deux tiers de la population (Figure 187). D'autre part, les deux dernières années montraient, par la structure de la population ainsi que la diminution des tailles médianes, un rajeunissement des effectifs (28 mm en 2020 et 68 mm en 2021). L'année 2022 montre au contraire un vieillissement des ammocètes du bassin Vienne-Creuse (taille médiane de 99 mm). Ceci est d'autant plus significatif avec la quasi absence d'ammocètes appartenant à la cohorte des 4+ en 2022. En effet, avec cette cohorte, la taille médiane aurait pu être encore plus élevée.

En termes d'effectifs, les résultats de 2022 semblent déjà souffrir des faibles recrutements observés de 2016 à 2019. Le bon recrutement constaté en 2021 conforte la quantité de juvéniles présents et donne en quelque sorte un sursis à la population d'ammocètes du bassin Vienne. Cependant sans remontée en nombre de géniteurs permettant une reproduction efficace dans les deux prochaines années, **les effectifs d'ammocètes retrouvés en échantillonnages pourraient baisser drastiquement dès 2024**.

7.3.4.4 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 totalement représentatifs d'un secteur précis.

En 2022, les stations où des ammocètes 0+ ont été retrouvées sont faibles (6 dont 5 sur la Vienne et 1 sur la Creuse). **La reproduction à l'aval des stations de comptage a été très limitée par le faible nombre de géniteurs**. La présence d'une ammocète 0+ sur la commune de Descartes révèle la présence de géniteurs et de reproduction (Figure 188). Cette information est d'autant plus intéressante que les suivis de reproduction n'ont pas permis de retrouver de nids sur cette axe et la station de Descartes n'étant plus opérationnelle, la migration génésique des lamproies marines sur la Creuse n'avait pas pu être constatée. Si la qualité des habitats et des frayères disponibles sont deux hypothèses qui pourraient expliquer la répartition des juvéniles de lamproies, l'année 2022 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 15 et 14 lamproies) montrent que les géniteurs étaient quasiment absents en amont de ces deux sites en 2022 (§ 7.1.2).

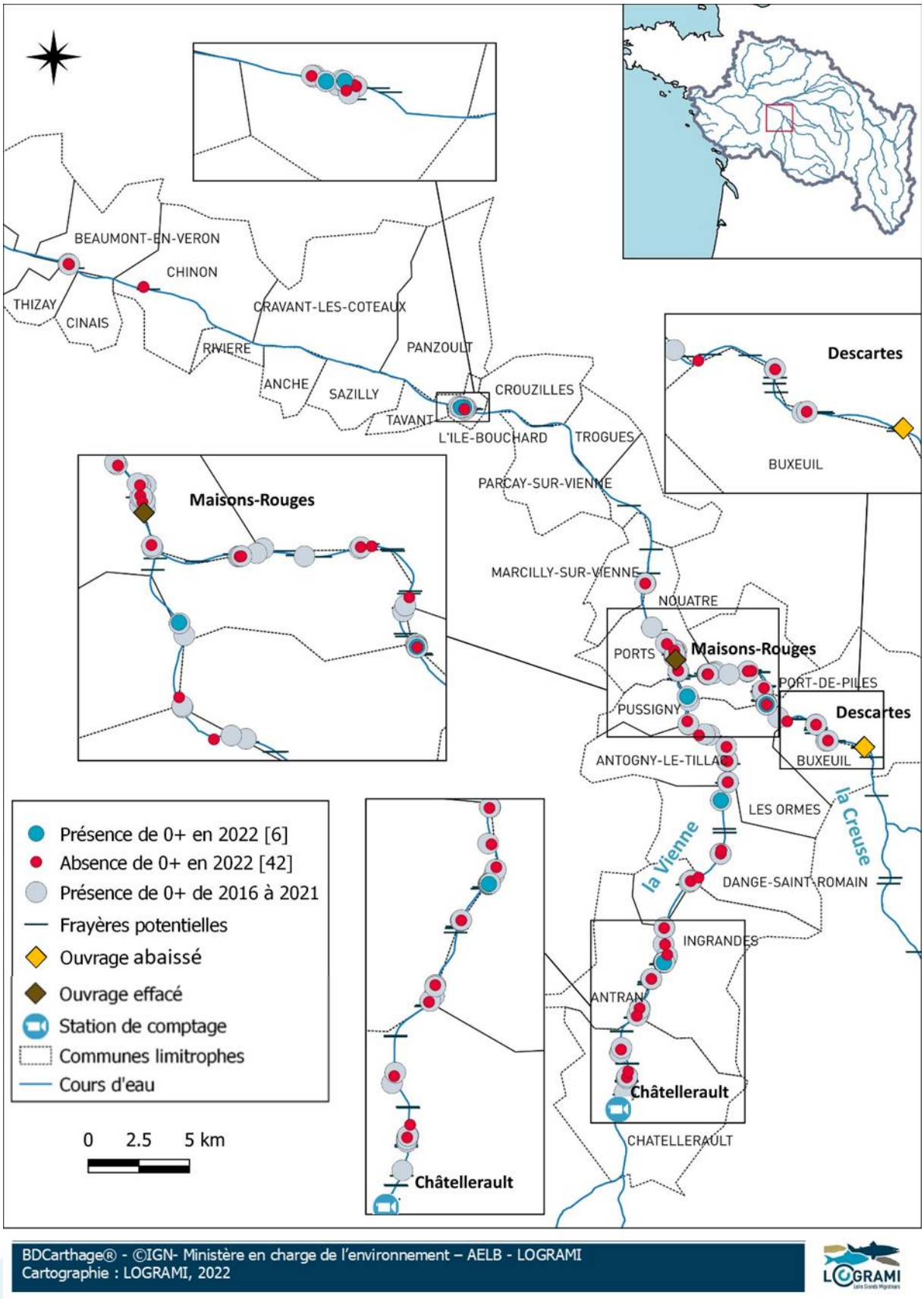


Figure 189 : Localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2022 et de 2016 à 2021 sur le bassin de la Vienne

7.4. Le front de colonisation de la Lamproie marine

7.4.1. Prospection de nids

Face au faible nombre de géniteurs aux stations de comptage à l'échelle du bassin de la Loire (seulement 15 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 le bassin de la Vienne,** 27 frayères potentielles (dont 20 dans la Creuse et 7 sur la Vienne) ont été prospectées dans le but d'établir le front de colonisation sur l'axe principal et les différents affluents (Figure 189). Une journée de prospection à pied a eu lieu sur les frayères du secteur de la confluence au Bec des Deux Eaux et jusqu'à l'ancien seuil de Maisons-Rouges dès le 28 mars notamment pour trouver des géniteurs de lamproie (marine ou fluviatile) lors de la constitution des nids. Une descente en bateau a eu lieu le 25 mai sur l'axe Creuse depuis la frayère de Leugny jusqu'à la confluence avec la Vienne. **Malgré toutes ces prospections aucun nid de Lamproie marine n'a été observé sur l'axe Vienne-Creuse en 2022.**

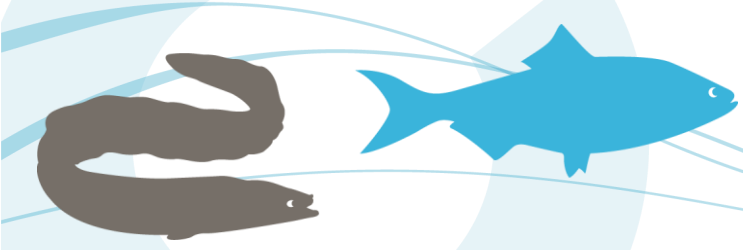
La présence d'une ammocète de la cohorte 0+ observée lors des échantillonnages de septembre atteste de la remontée de géniteurs jusqu'au niveau de la commune de **Descartes sur la Creuse. Pour la Vienne**, avec seulement 15 individus observés à la station de comptage, le front de colonisation certain se situe au niveau de l'ouvrage de **Châtellerault**.

Le front de colonisation sur la Loire ne peut être établi avec certitude que jusqu'à la confluence avec la Vienne (à 200 km de la mer), aucun indice de présence n'a pu être observé entre cette confluence et la station de comptage de Decize (Figure 189). 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.

7.4.2. Complément de recherche de présence par l'ADNe

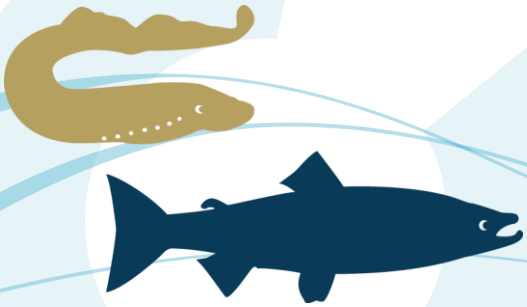
En 2022, la recherche des fronts de colonisation a pu être affinée par un procédé complémentaire : l'ADN environnemental. Il s'agit une méthode d'inventaire des milieux (aquatiques et terrestres) qui permet à partir de la collecte de fragment d'ADN (mucus, gamètes, fèces, peau...) relâché par les individus vivant dans l'écosystème d'établir la liste des taxons présents (cf. § 6.3.1). 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 12 stations échantillonnées à l'échelle du bassin Loire (cf. § 6.3.1.1), aucune Lamproie marine n'a été identifié de façon certaine y compris sur le secteur Vienne en aval de Châtellerault dont les passages à la station de comptage ont avéré sa présence. De l'ADN de l'espèce a été détecté sur deux stations seulement sur la Creuse et en quantité insuffisante pour attester de façon certaine de la remontée des lamproies. Il s'agit des stations de Leugny et Lésigny. La raison principale de l'absence d'ADN de lamproies dans les échantillons est la date des prélèvements notamment pour le bassin de



la Vienne. En effet, avec pour objectif principal la détection de l'alose, la campagne de terrain s'est déroulée du 30 mai au 3 juin 2022. Or 50% des effectifs sont observés en station pour le bassin de la Vienne au 30 avril à Châtellerault et au 1er mai à Descartes. Ce décalage dans le temps ne permet visiblement pas de recueillir suffisamment d'ADNe pour que l'espèce soit identifiée. En effet, 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). D'autre part, le mode de prélèvement pratiqué en 2022 pour l'échantillonnage des milieux courants n'a pas été exécuté avec la même méthodologie en fonction des sites. Il est préconisé une filtration en mouvement d'une rive à l'autre afin de capter le plus possible de fragments d'ADN remobilisés par les radiers ou les zones d'accélération. Ce protocole n'a pas pu être effectué systématiquement en raison des hauteurs d'eau trop importantes ou simplement la volonté de voir en statique la réponse de l'expertise ADNe en ciblant uniquement d'un la fin d'un radier situé en aval de la station de Châtellerault (où le comptage d'une lamproie a pourtant attesté la présence de l'espèce un mois auparavant (27/04)). 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 par 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.



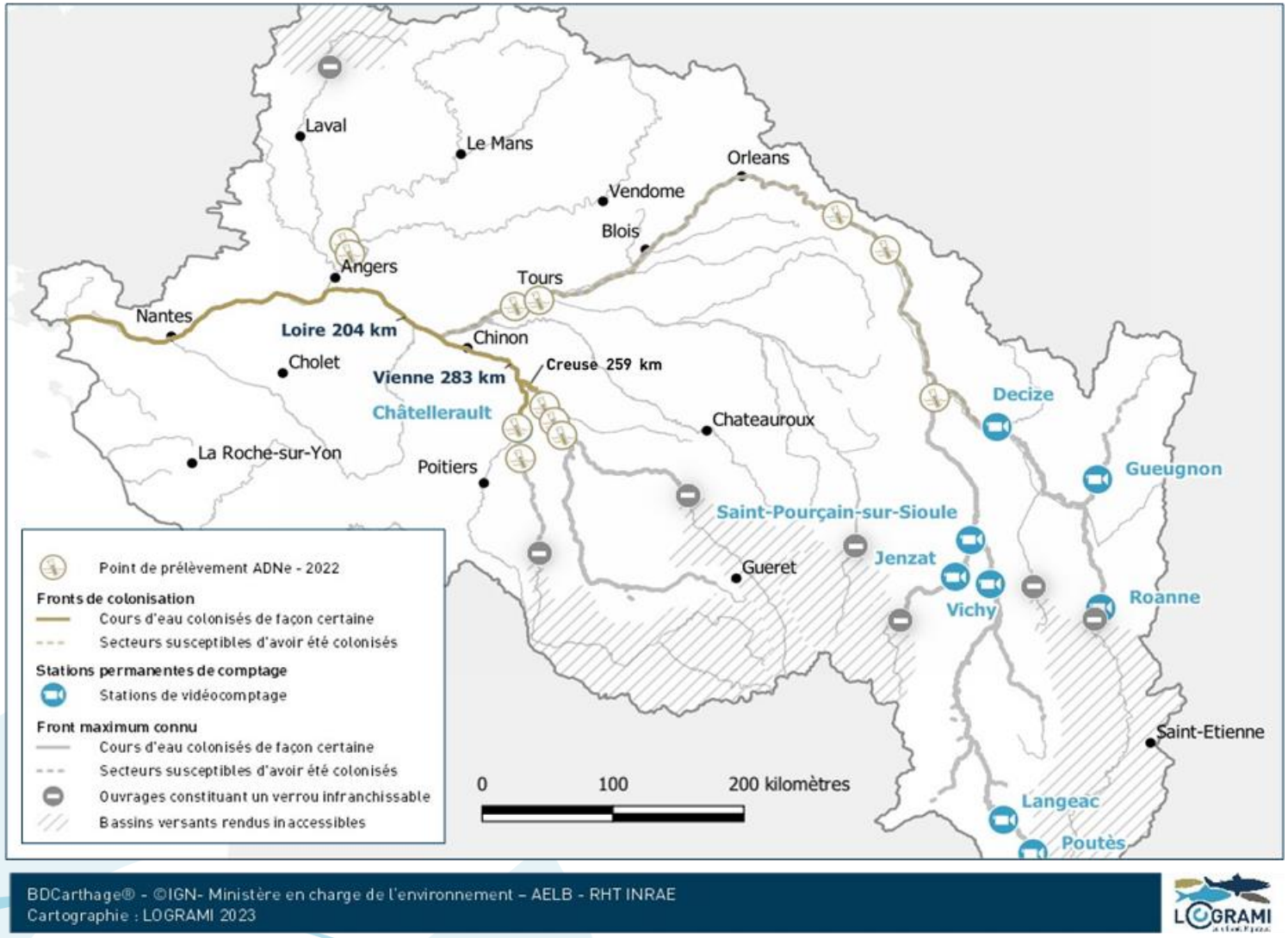


Figure 189 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la Lamproie marine en 2022

7.5. Conclusion

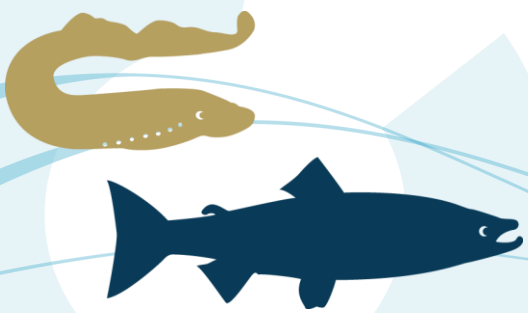
L'étude annuelle du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire permet de suivre l'évolution des effectifs de poissons migrateurs et représente un élément fondamental dans la gestion des différentes espèces. Ces suivis à long terme permettent de disposer de séries chronologiques alimentant les études de dynamique de population. A ce titre, il est objectif de dire que la population de Lamproie marine du bassin de la Loire est en danger critique d'extinction à l'échelle du bassin Loire.

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 2022 avec un nombre de 15 géniteurs observés sur l'ensemble des stations de comptage d'entrée d'axes et 29 géniteurs en prenant en compte l'estimation réalisée à Descartes (contre 15 547 +/- 1 687 individus comptés en moyenne depuis le début des suivis en 2004 à Châtellerault pour la Vienne et 2007 à Descartes pour la Creuse).

Les conditions de migration n'ont pas été favorables pour la montaison avec un nombre de jours possédant une température idéale en retrait par rapport à la moyenne observée à l'échelle du bassin de la Loire. Le seuil de 7°C favorable pour la colonisation des lamproies marines a été franchi de façon précoce, mais les températures incitant les géniteurs à la reproduction sont également arrivées plus tôt limitant ainsi la remontée des lamproies. L'hydrologie a été défavorable pour la migration de montaison sur l'ensemble du bassin de la Loire voir très défavorable en ce qui concerne la partie amont. Avec seulement 21 jours +/-2 présentant des conditions de température optimales pour la reproduction, une diminution de période de 31 % en moyenne +/-7 est constatée toutes stations confondues depuis le début des suivis. D'autre part, le nombre de jours présentant des températures supérieures à 26°C, seuil compromettant la survie des juvéniles, est en forte hausse depuis 2015. En 2022, au sein des zones potentielles d'accueil, il a été atteint à 16 reprises dans la Vienne à Châtellerault. Sur les territoires plus amont, le seuil limite est constaté 29 jours à Decize sur la Loire-amont.

Bien que les conditions thermiques et hydrologiques de l'année 2022 à l'échelle du bassin Loire aient été très défavorables pour 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 15 individus comptés à la station de Châtellerault, le front a été considéré au niveau de l'ouvrage de Châtellerault. Sur la Creuse, l'observation d'un juvénile de l'année permet de placer le front de colonisation sur la commune de Descartes, aucun nid n'ayant été comptabilisé sur l'ensemble du linéaire prospecté. 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 2022, d'échantillonner 379 lamproies marines. Les densités sont comprises entre 0 et 38 ind./m². La densité moyenne est élévée, avec 7,9 ind./m, et nettement supérieure à la moyenne interannuelle (5,1 +/- 3,3 ind./m² de 2014 à 2021) mais reste inférieure à 10,3 ind/m² observée en 2020. La détermination de l'âge des ammocètes en fonction des distributions longueur-fréquence reste incertaine en raison de l'hétérogénéité des taux de croissance des larves de lamproies marines et du chevauchement possible des longueurs entre les classes d'âge. La décomposition des distributions de tailles permet tout de même de montrer la présence de quatre ou cinq classes d'âges et de discriminer les individus nés dans l'année (0+). En 2022, la part relative du nombre d'individus 0+ est très faible (2,6%), plus de la majorité (69%) ont une taille comprise entre 80 et 110 mm correspondant aux individus 2+ et 3+. 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 dans les deux prochaines années, les effectifs de juvéniles pourraient baisser drastiquement dès 2024. Passé l'artefact de 2020, c'est l'ensemble de la dernière population de lamproies marines 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 2022 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 très défavorables en 2022 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 l'espèce est entrée depuis plus de 10 ans présage d'un avenir compromis de l'espèce sur le bassin de la Loire si aucune action n'est entreprise.

8. La Lamproie fluviatile

8.1. 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 190).

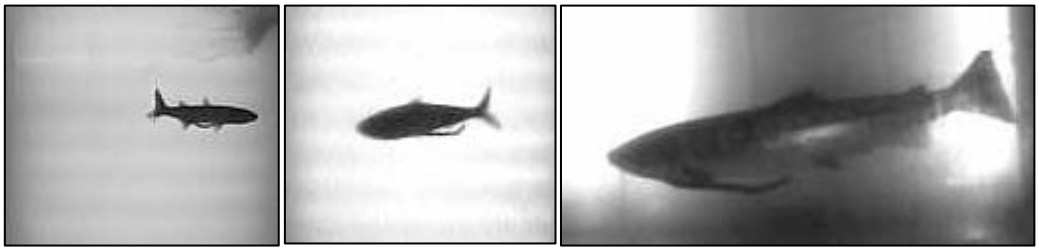


Figure 190 : Ilustrations de poissons hôtes parasités par des lamproies fluviatiles (de gauche à droite : Mulet porc à Descartes, Grande alose à Descartes et Saumon atlantique à Vichy) (Sources : LOGRAMI)

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 191).

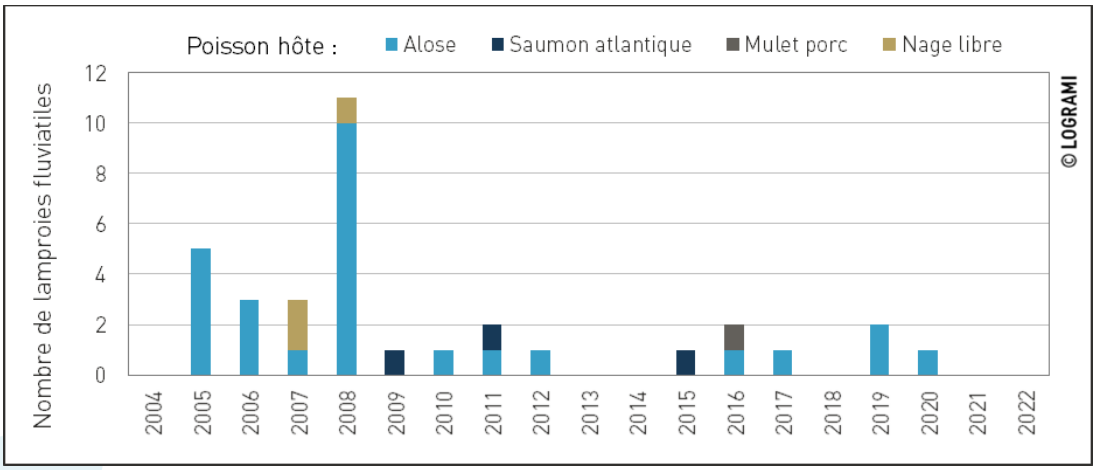


Figure 191 : Bilan des observations de lamproies fluviatiles et de leurs modes de déplacement aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis

D'autre part, une corrélation entre les effectifs d'aloses recensés en station à l'échelle du bassin de la Loire et le nombre de lamproies fluviatiles est observable. 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 161 aloses comptées **en 2022**, 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**.

8.2. Ammocètes de lamproies du genre *Lampetra*

8.2.1. Identification

Depuis le début des échantillonnages par pêche électrique des ammocètes sur le bassin de la Vienne en 2014, 172 individus du genre *Lampetra* au total ont été échantillonnés dont 148 au cours de ces trois 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 192). En 2022, 53 *Lampetra* ont été échantillonnées. Cette part représente 12,2 % 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* (§ 7.3.3.3). 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.

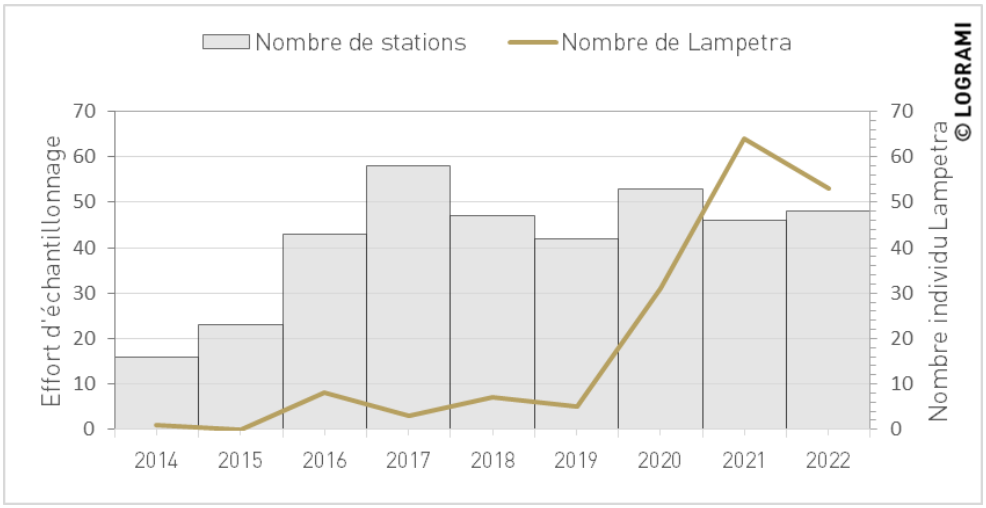


Figure 192 : Nombre d'individus du genre *Lampetra* échantillonés de 2014 à 2022 et nombre de stations échantillonnées sur le bassin de la Vienne

8.2.2. 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 effet depuis 2016, une seule ammocète *Lampetra* a été trouvée dans la Creuse à quelques centaines de mètres de la confluence. En 2022, 8 individus ont été échantillonnés jusqu'à la commune de Descartes (Figure 193), il s'agit des premières observations aussi haut sur cet axe.

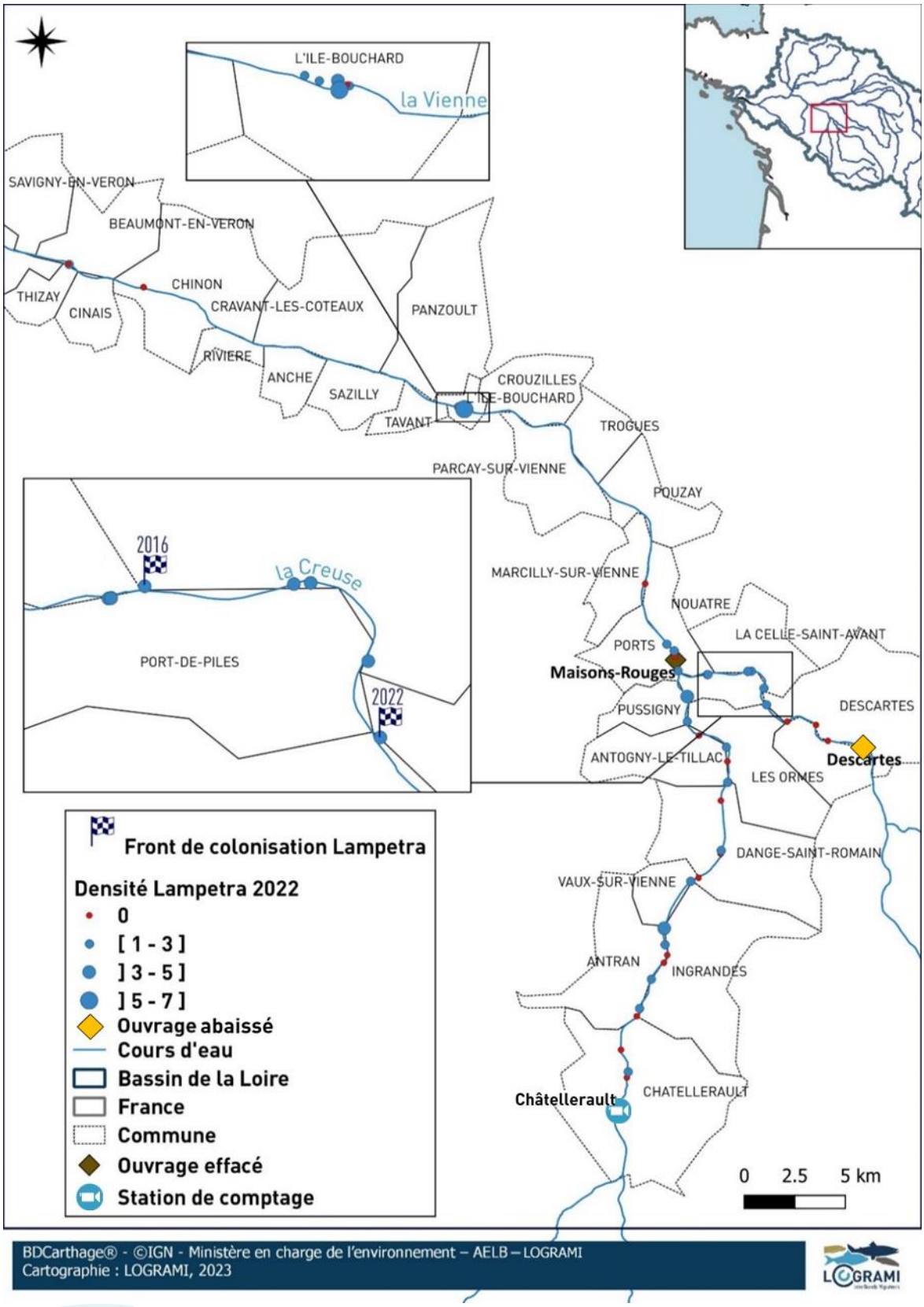


Figure 193 : Densités d'ammocètes du genre *Lampetra* en 2022 et front de colonisation sur la Creuse de 2014 à 2022 sur le bassin de la Vienne (limite d'étude à Châtellerault sur la Vienne et Descartes sur la Creuse)

En 2022, les densités les plus fortes sont observées au niveau de l'Ile-Bouchard, en aval de Châtellerault sur les communes d'Ingrandes et de Pussigny et dans le secteur de la confluence Vienne-Creuse à Ports-sur-Vienne. La présence de *Lampetra* sur la Creuse aval est plus régulière cette année (présente à 6/10 stations). Jusque-là un seul individu avait été observé en 2016 à quelques centaines de mètres de la confluence Vienne-Creuse (Figure 193).

8.2.3. Distinction entre *Lampetra fluviatilis* et *Lampetra planeri*

Une étude génétique portant sur la distinction entre l'espèce *L. planeri* et *L. fluviatilis* a été réalisée en 2021 et 2022. Elle a consisté au prélèvement de fragment d'ADN par découpe d'1mm² de nageoire caudale pour les individus de plus de 100 mm (Autorisation de projet APAFIS #36079-2022031515353009). Cette taille correspond théoriquement à la cohorte 3+ puisque les ammocètes du genre *Petromyzon* et *Lampetra* présentent un développement en phase larvaire similaire (Hardisty, 1961). Les analyses génétiques ont ensuite été réalisées par l'INRAE de Rennes. Ainsi 46 individus du genre *Lampetra* ont été échantillonnés en 2021 dont 14 lamproies de Planer, 16 lamproies fluviatiles et 12 hybrides et 37 en 2022 dont 11 lamproies de Planer, 9 lamproies fluviatiles et 15 hybrides.

Cette étude a permis de montrer la répartition et la proportion de chacun des deux « écotypes » échantillonnés (Figure 194, Figure 195 et Figure 196) à l'échelle du bassin de la Vienne et de la Loire. **Ces résultats attestent de la reproduction de lamproies fluviatiles dans le bassin Vienne-Creuse ainsi que sur le cours de la Loire.** Il n'y a pas de distinction génétique majeure entre la Lamproie de Planer et la Lamproie fluviatile (Taverny et al., 2005). Cette dernière serait une Lamproie de Planer « anadromisée ». Cependant, le corps scientifique ne s'accorde pas pour autant à parler d'une même espèce objectant d'importantes différences morphologiques et de style de vie (parasitaire ou non parasitaire)(Docker, 2015).

Seuls 5 échantillons (n=83) n'ont rien révélé. Il pourrait s'agir d'individus du genre *Petromyzon* mal identifiés. Si tel est le cas, cela remettrait en cause la fiabilité absolue des critères morphologiques comme l'absence de pigmentation au niveau de la nageoire caudale ou encore le capuchon oral exempt de mélanophores jusqu'à sa bordure pour le genre *Lampetra*. Les analyses permettant de répondre à cette question ne sont pas envisageables car trop chronophages et coûteuses pour un nombre si faible d'individus.

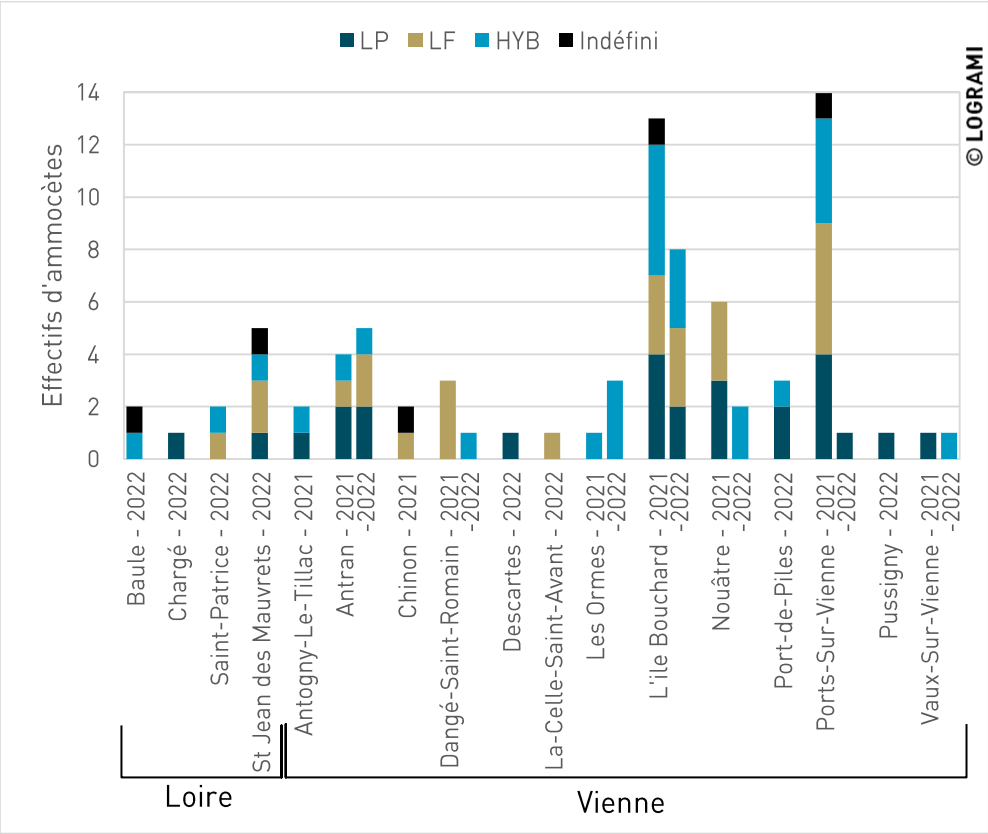


Figure 194 : Localisation des ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2021 et 2022 sur le bassin de la Vienne et de la Loire (LP : Lamproie de Planer, LF : Lamproie fluviatile, HYB : hybride, Indéfini : non identifié)

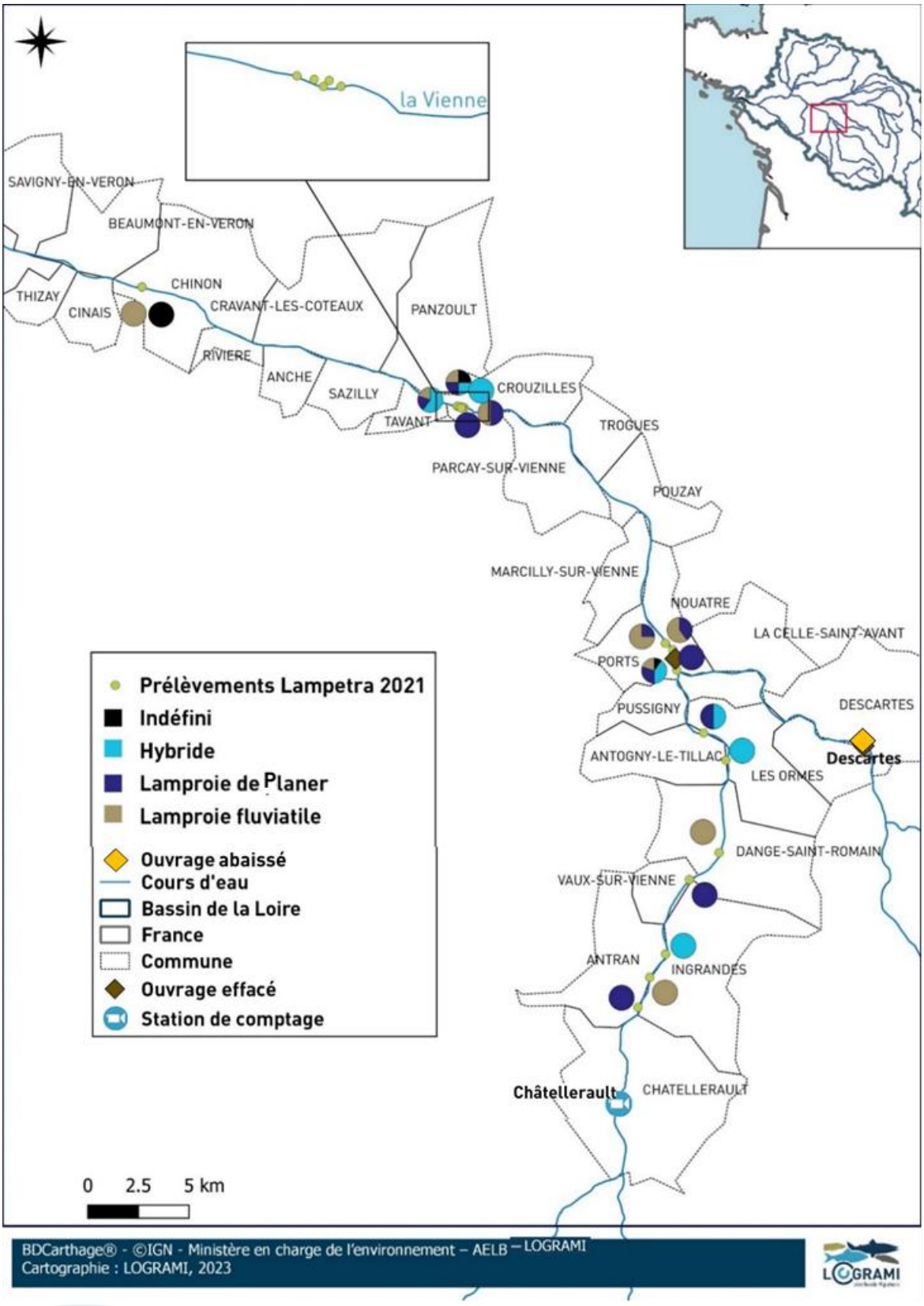
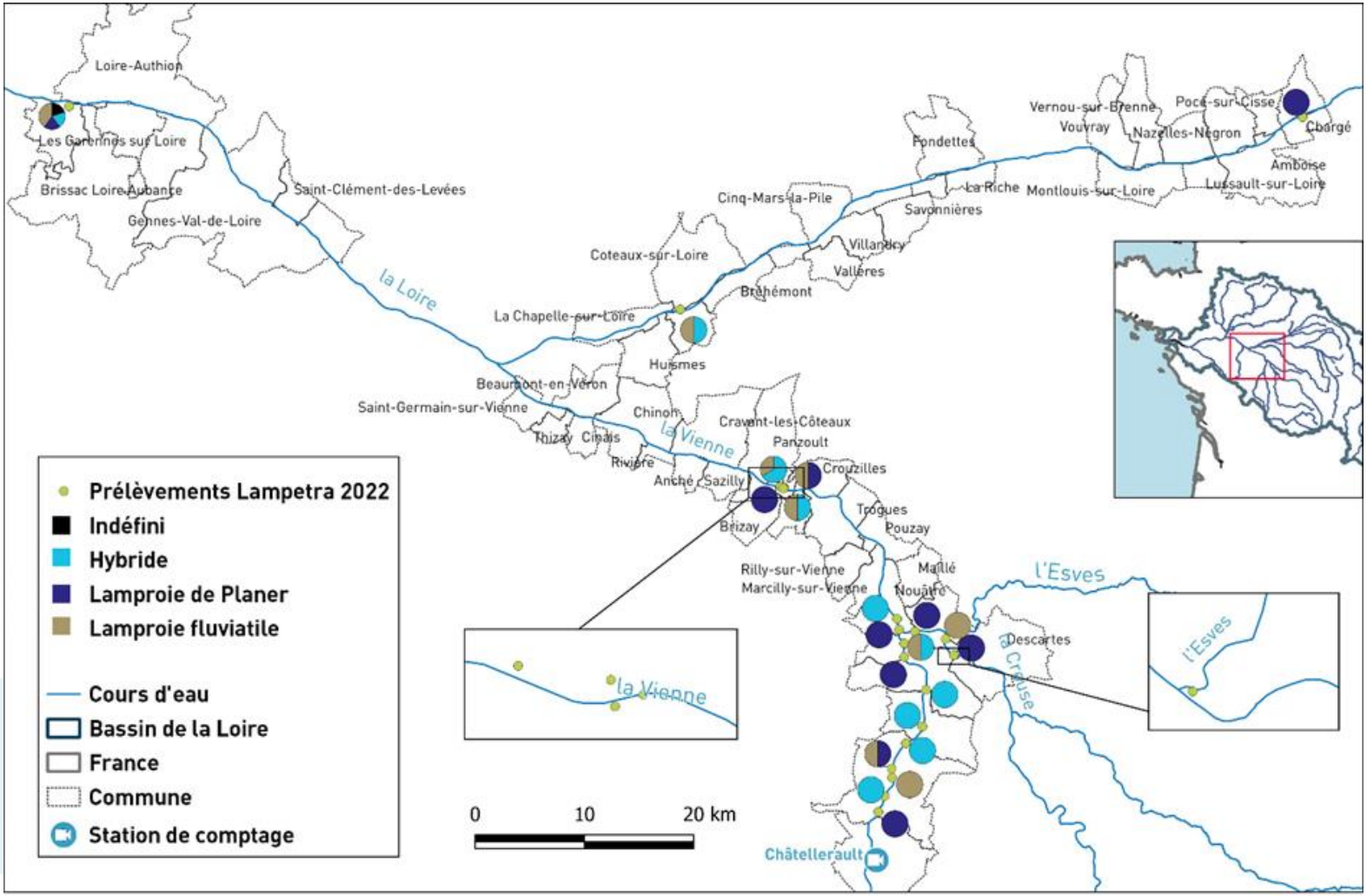


Figure 195 : Localisation des d'ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2021 sur le bassin de la Vienne



BDCarthage® - ©IGN - Ministère en charge de l'environnement – AELB - LOGRAMI
Cartographie : LOGRAMI, 2023

Localisation des d'ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2022 sur le bassin de la Vienne et de la Loire

En 2021, Les secteurs où les plus fortes densités de *Lampetra* sont observées sont également ceux où le nombre d'hybrides est le plus important. En l'occurrence, **le secteur de la confluence Vienne-Creuse ainsi que l'Ile bouchard sont des zones préférentielles pour la reproduction des *Lampetra* dans le bassin de la Vienne**. Bien qu'historiquement la présence de *L.fluviatilis* soit attestée au niveau de Descartes sur la Creuse et Chinon sur la Vienne (Keith et al., 2011b), la présence d'hybrides suggère également une reproduction entre géniteurs de Lamproie fluviatile et de Planer, ce qui par leur différence morphologique pourrait ne pas être rendu possible. Pour autant ceci a déjà été observé sur d'autre cours d'eau comme l'Oir (Côte d'armor), affluent direct de la Manche (Lasne et al., 2010).

Les résultats montrent plus précisément la répartition territoriale de la Lamproie fluviatile dans le bassin de la Vienne. L'hétérogénéité de la répartition spatiale constatée pour les deux années confondues montre que la Lamproie fluviatile et la Lamproie de Planer semblent occuper les mêmes habitats. Ainsi, les deux espèces sont présentes partout sur l'aval du bassin Vienne-Creuse. D'autre part, l'égale répartition des effectifs entre les différentes espèces ne suggère pas que l'une prédomine sur l'autre où que certains secteurs seraient plus favorables à une espèce (Figure 194). Ce qui est conforme à la bibliographie qui précise que la granulométrie et les habitats recherchés pour la reproduction sont les mêmes entre *L.fluviatilis* et *L.planeri* (Keith et al., 2011b). En revanche, la Lamproie de Planer souvent décrite comme préférant les têtes de bassin versant et les ruisseaux (Keith et al., 2011b), montre par sa présence qu'elle affectionne également les grands milieux.

Les résultats de l'année 2022 attestent la présence de lamproies fluviatiles sur la Creuse ainsi que sur le cours de la Loire à hauteur des communes de Saint-Jean-des-Mauvrets (49) et de Côteaux-sur-Loire (37) à respectivement 144,2 km et 209,7 km de la mer. Une cartographie des habitats dans le secteur aval de la Loire est prévue en 2023 afin d'identifier les zones favorables pour la reproduction de la Lamproie fluviatile.

A l'échelle du bassin de la Loire, les données issues de prélèvements ADNe ont révélé la présence de *Lampetra sp.* dans l'Allier au niveau de la station des Guétins (Figure 143).

8.3. Conclusion

La Lamproie fluviatile réalise 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 2022, aucun individu n'a été observé dans les passes contrôlées du bassin de la Loire.

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, 172 individus du genre *Lampetra* ont été échantillonnés dont 148 au cours de ces trois dernières années et 53 en 2022. Les secteurs de la confluence Vienne-Creuse et de l'Ile Bouchard sont des zones préférentielles pour la reproduction des *Lampetra* dans le bassin de la Vienne.

Une étude génétique à partir de prélèvements de nageoires de 83 individus du genre *Lampetra* a permis de distinguer la répartition et les effectifs entre la Lamproie fluviatile et la Lamproie de Planer. Les résultats obtenus attestent de la présence de lamproies fluviatiles sur le cours de la Loire au moins jusqu'à 210 km de la mer et dans le bassin Vienne-Creuse et de son hybridation avec la Lamproie de Planer normalement plus inféodée à l'amont des bassins versants. Une égale répartition des effectifs entre les différentes espèces ne suggère pas que l'une prédomine sur les autres où que certains secteurs seraient plus favorables à une espèce.

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.

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 2022, 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 197).

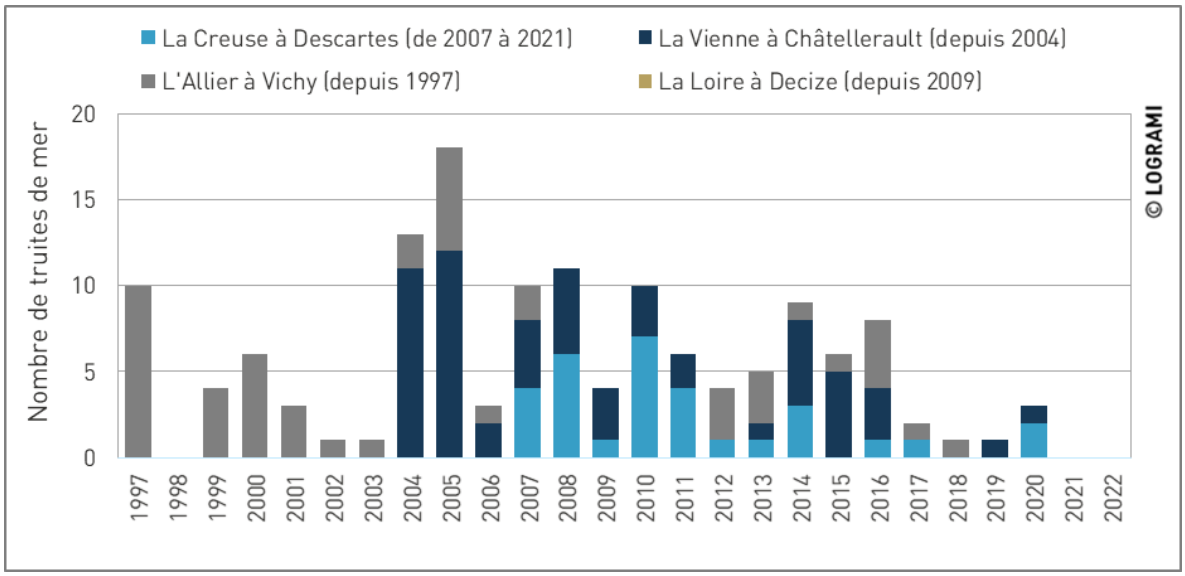


Figure 197 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997

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 2022, Une Truite de mer a ainsi été capturée sur l'Erdre, dans le centre-ville de Nantes, début juillet (Information Fédération pour la Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de Loire Atlantique).

10. Le Saumon atlantique

10.1. Migration de montaison des géniteurs

L'amplitude totale de la période de migration est relativement importante chez le saumon, certains individus pouvant notamment être comptabilisés en reprise de migration automnale sur les parties amont des bassins (Langeac sur l'Allier et Châteauponsac sur la Gartempe). Sur la Creuse à Descartes et la Gartempe à Châteauponsac, des saumons sont également observés pendant la période estivale (juillet – août).

10.1.1. Influence de la thermie et de l'hydrologie

10.1.1.1 La migration printanière

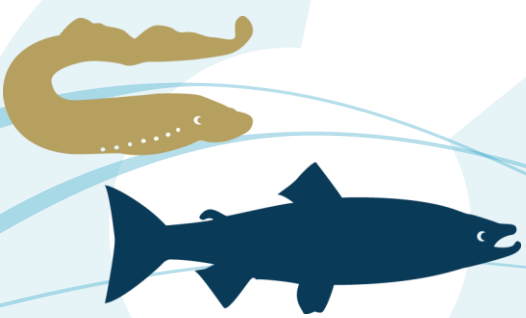
Température

Les températures extrêmes peuvent influencer les mouvements de montaison des saumons (Tableau 20). 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 (T. Crisp, 1993; Gueguen & Prouzet, 1994). Entre 3 et 10 °C, les saumons sont en capacité de migrer mais avec une activité réduite et les observations montrent que cette nage ralentie réduit leur capacité à utiliser les dispositifs de franchissement. L'optimum de migration se situe alors entre 10 et 20 °C (AEAG, 2018).

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).

Tableau 20 : 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



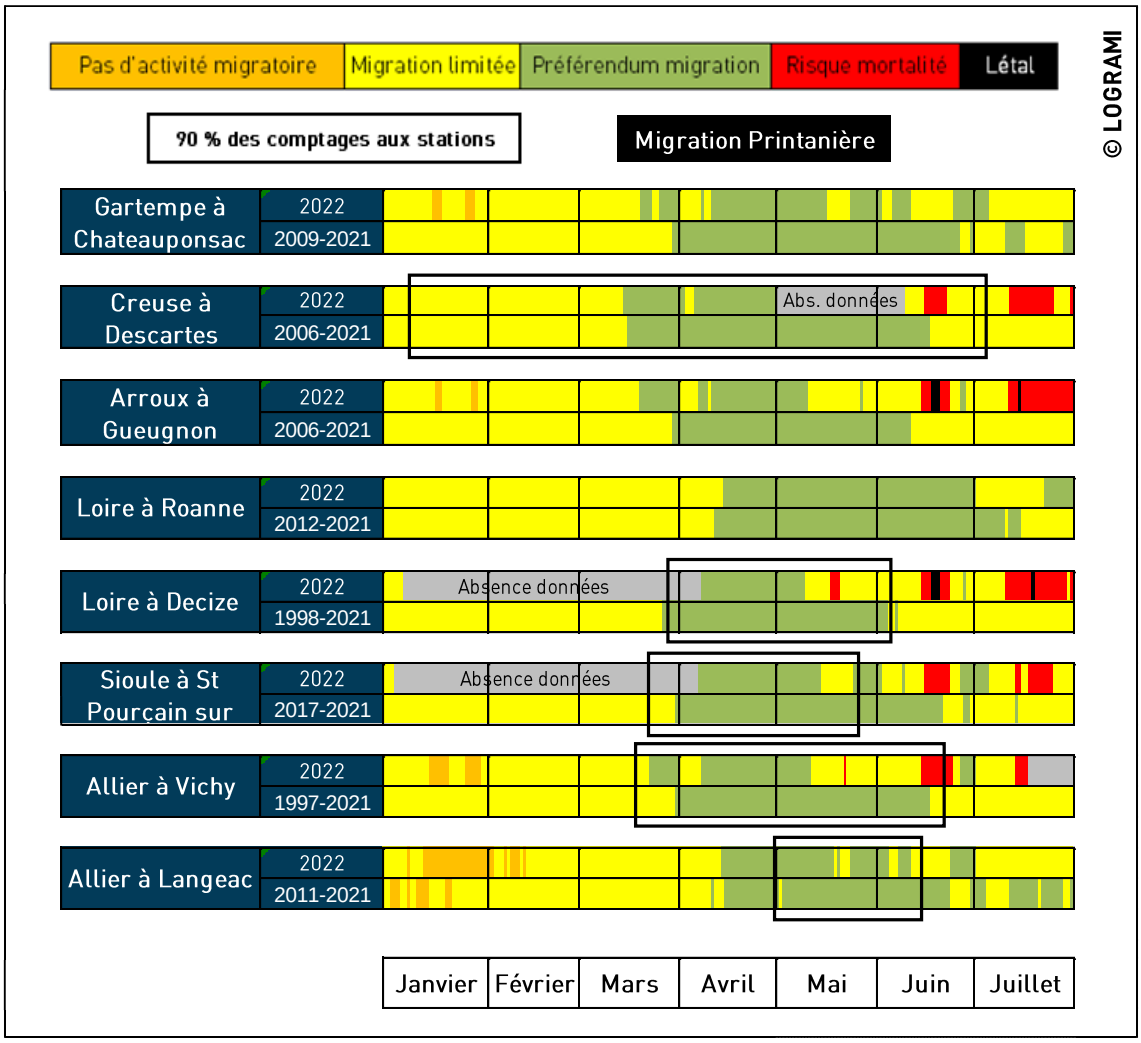


Figure 198 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration printanière du Saumon atlantique entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

Durant la migration printanière en 2022, l'atteinte du seuil thermique de préférendum migratoire de 10 °C toutes stations confondues est plus précoce de quelques jours par rapport aux moyennes des données antérieures (23 mars +/- 8 jours contre 29 mars +/- 5 jours en moyenne). Une précocité de l'atteinte de ce seuil par rapport aux données antérieures est observée à la station de Gueugnon et à celle de Châteauponsac avec 10 jours plus tôt, soit le 20 mars pour les deux stations. A contrario, il est plus tardif pour la station de Roanne de 2 jours (15 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.

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 +/- 9 (Figure 199). En 2022, cette amplitude représente en moyenne 55 jours +/- 14.

En 2022, les amplitudes printanières du préférendum thermique (matérialisées par les barres vertes dans la Figure 198) pour la migration du saumon ont été globalement similaires aux années précédentes pour les stations de Langeac et Roanne (Figure 199). Pour les stations de Châteauponsac, Gueugnon et Vichy, les amplitudes sont réduites de près de 27 % +/- 7 par rapport aux données antécédentes.

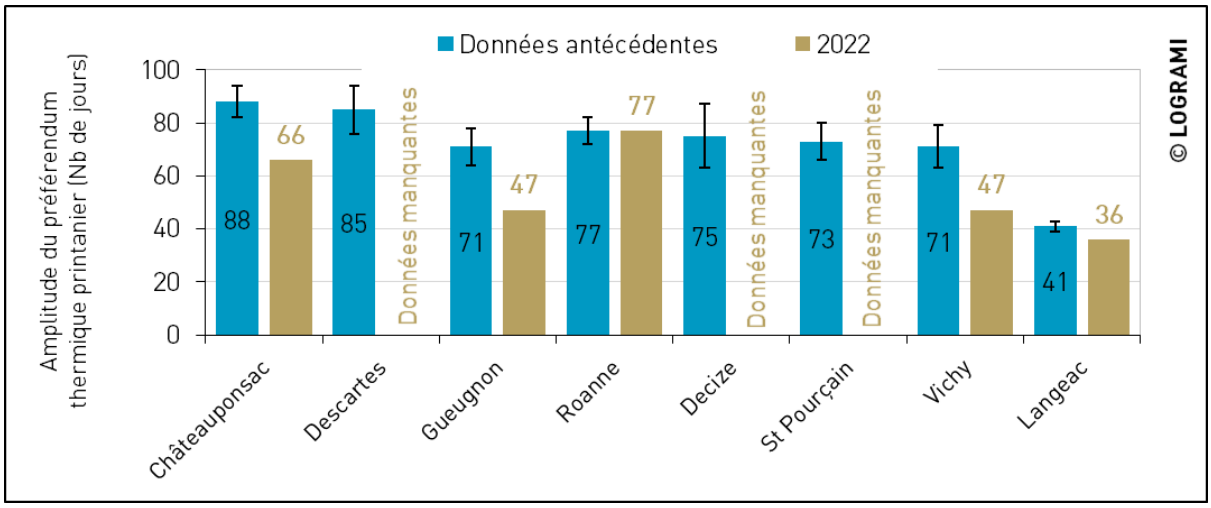
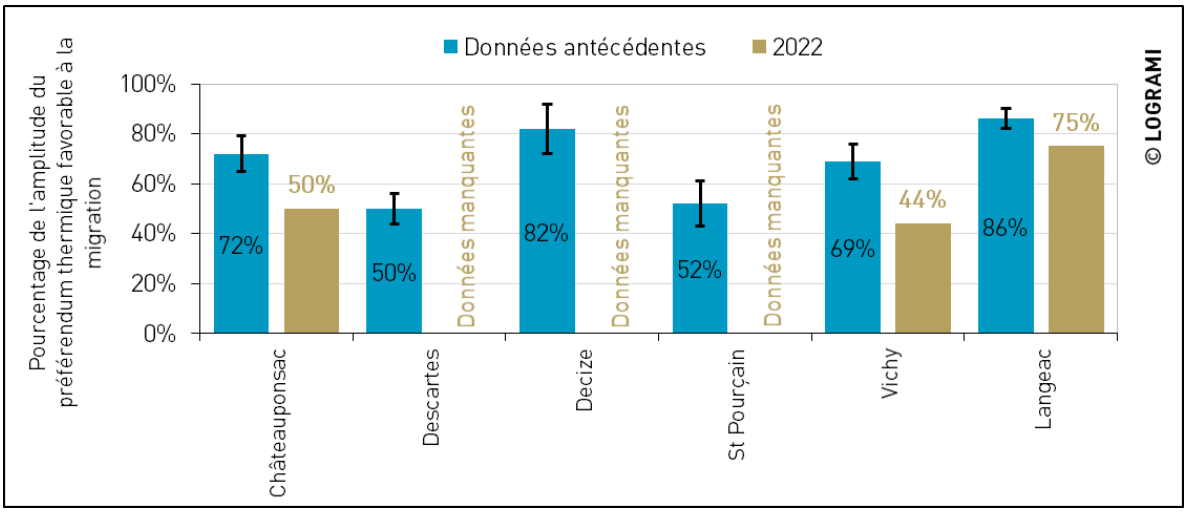


Figure 199 : Comparaison de l'amplitude moyenne des préférendums thermiques printaniers (janvier à juin) pour la migration du Saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

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 69 % +/- 12 de la période de migration printanière (janvier à juin) (Figure 200). Elles révèlent que, quelles que soient les années, les températures ne sont pas entièrement compatibles avec les exigences écologiques du saumon. Certains axes en 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.



* Les 90 % de migration n'ont pas été étudiés pour Roanne et Gueugnon compte-tenu du faible nombre de saumons sur ces sites de comptage.

Figure 200 : 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 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

En 2022, les amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration printanière sont inférieures aux années précédentes (moyenne = 56 % +/- 12).

Le réseau de sondes températures met en évidence un fort réchauffement de la température au printemps pour l'ensemble des sondes du bassin (en moyenne + 1,8 °C). Le printemps est la saison qui enregistre le plus fort écart positif avec les valeurs de références (+ 1,8 °C +/- 0,7). Ainsi, des

températures élevées de 20 à 25 °C sont observées pendant la période de migration sur chaque station. Elles représentent sur l'ensemble de la période migratoire des saumons :

- 48 % de la période à Châteauponsac sur la Gartempe,
- 35 % de la période à Vichy et 25 % à Langeac sur l'Allier.

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 2022, les indices hydrologiques sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 201). Le plus faible indice est enregistré sur la Dore à Dorat, l'Alagnon à Lempdes-sur-Allagnon et l'Allier amont à Prades, avec une valeur de 0,4. Le début d'année est caractérisé par une absence de crue printanière.

Seul le mois de janvier sur la Loire enregistre des débits moyens voire excédentaires. Des crues hivernales ont été enregistrées sur ces axes durant la première quinzaine de janvier. Elles ont pu favoriser l'arrivée des premiers saumons sur la partie estuarienne et aval de la Loire.

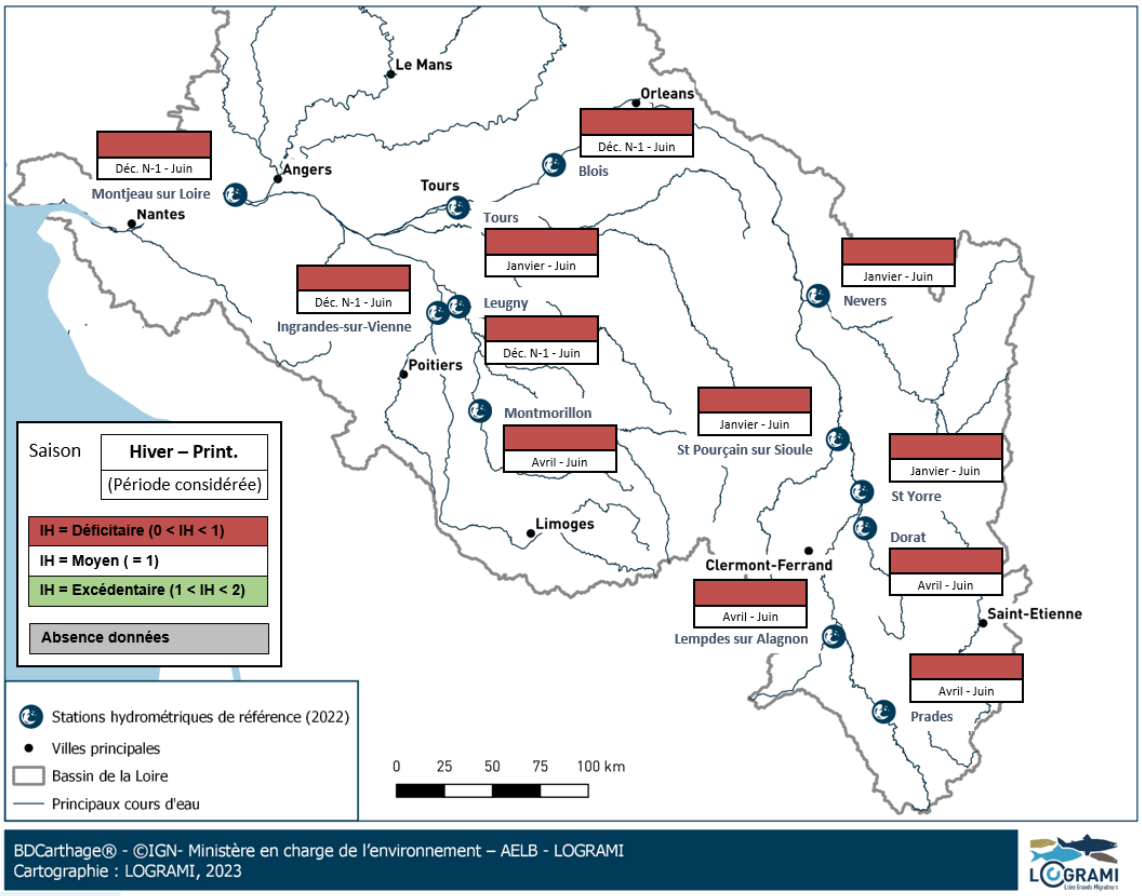


Figure 201 : Indices hydrologiques 2022 durant la migration printanière des saumons (janvier à juin) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 202) pris indépendamment. Ainsi, les débits à Montjean-sur-Loire permettent de qualifier l'hydrologie mensuelle en tout point du bassin de la Loire.

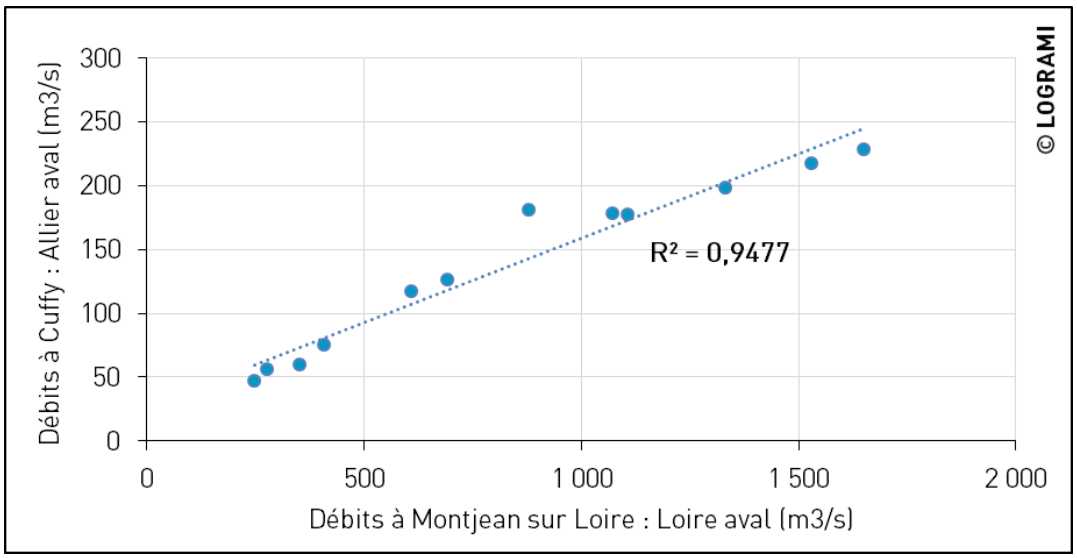


Figure 202 : Corrélation entre les débits moyens mensuels à Monjean sur Loire sur la Loire aval et les débits moyens mensuels à Cuffy sur l'Allier aval sur la période 1955-2022 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2022, 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 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 décembre n-1 à juin est très déficitaire (0,6) avec une valeur équivalente à celles observées 2019 et 2017 (Figure 203).

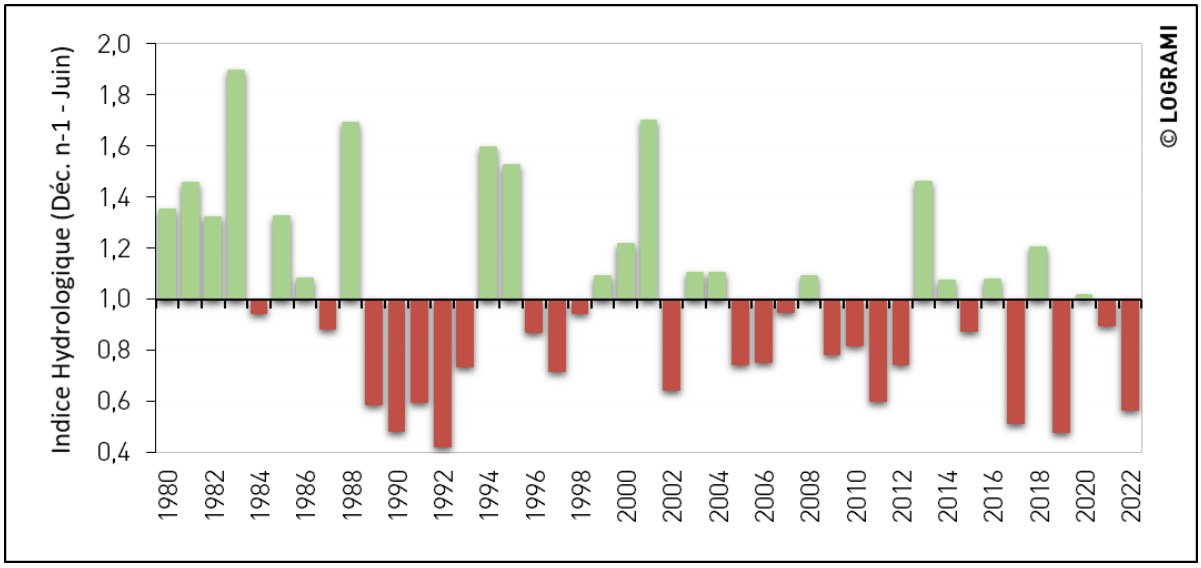


Figure 203 : Indices hydrologiques durant la migration printanière des saumons (décembre n-1 à juin) sur la station hydrométrique de Montjean-sur-Loire depuis 1980 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2022, le déficit de pluviométrie cumulé aux épisodes de forte chaleur printaniers a conduit à une forte baisse des débits naturels. **Sur la période de décembre 2021 à juin 2022, 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.

10.1.1.2 Survie estivale des géniteurs

Les géniteurs possèdent un comportement migratoire spécifique à l'arrivée des chaleurs estivales. Ces derniers se regroupent préférentiellement dans des endroits 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.

Température

La température influence de nombreux mécanismes biotiques chez le Saumon atlantique telle que la survie estivale (Tableau 21). 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 (D. T. Crisp, 1993). La durée d'exposition à ces températures élevées constitue un risque accru de mortalité.

Tableau 21 : 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

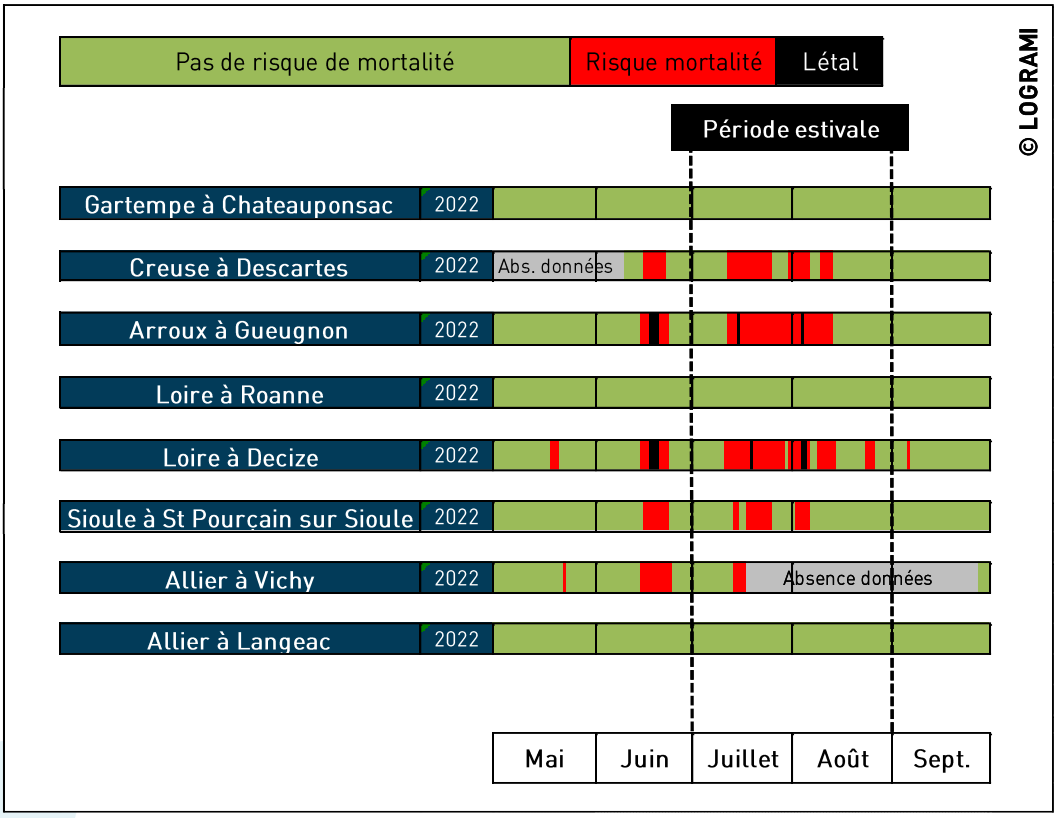


Figure 204 : Amplitude des préférendums thermiques pour la survie estivale du Saumon atlantique en 2022 sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

En 2022, le seuil des 25 °C est atteint très précocement dès le mois de mai sur la Loire amont à Decize (18 mai) et l'Allier à Vichy (22 mai). Le seuil létal pour les géniteurs de saumons de 27,5 °C a été atteint lui aussi précocement dès le 18 juin sur l'Arroux à Gueugnon et la Loire amont à Decize (Figure 204). A contrario, ces seuils ne sont pas atteints sur la Loire à Roanne, sur l'Allier à Langeac et sur la Gartempe à Châteauponsac.

En 2022, quatre individus ont été retrouvés morts sur l'Allier durant la période de juin à août entre Coudes (63) et Moulins (03) (Figure 205). Ces observations attestent de la présence de géniteurs ayant succombé aux températures trop élevées avant d'arriver sur les zones de reproduction. La précocité des températures élevées couplée aux faibles débits a donc probablement causé une importante mortalité estivale des géniteurs de saumons.



Figure 205 : Saumons retrouvés morts sur le Sichon à Vichy (gauche) et sur l'Allier à Bessay-sur-Allier (droite) le 22 juin 2022 (Sources : LOGRAMI)

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 (juillet-août), ce seuil est en moyenne pour les années étudiées fréquemment dépassé sur :

- La Loire amont à Decize (23 % du temps +/- 11),
- L'Arroux à Gueugnon (20 % du temps +/- 12),
- L'Allier aval à Moulins (16 % du temps +/- 11), Vichy (12 % du temps +/- 19) et Limons (16 % du temps +/- 10),
- La Sioule aval à Contigny (Saint Pourçain-sur-Sioule) (7 % du temps +/- 7),
- La Creuse aval à Descartes (13 % du temps +/- 11),
- La Vienne aval à Nouâtre (10 % du temps +/- 9) et Châtellerault (16 % du temps +/- 14).

Sur les dix dernières années, ce seuil de 25 °C a été dépassé :

- 8 années sur la Loire à Decize,
- 6 années sur l'Arroux à Gueugnon,
- 4 années sur l'Allier à Moulins,
- 4 années sur la Creuse à Descartes,

- Et 4 années sur la Vienne à Châtellerault.

A contrario, sur la série chronologique de données, ce seuil de 25 °C n'est jamais attient sur le Renaison, le Clain, l'Ardour, la Dore, la Sioule amont, l'Alagnon amont, l'Allier amont et la Loire à Roanne (Tableau 22).

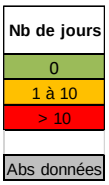
Comparativement aux données antécédentes, en 2022 le seuil de 25 °C a été largement dépassé sur la Loire à Decize, l'Arroux, l'Allier aval, la Sioule aval, la Creuse aval et la Vienne aval. En moyenne, ces températures représentent 47 % +/- 7 du temps de la période estivale. **Les conditions de survie des géniteurs en 2022 ont été « défavorables » sur ces secteurs.**

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 2022, 27 journées dépassant le seuil des 25 °C ont été observées à Moulins ainsi que 17 à Limons (Tableau 22). **Comparativement à 2019, les conditions de survie des géniteurs en 2022 durant l'été ont été plus «défavorables» sur la partie aval du bassin.**

Sur le bassin de la Gartempe en 2022, aucune sonde température n'a enregistrée de valeurs dépassant le seuil de 25 °C durant la période estivale. **Ainsi, la thermie a été plutôt favorable en 2022 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 22 : Nombre de jours supérieurs à 25 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juillet-août) (Sources : LOGRAMI)

			Température entre 25 °C et 27,5 °C sur la période Juillet-Août																								
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
Loire moyenne	St Laurent Nouan	328																									12
Loire	Decize	576									24			7	13	6	10	15	0	18	13	16	18	11	27	2	32
	Roanne	721															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroux	Gueugnon	650									11	0	0	11	15	5	8	16	2	18	10	17		24	27	3	31
Renaison	Riorges	725																			0	0	0	0	0	0	0
Allier	Moulins	599															1	8	0				12	14	14	2	27
	Vichy	663	6	2	0	6	1	16	4	6	22	0	0	12	7	6	8		0	21	8			19	10	1	
	Limons	689																						16	6	1	17
	Issoire - Orbeil	765																			0	0	0		0	0	
	Le Breuil sur Couze	779																									
	Brioude - La Bageasse	809																			0	0	0	0	0	0	0
	Langeac	844																			0	0		0	3	0	0
	Monitsrol d'Allier	870																								0	0
	Alleyras (Poutès)	879																								0	0
	Alleyras (Vabres)	883																							0	0	0
	Langogne	883															0	0	0	0					0		0
Sioule	Contigny	926															4	6	0		0				8	0	14
	Jenzat	633																								0	0
	St Quintin sur Sioule	663																	0	0	0	0	0	0	1		
	Châteauneuf les Bains	679														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dore	Puy Guillaume	709															0	0	0	0	0	0	0				0
	Ambert	691															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	762														0	0	0	0	2	0	0	0	0	13		
	Massiac	792														0	0	0			0			0		0	0
Creuse	Descartes	815										0	0	11	7	2	3	11	0	8	0	8	27	18	6	0	24
	Argenton-Sur-Creuse	260																			0	0	0		0	0	3
Vienne	Nouatre	380														0	4	8	0	6	0	2	24	15	6	0	26
	Châtellerault	240							5	1			0	13	10	3	6	6	0	16	5	28	32			1	27
Clain	Dissay	270																			0	0	0	0	0	0	0
Gartempe	Bussière Poitevine	360															0	0	0		0	0	0	8	0	0	0
	Châteauponsac	400														0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0
	Le Grand Bourg	450			0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	8	1			0
Ardour	Folles	440						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0		0	0	0



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 (5 % du temps +/- 6),
- L'Allier aval à Moulins (1 % du temps +/- 2) et Vichy (2 % du temps +/- 3).

Sur les dix dernières années, ce seuil de 27,5 °C a été dépassé (Tableau 23) :

- 6 années sur la Loire à Decize,
- 5 années sur l'Arroux à Gueugnon,
- 2 années sur l'Allier à Moulins et Vichy,
- 2 années sur la Vienne à Châtellerault.

Sur le bassin de l'Allier, comparativement à 2019, les conditions de survie des géniteurs durant l'été 2022 ont été moins « défavorables » sur la partie aval du bassin. En effet, en 2019, le seuil de 27,5 ° C avait été atteint à plusieurs reprises sur le secteur Moulins – Limons alors que celui-ci n'a été atteint sur aucun secteur en 2022.

Tableau 23 : Nombre de jours supérieurs à 27,5 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juillet-août) (Sources : LOGRAMI)

			Température > 27,5°C sur la période Juillet-Août																								
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
Loire moyenne	St Laurent Nouan	328																									0
Loire	Decize	576									0			0	0	2	0	0	0	3	0	1	7	2	7	0	3
	Roanne	721															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroux	Gueugnon	650									17	0	0	0	1	2	0	2	0	9	0	0		12	1	0	1
Renaison	Riorges	725																			0	0	0	0	0	0	0
Allier	Moulins	599															0	0	0				2	4	0	0	0
	Vichy	663	0	0	0	0	0	8	0	0	3	0	0	0	0	0	0		0	5	0			6	0	0	
	Limons	689																						4	0	0	0
	Issoire - Orbeil	765																			0	0	0		0	0	
	Le Breuil sur Couze	779																									
	Brioude - La Bageasse	809																			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
	Langogne	883															0	0	0	0					0		0
Sioule	Contigny	926															0	0	0		0				0	0	0
	Jenzat	633																								0	0
	St Quintin sur Sioule	663																	0	0	0	0	0	0	0		
	Châteauneuf les Bains	679														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dore	Puy Guillaume	709															0	0	0	0	0	0	0				0
	Ambert	691															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	762														0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
	Massiac	792														0	0	0			0			0		0	0
Creuse	Descartes	815										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	Argenton-Sur-Creuse	260																			0	0	0		0	0	0
Vienne	Nouatre	380														0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Châtellerault	240							0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0			0	1
Clain	Dissay	270																			0	0	0	0	0	0	0
Gartempe	Bussière Poitevine	360															0	0	0		0	0	0	1	0	0	0
	Châteauponsac	400														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
Ardour	Folles	440						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 différentiels de seuils observés entre l'aval et l'amont des axes colonisés par le saumon argumentent en faveur d'action sur la continuité écologique afin de garantir l'accès aux zones plus fraîches en période estivale.

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant la période juillet-août permettent de caractériser les conditions de survie estivale des géniteurs de saumons.

En 2022, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont tous déficitaires (moyenne = 0,5 +/- 0,2) (Figure 206). Ces valeurs sont en moyenne 2 fois inférieures aux moyennes de référence. Les indices oscillent entre 0,8 à Prades sur l'Allier amont et 0,2 à Dorat sur la Dore. Contrairement aux autres stations du bassin, le mois d'août à la station de Nevers enregistre un indice hydrologique excédentaire avec une valeur de 1,1. Ce dernier est dû à des lâchures effectuées par le barrage de Villerest afin de maintenir un débit d'étiage suffisant pour la sûreté nucléaire des centrales en moyenne Loire.

Les températures élevées pendant l'été couplées aux faibles débits ont donc probablement causé une importante mortalité estivale des géniteurs de saumons.

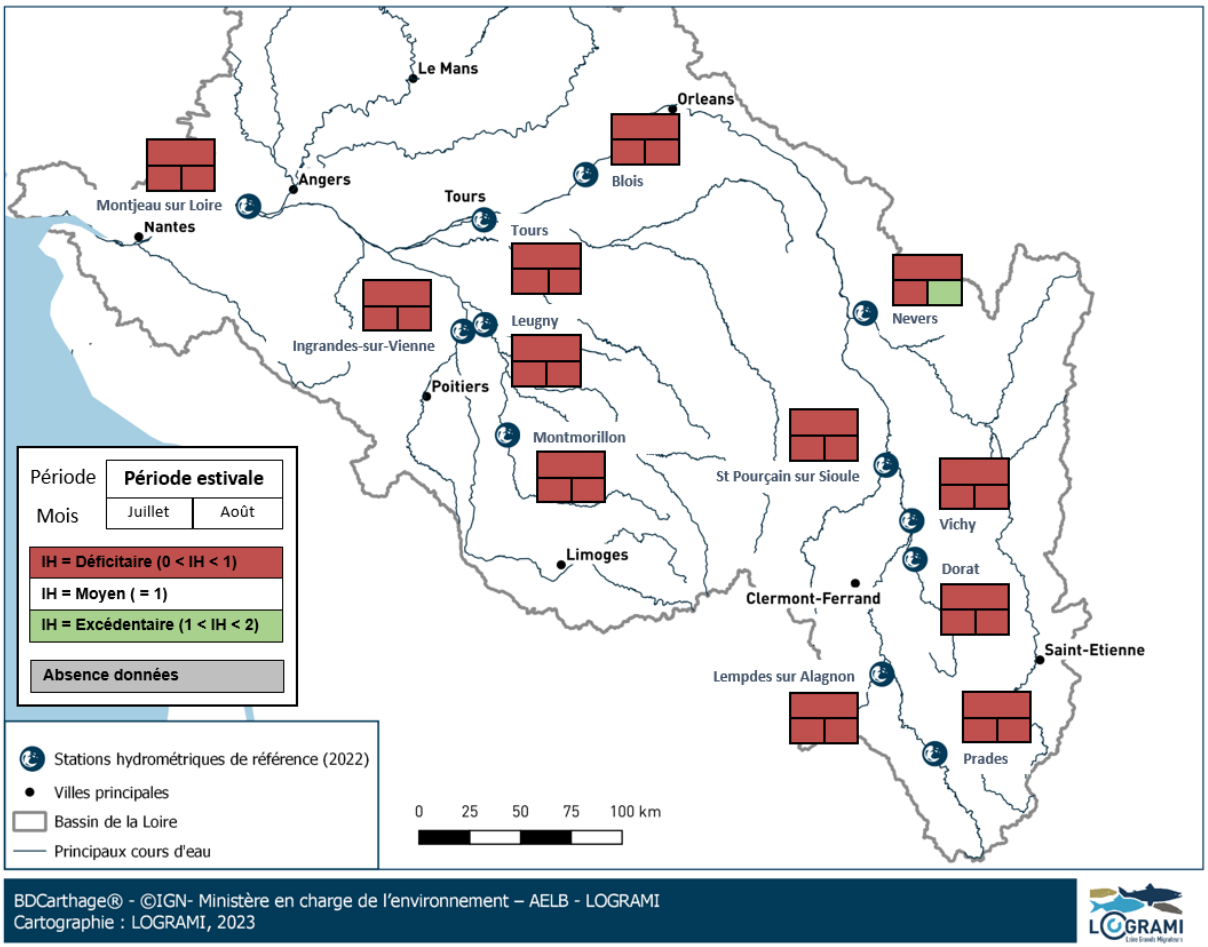


Figure 206 : Indices hydrologiques 2022 durant la période estivale (juillet-août) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

10.1.1.3 La migration automnale

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 24 : 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

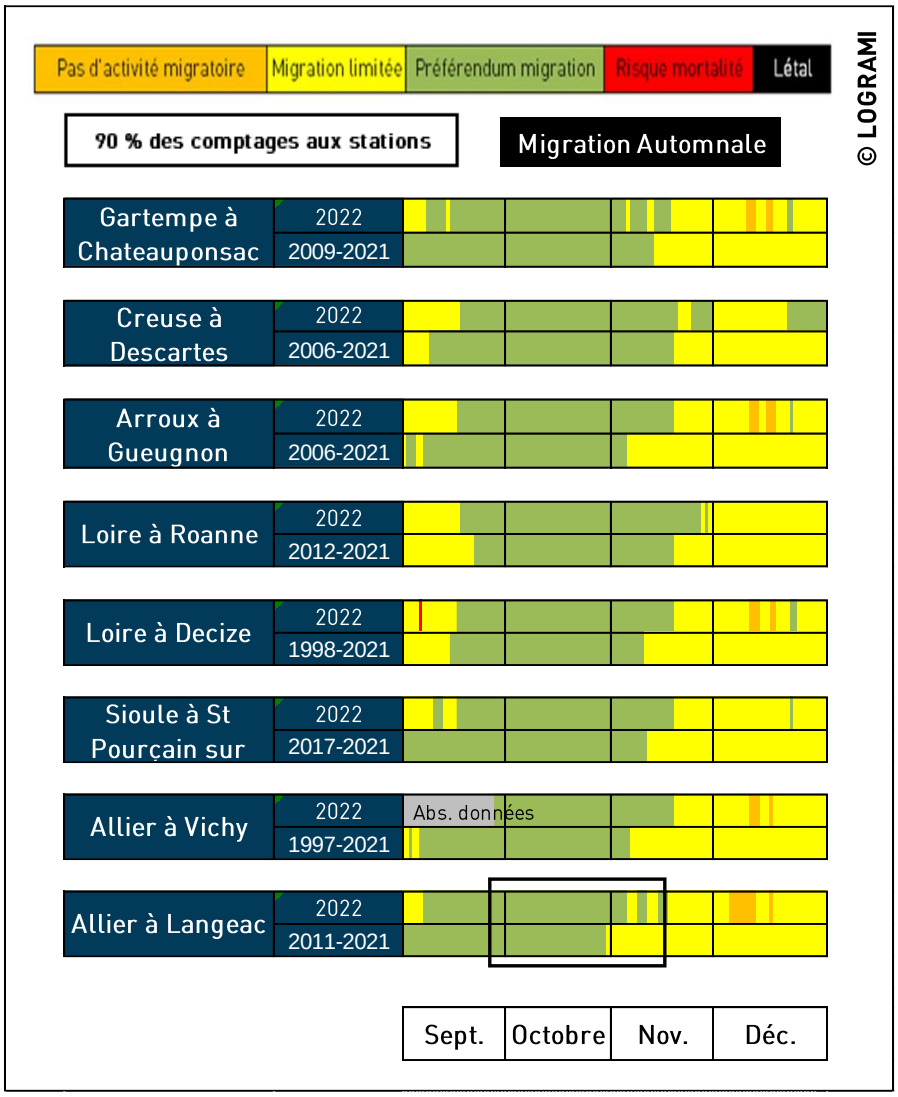


Figure 207 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration automnale du Saumon atlantique entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

Durant la migration automnale en 2022, basée sur les observations aux stations de comptage, (septembre à novembre), la fenêtre optimale de migration est atteinte plus tardivement de 17 jours +/- 6 sur l'ensemble des stations par rapport aux données antécédentes (Figure 207). Le plus fort écart est enregistré sur l'Arroux à Gueugnon avec 22 jours. Cette observation est liée aux températures de l'eau qui sont restées supérieures aux valeurs de saison pendant le mois de septembre sur l'ensemble du bassin de la Loire.

L'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 20) pour la migration automnale des saumons s'élève en moyenne depuis le début des mesures toutes stations confondues à 66 jours +/- 7 (Figure 208). En 2022, les amplitudes automnales du préférendum thermique pour la migration du saumon ont été globalement plus longues de 8 jours +/- 4 que les années précédentes sur l'ensemble des stations de comptages.

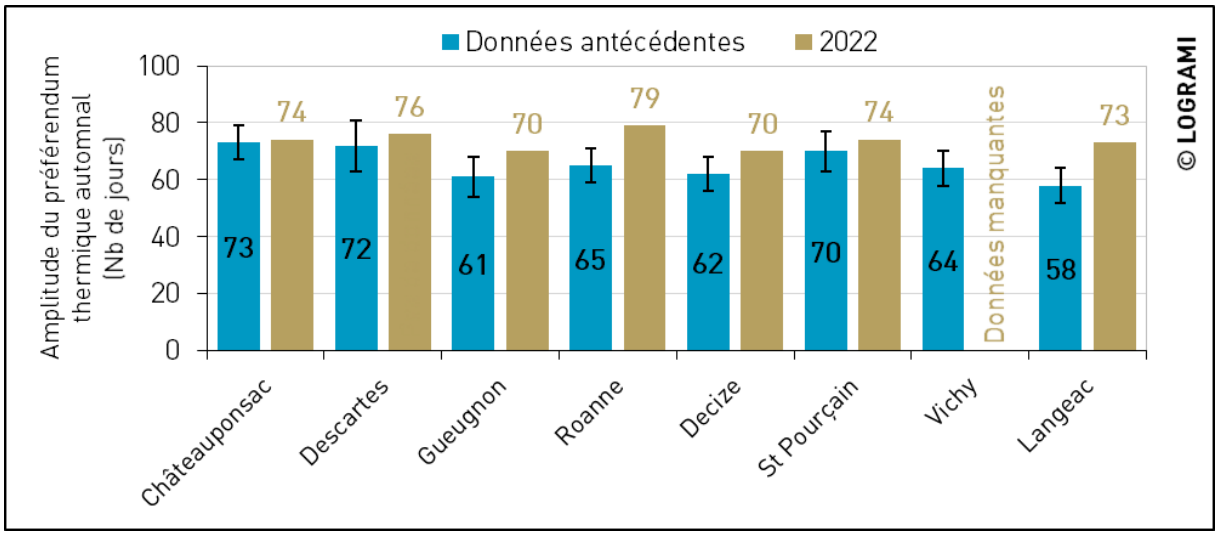


Figure 208 : Comparaison des amplitudes moyennes des préférendums thermiques automnaux (septembre-novembre) pour la migration du Saumon atlantique sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

Chaque année des individus sont comptabilisés en reprise de migration automnale sur les parties amont des bassins : Langeac sur l'Allier et Châteauponsac sur la Gartempe. A Langeac, en considérant 90 % de l'amplitude migratoire automnale des saumons, ces températures favorables à la migration mesurées à l'automne couvrent en moyenne 52 % +/- 10 de la période de migration. En 2022, l'amplitude du préférendum thermique est bien plus longue avec 85 % de la période de migration. Durant l'automne 2022, sur l'Allier amont, les mois d'octobre et de novembre ont été particulièrement chauds par rapport aux normales avec des températures compatibles et optimales pour la migration des saumons.

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 2022, les indices hydrologiques calculés pour cette fenêtre sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,4 (+/- 0,1). Ces **indices déficitaires sont en moyenne 2 fois inférieurs aux moyennes de référence** calculées sur chaque station. Le mois de novembre enregistre le plus faible indice hydrologique (moyenne = 0,3 +/- 0,1). Pour cette période, le plus faible indice est enregistré sur la Gartempe à Montmorillon avec une valeur de 0,2 au mois de novembre (Figure 209).

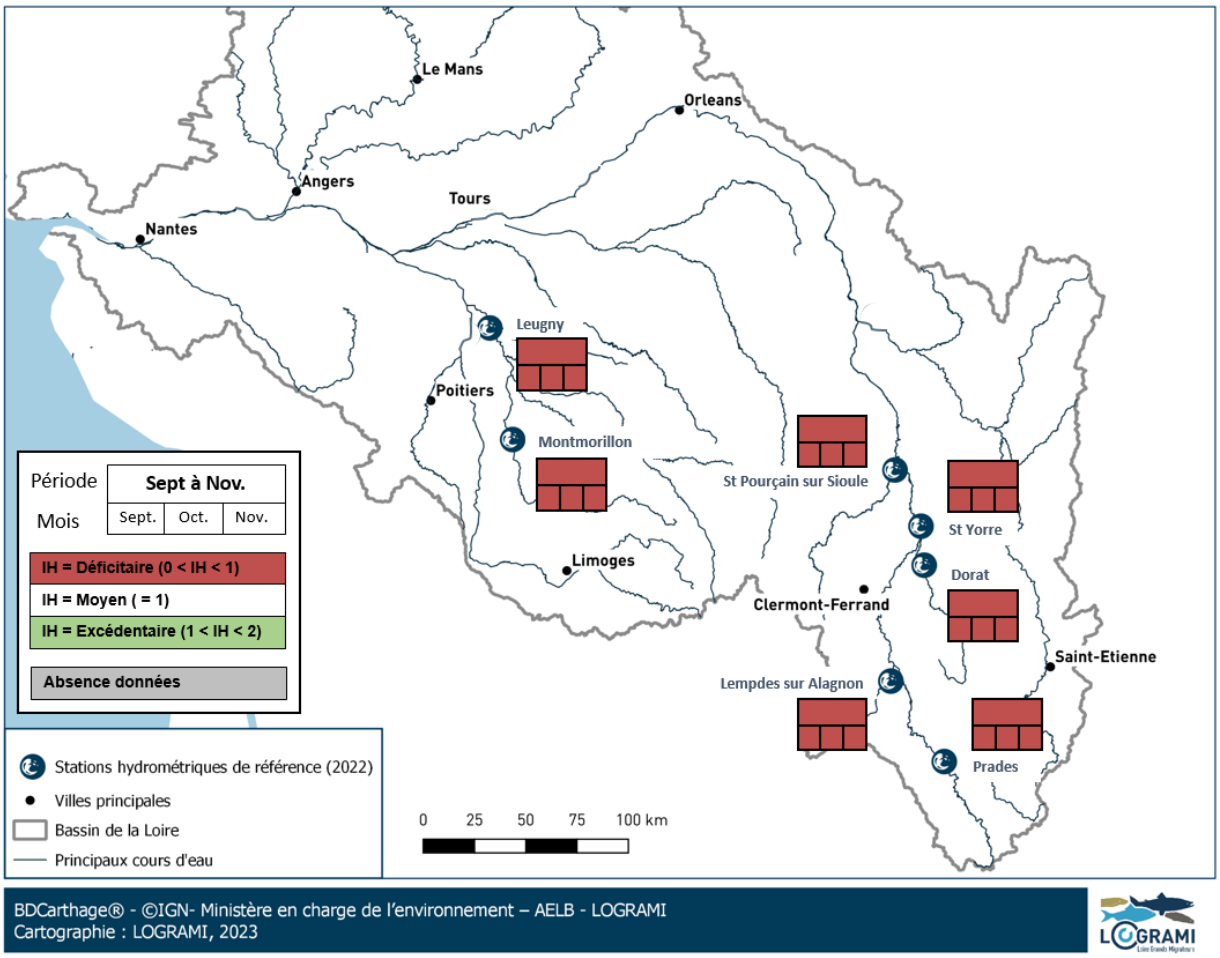


Figure 209 : Indices hydrologiques 2022 de septembre à novembre sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).

En 2022, pendant la période de migration automnale, la station de Prades située sur l'Allier amont enregistre des débits moyens mensuels 1 à 4 fois moins importants que les débits de référence calculés sur une moyenne de 20 ans. L'indice hydrologique calculé sur cette station de septembre à novembre est très déficitaire (0,4) avec une valeur record proche de celle observée en 2007, 2009, 2013, 2015, 2017 et 2021 (Figure 210). **Pour la 3eme année consécutive, l'indice hydrologique calculé sur cette station durant la période de migration automnale est déficitaire.**

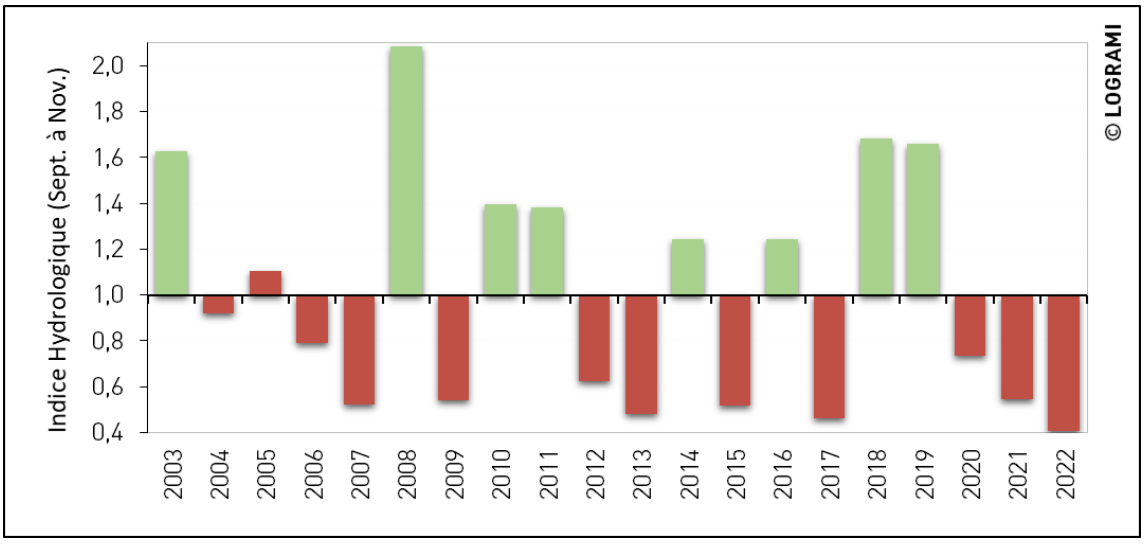


Figure 210 : Indices hydrologiques durant la migration automnale des saumons (septembre à novembre) sur la station hydrométrique de Prades depuis 2003 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2022, le déficit de pluviométrie pendant l'automne cumulé aux températures élevées a conduit à une forte baisse des débits. **Sur la période de septembre à novembre 2022, les conditions de débits ont été « défavorables » à la circulation des saumons sur l'ensemble du bassin de la Loire.**

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.

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 de 75 jours +/- 17, de 81 jours +/- 18 et de 103 jours +/- 52 (Figure 211). Un gradient amont-aval est constaté. L'amplitude de migration plus élevée à Vichy est liée à l'amplitude du préférendum thermique automnale (10 < T° < 20) plus importante sur cette station (60 jours +/- 6) qu'à l'amont du bassin (Langeac = 58 +/- 6 jours) (Figure 208).

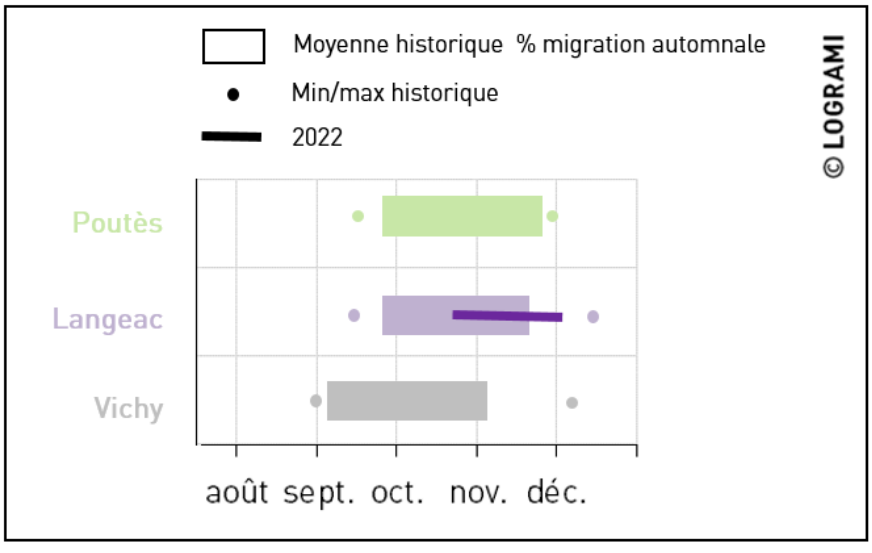


Figure 211 : Comparaison des amplitudes de migration automnales des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la LI'Allier en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis

A Poutès, en raison de la règle de transparence avec l'ouverture des vannes et de l'absence de comptage à l'ascenseur à poissons, l'amplitude de migration n'est pas connue en 2022.

En 2022, à Langeac, l'amplitude de migration totale est de 38 jours. Elle est donc inférieure à celles des années précédentes (81 jours +/- 18). L'absence de crue automnale et les températures élevées pendant cette période en 2022 sur l'Allier ont réduit et retardé l'activité des saumons.

Les conditions estivales défavorables sur l'Allier n'ont pas permis la migration automnale de géniteurs à la station de Vichy en 2022.

10.1.2. Effectifs aux stations de comptage

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément 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 2022, **261 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire. Avec 94 % 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. § 3.1). L'axe de migration secondaire est la Loire qui a accueilli 3 % des saumons du bassin. Enfin, quelques individus ont été observés sur la Vienne à Châtellerault (2 %) et sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule (1 %). (Figure 212).

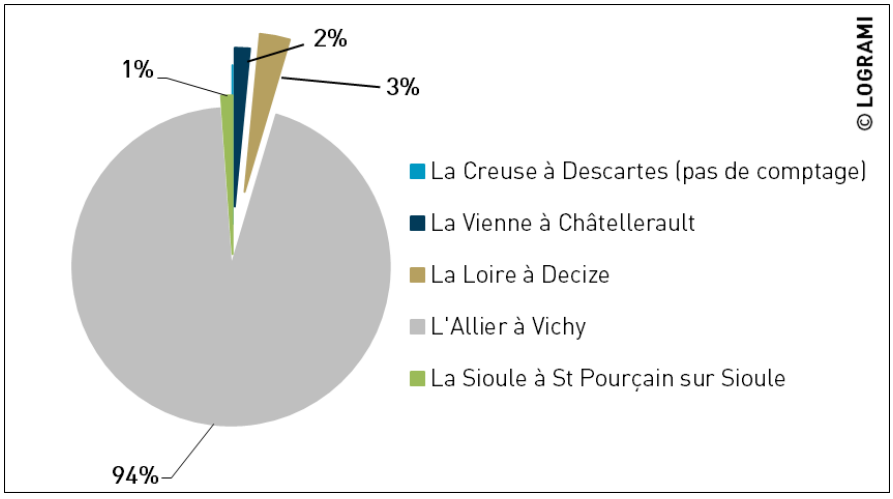


Figure 212 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 (Sources : LOGRAMI)

En retirant la Sioule, où les comptages sont assez récents, une comparaison des répartitions de 2022 avec celle des années antérieures peut être réalisée. Avec 3 % des comptages de l'année 2022, la part des saumons observés sur la Loire à Decize est similaire à la période 2007-2021 (2 % +/- 1). Ce constat est également relevé pour la station de Châtellerault sur la Vienne (2 % contre 1 % +/- 1).

Sur l'Allier, la proportion est plus importante que les années antérieures (94 % en 2022 contre 86 % +/- 3 % de 2007 à 2021). Cette augmentation s'explique par l'absence de comptage à la station de Descartes en 2022 (Figure 213).

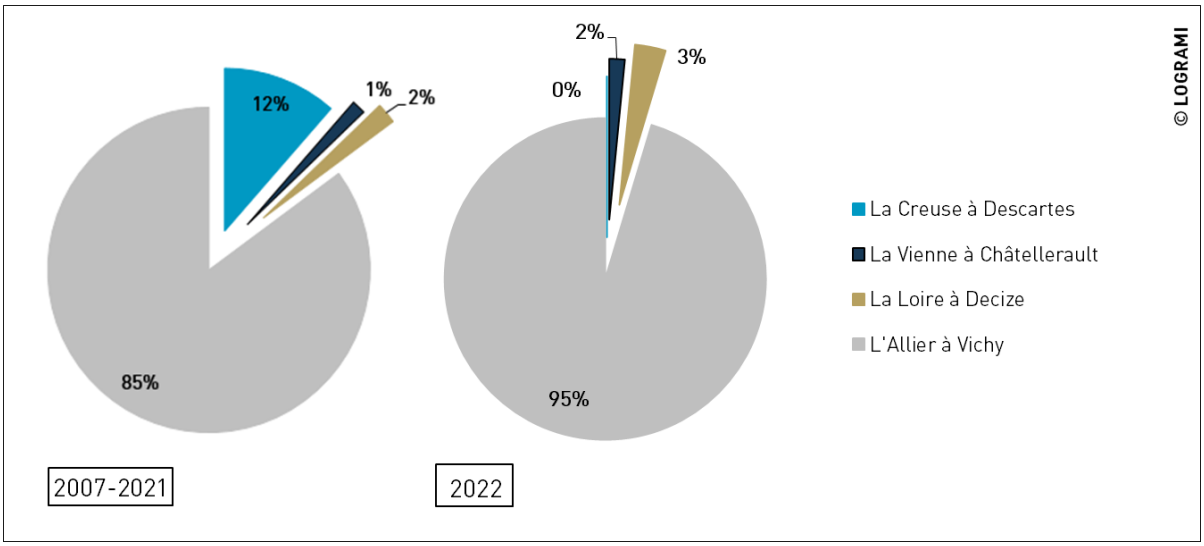


Figure 213 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire de 2007 à 2021 (à gauche) et en 2022 (pas de comptage à Descartes) (à droite) (Sources : LOGRAMI)

10.1.2.1 Axe Vienne

Châtellerault

En 2022, 4 saumons ont franchi l'ouvrage de Châtellerault. Le nombre de saumons observés à cette station est généralement très faible, la moyenne interannuelle de 2005 à 2021 est de seulement de 9 +/- 4 saumons (Figure 214). 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 sa reproduction sont actuellement inaccessibles. En effet, elles se situent en amont du complexe hydroélectrique de l'Isle-Jourdain, composé de trois barrages actuellement infranchissables. Malgré cette impossibilité d'effectuer leur reproduction, la présence de ces saumons divaguant confirme l'intérêt de l'espèce pour cet axe migratoire historique.

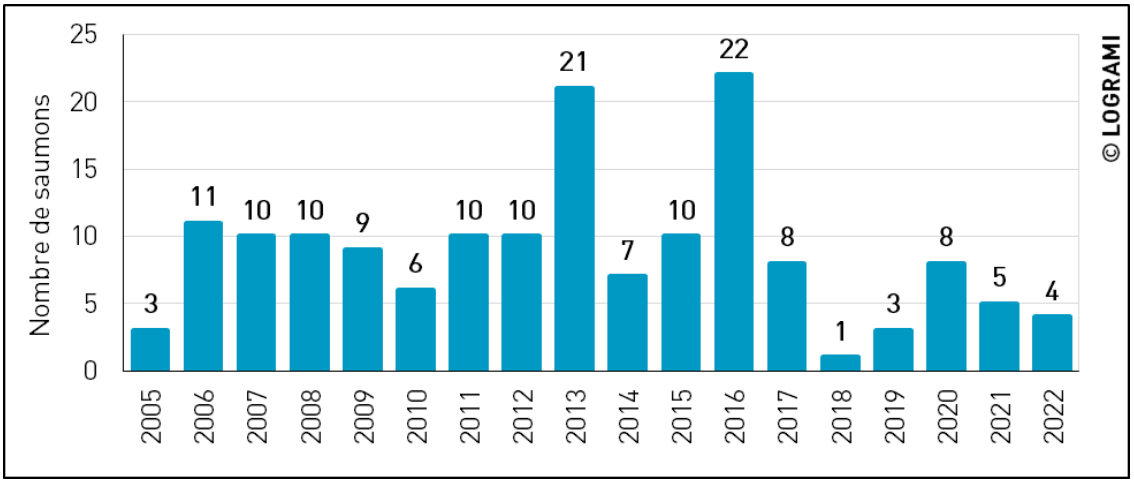


Figure 214 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2005 (Sources : LOGRAMI)

En 2022, les 4 saumons ont été observés entre le 13 mars et le 7 juillet (Figure 215). Les passages ont eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 9,7 °C et 25,3 °C et un débit compris entre

26,1 m³/s et 133 m³/s (module = 118 m³/s à Ingrandes-sur-Vienne). Les passages sont diffus et isolés, aucune tendance ne peut être montrée.

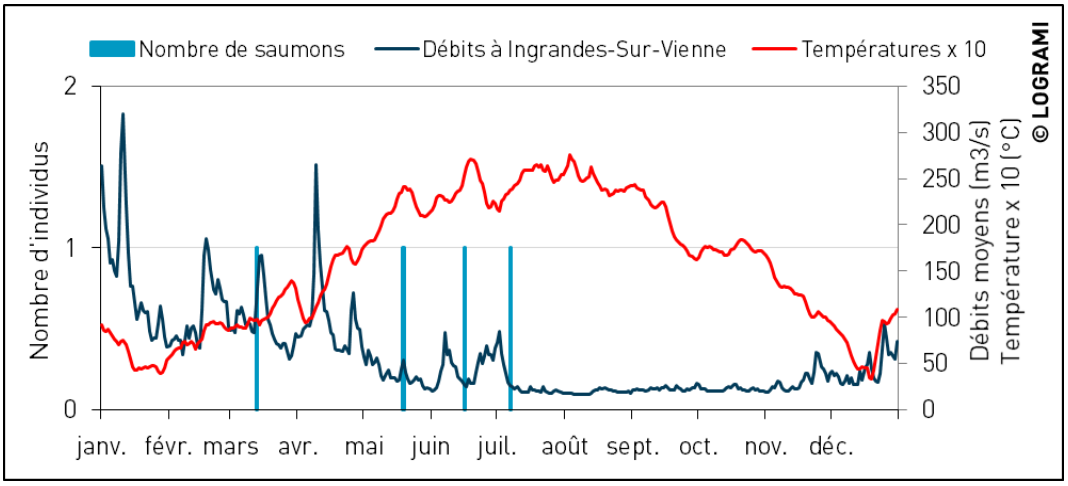


Figure 215 : Passages journaliers de saumons à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2022 (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

10.1.2.2 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 comptabilisés +/- 40. Depuis, la dynamique est à la baisse en lien avec les modifications des plans de déversements et des quantités déversées. En 2022, aucun comptage n'a été effectué sur cette station (Figure 216). 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.

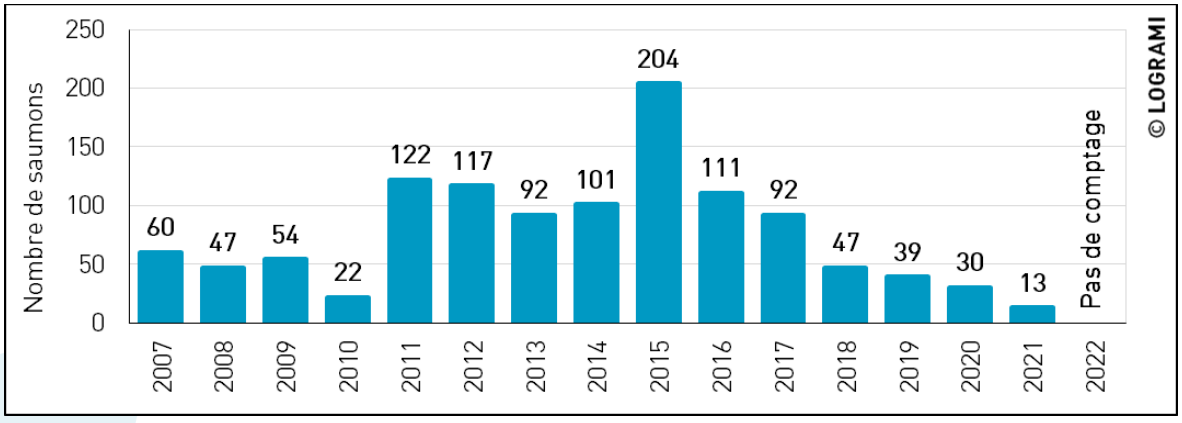


Figure 216 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (Sources : LOGRAMI)

Châteauponsac

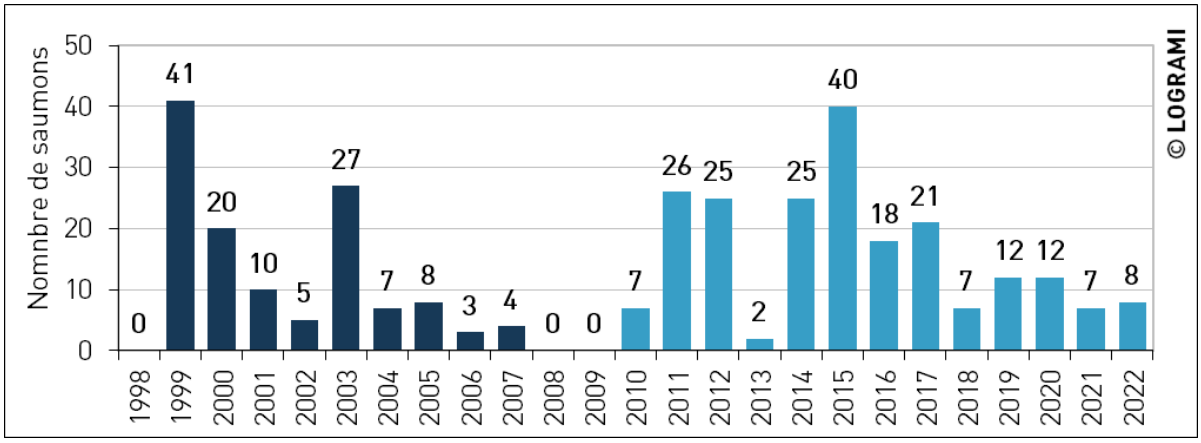
La station de comptage de Châteauponsac est située sur la Gartempe, 148 km en amont du seuil de Descartes. Cette station n'était pas en fonctionnement en 2022, aucun saumon n'a donc pu être comptabilisé. Compte tenu des problèmes de continuité rencontrés sur la Gartempe et des très faibles débits rencontrés en 2022, 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.

10.1.2.3 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 217). 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 2009-2021 est de 16 individus +/- 10 individus contrôlés. En 2022, 8 individus ont été comptabilisés.

La provenance des saumons comptabilisés à Decize est probablement liée au programme de repeuplement effectué depuis 1998 sur le bassin de l'Arroux (affluent rive gauche en amont de la station de comptage) sur lequel des déversements d'alevins sont réalisés mais aussi à l'incubateur de terrain implanté en 2015 sur le Renaison à Riorges (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 217 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI)

Des observations notamment en 2008, 2009 et 2013 à la station de Gueugnon, située en amont de Decize, traduisent la possibilité qu'ont les individus de franchir le seuil de Decize par les vannes, quand l'ouverture intégrale ou partielle de celles-ci le permet, sans pour autant être comptabilisés à la station de comptage. Ces comptages doivent donc être considérés comme des minimas.

En 2022, l'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 10,7 °C et 24,1 °C et un débit compris entre 34 m³/s et 119 m³/s (module = 175 m³/s à Nevers) (Figure 218). Deux individus ont dévalé l'ouvrage après être restés en amont respectivement 2 heures et 27 jours.

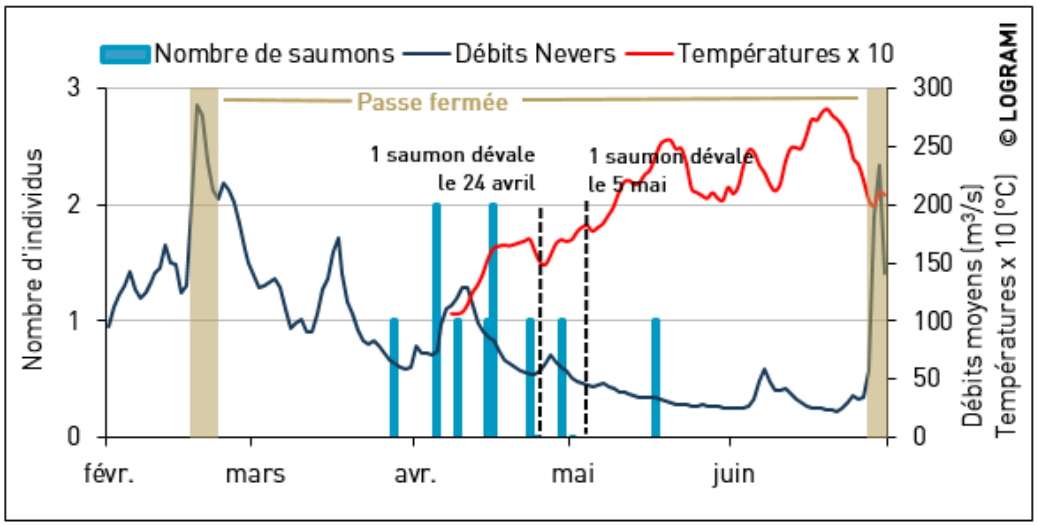


Figure 218 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec les débits de la Loire à Nevers en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 2021, 46 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 3 poissons +/- 3) (Figure 219).

En 2022, quatre individus ont été comptabilisés à Gueugnon. Ces faibles résultats obtenus depuis 2006 interrogent sur la pertinence de la réintroduction du saumon sur ce bassin depuis 1998. Il semblerait que la problématique des habitats d'accueil et des températures particulièrement élevées mettent à mal la survie d'une éventuelle progéniture.

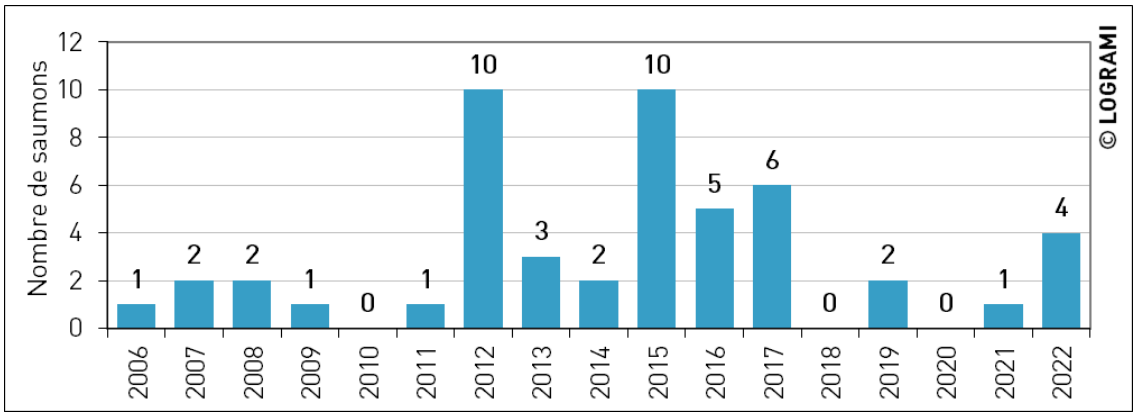


Figure 219 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

En 2022, les 4 saumons ont été observés entre le 13 et le 24 avril (Figure 220). Les passages ont eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 12,3 °C et 15,4 °C et un débit compris entre 9,6 m³/s et 20,6 m³/s (module = 22 m³/s à Etang-sur-Arroux).

Ces 4 poissons ont pu être identifiés grâce à leurs caractéristiques morphologiques parmi les 8 saumons observés à la station de comptage de Decize située plus en aval sur la Loire. Ainsi, ils auraient parcouru les 103 km séparant les deux points de comptage à une vitesse moyenne de 11,2 km/jour +/- 4. Les études de suivi par radiopistage sur les saumons menées sur le bassin de l'Allier en 2006, 2009 et 2019 mettent en évidence des vitesses de migration moyennes de 7 km/jour (Marcon et al., 2020).

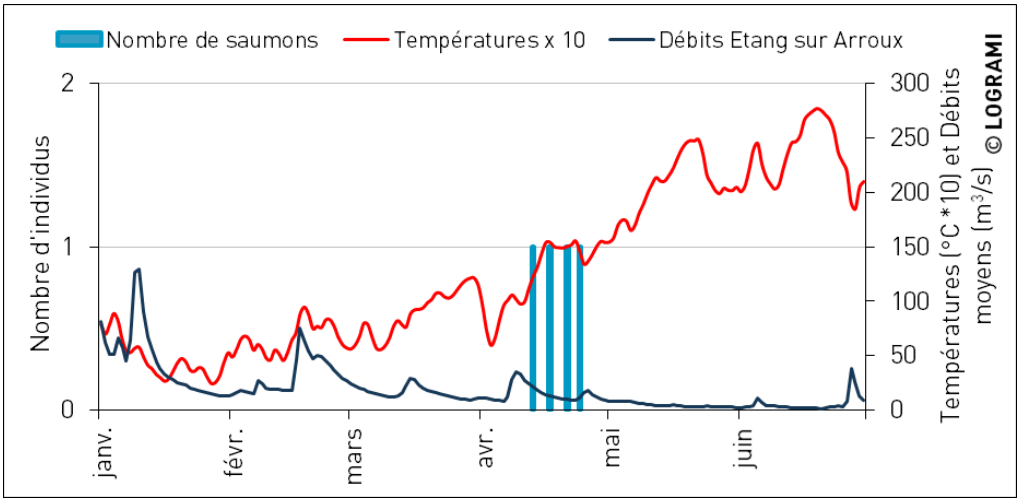


Figure 220 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec les débits de la Loire à Nevers en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Roanne

En 2022, un saumon a été observé à la station de comptage de Roanne le 20 juin. Pour rappel, depuis 2012, 8 individus ont été observés à la station de comptage (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 révèlent la ténacité de ces poissons mais également le facteur limitant majeur de cet axe qui est la perte des zones de reproduction situées en amont de l'ouvrage de Villerest.

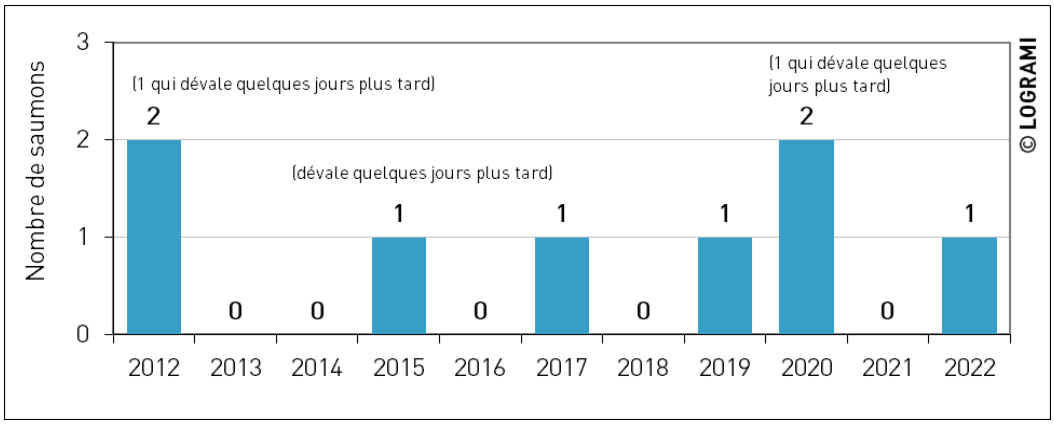


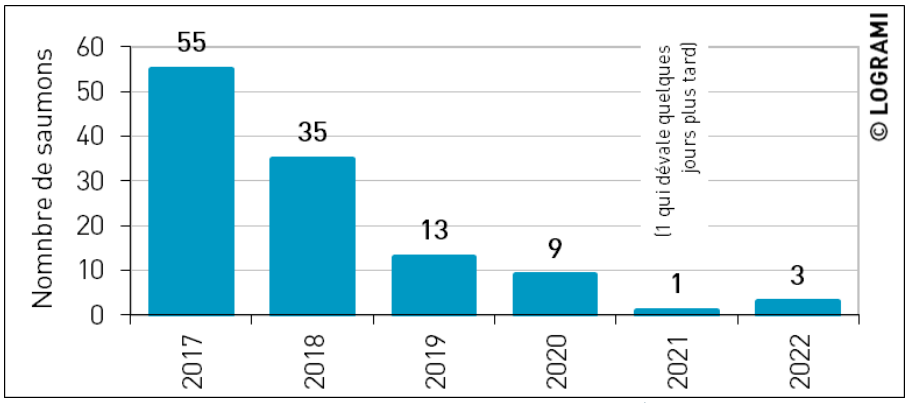
Figure 221 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (Sources : LOGRAMI)

10.1.2.4 Axe Sioule

Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2022, trois individus ont été comptabilisés à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 222). Toutefois, deux saumons dévaleront le dispositif tandis qu'un autre dévalera puis repassera devant la vitre de comptage dans la foulée. **Actuellement, sur cet axe des problèmes de continuité écologique observés dès l'aval, notamment au niveau de l'ouvrage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Usine du Moulin de la Ville ; ROE 27285) situé en amont immédiat de la station de comptage, sont sources de pertes considérables** (Association LOGRAMI, 2021a).

L'effectif comptabilisé en 2022 est très faible au regard de la moyenne interannuelle calculée depuis 2017 (moyenne = 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 19 saumons à la nouvelle station de comptage de Jenzat en 2021 située 30 km en amont, quand un seul saumon l'avait été à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule, consolide cette remarque.



* Le comptage à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017 est non exhaustif (installation du dispositif de vidéo-comptage le 17 mai)

Figure 222 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI)

En 2022, les 3 saumons en montaison ont été comptabilisés les 27 avril, 28 avril et 6 mai 2022 (Figure 223). Les passages ont eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 14,3 °C et 14,7 °C et un débit compris entre 12,4 m^3/s et 13,3 m^3/s (module = 24 m^3/s à Saint-Pourçain-sur-Sioule).

Deux individus ont été comptabilisés en dévalaison les 12 et 14 avril avant même l'observation d'individu en montaison. Ces derniers ont donc d'abord franchi l'ouvrage en empruntant la passe à poissons du seuil située sur l'autre rive. Ces saumons ont été observés en dévalaison lors d'une augmentation du débit à Saint-Pourçain-sur-Sioule de + 5 m^3/s entre le 9 et le 15 avril. Le débit moyen mensuel de mai 2022 est 3 fois moins important que le débit moyen mensuel de référence calculé sur 55 ans.

Il semblerait que des problèmes de franchissement de la passe à poissons du moulin de la Ville (ROE 27285) située 5 km en amont, associés à un faible débit de la Sioule au mois d'avril aient contraint ces individus à se replier en aval du complexe de Saint-Pourçain-sur-Sioule en profitant d'une légère augmentation des débits. Ils ont probablement rejoint l'Allier en quête de zones plus fraîches (plus profondes).

Depuis la mise ne service de la station en 2017, chaque année 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.

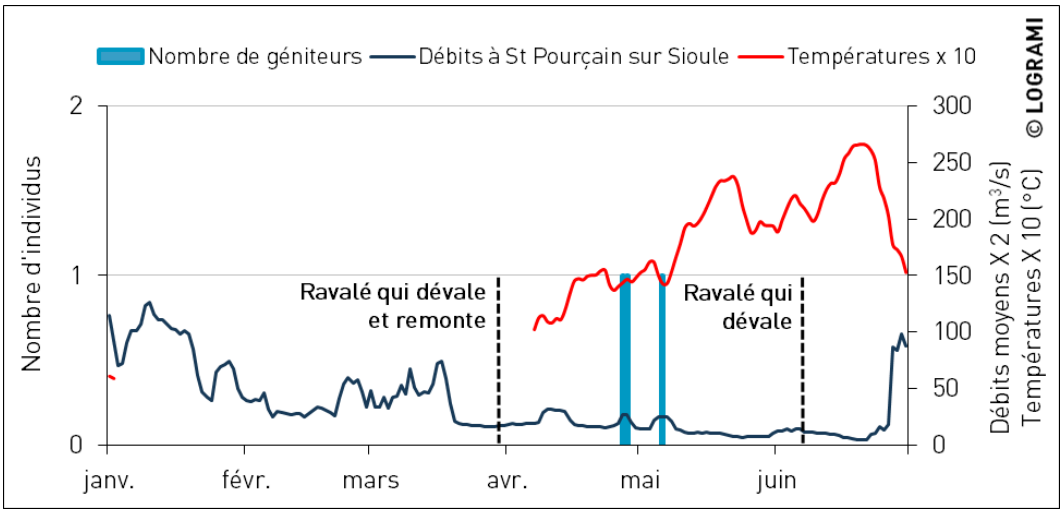


Figure 223 : Passages journaliers de saumons à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

De 2017 à 2022, le maximum des passages est observé à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule pour des valeurs de débit comprises entre 10 et 15 m³/s (30 % des passages). La comparaison de l'occurrence des débits pendant la période de migration avec les passages de saumons montre, que pour des débits inférieurs à 5 m³/s et supérieurs à 30 m³/s, les fréquences de passages sont disjointes des occurrences de débit révélant un moindre passage des poissons et même nul dès que les valeurs dépassent 40 m³/s (Figure 224). 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.

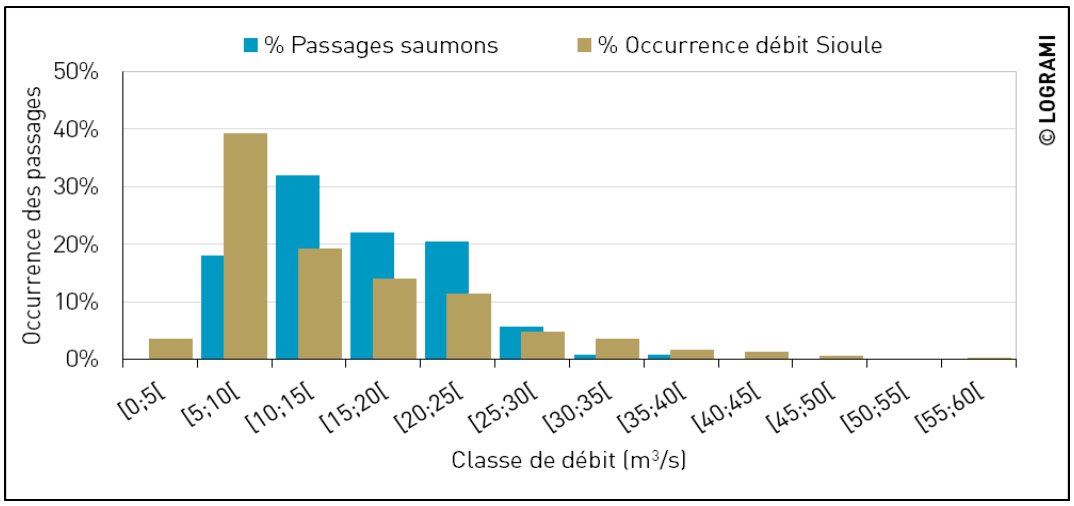


Figure 224 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 2022, un seul individu a été comptabilisé à Jenzat contre trois à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 225). Comme à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule, cette observation atteste des problèmes d'efficacité ou d'attractivité des dispositifs de franchissement sur la partie aval de la Sioule.

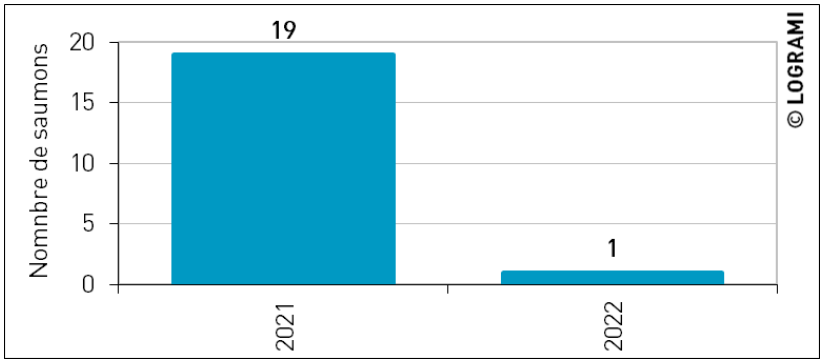


Figure 225 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Jenzat sur la Sioule depuis 2021 (Sources : LOGRAMI)

En 2022, le seul saumon en montaison a été comptabilisé le 13 mai 2022 (Figure 226). Le passage a eu lieu avec une température de l'eau de 17,7 °C et un débit de 4,7 m³/s (module = 19 m³/s à Ebreuil). Cet individu a été de nouveau aperçu devant la vitre de comptage en dévalaison (avant de remonter) quelques jours plus tard (25 mai). Il semblerait qu'il ait rencontré des problèmes de progression liés aux très faibles débits enregistrés au mois de mai. Durant cette période, le débit mensuel est 4,5 fois moins important que le débit mensuel de référence calculé sur 51 ans.

Contrairement à 2021, aucun saumon n'a été observé pendant la migration automnale en 2022. Des travaux au seuil de l'usine du Moulin Infernal (2 km en aval de la station de Jenzat) durant la période automnale ont empêché la migration des géniteurs sur ce secteur (passes à poissons inopérantes). La présence d'un nid de saumon observé en aval immédiat du chantier le 2 décembre 2022 atteste de cette situation. **Il est indispensable que les travaux sur les ouvrages soient réalisés en dehors des périodes de migration des saumons.**

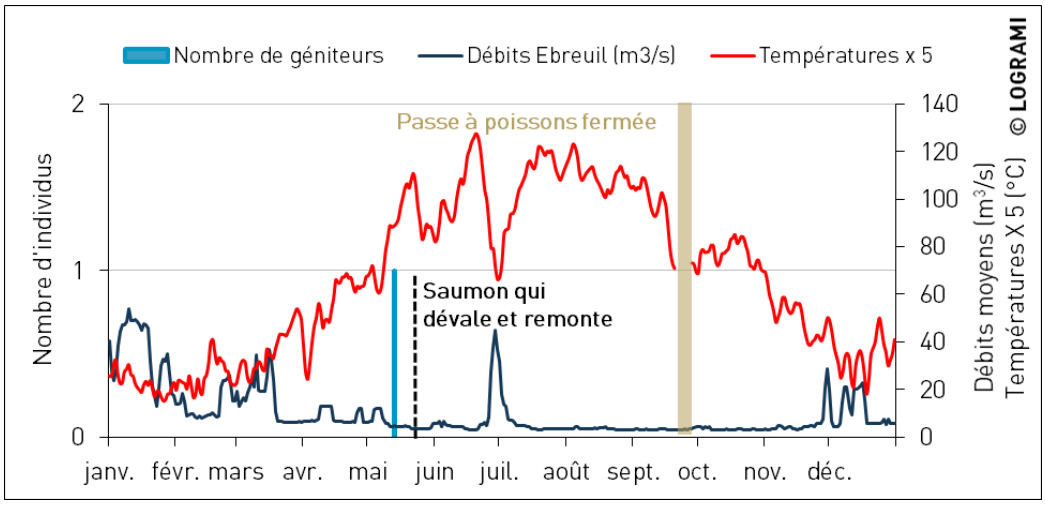


Figure 226 : Passages journaliers de saumons à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

10.1.2.5 Axe Allier

Vichy

En 2022, 246 saumons ont été comptabilisés à la station de Vichy. **C'est le deuxième plus faible effectif enregistré depuis le début du suivi de la station de comptage en 1997 (Figure 227).** La moyenne interannuelle s'élève à 564 individus +/- 211. La meilleure année est enregistrée en 2003 avec 1 238 individus. A contrario, la plus faible année est 2010 avec 227 saumons. Depuis 2018, l'effectif comptabilisé annuellement est 2,3 fois moins important que sur la période 2011-2017 (776 saumons +/- 151).

Depuis 1997, 87 % +/- 8 des individus empruntent la passe à poissons située en rive droite pour franchir l'ouvrage.

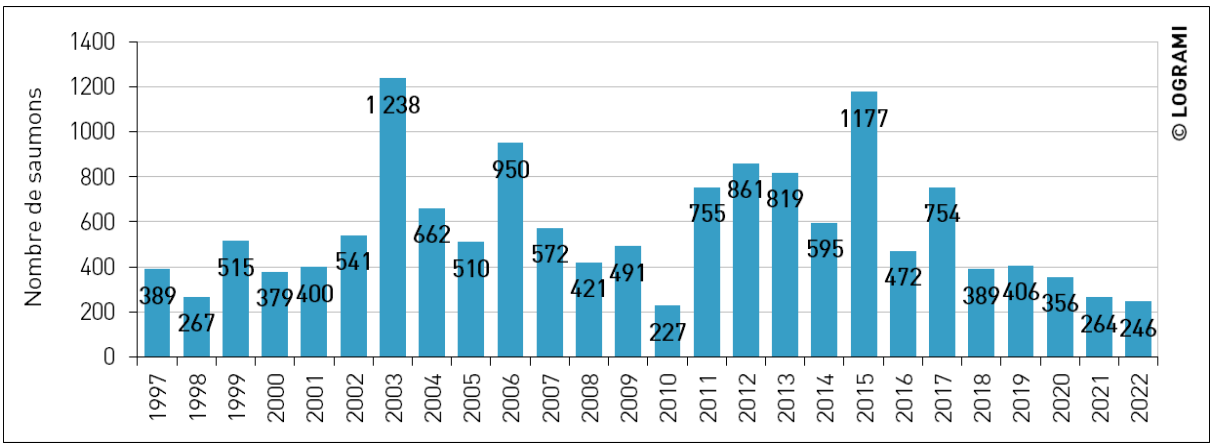


Figure 227 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis1997 (Sources : LOGRAMI)

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 228). Avant 2008, la totalité des saumons 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, depuis 1997, 36 individus +/- 17 (6,5 % +/- 2 des saumons en migration) par an sont capturés pour participer au programme de soutien d'effectifs. En 2022, 26 géniteurs (10,6 % des saumons en migration) ont été prélevés dans l'Allier pour le programme de déversement.

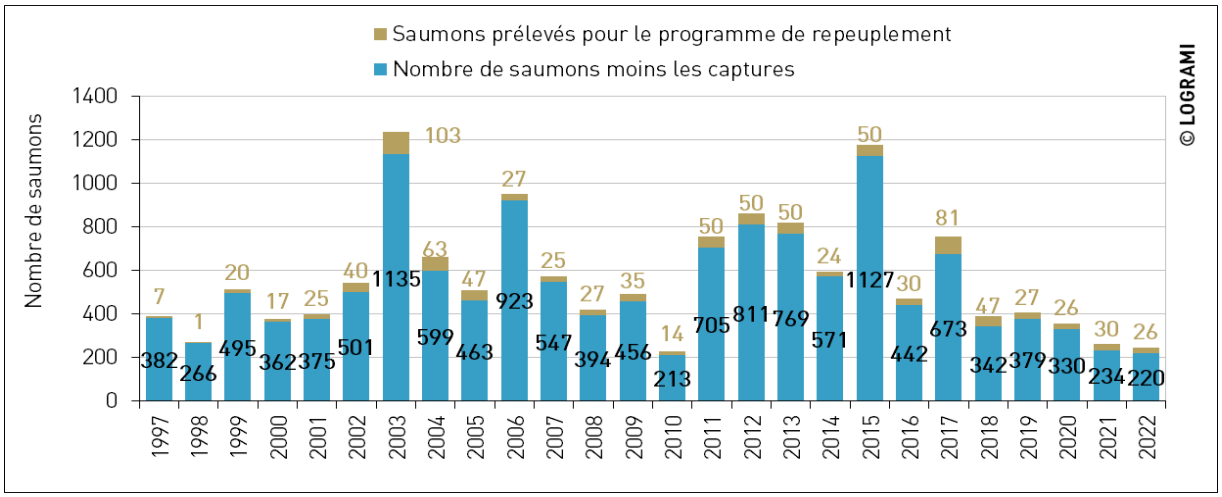


Figure 228 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier et des captures pour le programme de repeuplement (tous sites de piégeage confondus) depuis 1997 (Sources : LOGRAMI et CNSS)

En 2022, le début d'année est caractérisé par une absence de crue printanière. Les passages de géniteurs s'intensifient très nettement lorsque la température de l'eau dépasse les 10 °C (Figure 229). L'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 7,5 °C et 25,1 °C.

Les débits durant la migration printanière ont été relativement bas : 52 m^3/s en moyenne en avril et 29 m^3/s en mai contre 126 m^3/s en moyenne sur cette période (56 ans). Sur l'ensemble de la migration printanière entre le premier (17 février) et le dernier passage (15 juin), le débit moyen journalier était de 47 m^3/s (module = 93 m^3/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 14 avril et le 10 mai avec 144 saumons soit 58 % de la cohorte annuelle. Le pic journalier est enregistré le 6 mai avec 15 individus comptabilisés (6 % de la cohorte). A partir de mi-mai, les passages ont été fortement réduits.

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.

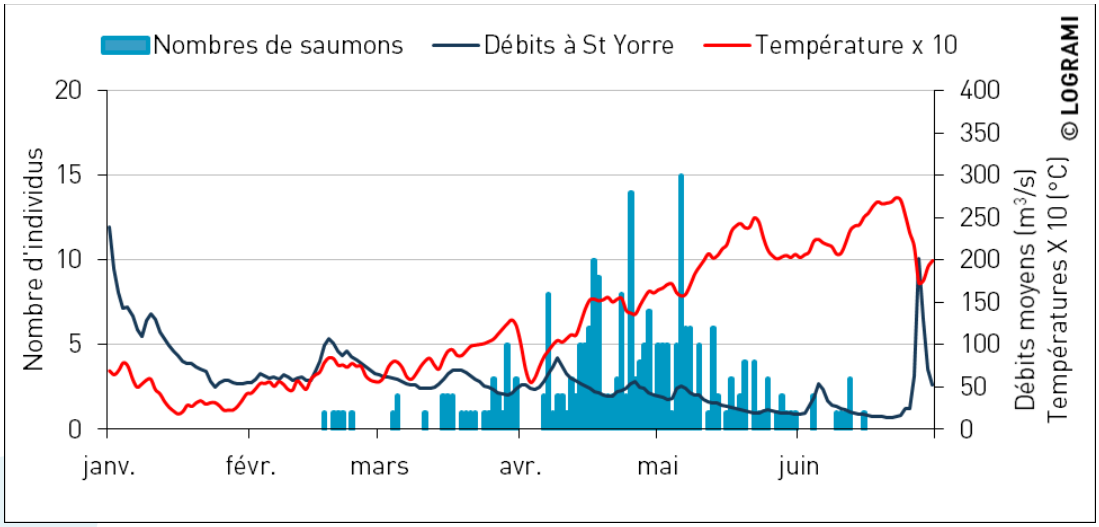


Figure 229 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Langeac

La station de comptage a été suivie par LOGRAMI depuis la mise en eau à l'été 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 136 +/- 58 individus contrôlés. Avec un effectif de 22 individus (Figure 230), l'année 2022 est la saison qui enregistre **les comptages les plus faibles depuis le début du suivi**.

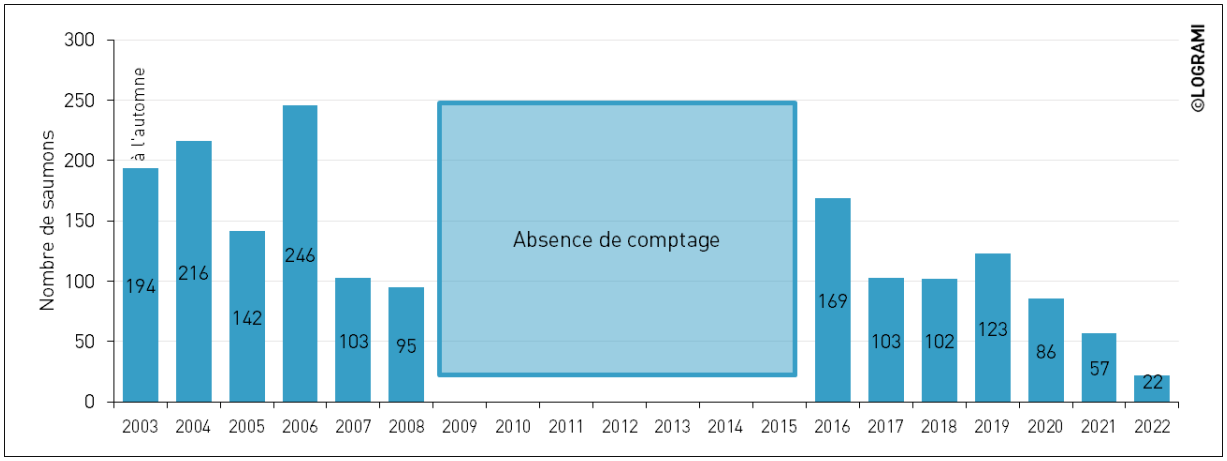


Figure 230 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Sources : LOGRAMI et CNSS)

** En 2018, le comptage des saumons en rive droite doit être considéré comme partiel. En effet, l'enregistrement vidéo au seuil a dysfonctionné lors de la reprise automnale de la migration des saumons entre le 15 septembre et le 5 octobre.*

À Langeac en 2022, la migration printanière s'est étendue sur 11 jours (du 08/05 au 19/05) (Figure 231), pendant cette période, aucun pic significatif de débit (crue) n'est enregistré. Avant cette période, le débit moyen journalier était de 10,5 m³/s +/- 4,2, inférieur au module de 21,4 m³/s et même inférieur aux débits moyens mensuels de référence de juillet (12,3 m³/s) et août (11,4 m³/s).

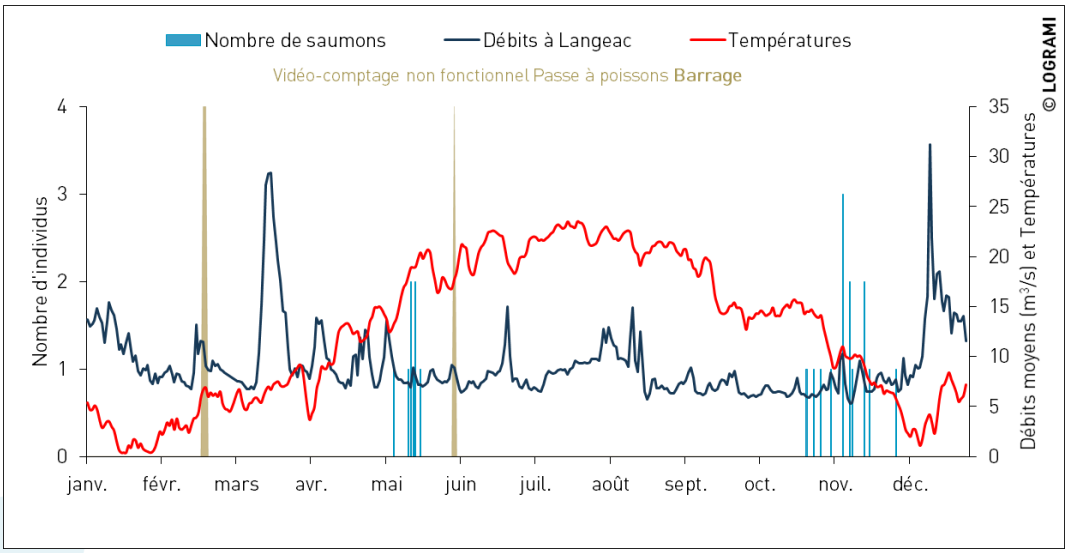


Figure 231 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac (Source : DREAL ARRA) et les débits de l'Allier à Langeac en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Durant l'arrêt estival, la température n'a pas atteint le seuil létal des 25 °C. La température moyenne journalière maximum enregistrée est de 23,5 °C les 19 et 27 juillet. Le premier saumon de l'automne est arrivé le 26 octobre, lorsque la température de l'eau était de 14,5 °C et le débit de 6,0 m³/s. La période de migration automnale s'étale sur 38 jours et 14 saumons ont franchi l'ouvrage. Pendant cette période, aucune augmentation de débit n'est enregistrée et en moyenne 9,8 +/- 4,6 m³/s transitaient à la station de Langeac. En 2022, le débit moyen journalier annuel a été de 9,2 m³/s +/- 3,6, de moins de la moitié du module. La température a quant-à-elle varié entre 0,4 et 23,5 °C.

La plage de température optimale des saumons pour franchir les passes à poissons se situe entre 9 et 17 °C (Cohendet, 1993). En 2022, 13 saumons sur 22 (59 %) ont franchi l'ouvrage avec des températures comprises dans cette gamme de température. Malgré l'absence d'augmentation de débit pendant les périodes de migrations printanières et automnales, les premiers saumons de l'automne réagissent à la chute des températures.

Poutès

Depuis la mise en place de périodes de transparences au barrage de Poutès, les comptages à l'ascenseur sont partiels. En 2022, aucun saumon n'a été compté à l'ascenseur. Pour évaluer le bénéfice de la transparence EDF Recherche & Développement a installé une caméra acoustique pour quantifier le nombre de saumons franchissant l'ouvrage par les vannes ouvertes. À ce jour, aucun saumon n'a été vu avec ce dispositif.

Afin d'affiner ces estimations d'effectifs et de se rapprocher de la dynamique migratoire annuelle, il apparaît que le comptage des frayères apporte une information précise. Pour des questions climatiques, le survol des frayères en 2022 n'a pas pu être réalisé et le comptage partiel (à pieds) ne permet pas d'estimer un nombre de saumons. Cependant, en se basant sur le taux de transfert Langeac-Poutès en 2020 (59 %) et 2021 (37 %), premières années de transparence pendant une partie de la migration des saumons, 48 % +/- 16 des saumons en amont de Langeac auraient franchi Poutès en 2022.

Ce taux de transfert permet d'estimer que 11 (+/- 4) saumons ont franchi le barrage de Poutès en 2022 (Figure 232).

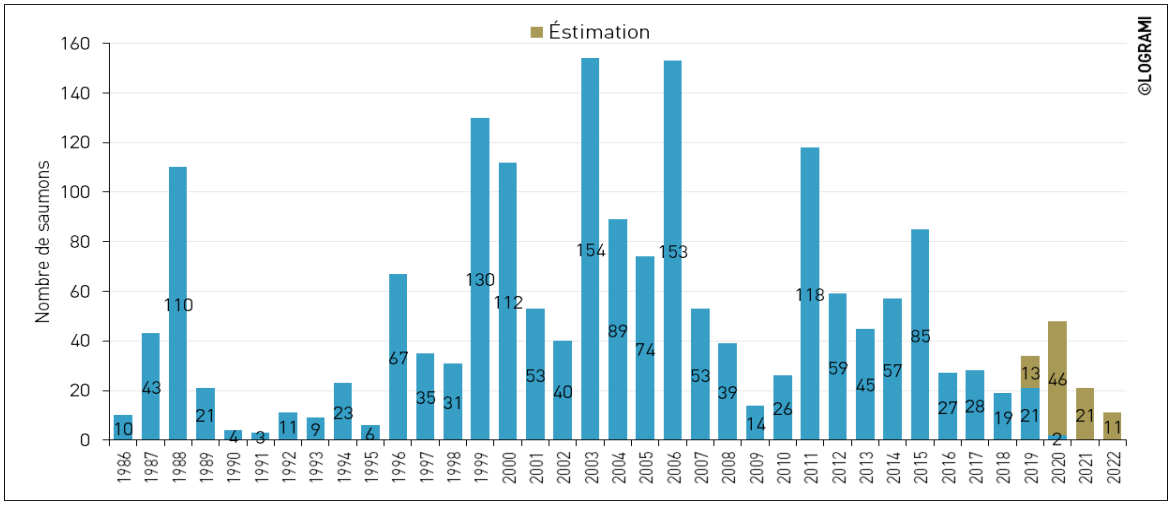


Figure 232 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986 (Sources : LOGRAMI)

10.1.3. Périodes de migration

10.1.3.1 Amplitude de migration

Le nombre de saumons migrant sur la Vienne à Châtellerault et sur l'Arroux à Gueugnon étant très limité, les périodes de migration sur ces deux stations n'ont pas été analysées. 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 donc été définie à partir de l'année 2009. 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.

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 233). Elle s'élève en moyenne à 228 jours +/- 59 à Descartes, 67 jours +/- 45 à Decize et 261 jours +/- 62 à Vichy. En 2022, les amplitudes furent plus courtes que les moyennes précédemment citées à Vichy (119 jours) et à Decize (51 jours). A Descartes, en raison de l'ouverture du barrage, l'amplitude de migration n'est pas connue en 2022.

Les données de comptages depuis la mise en place des stations de Langeac et de Poutès montrent des amplitudes respectives moyennes de 227 jours +/- 16 et de 193 jours +/- 49. Ces migrations sur le haut Allier sont donc bien plus importantes et couvrent *in fine* plus de 65 % de l'année. En 2022, à Langeac, l'amplitude totale est de 209 jours. Elle est donc proche de celles des années précédentes. A Poutès, en raison de la règle de transparence avec l'ouverture des vannes pendant 91 jours et de l'absence de comptage à l'ascenseur à poissons, l'amplitude de migration n'est pas connue en 2022.

A la station de comptage de Jenzat sur la Sioule en 2022, un seul individu a été comptabilisé le 13 mai. 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.

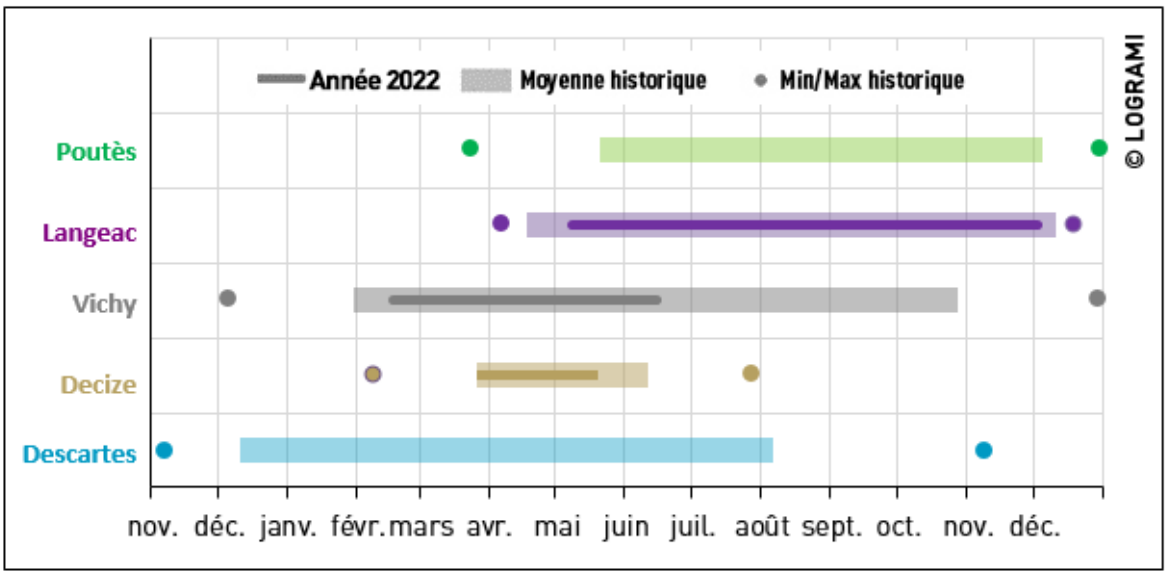


Figure 233 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis

En retirant les extrêmes de début et de fin de migration, le constat est le même : la migration sur les parties aval des axes est plus courte que celle des années précédentes. 90 % des saumons sont passés

en 51 jours à Decize contre 60 jours +/- 42 de 1998 à 2021 et en 74 jours à Vichy contre 95 jours +/- 42 de 1997 à 2021.

Les faibles débits enregistrés durant les 6 premiers mois de l'année et les températures printanières élevées sur l'ensemble du bassin de la Loire (+ 1,8 °C +/- 0,7) ont réduit l'amplitude de migration à Decize et Vichy. Les conditions estivales défavorables sur l'Allier n'ont pas permis la migration automnale de géniteurs à la station de Vichy.

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

Ainsi à **Langeac (depuis 2004) la majorité de la migration des saumons totalise 100 jours** avec :

- avant l'été (avant le 1er juillet), 90 % des saumons en montaison migrent sur une période de 48 jours +/- 10. En 2022, 90 % des saumons ont franchi le seuil de Langeac en 12 jours;
- après l'été (après le 1er septembre), 90 % de la migration est étalée en moyenne sur 52 jours +/- 14. Elle est de 38 jours en 2022 (du 5 novembre au 2 décembre).

A Poutès, depuis 1986, les saumons migrent pour la plupart en 100 jours également décomposés en deux périodes :

- au printemps, 90 % des saumons migrent sur une durée moyenne de 43 jours +/- 19 jours.
- à l'automne, 90 % des poissons migrent sur une durée moyenne de 57 jours +/- 18 jours.

10.1.3.2 Dynamique migratoire

Temporalité observée

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 +/- 19 jours à Descartes alors que 50 % de la migration est réalisée le 30 avril +/- 20 jours à Decize sur la Loire (28 jours plus tard) et le 26 avril +/- 6 jours à Vichy sur l'Allier (24 jours plus tard) (Figure 234).

Par ailleurs, la migration est plus étalée à Descartes qu'aux autres stations situées à l'aval des axes. La précocité des premiers passages et la présence de saumons de 1 an de mer, migrant plus tardivement, explique cet étalement.

Sur la partie amont de l'Allier, la migration est fractionnée par l'arrêt estival des saumons :

- En moyenne 36 % +/- 9 des poissons franchissent le seuil de Langeac avant l'été mais la majorité des passages a lieu en fin d'année juste avant la période de reproduction. 50 % des passages ont lieu après le 2 octobre +/- 40 jours à Langeac et après le 9 octobre +/- 42 jours à Poutès ;
- A Poutès depuis 1986 avant l'été, 90 % des saumons migrent entre le 9 mai +/- 15 jours et le 21 juin +/- 20 jours. Après l'été, 90 % des poissons migrent entre le 28 septembre +/- 15 jours et le 23 novembre +/- 11 jours.

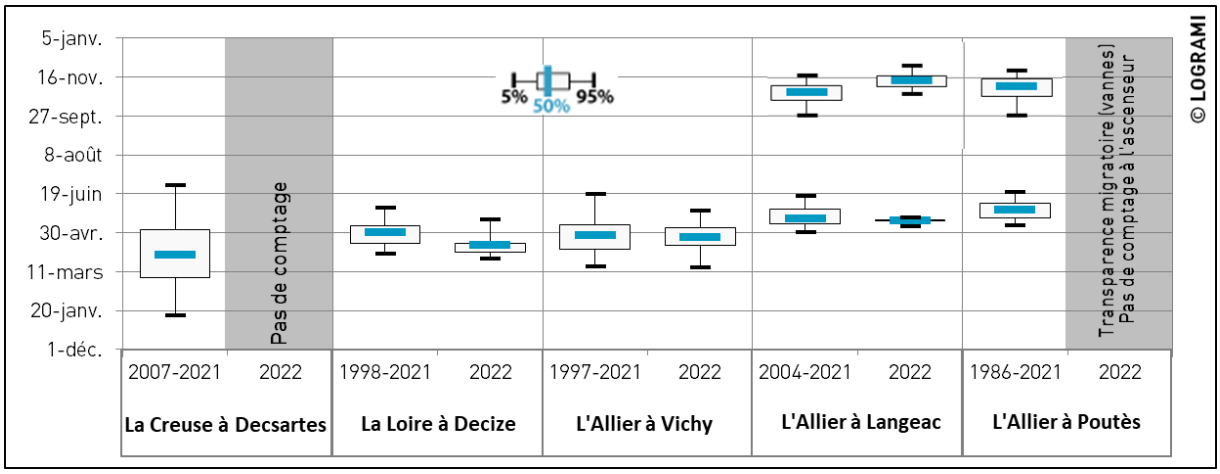


Figure 234 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

Particularité de l'année 2022

Sur la Loire à Decize, la période de migration est plus précoce que celles des années précédentes : 50 % des individus sont passés avant le 15 avril, soit 15 jours plus tôt que la moyenne des années antérieures (30 avril +/- 20 jours).

Sur l'Allier à Vichy, la moitié des passages a eu lieu le 25 avril, ce qui est similaire à la moyenne interannuelle (26 avril +/- 6 jours).

Sur la partie amont de l'Allier à Langeac, l'ensemble des saumons arrivés au printemps ont franchi le seuil de Langeac du 8 au 19 mai. 50 % des passages printaniers de l'année 2022 ont été réalisés au 16 mai, ce qui est proche de la moyenne interannuelle (18 mai +/- 5 jours). En outre, 90 % de la migration automnale est étalée du 28 septembre +/- 11 jours au 19 novembre +/- 11 jours. En 2022, elle s'est concentrée du 5 novembre au 2 décembre. La période de migration automnale est plus tardive que celles des années précédentes (50 % de la migration a été effectuée au 13 novembre en 2022, alors qu'en moyenne la moitié des individus a franchi l'ouvrage au 28 octobre +/- 10 les années antérieures). L'absence de crue automnale et les températures élevées durant cette période en 2022 sur l'Allier a retardé l'activité des saumons.

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'absence de comptage à l'ascenseur à poissons, la dynamique de migration n'est pas connue en 2022.

10.1.3.3 Décalage temporel des migrations sur l'axe Allier

En 2022, les rythmes observés aux différentes stations de comptage (avec plus de 10 individus) ont suivi la même logique que les années précédentes. Pour 50 % de la migration, **un décalage de 191 jours entre Vichy et Langeac est observé en 2022** (Figure 235).

Grâce aux données de suivis par radiopistage et de stations de comptage (reconnaissance individuelle), les temps / vitesses de migration de 4 saumons entre Vichy et Langeac au printemps ont pu être calculés. Pour parcourir les 182 km, les saumons ont mis en moyenne 37 ± 5 jours soit 5,0 ± 0,6 km/j.

Les faibles débits enregistrés pendant les 6 premiers mois de l'année et les températures printanières élevées sur l'ensemble du bassin de la Loire n'ont **pas influencé la dynamique migratoire des saumons à Vichy.** 50 % des passages a eu lieu le 25 avril pour une moyenne interannuelle (1997-2021) au 26 avril +/- 6 jours.

Contrairement à la station de Vichy, le manque d'eau tout au long de l'année semble avoir retardé et écourté la migration des saumons sur le haut Allier :

- La migration printanière à Langeac en 2022 s'est étendue sur seulement 11 jours et a débuté très tardivement (8 mai). C'est la première année depuis le début des suivis que le premier saumon passe au mois de mai alors qu'en moyenne la première observation est faite au 26 avril (+/- 9 jours). La fin de migration enregistrée le 19 mai a été à l'inverse très précoce alors qu'historiquement les saumons migrent jusqu'au 19 juin (+/- 9 jours) ;
- Le constat est identique pour le début de la migration automnale à Langeac en 2022 qui a débuté tardivement au 26 octobre (moyenne depuis 2003, 16 septembre +/- 13 jours). La fin de la migration automnale de 2022 est toutefois similaire à celle observée depuis le début des suivis.

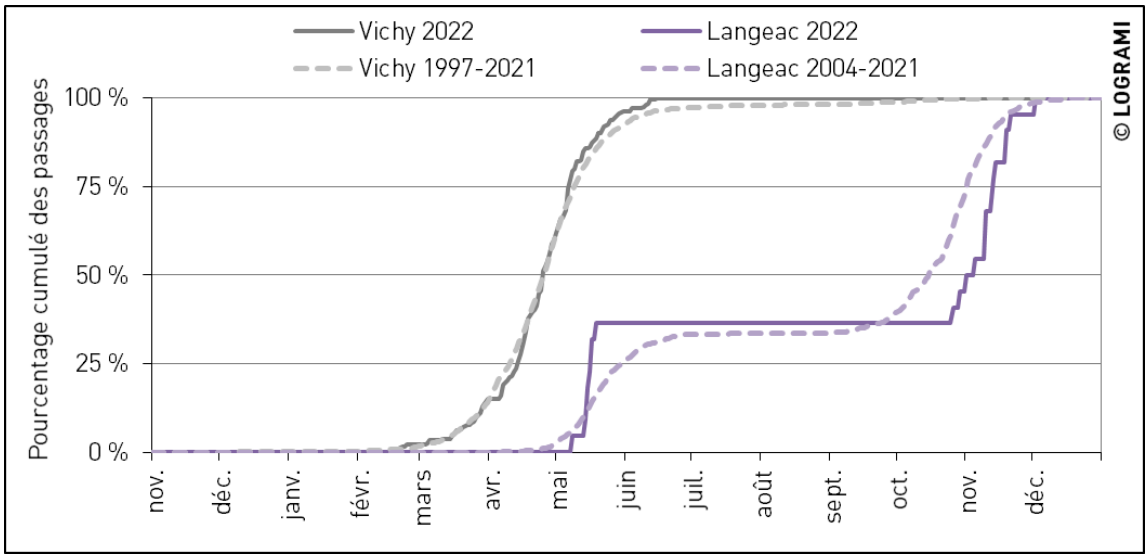


Figure 235 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2022 avec les périodes observées depuis la mise en place des stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier

10.1.3.4 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 (Universal Time Coordinated) (Figure 236). 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 2022, les passages horaires suivent globalement le même schéma que les années précédentes. Une diminution du nombre de passages en fin de matinée, au profit de l'après-midi est cependant constatée du fait de l'impact du piégeage réalisé à Vichy pour le programme de soutien d'effectifs (cf. § 11.3).

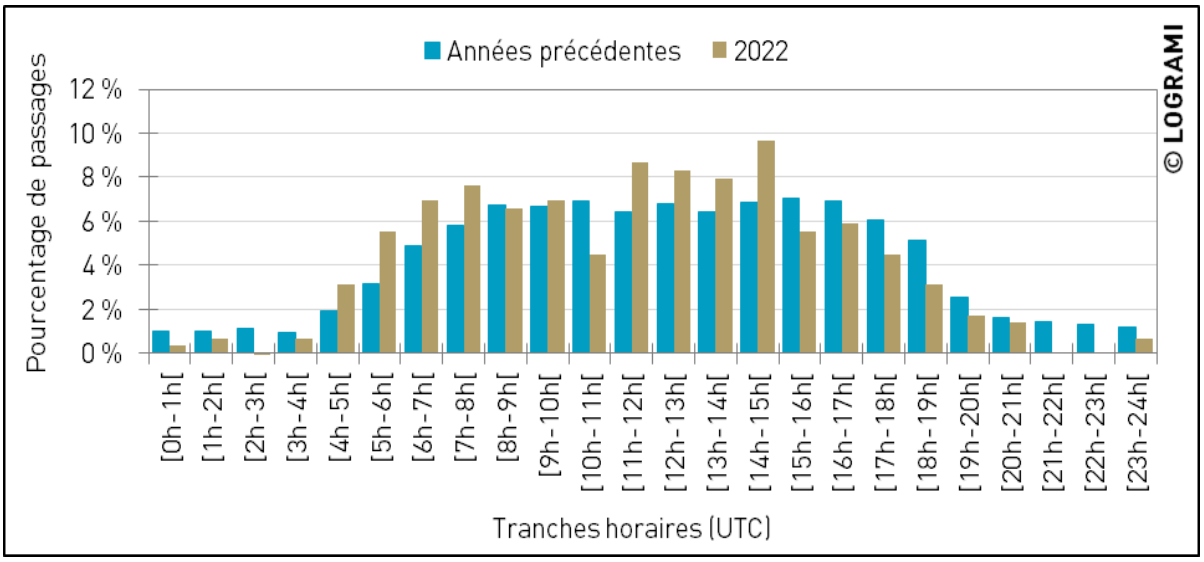


Figure 236 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectifs cumulés depuis 1997 (n=19 430) et en 2022 (n=261)

10.1.4. Structuration en âge de la population

Les saumons observés aux stations de comptage sont mesurés individuellement. Leurs âges sont estimés grâce à l'utilisation d'un abaque reliant la taille du poisson à son âge de mer. Cette donnée permet entre autres de reconstituer les effectifs suivant l'année de dévalaison des saumons et ainsi d'émettre des hypothèses sur les variations interannuelles d'effectifs.

10.1.4.1 Évolution et comparaison de la répartition des classes d'âges

Sur la Vienne à Châtellerault, la répartition des classes d'âges en 2022 est différente de la moyenne observée depuis 2004 avec l'absence de poissons de 3 ans de mer (Figure 237). La proportion d'un an de mer en 2022 représente 25 % (un saumon) et les 2 ans de mer représentent 75 % des individus (trois saumons). Habituellement, ce sont les saumons de 2 ans de mer qui représentent la classe majoritaire avec 39 % +/- 25,2 %. Les saumons de 3 ans de mer sont toujours minoritaires sur cette station de comptage (25,5 % +/- 26,8 %).

Sur la Creuse à Descartes, comme à Châtellerault mais en plus grande proportion, les 2 ans de mer sont en moyenne majoritaires avec 78,1 % +/- 57 % des passages.

Sur la Loire à Decize, les proportions observées en 2022 sont quasiment les mêmes que depuis le début des comptages en 2009. Même si la classe d' 1 an de mer est généralement minoritaire sur cette station, 2022 se particularise par l'absence de ces individus.

Les effectifs comptés à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule sont majoritairement représentés par des 2 ans de mer (69,4 % +/- 74,1 %). Les saumons de 3 ans représentent 26,5 % +/- 15,1 % et peu de saumons d'un été de mer sont observés. Cette station étant en service depuis le 15 mars 2017, les premiers saumons de la saison 2017 n'ont pas fait l'objet d'un enregistrement vidéo. La proportion moyenne de 3 ans de mer est donc probablement légèrement sous-estimée. **En 2022, 3 saumons ont été observés à la station, un de 3 ans de mer et deux de 2 ans de mer. Rappelons que cette station n'est pas exhaustive et que des individus franchissement la passe à poissons située en rive droite.**

Sur l'Allier à Vichy, en 2022, le contingent de migration est composé de 48 % de saumons de 3 ans de mer et 52 % de saumons de 2 ans de mer. Aucun individu d'un an de mer n'a été comptabilisé. Depuis 1997, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 57,3 % +/- 39,9 % des individus. L'année 2022 est donc représentative de ce qui est observé habituellement à la station de Vichy.

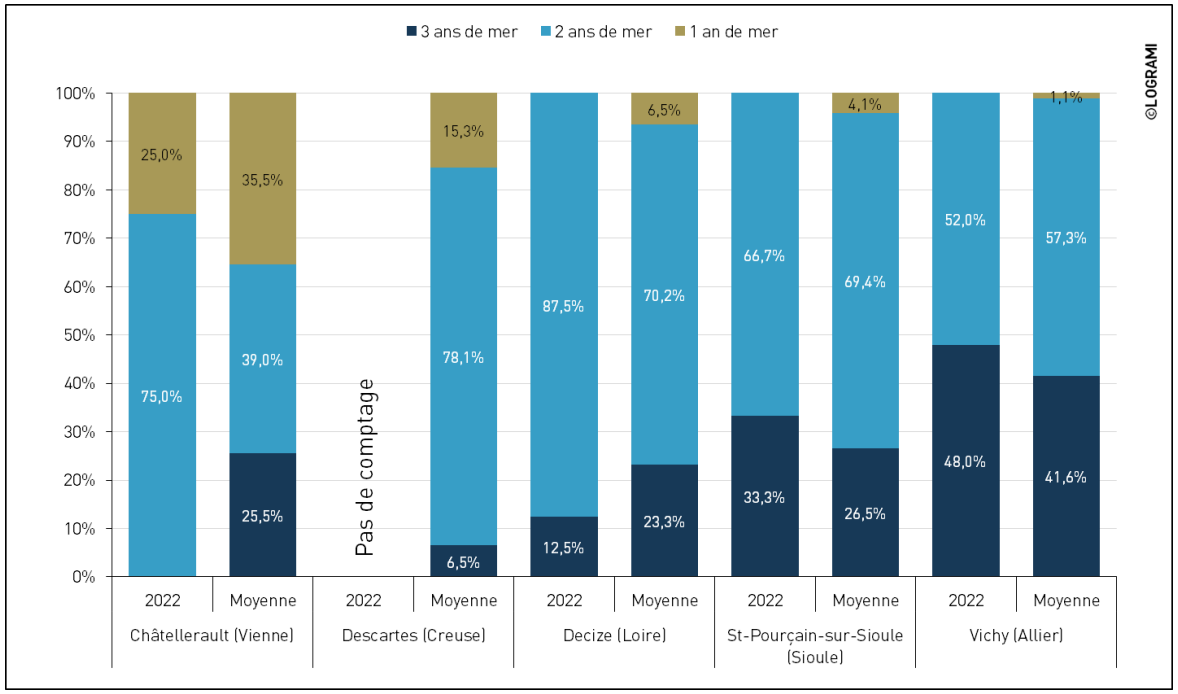


Figure 237 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages d'entrées d'axes du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne interannuelle

A Langeac, depuis 2003, la proportion de saumons de 3 étés de mer est plus faible qu'à Vichy (Figure 238). En moyenne, 41,6 % +/- 39,9 % des saumons à Vichy sont des individus de 3 ans de mer, alors qu'à Langeac, cette proportion est moindre avec 31 % +/- 28,3 %. En 2022, la proportion de saumons de 3 ans de mer à Langeac (22,7 %) est plus faible qu'à Vichy (48 %) alors que ces saumons passent plus précocement à Vichy que les saumons de 2 étés (mortalité estivale et / ou difficultés de progression liée aux faibles débits). Depuis 2003, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire à Langeac avec 68,2 % des individus +/- 22,5 %. La proportion de 2022, 77,3 % des passages, est dans les mêmes proportions.

Concernant la station de Poutès, les proportions des classes d'âges moyennes sont similaires à celle de Langeac. Les 6,4 % +/- 9 % de saumons d'1 an de mer à Poutès, non retrouvés à Langeac (0,8 % +/- 0 %), s'expliquent par l'antériorité de la station de Poutès crée en 1986. Les 48 saumons d'1 an de mer comptés à Poutès ont été recensés entre 1987 et 2008.

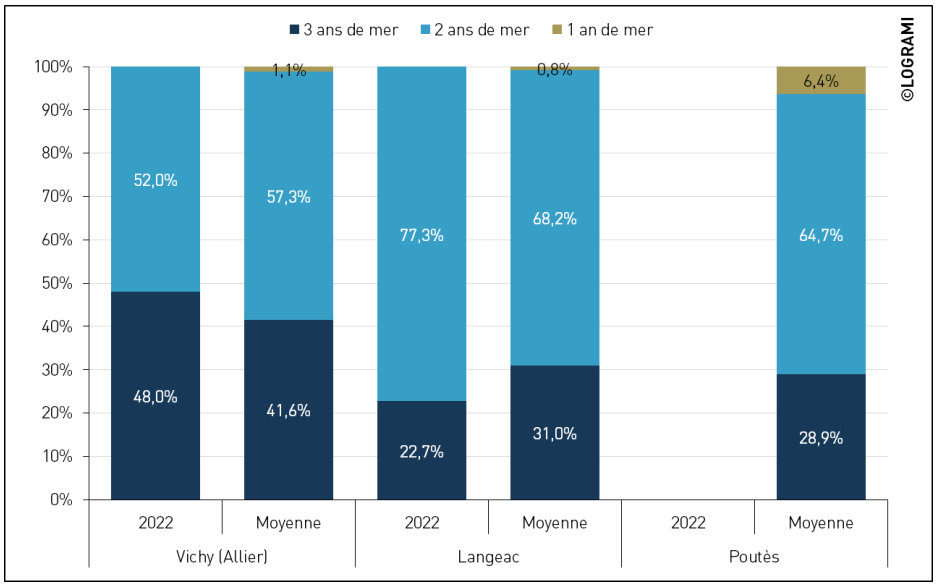


Figure 238 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages sur l'Allier en 2022 et en moyenne interannuelle

10.1.4.2 Effectifs des saumons d'un an de mer

Les effectifs de castillons (1 an de mer) **sont une spécificité du bassin de la Vienne par rapport aux autres axes migratoires plus lointains de l'océan du bassin de la Loire** (Figure 239). 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 2022, sur l'ensemble du bassin de la Loire, un seul saumon d'un an de mer a été observé aux stations de comptage.

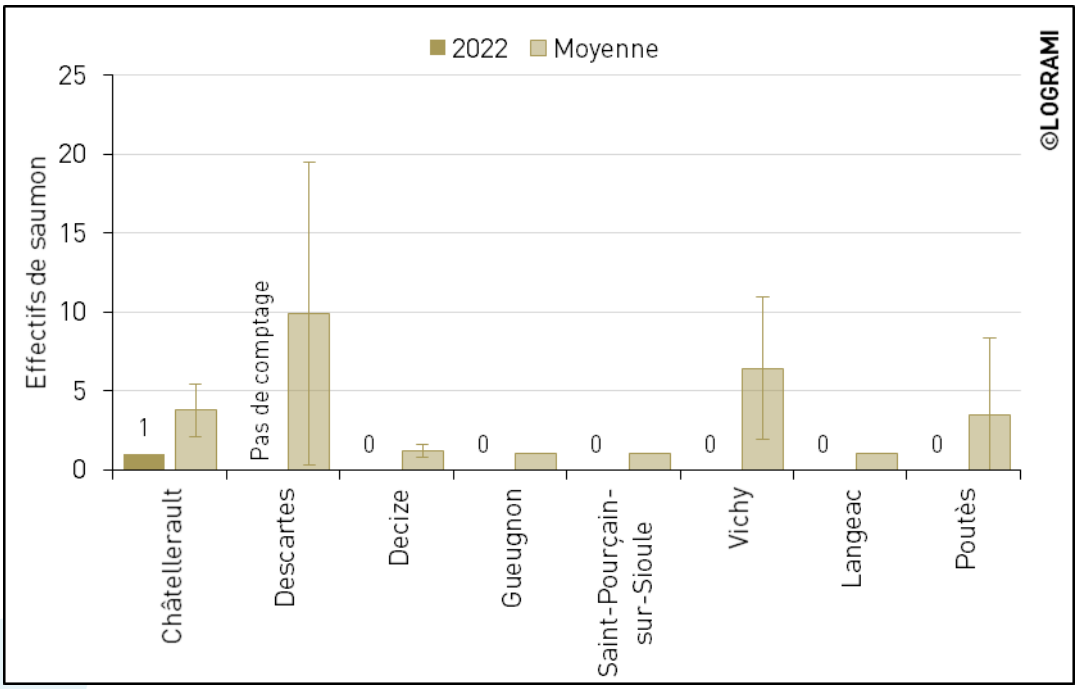


Figure 239 : Comparaison des effectifs de saumons d'un an de mer entre 2022 et les données antérieures sur les [illegible]ntes stations de commptage du bassin de la Loire

Sur le bassin de la Vienne, un saumon de 1 été (sur les 4 saumons comptés) a été comptabilisé à Châtellerault (moyenne de 4 +/- 2). Depuis cinq ans, le nombre de saumons d'un an de mer est très réduit. Les fortes températures et/ou les faibles débits rencontrés ces dernières années dès le mois de juin ont pu inhiber leur migration.

Sur l'Allier à Vichy, aucun saumon d'un an de mer n'a été observé en 2022 (moyenne 1997-2020 de 6 +/- 5).

10.1.4.3 Effectifs des saumons de deux ans de mer

En 2022, sur le bassin de la Vienne, 3 saumons de 2 ans de mer ont été observés à Châtellerault (sur les 4). L'effectif est proche de la moyenne calculée depuis 2004 (4 saumons +/- 3) (Figure 240).

Sur la Loire, 7 saumons de 2 ans de mer (sur les 8) ont été observés à Decize (moyenne 13 +/- 10 depuis 2010). Parmi eux, un a été retrouvé à Roanne et trois sur l'Arroux à Gueugnon. Chaque année sur ces 2 stations en amont de Decize, peu de saumons sont observés.

Sur le bassin de la Sioule, 2 saumons de 2 ans de mer ont été observés à la station de comptage de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022. Depuis 2017, en moyenne, 17 saumons +/- 18 de 2 ans de mer sont recensés sur cette station. À Jenzat, pour la deuxième année de fonctionnement, 1 saumon de 2 étés de mer a été observé alors que 10 avaient été vus en 2021.

Sur l'Allier, 128 saumons de 2 ans de mer ont été observés à Vichy (sur les 246) et 17 (sur les 22) à Langeac. En moyenne depuis 1997 à Vichy, **330 +/- 230 saumons de 2 ans de mer sont dénombrés, l'effectif de 2022 est 2 fois plus faible**. À Langeac, depuis l'automne 2003, la moyenne est de 81 +/- 27, **quasiment 5 fois l'effectif de 2022**.

Pour rappel, aucun saumon n'a été vu à l'ascenseur de Poutès en 2022. En moyenne, l'effectif des 2 ans de mer est de 35 +/- 38.

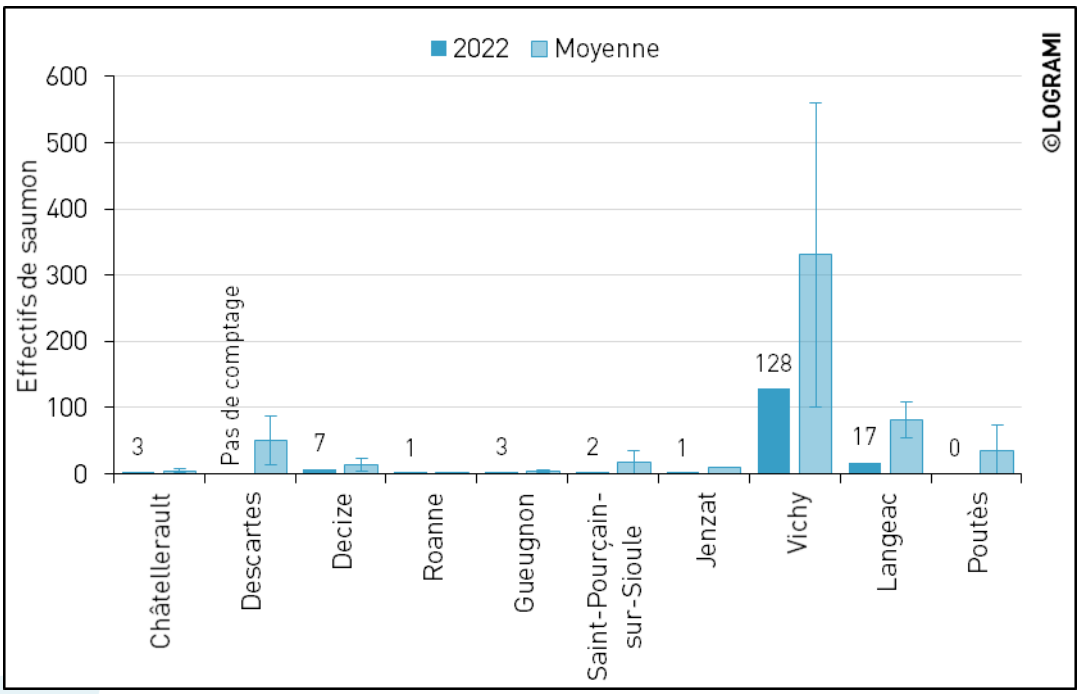


Figure 240 : Comparaison des effectifs de saumons de deux ans de mer entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de commptage du bassin de la Loire

10.1.4.4 Effectifs des saumons de trois ans de mer

Les effectifs de 3 ans de mer sont une spécificité du bassin de l'Allier par rapport aux autres axes migratoires. Sur le bassin de la Vienne, aucun individu de 3 ans de mer n'a été dénombré à Châtellerault (moyenne de 3 +/- 3) (Figure 241).

Depuis 2010, peu de saumons de 3 ans de mer sont comptés à la station de Decize (moyenne de 4 +/- 3 saumons). En 2022, un seul individu sur les 8 comptés a franchi l'ouvrage.

Sur le bassin de la Sioule, un saumon de 3 ans de mer a été observé à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022. Depuis 2017, en moyenne, 7 +/- 4 saumons de 3 ans de mer sont recensés sur cette station. À Jenzat, alors qu'en 2021, 9 saumons de 3 ans de mer avaient franchi l'ouvrage, aucun n'a été vu en 2022.

L'éloignement de l'Allier avec l'océan sélectionne les individus au profit des grands saumons. En 2022, à Vichy, 118 saumons de 3 ans de mer ont été observés (sur les 246) contre 240 +/- 114 en moyenne depuis 1997. À Langeac, depuis l'automne 2003, la moyenne est de 37 +/- 34 saumons de 3 ans de mer. **En 2022, 5 individus (sur les 22) ont franchi le seuil, soit un taux de transfert de 4 % entre Vichy et Langeac. Ce taux de transfert est divisé par 4 par rapport à la moyenne calculée depuis 2004 de 16 % +/- 9 %.**

Depuis 1986, 16 +/- 15 saumons de 3 ans de mer sont comptés au barrage de Poutès.

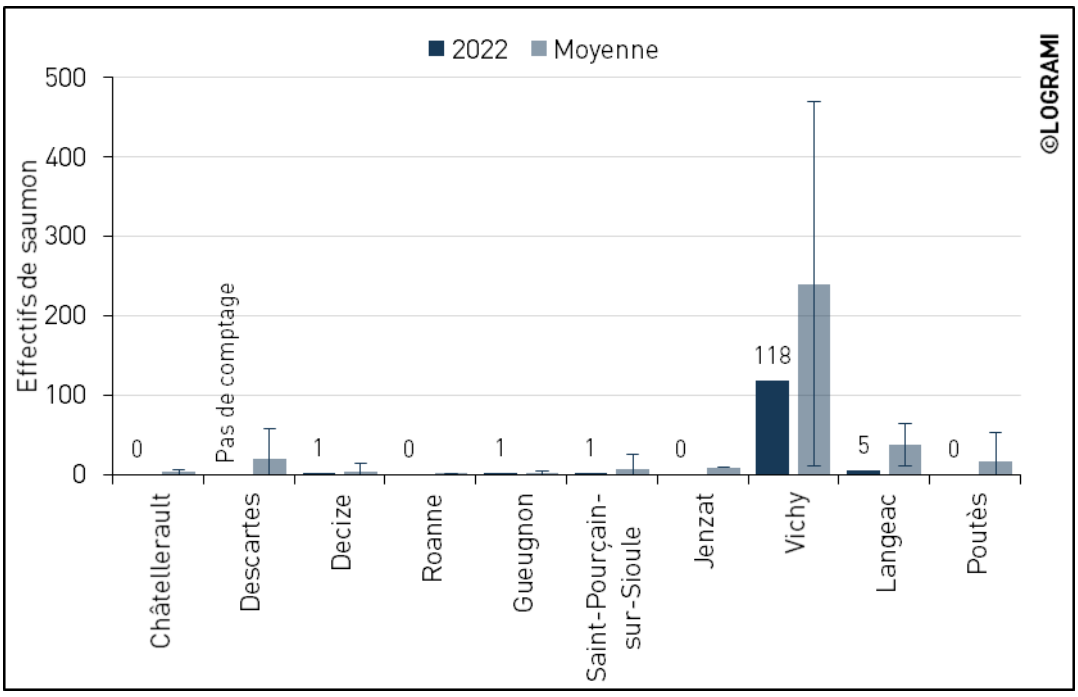


Figure 241 : Comparaison des effectifs de saumons de trois ans de mer entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de commptage du bassin de la Loire

10.1.5. Effectifs de retour de saumons par classe d'âge suivant leurs années de dévalaison

Les classes d'âge permettent de reconstituer les années de dévalaison. La croissance en mer peut être effectuée durant un à trois ans. Ainsi, les retours des poissons issus de la dévalaison de 2020 sont incomplets en 2022. En effet, les trois ans de mer ne reviendront qu'en 2023.

Pour caractériser les conditions hydrologiques rencontrées par les smolts pendant la dévalaison, des **indices hydrologiques annuels (débit moyen de la période / débits moyens de référence) ont été calculés pour chaque station de référence.**

En fonction des rapports obtenus, deux classes sont distinguées :

- Indice hydrologique compris entre 0 et 1. Il correspond à des conditions de débits « déficitaires » défavorables à la dévalaison ;
- Indice hydrologique compris entre 1 et 2. Il correspond à des conditions de débits « excédentaires » favorables à la dévalaison.

10.1.5.1 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 242). 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 faibles retours de la dévalaison 2008, surtout sur la Creuse, malgré des indices hydrologiques compris entre 1 et 2, 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.

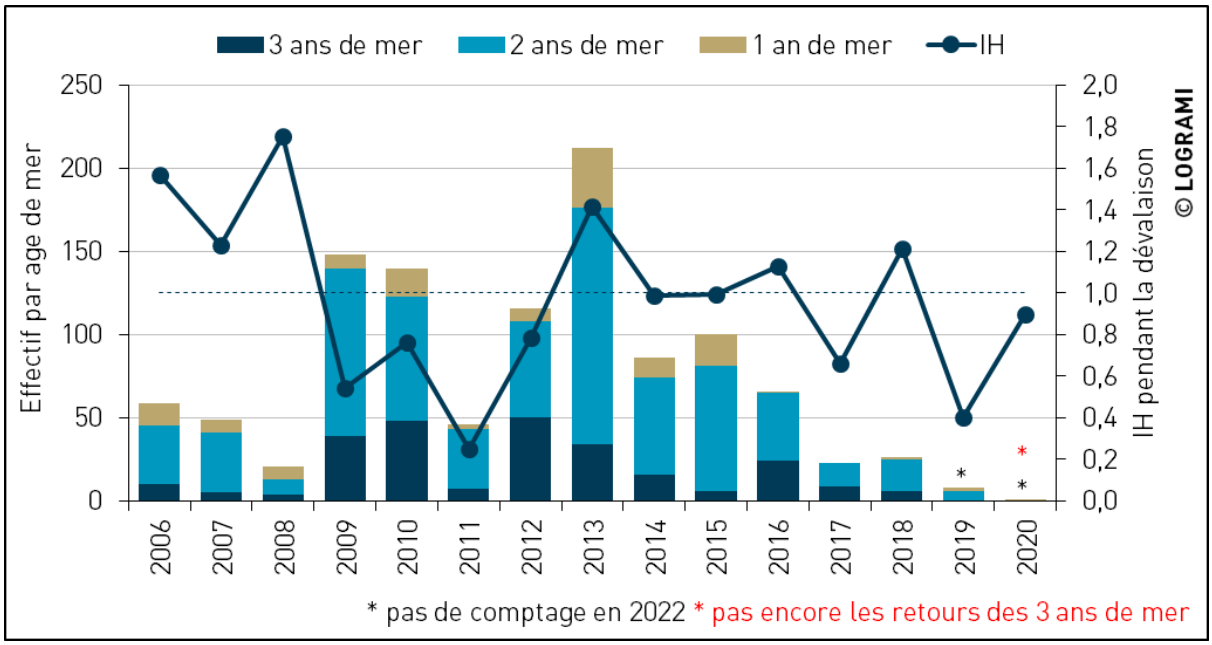


Figure 242 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes sur la Creuse depuis 2006 et Indice hydrologique calculé à Montmorillon pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

Les retours de la dévalaison de 2017 sont faibles. Ceci peut s'expliquer en partie par des mauvaises conditions hydrologiques rencontrées lors de la dévalaison des smolts (indice hydrologique de 0,7, sur les mois de mars à mai, à Montmorillon sur la Gartempe) mais aussi par la diminution du nombre de smolts déversés lors des opérations de repeuplement (environ 3 fois moins que les années antérieures). Conséquence directe de la diminution des déversements, en 2018, malgré un indice hydrologique de 1,2, peu de géniteurs ont été vus en retour. Bien qu'incomplets, les retours de la

dévalaison 2020 devraient être faibles voire très faibles malgré des conditions de dévalaison des smolts proches d'un débit excédentaire (indice hydrologique de 0,9).

Logiquement, la diminution de la quantité d'alevins et de smolts déversés sur la Gartempe jusqu'en 2019 puis l'arrêt complet des déversements en 2020 ont des conséquences directes sur le nombre de retours.

L'absence de comptage en 2022, bien qu'il soit raisonnable de penser que peu de géniteurs ont remonté cet axe, ne permet pas de qualifier la remontée des géniteurs de 3 ans de mer lors de la dévalaison de 2019 et de ceux de 2 ans de mer pour la dévalaison de 2020.

10.1.5.2 Sur le bassin Loire amont

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Decize entre en 2008 et 2018 est très variable avec des proportions d'effectifs entre les années variant de 1 à 4 fois.

Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est majoritaire avec 74 % +/- 24 % des passages.

En 2022, il est estimé que 7 individus de 2 étés de mer sont revenus de la dévalaison de 2020 (Figure 243). Les saumons de 3 ans de mer issus de la dévalaison 2020 ne sont pas encore revenus et seront comptés au printemps 2023. Au regard de l'indice hydrologique de 0,5 pour la dévalaison 2020, peu de géniteurs de 3 étés devraient être observés à Decize (< 5 individus).

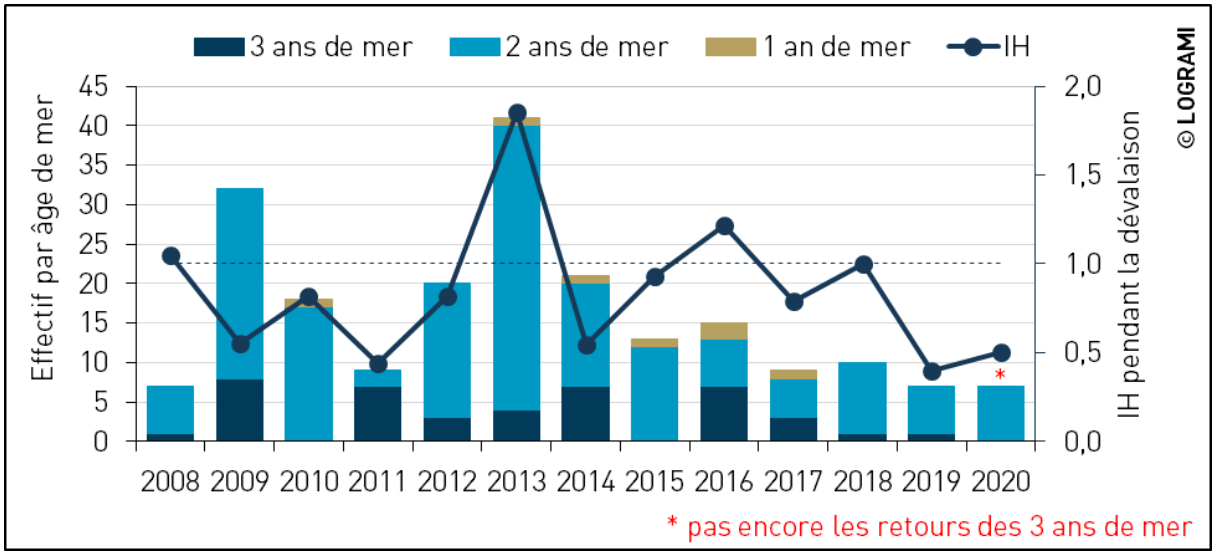


Figure 243 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize sur la Loire depuis 2008 et Indice hydrologique calculé à Nevers pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

Comme pour la Creuse, les retours de la dévalaison de l'année 2013 sont également les plus importants de l'historique avec 41 individus comptabilisés à Decize. Les années 2009 et 2012 semblent également suivre les mêmes tendances. Les tendances basses des années 2008 et 2011 sont également confirmées probablement en raison d'événements communs aux deux bassins. A contrario, les années 2010 et 2015 ne semblent pas montrer les retours aux niveaux attendus notamment avec l'absence des 3 ans de mer alors que les indices hydrologiques étaient du même ordre sur ces deux axes (autour de 0,8).

10.1.5.3 Sur le bassin de l'Allier

Vichy

Sur la période 1995-2018, la composition des retours de saumons par année de dévalaison en fonction des âges de mer des individus est la suivante : moyenne 1 été : 2 % +/- 4 % ; moyenne 2 étés : 56 % +/- 12 % ; moyenne 3 étés : 42 % +/- 12 %.

L'historique sur ce site permet de visualiser les retours les plus importants issus de la dévalaison des juvéniles. Depuis le début des comptages, le maximum de saumons de retour est observé pour la cohorte dévalante de 2001 (1 398 individus) qui présente également l'indice hydrologique le plus élevé de la chronique (IH = 1,7). D'autres années se dégagent avec des indices hydrologiques supérieurs à 1,2, en 2005 (IH = 1,4) et 2013 (IH = 1,4), pour autant peu de saumons issus de la dévalaison de 2005 ont été observés à la station de comptage de Vichy. Ce mauvais retour s'explique par une crue majeure durant la fin de la reproduction en 2003 impactant la survie des pontes (pic de 795 m^3/s à Prades le 3 décembre 2003).

Comme les deux autres axes, l'année de dévalaison 2013 montre de très bons retours, notamment le retour des géniteurs de 2 étés de mer qui s'élève à 840 géniteurs et représente le deuxième meilleur retour après 2001 pour cette classe d'âge.

Concernant l'année 2020, avec un indice hydrologique de 0,5 durant la dévalaison des smolts et une diminution des déversements, peu de géniteurs sont attendus en retour. Concernant les 2 étés de mer, 128 ont été comptabilisés soit le 3ème plus mauvais effectif depuis 1995. Les 3 étés de mer qui seront observés au printemps 2023 à Vichy devraient suivre la tendance en baisse des dernières années.

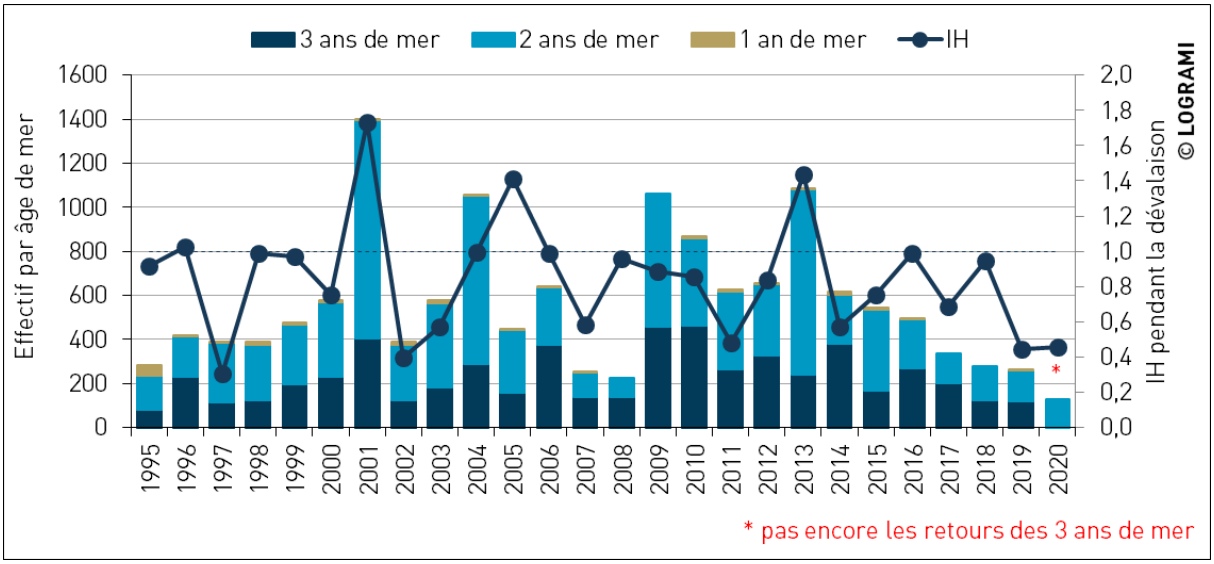


Figure 244 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy sur l'Allier depuis 1995 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

Langeac

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Langeac pour les années complètes (2002 à 2005 et 2015 à 2018) s'élève à 97 (+/- 31) (Figure 245). Le meilleur retour est enregistré également pour l'année 2001. La dévalaison de l'année 2013 est incomplète mais la présence de poissons de 3 ans de mer en quantité dans les retours laisse supposer que les 2 ans de mer devaient également être plus nombreux en retour de cette année de dévalaison.

Les conditions de dévalaison de smolts en 2020 ont été défavorables avec un indice hydrologique à Saint-Yorre de 0,5. En conséquence, seulement 17 saumons de 2 étés de mer sont revenus. Même si les saumons de 3 étés de mer ne sont pas encore de retours, peu d'individus devraient être observés aux stations de comptages de l'Allier.

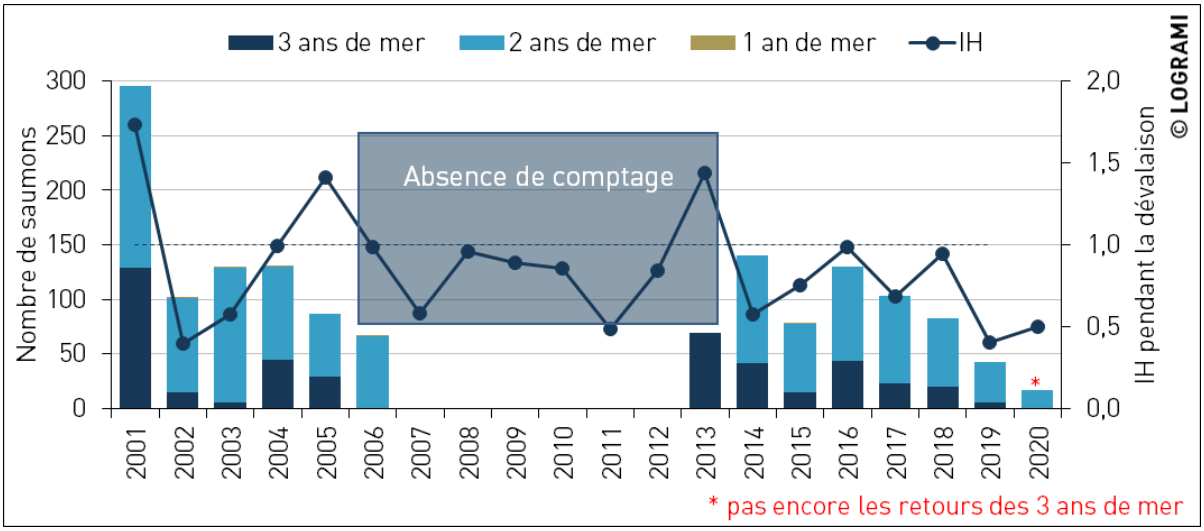


Figure 245 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Langeac sur l'Allier depuis 2001 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (années 2006 et 2013 incomplètes) (Sources : LOGRAMI)

Poutès

Depuis 2019, les comptages à Poutès ne sont plus exhaustifs. Durant les phases de travaux, les saumons pouvaient franchir l'ouvrage par la vanne de fond du barrage. A l'automne 2019 et au printemps 2020, certains d'entre eux sont passés par le dispositif de montaison (ascenseur). En 2020 et 2021, les saumons ont pu bénéficier de l'ouverture du barrage durant une partie de la migration automnale. Depuis 2022, les saumons peuvent franchir l'ouvrage soit par l'ascenseur, soit par les vannes pendant les 91 jours de transparence de l'ouvrage.

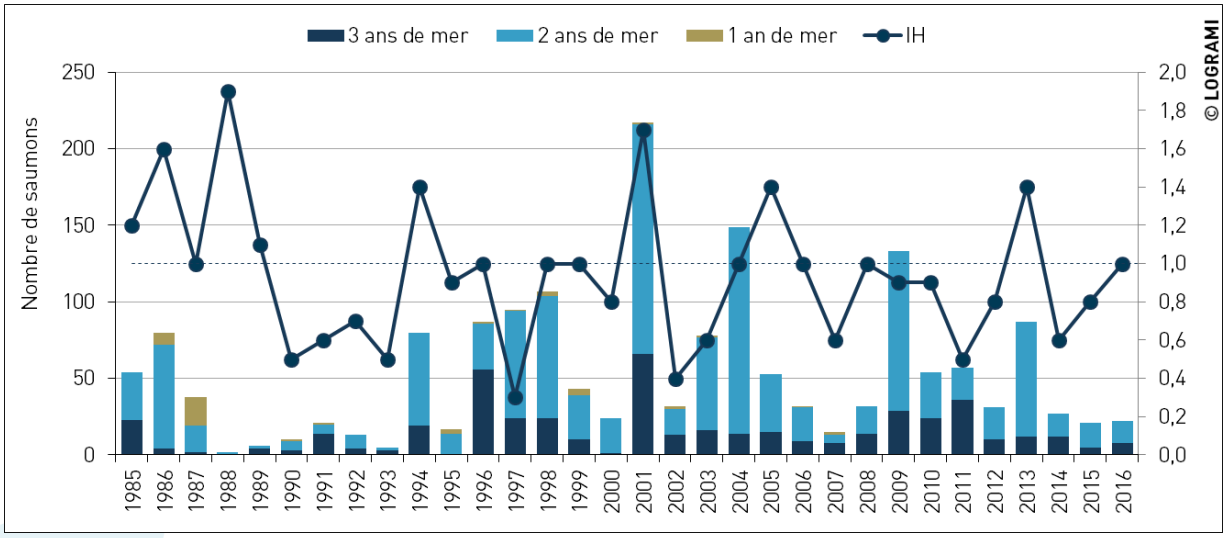


Figure 246 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès sur l'Allier depuis 1985 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Poutès de 1985 à 2016 s'élève à 54 +/- 48 (Figure 246). Les variations annuelles sont très importantes, plus de 100 saumons sont enregistrés en 1998, 2001, 2004 et 2009 alors que certaines années, moins de 20 saumons franchissent le barrage par l'ascenseur. **Les années record comme 2001 sont également constatées comme à Vichy**.

Les retours des 1 an de mer ne sont majoritairement constatés que lors des dévalaisons antérieures aux années 1990.

10.1.6. Comportement migratoire par âge de mer

10.1.6.1 Amplitude migratoire par âge de mer

Le nombre de saumons migrant sur la Vienne à Châtellerault, sur la Loire à Decize et sur l'Arroux à Gueugnon étant très limité, les périodes de migration par âge de mer 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.

A Descartes, en raison de l'ouverture de l'ouvrage, l'amplitude de migration par âge de mer n'est pas connue en 2022. C'est également le cas à la station de Poutès, en raison de la règle de transparence avec l'ouverture des vannes pendant 91 jours et de l'absence de comptage à l'ascenseur à poissons.

À Descartes sur l'axe Creuse, les saumons de 3 ans de mer sont généralement contrôlés en fin d'année n-1 (Figure 247). 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 24 décembre +/- 29 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 12 juin +/- 47 jours. Par ailleurs, la migration des saumons de 3 ans de mer est plus étalée à Descartes 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 160 jours +/- 21 à Poutès, 245 jours +/- 42 à Langeac, 226 jours +/- 65 à Vichy et 125 jours +/- 51 à Descartes.

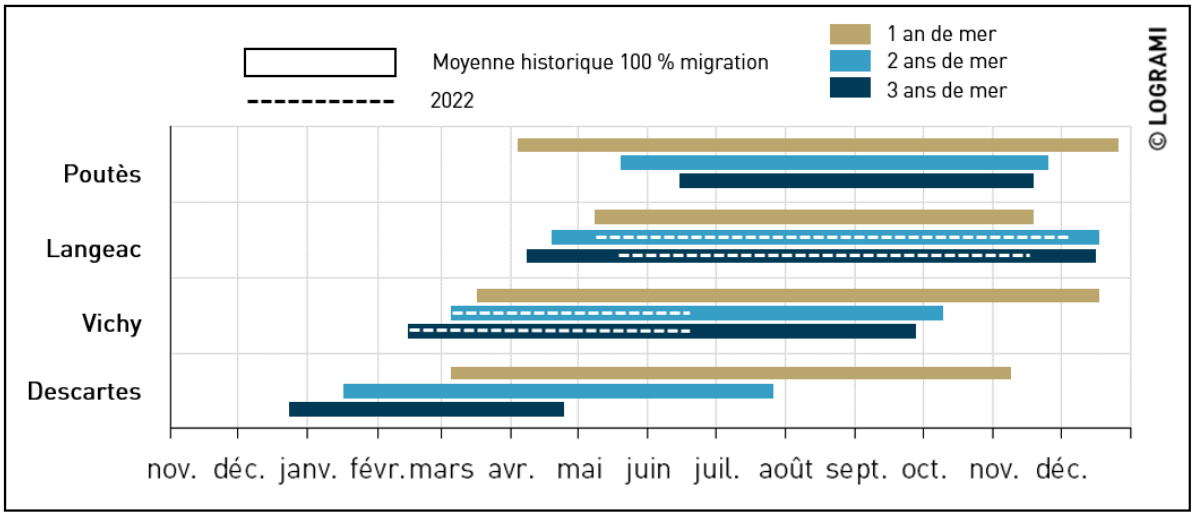


Figure 247 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis pour les 3 ans de mer, 2 ans de mer et 1 an de mer

Concernant la classe de taille des saumons de 2 ans de mer, la même logique est retrouvée avec des amplitudes plus élevées sur les stations en amont. Elles s'élèvent en moyenne à 181 jours +/- 19 à Poutès, 234 jours +/- 24 à Langeac, 219 jours +/- 48 à Vichy et 162 jours +/- 71 à Descartes.

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 33 % et 43 % des effectifs de 2 et 3 ans de mer sur l'ensemble de la période de migration.

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.

En 2022, aucun saumon de 1 an de mer n'a été observé aux stations de comptage.

En 2022 sur l'Allier à Vichy, les faibles débits enregistrés durant les 6 premiers mois de l'année et les températures printanières élevées sur l'ensemble du bassin de la Loire (+ 1,8 °C +/- 0,7) ont réduit de moitié l'amplitude de migration des saumons de 2 ans de mer (103 jours) et 3 ans de mer (117 jours) par rapport aux données historiques (respectivement 219 jours et 226 jours). Les conditions estivales défavorables sur l'Allier n'ont pas permis la migration automnale de géniteurs à la station de Vichy.

En 2022 à Langeac, les faibles débits enregistrés tout au long de l'année ainsi que les températures printanières et automnales élevées sur l'ensemble du bassin de l'Allier ont réduit l'amplitude de migration des saumons de 2 ans de mer (209 jours) et 3 ans de mer (189 jours) par rapport aux données historiques (respectivement 234 jours et 245 jours).

10.1.6.2 Dynamique migratoire par âge de mer

Dynamique migratoire en fonction de l'âge de mer sur la Creuse à Descartes

Le rythme migratoire des saumons à Descartes suivant leurs classes d'âges se décline de la manière suivante (Figure 248):

- 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 29 décembre (n-1) et le 15 avril (109 jours +/- 37) ;
- 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 avril et le 25 juin (113 jours +/- 23) ;
- 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 18 jours est constaté entre les saumons de 3 ans de mer (16 avril +/- 10) et de 2 ans de mer (4 mai +/- 16) (Figure 248). Pour rappel, en 2022 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.

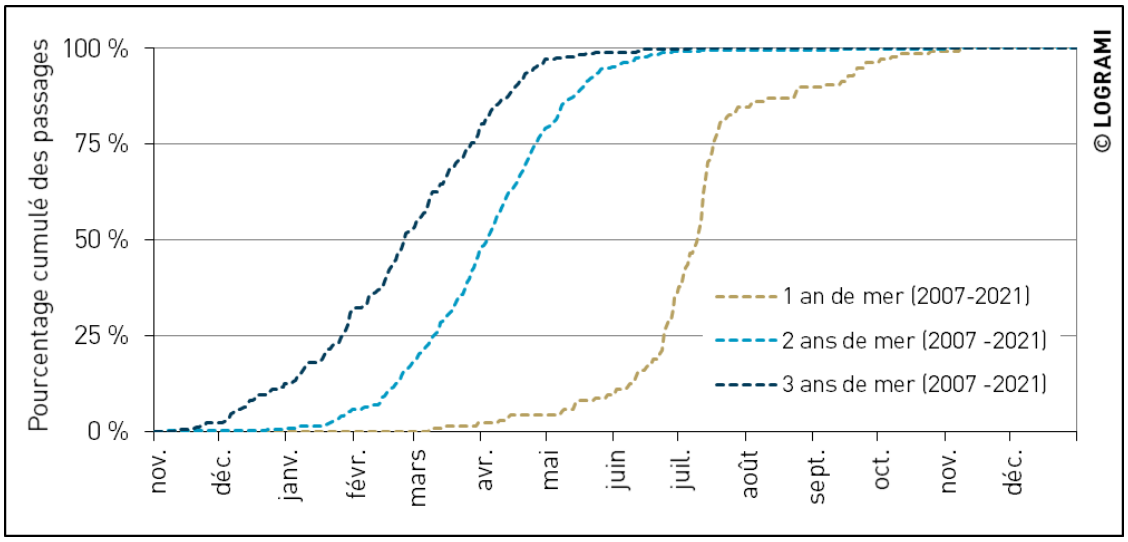


Figure 248 : Rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2007 et 2021

Dynamique migratoire en fonction de l'âge de mer sur l'Allier à Vichy

Chaque classe d'âge a une période spécifique de montaison à la station de Vichy (Figure 249) :

- Pour les 3 ans de mer, 90 % des passages sont réalisés entre le 10 mars et le 8 juin (92 jours +/- 41) et 70 % franchissent le pont barrage avant la fin du mois d'avril ;
- Les saumons de deux ans de mer ont tendance à migrer un peu plus tardivement. En effet, 53 % des individus de 2 ans de mer sont comptés avant fin avril. La période est plus courte pour les 2 ans de mer avec 90 % des passages compris entre le 1er avril et le 25 juin (86 jours +/- 42) ;
- Très peu d'individus d'un an de mer arrivent sur le haut du bassin (131 individus sur la période 1997-2022). Ils sont contrôlés essentiellement sur la période avril-octobre. 90 % des passages sont compris entre le 14 avril et le 17 octobre (187 jours).

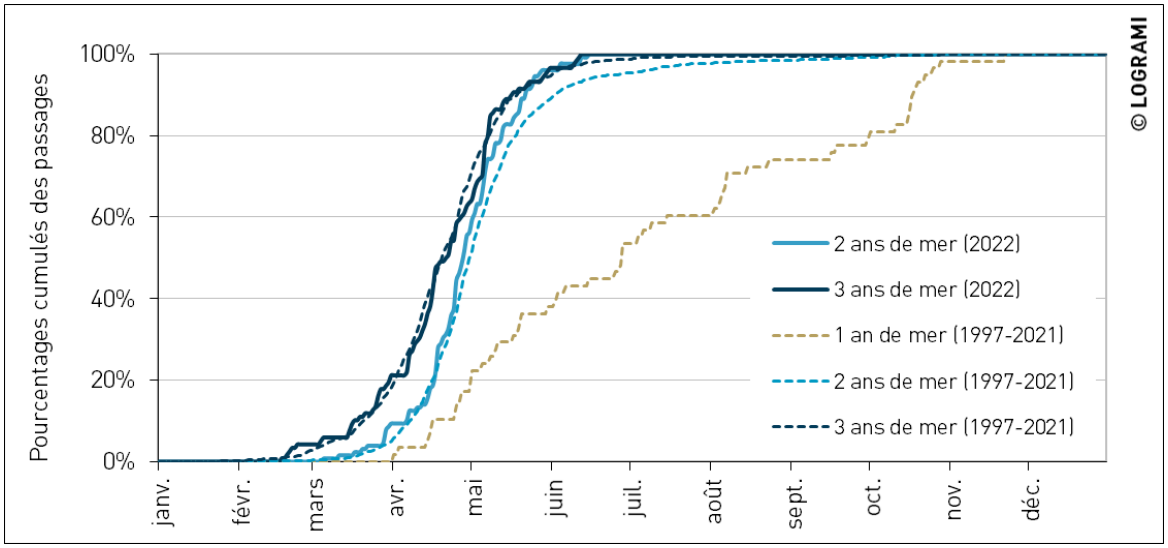


Figure 249 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2022 et les données antécédentes

Une seconde période de migration est observée à l'automne (septembre à décembre). Elle est composée essentiellement de saumons de 2 ans de mer qui représentent 60 % de l'effectif automnal

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

Pour 50 % des passages, un décalage de 18 jours est constaté entre les saumons de 3 ans de mer (16 avril +/- 10) et de 2 ans de mer (4 mai +/- 16).

A Vichy en 2022, la dynamique migratoire des individus de 3 ans suit globalement la même tendance que celle des années antécédentes. Pour les saumons de 2 ans de mer, un retard migratoire est constaté vers mi-mai (9 jours pour 75 % des passages). Ce dernier est lié aux très faibles débits rencontrés pendant le mois de mai qui ont grandement limité la progression des saumons de fin de cohorte. L'absence d'individu de 1 an de mer en 2022 ne permet pas de réaliser une comparaison pour cette classe d'âge (Figure 249).

Dynamique migratoire en fonction de l'âge de mer sur l'Allier à Langeac

Le rythme migratoire des saumons à Langeac suivant leurs classes d'âges se décline de la manière suivante (Figure 250):

- Pour les 3 ans de mer, la majorité des passages sont constatés entre le 29 avril (± 15 jours) et 12 juin (± 10 jours) au printemps soit 44 jours et entre le 28 septembre (± 16 jours) et 18 novembre (± 19 jours) à l'automne soit 51 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 27 avril (± 4 jours) et 18 juin (± 7 jours), soit 52 jours. À l'automne, cette tendance est différente avec une reprise migratoire plus précoce des 2 ans de mer mais sur une plus large période puisque les individus franchissent l'ouvrage entre le 17 septembre (± 12 jours) et 29 novembre (± 16 jours) à l'automne, soit sur une période de 73 jours ;
- Très peu d'individus d'un an de mer arrivent à Langeac mais 90 % des effectifs sont comptés à l'automne.

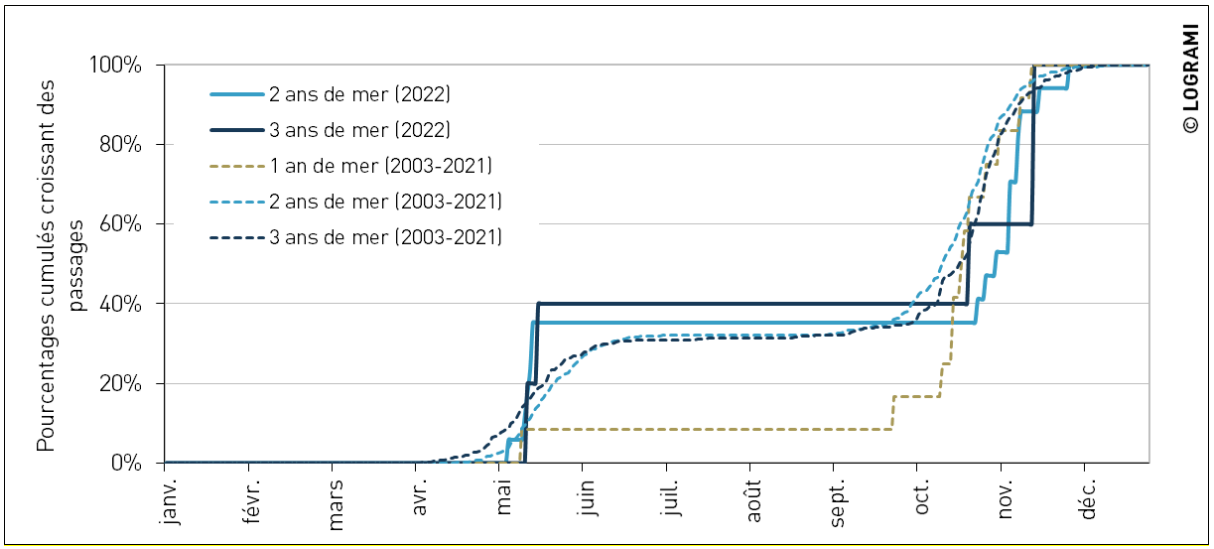


Figure 250 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Langeac entre 2022 et les données de la période 2003-2021

Le rythme migratoire des saumons de 2 et 3 ans de mer en 2022 est semblable à celui observé entre 2003 et 2021 (Figure 250). En effet, les migrations printanières des 2 et 3 ans de mer de 2022 représentent respectivement 35 % et 40 %, proches des moyennes observées depuis 2003 (32 % et

31 %). La grande différence avec les autres années est que les migrations printanière et automnale se sont faites dans des fenêtres de migration très réduites. En effet, la migration printanière en 2022 s'est étendue sur seulement 11 jours et a débuté très tardivement (8 mai), c'est la première année depuis le début des suivis que le premier saumon passe au mois de mai. Même constat pour le début de la migration automnale de 2022 qui a débuté tardivement au 26 octobre.

Dynamique migratoire en fonction de l'âge de mer sur l'Allier à Poutès

A Poutès, l'amplitude de migration des saumons au printemps reflète celle de Langeac.

A Poutès, 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 251), 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** alors en recherche de nouvelles femelles.

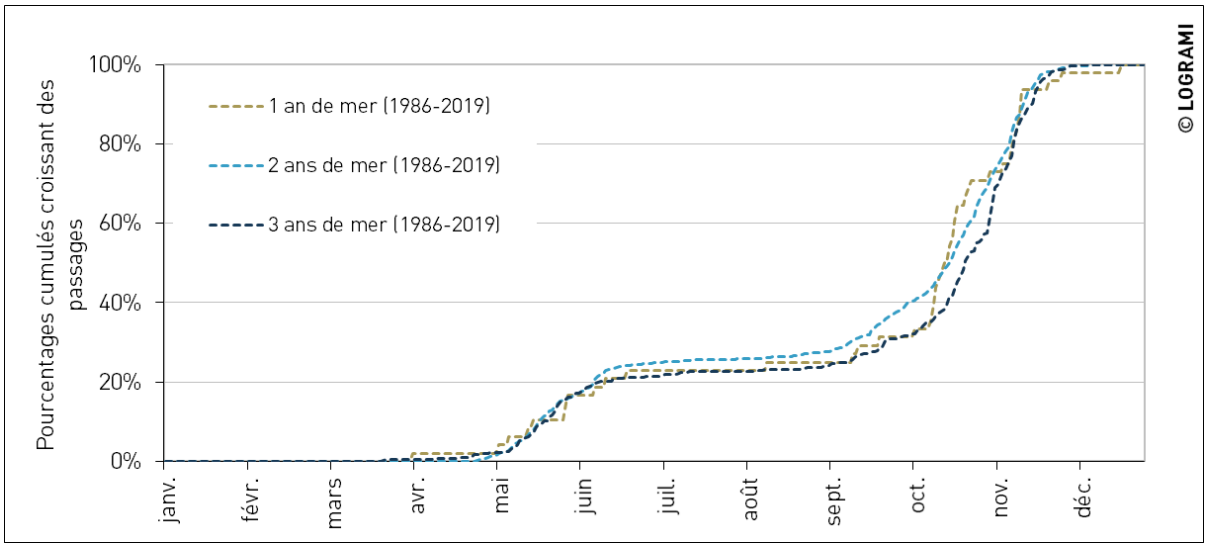


Figure 251 : Rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Poutès de 1986 à 2019

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 668 km de l'estuaire, celle de Langeac à 851 km et celle du barrage de Poutès à 883 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 jusqu'en 2021 entre Vichy et Langeac est de 28 % +/- 7 % pour 183 km parcourus. En moyenne, seuls 12 % +/- 4 % des saumons de l'axe Allier arrivent depuis Vichy à remonter au-dessus du barrage de Poutès pour 216 kilomètres parcourus et le taux de transfert moyen entre Langeac et Poutès est de 39 % +/- 15 % pour 32 km (Figure 252).

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 et Poutès et entre Langeac et Poutès vont être amenés à changer. En 2022, aucun saumon n'a pu être compté à Poutès, et l'estimation indique que 11 individus auraient franchi le barrage (Figure 252). Les effectifs filmés à Langeac en 2022 ne représentent que 10 % des passages contrôlés à Vichy. Il s'agit du taux de transfert le plus bas jamais enregistré entre ces stations. Le taux de transfert entre Vichy et Poutès est estimé à 5 %, à l'image du taux Vichy/Langeac. **Il s'agit donc d'une mauvaise année pour la migration des saumons.**

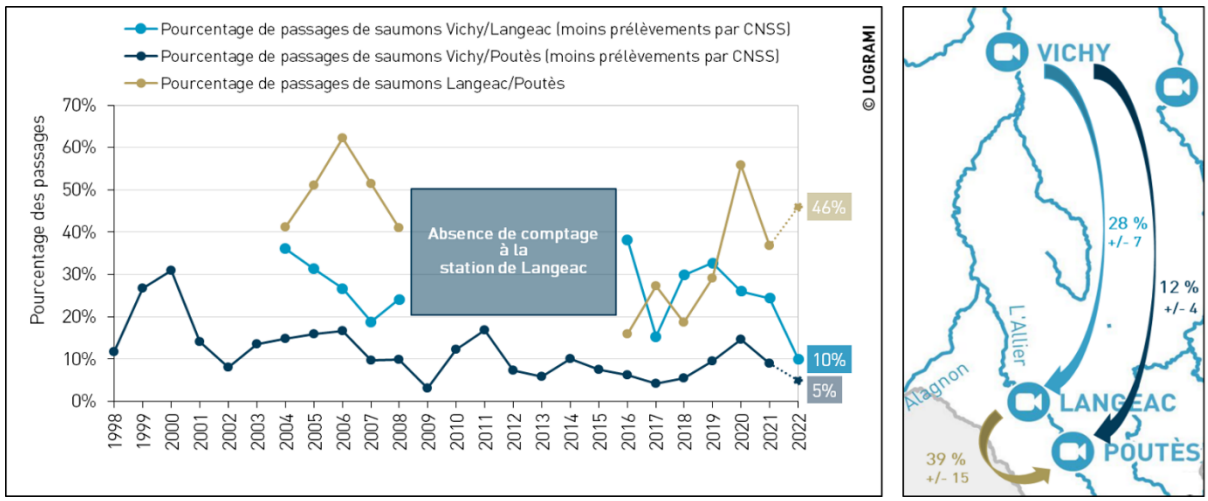


Figure 252 : Bilan des taux de transfert de Saumon atlantique entre les stations de comptage de Vichy, Langeac et Poutès sur l'Allier de 1998 à 2022 et en moyenne interannuelle jusqu'en 2021 (à droite) (Sources : LOGRAMI)

Au regard des 182 kilomètres séparant les stations de Vichy et de Langeac et le taux de transfert assez fluctuant, l'hydrologie rencontrée par les saumons lors de leur migration a été analysée. Ces taux ont été mis en relation avec les débits moyens d'avril à novembre (hors mois de juillet et août) (Figure 253). Les années 2008 et 2018, ayant pourtant des débits élevés, ont été retirées de l'analyse car des pannes d'enregistrement vidéo sont survenues lors de la période de migration. Des saumons ont pu ne pas être comptabilisés.

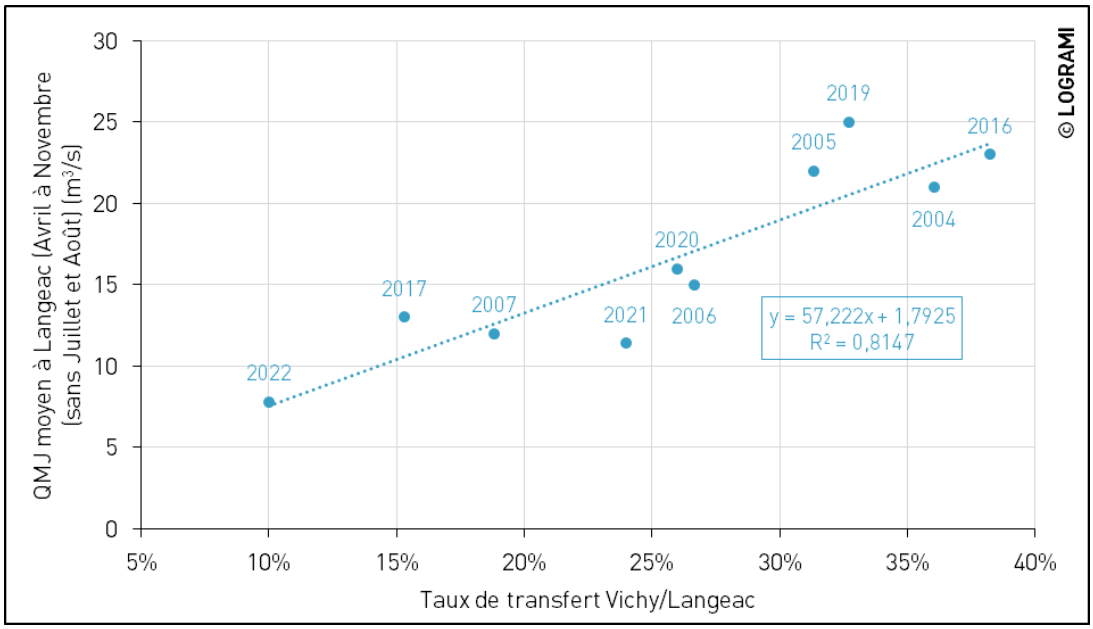


Figure 253 : Relation entre le taux de transfert de saumons atlantiques entre Vichy et Langeac et le débit moyen annuel d'avril à novembre à Langeac (sans juillet et août et sans les années 2008 et 2018) (Sources : LOGRAMI et Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les conditions de migration en amont de Vichy en 2022, sont **les plus pénalisantes rencontrées par les saumons** (moins de 10 m³/s à Langeac durant la période de migration). Ces conditions très pénalisantes n'ont permis qu'à 10 % des saumons d'atteindre et de franchir Langeac. Ce très faible taux de transfert est aussi à mettre en relation avec les températures très élevées à la fin du printemps (cf. § 10.1.1.2), pour autant il n'existe pas de relation linéaire entre la température de l'eau et le taux de transfert entre ces deux stations.

Outre l'état de la continuité écologique entre ces deux ouvrages, les résultats montrent que le **débit de l'Allier influence grandement le taux de transfert entre ces deux stations.**

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 254).

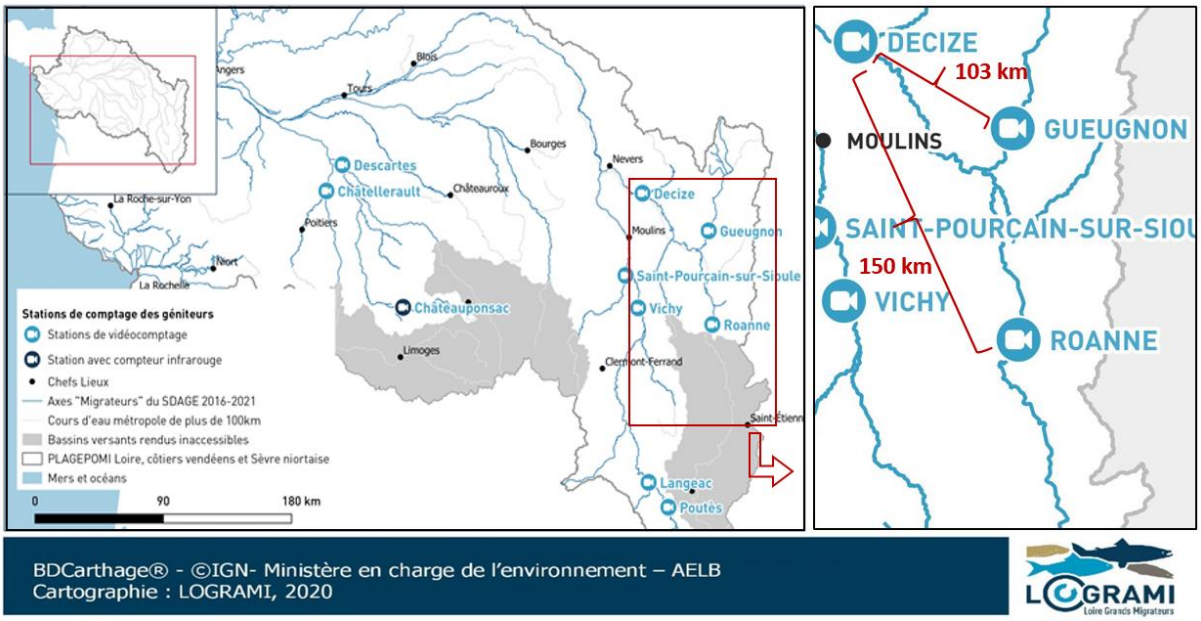


Figure 254 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux (Sources : LOGRAMI)

En moyenne depuis 2006 sur l'axe Loire Arroux, 21 % +/- 15 des saumons contrôlés à Decize sont comptabilisés au seuil de Gueugnon (Les Forges ; ROE 16688) situé 103 km en amont (Figure 255). Certaines années (2010, 2018 et 2020), une perte en ligne totale est constatée entre les deux stations.

Les années 2008, 2009 et 2013 ont été retirées de l'analyse car le nombre de saumons enregistrés à Gueugnon est supérieur à celui observé à Decize. Ces observations traduisent la possibilité qu'ont les individus de franchir l'ouvrage de Decize par les vannes sans être comptabilisés à la station de comptage. 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.

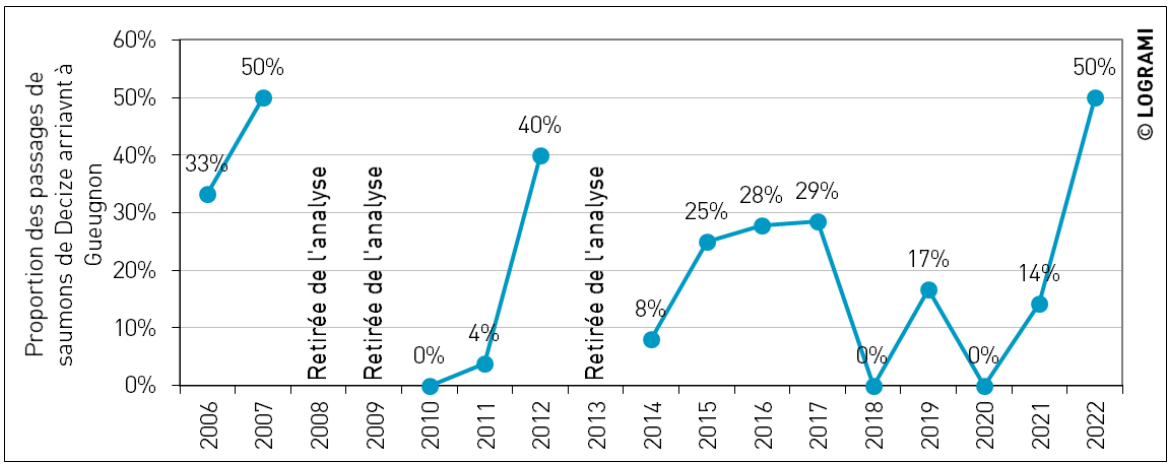


Figure 255 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

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 (Besbre, Aron...) qui accueillaient historiquement des saumons.

En moyenne depuis 2012 sur l'axe Loire amont, 5 % +/- 5 des saumons contrôlés à Decize sont comptabilisés au barrage de Roanne situé 150 km en amont (Figure 256).

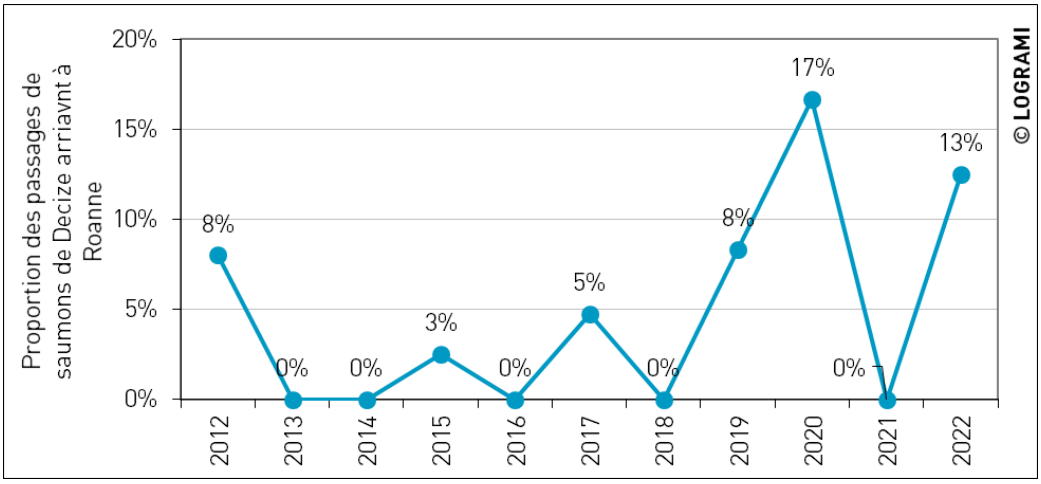


Figure 256 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Roanne sur l'axe Loire-amont depuis 2012 (Sources : LOGRAMI) (Sources : LOGRAMI)

En moyenne depuis 2012, 74 % +/- 14 % 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. Le pourcentage de perte en ligne enregistré en 2022 est le plus faible (38 %) depuis la mise en service de la station de Roanne en 2012. Sur cette partie du bassin, contrairement à ce qui aurait pu être craint, les faibles débits rencontrés durant la période printanière ne semblent pas avoir limité la progression des saumons.

10.2.2. Taux de transfert différentiel par âge de mer sur l'Allier

Concernant les taux de transfert en 2022 entre Vichy et Langeac des 2 étés de mer (13 %) et 3 ans de mer (4 %), **ils sont très inférieurs à la moyenne interannuelle observée** de 32 % +/- 14 % pour les 2 étés de mer et de 16 % +/- 9 % pour les trois étés de mer (Figure 257). Entre 2004 et 2008, les deux taux de transfert suivaient la même tendance. Entre 2016 et 2022, la tendance par âge de mer n'est pas la même pour toutes les années. En 2018, le taux de transfert des 2 étés de mer a augmenté à l'inverse de celui des 3 étés de mer alors qu'en 2021, cette tendance s'est inversée au profit des 3 étés de mer. Les taux de transferts en 2022 sont semblables à ceux observés en 2006, année avec une sécheresse sévère durant l'été.

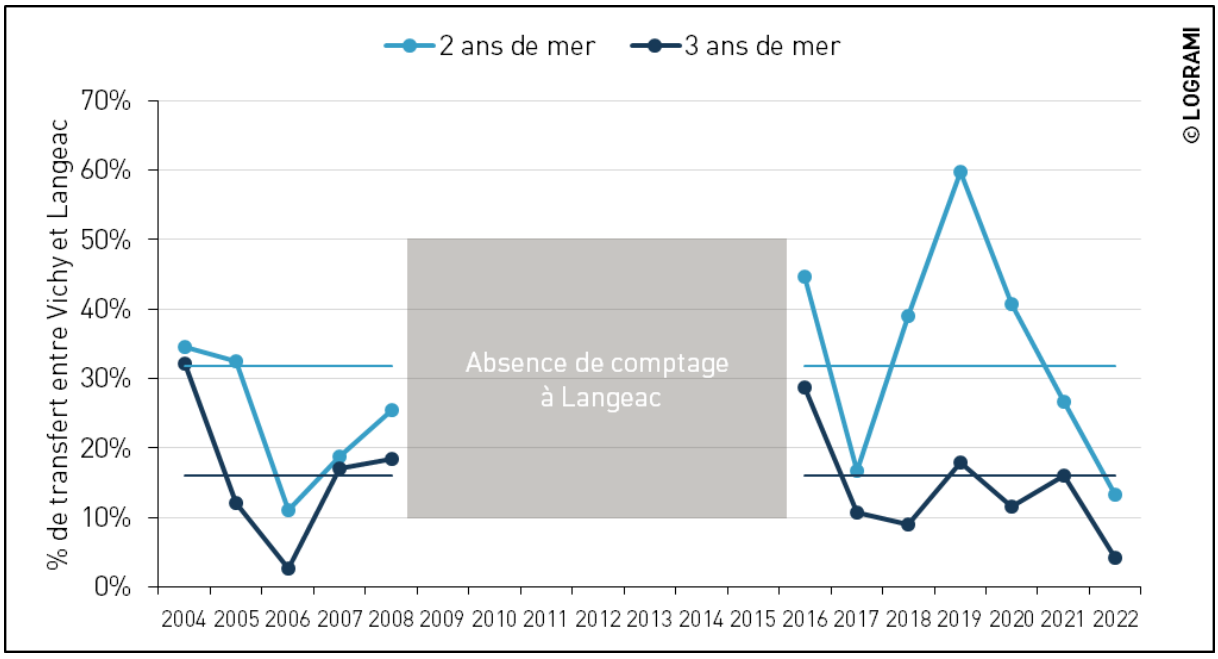


Figure 257 : Taux de transfert des saumons de 2 et 3 étés de mer entre Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 et moyennes internannuelles

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 25). Entre 2018 et 2020, l'écart des pourcentages entre Vichy et Langeac a augmenté et était de l'ordre de 30 %. **En 2022, cet écart (35 %) est le plus important jamais enregistré, bien plus élevé que la moyenne de 14 % +/- 10 %.**

Le suivi par radiopistage mené sur l'Allier en 2019 a montré que les saumons de 3 étés de mer marquent leur arrêt estival plus tôt et plus en aval que les saumons de 2 étés de mer et migrent donc moins haut au printemps. **Ils seraient alors plus sujets aux mortalités estivales en aval du bassin de l'Allier.** Depuis plusieurs années, des conditions de débits pénalisantes au printemps et les températures printanières précocement élevées forcent les saumons à stopper leurs migrations printanières afin de passer l'été et accentueraient ce processus.

Tableau 25 : 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
Proportion 3 étés de mer à Vichy	61 %	25 %	19 %	45 %	38 %	51 %	51 %	43 %	64 %	56 %	47 %	58 %
Proportion 3 étés de mer à Langeac	60 %	11 %	5 %	43 %	31 %	41 %	40 %	15 %	35 %	27 %	35 %	23 %
Différence	1 %	14 %	14 %	3 %	7 %	10 %	11 %	28 %	29 %	29 %	12 %	35 %

Alors que le rapport entre la température moyenne journalière durant l'été (juillet et août) et le taux de transfert global des saumons ne semblait pas montrer de résultat, il existe une corrélation avec le delta entre la proportion des 3 étés de mer à Vichy et Langeac (Figure 258). En effet en 2019, 2020 et 2022, la différence entre Vichy et Langeac de l'ordre de 29 % (2019 et 2020) et 35 % (2022) pour des températures moyennes journalières élevées à Vichy, respectivement 24,4 °C, 23,7 °C et 23,7 °C.

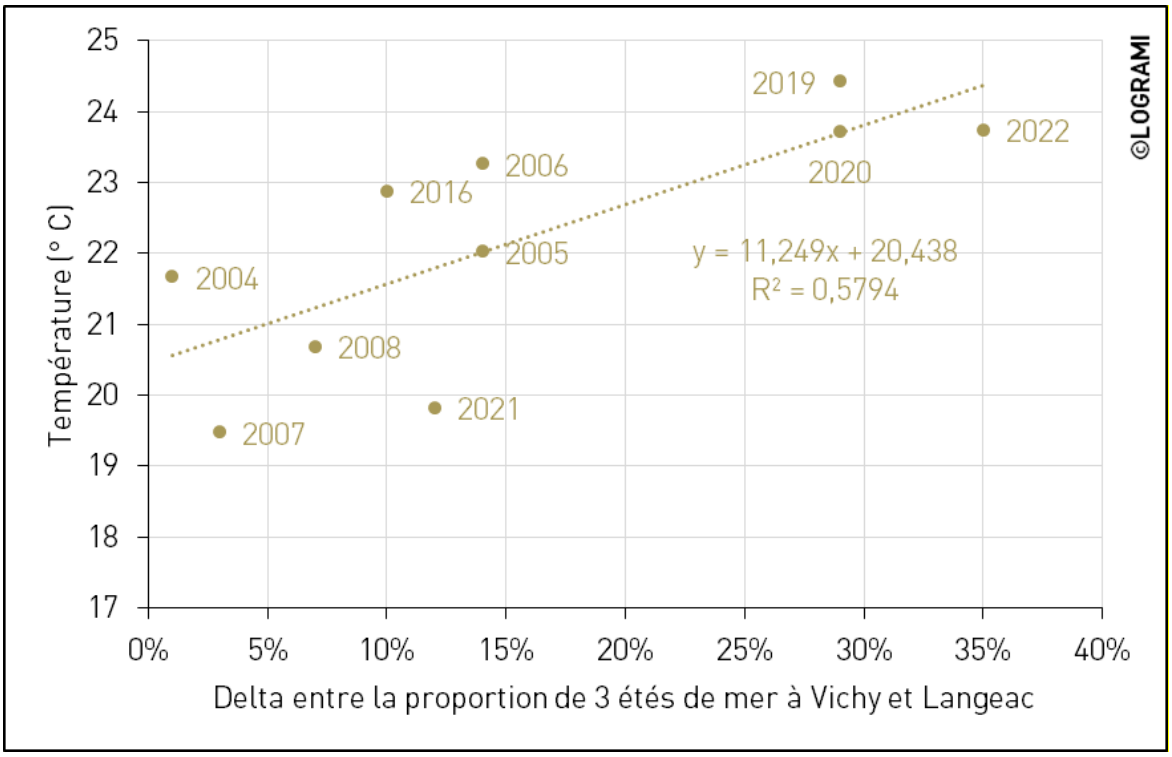


Figure 258 : Relation entre l'écart de la proportion de saumons de 3 étés de mer entre Vichy et Langeac et la température moyenne journalière pendant l'été (juillet et août) à Vichy (sans 2017 et 2018)

Le cumul entre les débits bas au printemps et les températures élevées à l'été accentuent l'écart entre la proportion de saumons de 3 étés comptés à Vichy et à Langeac. En s'arrêtant sur le secteur Vichy-Langeac sur l'Allier à cause du manque d'eau au printemps, les saumons de 3 étés de mer se retrouvent exposés à des températures estivales trop importantes et finissent par mourir en proportion plus importante que leurs congénères de 2 étés de mer.

En 2022, avec le manque d'eau sur la période printanière et des températures élevées pendant l'été, l'écart entre la proportion de 3 étés de mer à Vichy et Langeac est de 35 % (Tableau 25). Cette différence confirme le lien entre la survie des saumons de 3 ans de mer et les températures estivales.

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 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

dans le Béal des Moulins (bras dérivé de l'Alagnon à Lempdes-sur-Allagnon) 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.

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure de l'Allier, les températures favorables à l'édification des frayères représentent 81 % +/- 12 du temps soit 28 jours +/- 4 (Figure 259). **En 2022, les saumons ont pu bénéficier d'une période de reproduction équivalente, soit en moyenne 28 jours +/- 2.**

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 (87 % +/- 8) et Langogne (72 % +/- 15). Ce constat semble être en accord avec les observations de terrain réalisées sur le secteur de Langogne témoignant d'une amplitude de la période de reproduction plus courte. En revanche, en 2022, même si les conditions de reproduction sur Brioude (86 %) et Langeac (86 %) sont supérieures à celle de Langogne (74 %), les températures encore élevées début novembre sur le secteur d'Issoire a réduit la période de reproduction (74 %) et contraste ce gradient vers l'amont.

En 2022, les périodes de reproduction favorables sur les principaux affluents de l'Allier sont toutes différentes. L'Alagnon 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). Même s'il n'y a pas eu de reproduction sur la partie haute de la Sioule en 2022 (1 saumon à Jenzat), les saumons n'auraient profité que de 7 jours favorables entre le 6 novembre et le 9 décembre (moyenne pendant 23 jours +/- 5).

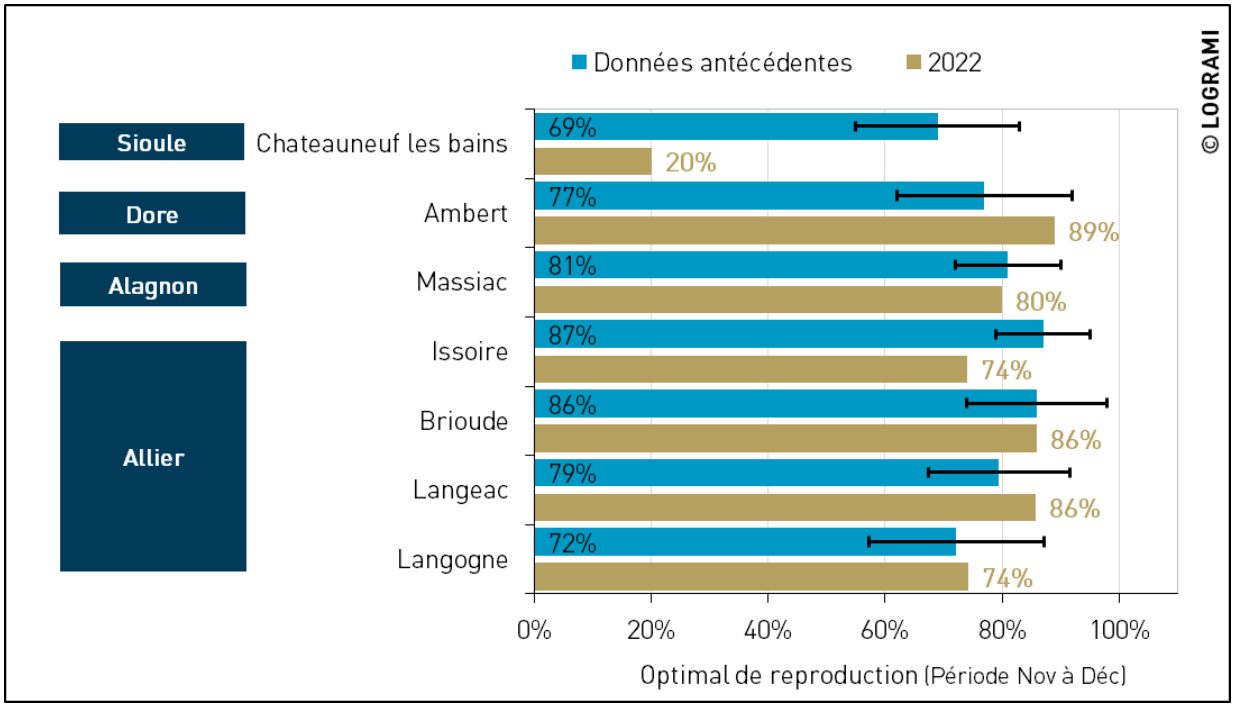


Figure 259 : Comparaison des conditions de température (4,2 à 11,2 °C) pour la reproduction des saumons (période de novembre à décembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne (Sources : LOGRAMI)

La reproduction de l'année 2022 a été particulièrement tardive. En effet, la première frayère sur l'Allier a été observée seulement le 22 novembre. Par ailleurs, sur la Sénouire, 3 frayères « récentes » ont été

observées le 27 décembre alors que le 8 décembre, aucun nid n'avait été constaté. Sur l'Allier également, en tête de la Branche Marinière (bras dérivé par le seuil de la Bageasse vers Brioude), le même constat est réalisé. Ces informations nuancent l'amplitude maximale de 34 jours entre le 6 novembre et le 9 décembre et montrent que certaines années la reproduction peut être décalée.

10.3.1.2 Hydrologie

Durant les mois de novembre et décembre, aucune crue morphogène n'est survenue, ce qui laisse présager de bonnes conditions de développement des premiers stades embryonnaires.

10.3.2. 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 260).



Figure 260 : Dimorphisme sexuel à l'automne entre une femelle de Saumon atlantique (à gauche) et un mâle (à droite)

Il est donc possible de sexer certains poissons lors de leurs passages à la station de comptage de Langeac (Figure 261). **Au début de la migration, il est possible que le dimorphisme ne soit pas assez marqué pour être correctement visible à la station de comptage**. En fonction de la précocité des passages des saumons à Langeac, il est possible que le nombre de mâles soit sous-estimé. En 2022, le premier saumon de l'automne est arrivé le 26 octobre, à cette date il n'y a pas de doute sur l'identification du sexe du poisson.

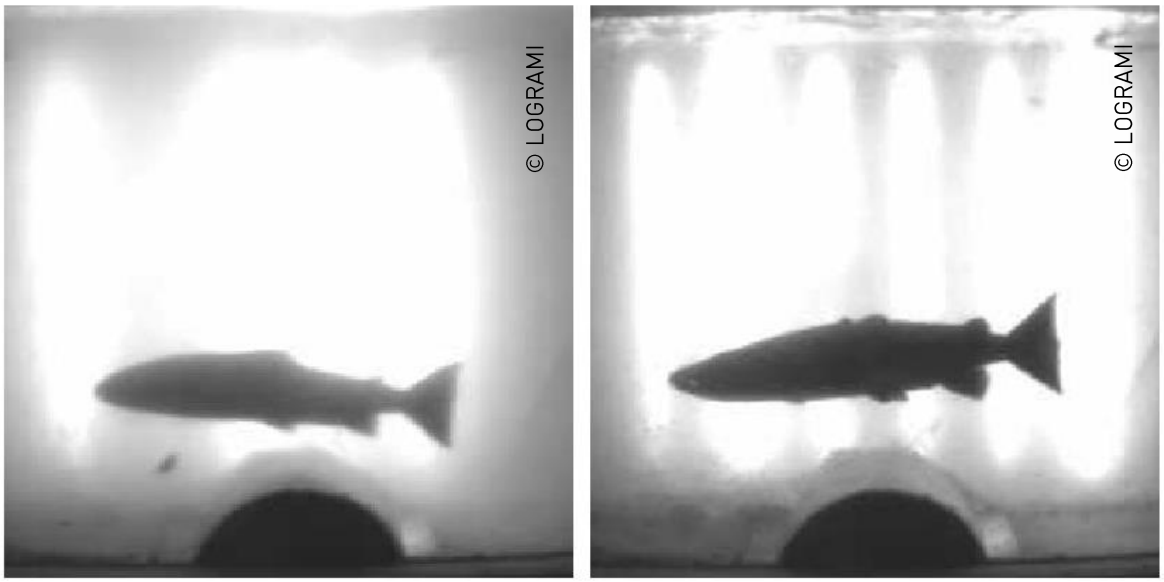


Figure 261 : Dymorphisme sexuel chez le Saumon atlantique observable à la station de comptage de Langeac sur l'Allier (femelle à gauche et mâle à droite)

En 2016 et 2018, des problèmes informatiques n'ont pas permis de conserver toutes les vidéos de passages des saumons à Langeac mais une partie d'entre elles seulement (Tableau 26).

Tableau 26 : Récapitulatif des vidéos de passages de Saumon atlantique conservées à Langeac sur l'Allier entre 2016 et 2022

	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 %

En 2016 (48 % de données non conservées) et 2017, **lors de la migration automnale**, la majorité des saumons étaient des mâles (Figure 262). Entre 2019 et 2021, cette proportion est inversée. En 2022, le sex ratio à l'automne **est équilibré avec 7 mâles et 7 femelles**. Pour conforter ce sex-ratio équilibré en 2022, les 26 saumons capturés à Vichy par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) ont **également un ratio de 1 pour 1 avec 13 mâles et 13 femelles** (comm. pers. Patrick MARTIN, groupe technique saumon du 13/01/2023). **En 2022, en partant de ce même postulat, cela donne 11 femelles et 11 mâles en amont de Langeac.**

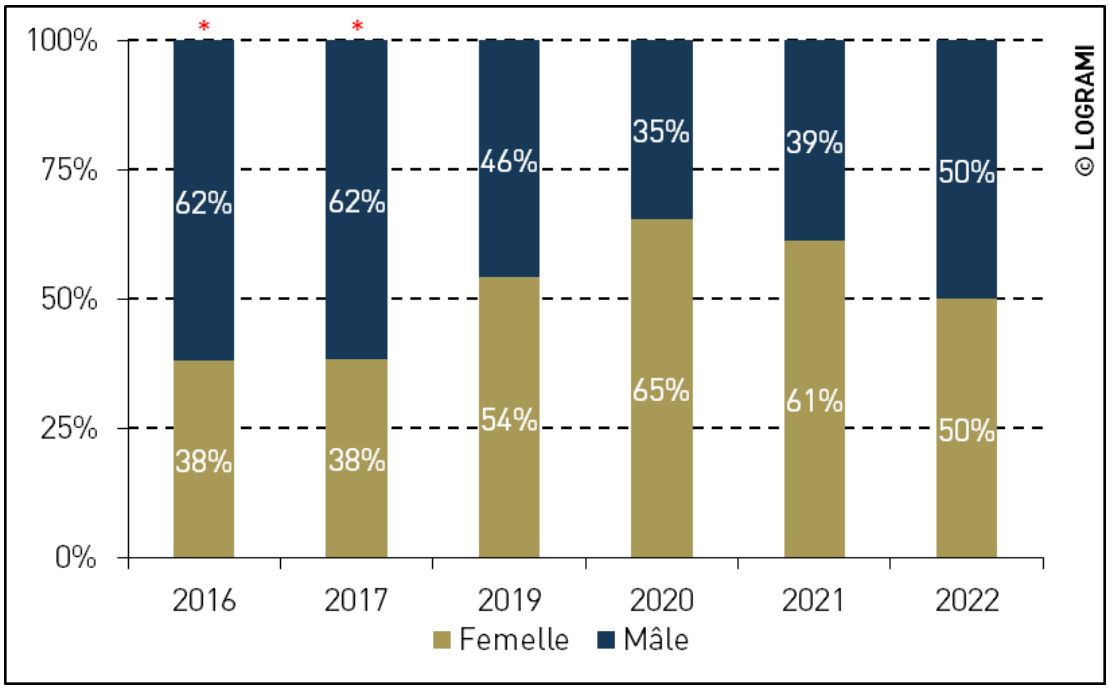


Figure 262 : Proportions de mâles et de femelles de Saumon atlantique lors de la migration automnale à la station de comptage de Langeac sur l'Allier de 2016 à 2022

10.3.3. 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**.

10.3.3.1 Sur le bassin Creuse – Gartempe

En 2022, la station de comptage de Descartes n'était pas fonctionnelle, le nombre de géniteurs potentiels s'étant engagé sur le bassin de la Creuse n'était donc 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 associés aux faibles conditions hydrologiques printanières laissent penser que peu de saumons ont pu rejoindre les zones de frayères.

Une journée de prospection a tout de même été réalisée. Ainsi, le 12 décembre, une dizaine de zones potentielles sur la Gartempe (entre les communes de Folles et de Bessines-sur-Gartempe) et sur l'aval de l'Ardour (confluence Gartempe - moulin de Montheil) ont été visitées. Plusieurs frayères de truites farios ont été identifiées mais aucun nid de saumon n'a été découvert.

Ce suivi ne permet donc pas d'attester la présence de reproduction naturelle en 2022 sur ce bassin. Il ne permet pas non plus d'affirmer avec certitude qu'aucun saumon ne s'est reproduit sur la Gartempe. Certains individus ont en effet pu frayer après la date de prospection et/ou sur d'autres secteurs potentiels.

10.3.3.2 Sur le bassin Loire – Allier amont

La dynamique de reproduction du Saumon atlantique de 2012 à 2020 montre que celle-ci peut commencer début novembre et s'étaler jusqu'au 10 décembre, soit une amplitude de 6 semaines (Figure 263). Certaines années comme 2013, la reproduction a été précoce et s'est terminée mi-novembre. En 2022, 2 fraies ont été observées sur la zone de reproduction de référence (dans le tronçon court-circuité du barrage de Poutès) durant les 5 prospections réalisées entre le 8 novembre et le 8 décembre. **Ces 2 fraies ont été observées tardivement**, la première le 30 novembre et la seconde le 8 décembre.

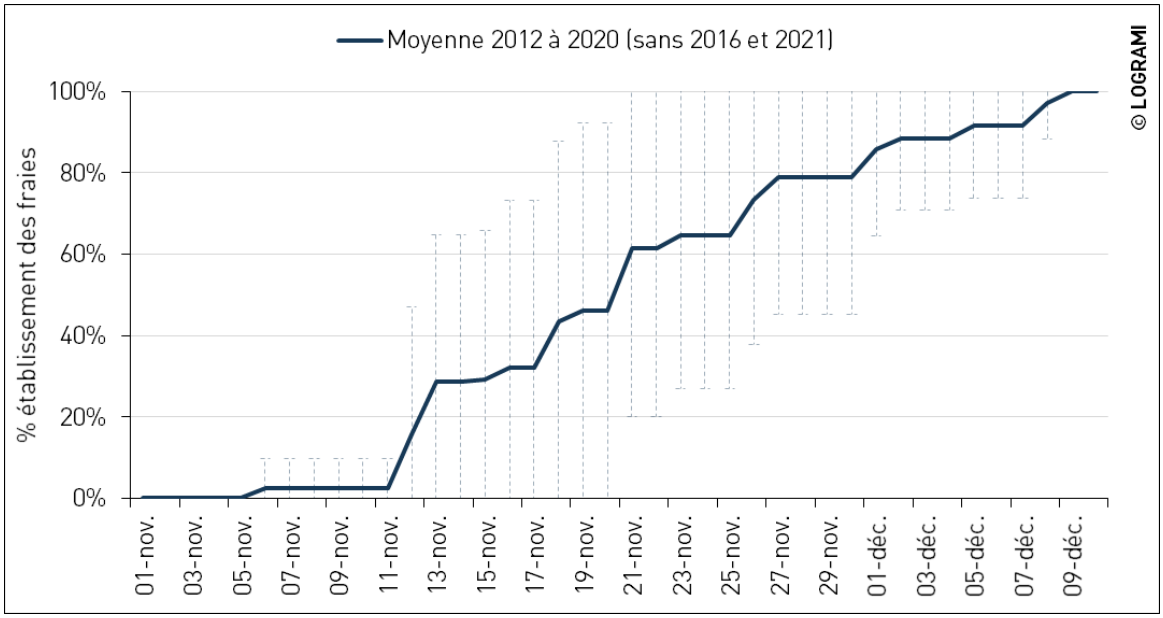


Figure 263 : Moyenne de la dynamique de construction des frayères de Saumon atlantique dans le tronçon court-circuité du barrage de Poutès de 2012 à 2022 (sans 2016 et 2021) (N= 187)

En 2022, les premières frayères ont été observées tardivement, lors de la troisième prospection à pieds, le 22 novembre sur l'Allier à Prades. **Pour des raisons climatiques et hydrologiques, aucune grande rivière (Allier, Alagnon, Dore et Sioule) n'a pu être survolée en 2022.** Des suivis ponctuels non exhaustifs ont toutefois été réalisés. Ainsi, six prospections ont été réalisées sur l'Allier. L'Alagnon et la Sioule ont au moins été suivies deux fois toute une journée sur les zones de frayères potentielles. La Dore a été suivie une fois sur les quelques secteurs pouvant accueillir de la reproduction de saumons. En complément de ces suivis ponctuels, la Sénouire et la Desges ont été parcourues à pied dans les premiers kilomètres en amont de leur confluence avec l'Allier. Le Béal des Moulins à Lempdes-sur-Allagnon a été suivi dans son intégralité le 9 décembre.

Tableau 27 : Récapitulatif du déroulement des prospections des zones de reproduction de Saumon atlantique sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2022

Cours d'eau	Date	Secteur prospecté	Linéaire (km) / zones de frayères potentielles
Allier	08/11/22 au 08/12/22	Entre Brioude et Vabres	34 zones de frayères
		Amont et aval de Monistrol-d'Allier	1 km
	01/12/22	Entre le Breuil-sur-Couze et Brioude	16 zones de frayères

Cours d'eau	Date	Secteur prospecté	Linéaire (km) / zones de frayères potentielles
	05/01/23	Orbeil	1 zone de frayère
Alagnon	01/12/22 09/12/22	Entre la Confluence avec l'Allier et Molompize	20 zones de frayères
	09/12/22	Béal de Lempdes-sur-Allagnon	6,8 km
Sioule	02/12/22 11/12/22	Entre Châteauneuf-les-Bains et Aubeterre	17 zones de frayères
Dore	15/12/2022	Entre Vertolaye et Escoutoux	3 zones de frayères
Sénouire	08/12/22	Entre la confluence avec l'Allier et Lavaudieu	6,1 km
Desges	08/12/22	Entre la confluence avec l'Allier et le seuil de la Cambuse	2,6 km

Bien que le survol n'ait pas eu lieu, il est possible d'estimer le nombre de frayères en amont de Vichy en 2022 avec la moyenne de 2000 à 2021 du ratio frayères/géniteurs en amont de Vichy (Figure 264). Depuis 2000, le ratio est de 0,53 +/- 0,13. En 2022, avec 220 géniteurs en amont de Vichy, 117 +/- 29 frayères ont pu être établies en amont de Vichy.

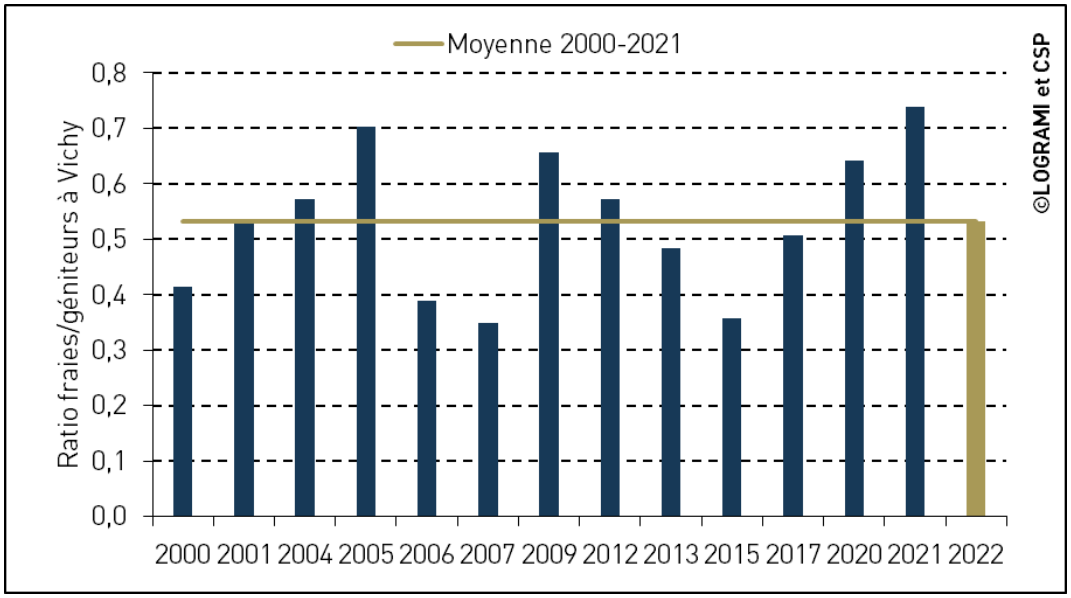


Figure 264 : Ratio entre le nombre de saumons à Vichy et le nombre de frayères comptabilisés sur l'Allier en amont de Vichy depuis 2000 et estimation en 2022.

Frayères sur l'Allier

Six prospections ponctuelles ont été réalisées sur l'Allier entre le Breuil-sur-Couze et Vabres entre le 8 novembre et le 8 décembre.

La première observation de frayère de saumons sur l'Allier a été réalisée tardivement sur l'Allier à Prades le 22 novembre. C'est durant la semaine 48 (28 novembre au 2 décembre), que l'établissement des frayères a été constaté. Lors de la dernière sortie à pied, le 8 décembre, de nouvelles frayères ont été vues. Cette observation montre que la reproduction a été tardive. A titre d'exemple, en 2020 et 2021, les survols avaient été effectués les 5 et 7 décembre.

Entre le 8 et le 15 décembre, **les conditions météorologiques n'étaient toujours pas propices à un survol et les premières frayères observées en début de saison commençaient à s'effacer. Dans ces conditions, le comptage des frayères par survol en 2022 a été annulé.**

Au final, 27 frayères ont pu être comptabilisées lors des différents suivis à pied sur l'Allier. Ce suivi n'étant pas exhaustif puisque LOGRAMI ne visite pas toutes les zones de reproductions potentielles. **Grâce aux échanges avec d'autres acteurs alti-ligériens, 23 frayères de saumons supplémentaires ont été communiquées à LOGRAMI, soit un total de 50 frayères.** L'OFB a observé 9 frayères dont 8 en amont d'Alleyras (secteur non visité par LOGRAMI) et 14 ont été vues par l'APS/Jean-Jacques Valette.

Tableau 28 : Synthèse des frayères de Saumon atlantique observées par LOGRAMI sur l'Allier en 2022 et ajout des obervations de s autres acteurs

	S1 (Amont Laveyrune – Langogne)	S2 (Langogne - Barrage de Poutès)	S3 (Barrage de Poutès – Langeac)	S4 (Langeac – Brioude)	S5 (Brioude – Pont du Château)	Total
LOGRAMI	/	/	6	7	14	**27**
OFB	1	7	1	/	/	**9**
APS / J.J. Valette	/	/	/	7	7	**14**
Total	**1**	**7**	**7**	**14**	**21**	**50**

Même s'il apparait que le comptage de 2022 n'est pas exhaustif, au regard de l'expérience des acteurs de terrain sur la distribution des zones de reproduction sur l'Allier, il semble raisonnable de penser que peu de frayères n'ont pas été observées. En comparaison avec les 117 +/- 29 frayères attendues, il semblerait qu'une grande partie des géniteurs soient morts durant l'été avant la reproduction.

Répartition géographique

Les conditions hydrologiques rencontrées par les saumons en 2022 entre septembre et novembre sur le secteur de Vieille-Brioude sont les plus mauvaises comparées à celles des années avec survol depuis 2000. La relation existante entre le débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours à Vieille-Brioude (exprimé en proportion du module) et le nombre de frayères, permet d'estimer qu'avec 0,3 m^3/s, **50 % des frayères de l'Allier en 2022 se situeraient sur le secteur S5 en aval de Vieille-Brioude**. Ce résultat est cohérent avec les suivis qui montrent 21 frayères sur les 50 comptées dans ce secteur.

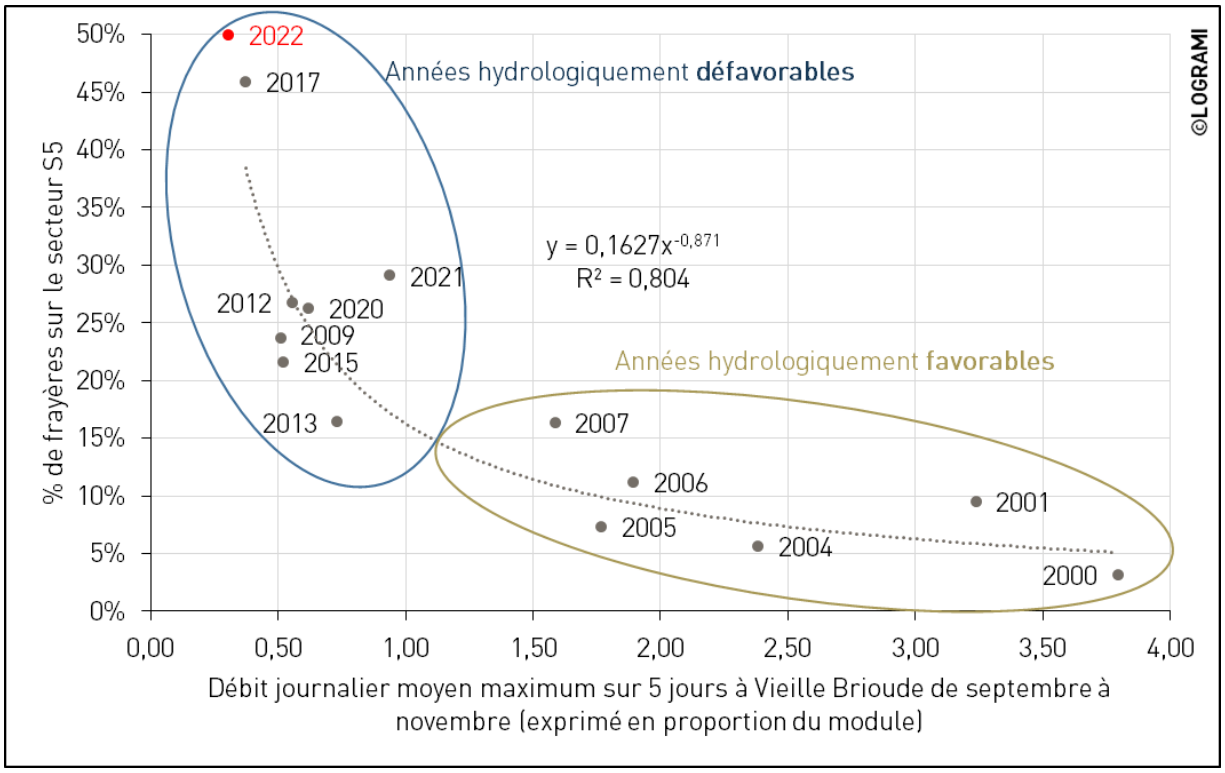


Figure 265 : Relation entre la part de frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre à novembre (exprimé en proportion du module) de l'année de comptage par survol et ajout du débit de 2022 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Relation géniteurs aux stations de comptage – frayères de saumons

- A Langeac :

Contrairement à la station de comptage de Vichy où les géniteurs comptabilisés peuvent mourir durant l'été sur leur parcours migratoire vers les zones de reproduction, **chaque saumon compté à Langeac est quasiment un reproducteur certain.** Avec une moyenne de 1,00 +/- 0,32 nid par saumon de 2004 à 2021 (Figure 266) **et 22 saumons en amont de Langeac, il est possible d'estimer 22 +/- 6 frayères en amont de cet ouvrage en 2022.** Il existe une relation plutôt linéaire entre le nombre de frayères et de géniteurs en amont de Langeac (Figure 267).

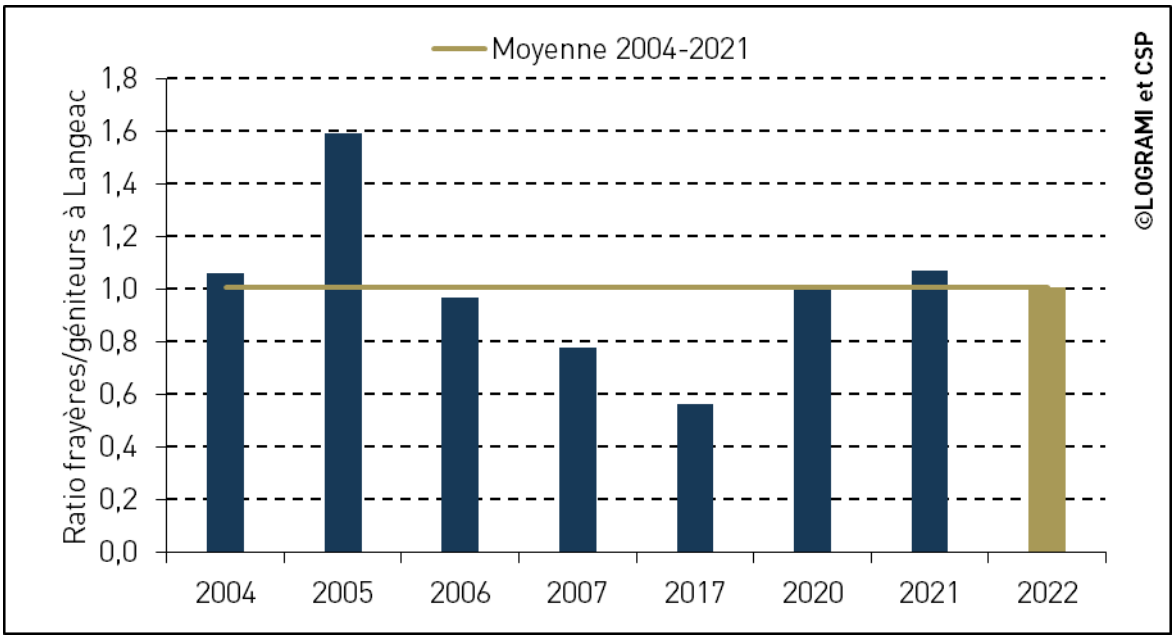


Figure 266 : Ratio entre le nombre de saumons à Langeac et le nombre de nids comptabilisées sur l'Allier en amont de Langeac depuis 2004 et estimation en 2022

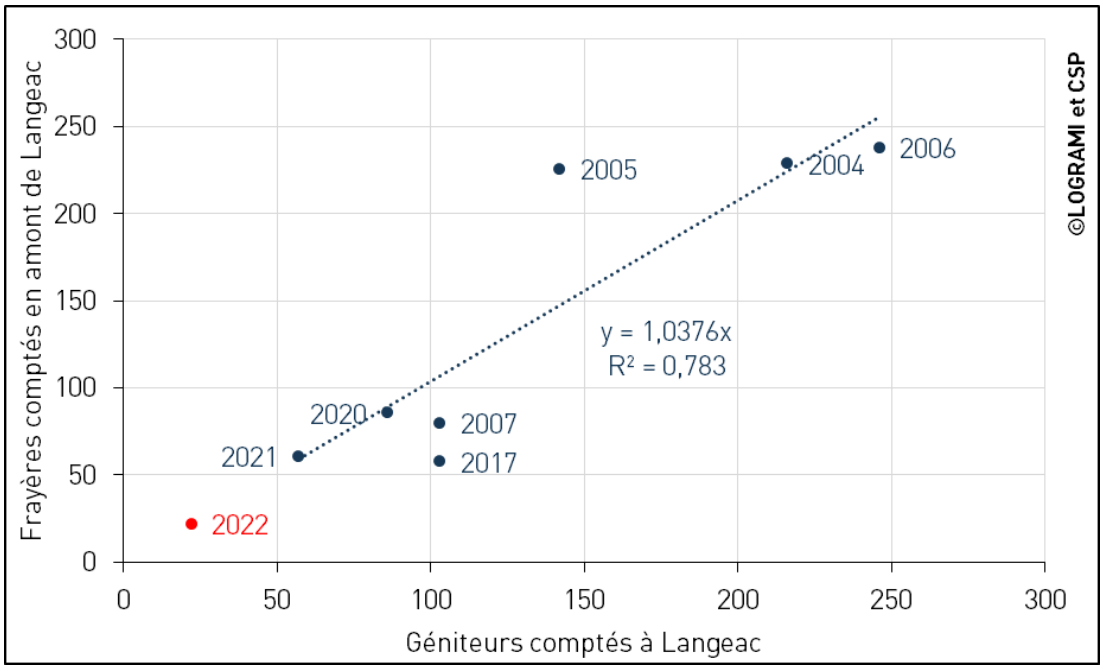


Figure 267 : Relation entre le nombre de frayères et de géniteurs de saumons comptabilisés à Langeac sur l'Allier depuis 2004

Le sexage des poissons à Langeac et le comptage des frayères par hélicoptère ont pu être réalisés en 2017, 2020 et 2021. Pour ces années, la période automnale représente respectivement 79 % (2017), 64 % (2020) et 54 % (2021) des passages. **En posant l'hypothèse que le sex-ratio des saumons qui franchissent Langeac au printemps est identique à celui des poissons qui passent à l'automne, cela peut donner une tendance sur le sex-ratio de l'ensemble des saumons en amont de Langeac.**

En 2017, seulement 58 frayères ont été comptées en amont de Langeac alors que 103 géniteurs se trouvaient en amont de ce seuil, soit un ratio de 0,56 nid par saumon. En 2020, pour 86 géniteurs, 85

frayères ont été dénombrées, soit un ratio de 0,99 nid par saumon. En 2021, le ratio est de 1,07 nid par saumon. **La différence de ratio nid par saumon entre 2017 et les années 2020 et 2021 peut s'expliquer par le ratio mâle/femelle en faveur des mâles en amont de Langeac (Figure 262).**

Partant du postulat que le sex-ratio est estimé valablement, une fois rapporté à la population totale comptée, cela donne 39 femelles en 2017, 56 en 2020 et 35 en 2021. Le nombre de frayères comptées rapporté au nombre de femelles **donne 1,47 ; 1,53 et 1,51 frayères par femelle respectivement en 2017, 2020 et 2021**. Les résultats semblent bien démontrer que le sex-ratio conditionne le nombre de frayères observées.

Sur le secteur de Langeac, **la principale source de variabilité est probablement le sex-ratio qui, lorsqu'il est en faveur des femelles, augmente le nombre de frayères**. Dès lors, connaissant le nombre de femelles à Langeac en 2022 (11), l'emploi du ratio moyen nombre de frayères amont Langeac/nombre de femelles en amont de Langeac (1,50 +/- 0,03) calculé sur 3 années permet d'affiner l'estimation du nombre de frayères en amont de Langeac. **Avec cette méthode, 16,53 +/- 0,34 frayères peuvent être estimées en 2022.**

- A Poutès :

Le ratio frayères/géniteurs à Poutès est sensiblement le même qu'à Langeac, soit un ratio de 0,92 +/- 0,32. L'année 2009 apparaît atypique en raison d'un sur-comptage des frayères (effet « agent inexpérimenté de l'ONEMA »), elle a donc été retirée de l'analyse. L'estimation de 11 saumons en amont du barrage de Poutès, **permet d'estimer à 10 +/- 3 le nombre de frayères en 2022 en amont**. L'estimation de 10 frayères ± 3 semble cohérente avec les observations faites par l'OFB avec 8 frayères observées en 2022.

Comme à Langeac, en 2007 et 2017, le ratio nombre de saumons/nombre de frayères est bien en dessous de la moyenne.

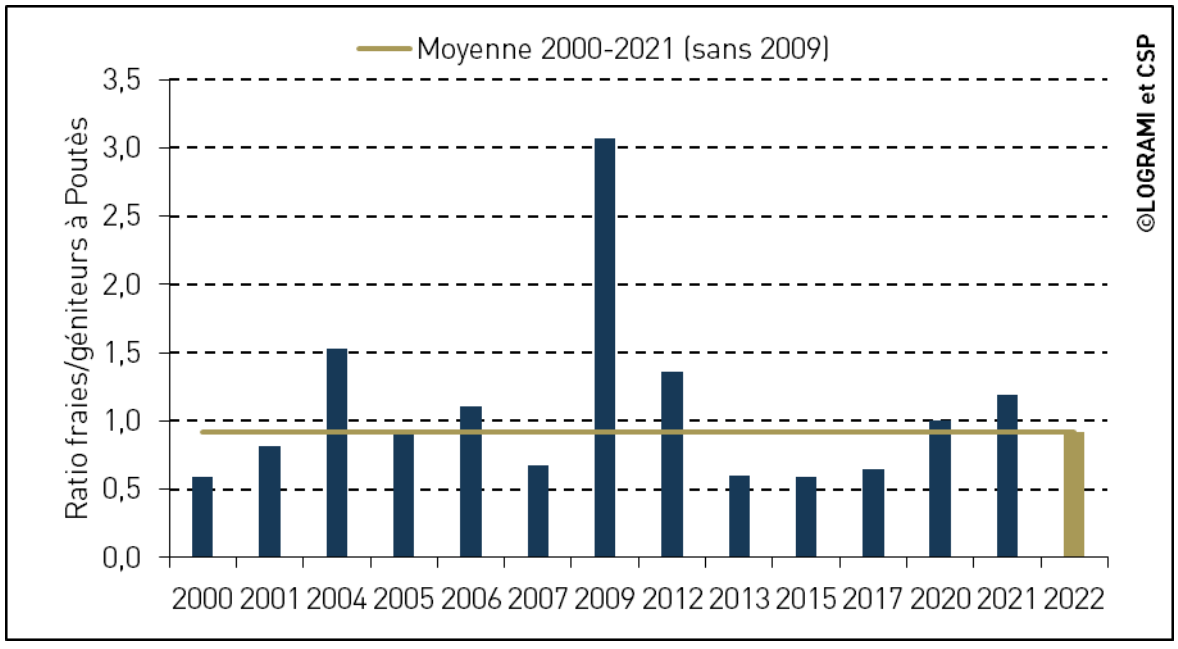


Figure 268 : Ratio entre le nombre de saumons à Poutès et le nombre de frayères (frayères) comptabilisés sur l'Allier en amont de Poutès depuis 2000 et estimation en 2022

La relation entre le nombre de frayères et de géniteurs en amont de Poutès (Figure 269) est linéaire mais avec un R^2 moins satisfaisant qu'à Langeac (R^2 = 0,6665 contre 0,783). En effet, **il semblerait qu'un saumon à Poutès donne moins d'un nid**. La franchissabilité de cet ouvrage et le comportement des

mâles lors de la reproduction peuvent expliquer ce phénomène. Le radiopistage de 2009 (J. M. Bach et al., 2011) et l'accumulation de frayères dans le tronçon court-circuité de ce barrage de 2000 à 2018 (avant les travaux) **ont montré que cet ouvrage a été problématique et que des saumons ont dû se reproduire en aval**. Il est communément admis qu'en période de reproduction, les mâles sont plus obstinés et prospectifs pour trouver des femelles. A Poutès, les comptages à l'ascenseur ont montré **qu'une grande partie des saumons franchissaient l'ouvrage, majoritairement des mâles, alors que la période de reproduction avait déjà bien débuté**. En partant de ce postulat, il est logique de trouver un sex-ratio en défaveur des femelles et par conséquent **d'obtenir un ratio géniteurs/frayères à Poutès inférieur à 1 avant la reconfiguration du barrage.** Pour preuve, en 2020 et 2021, avec les premières périodes de transparence et donc l'amélioration du franchissement de l'ouvrage, les ratios étaient respectivement de 1,00 et de 1,19.

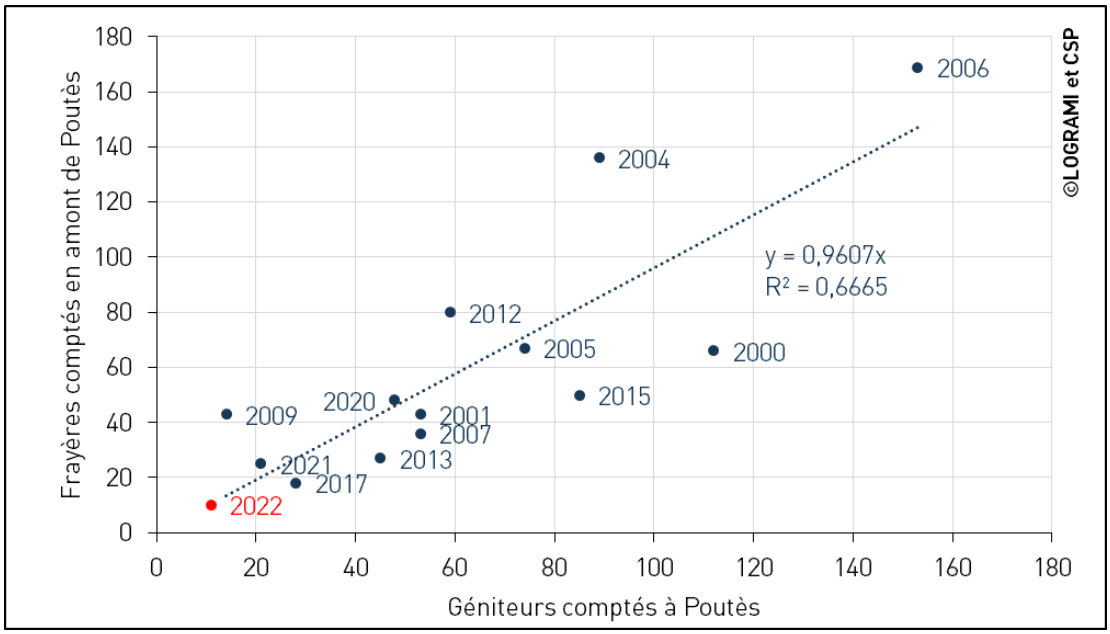


Figure 269 : Relation entre le nombre de frayères et de géniteurs de saumons comptabilisés à Poutès sur l'Allier depuis 2000

Frayères sur l'Alagnon

Deux prospections ponctuelles ont été réalisées sur l'Alagnon entre la confluence avec l'Allier et Molompize les 1er et 9 décembre. Le Béal des Moulins a également été prospecté dans son intégralité le 9 décembre.

Aucune frayère n'a été observée par LOGRAMI sur la vingtaine de radiers habituellement exploités et sur le Béal. Comme pour l'Allier, **les conditions météorologiques n'étaient pas propices à un survol.**

Le 2 janvier, **le SIGAL a observé 2 frayères à Blesle** en rive gauche, ces observations sont les seules réalisées sur l'Alagnon. L'observation tardive de ces frayères confirme une dynamique de reproduction étalée et tardive en 2022.

L'attractivité d'un affluent par rapport au cours d'eau principal peut être caractérisée par la comparaison des débits unitaires de chaque cours d'eau au niveau de leur embouchure. Le débit unitaire correspond au débit en m^3/s divisé par la largeur du cours d'eau en question. L'IHAA (indice hydrologique d'attractivité d'un affluent) est calculé en divisant le débit unitaire de l'affluent par celui du confluent. Ainsi l'attractivité théorique d'un affluent augmente avec son IHAA. Lorsque l'indice dépasse 1, l'affluent est plus attractif que le confluent.

Durant la migration automnale, pendant 9 jours, l'Alagnon a été plus attractif que l'Allier (Figure 270). Il est difficile d'estimer l'importance et le rôle de l'attrait d'un affluent par rapport au confluent au moment de la reproduction. En effet, en 2021, alors que durant 39 jours l'Alagnon a été plus attractif que l'Allier, cet affluent ne représentait que 9,4 % des frayères comptabilisées en amont de Vichy.

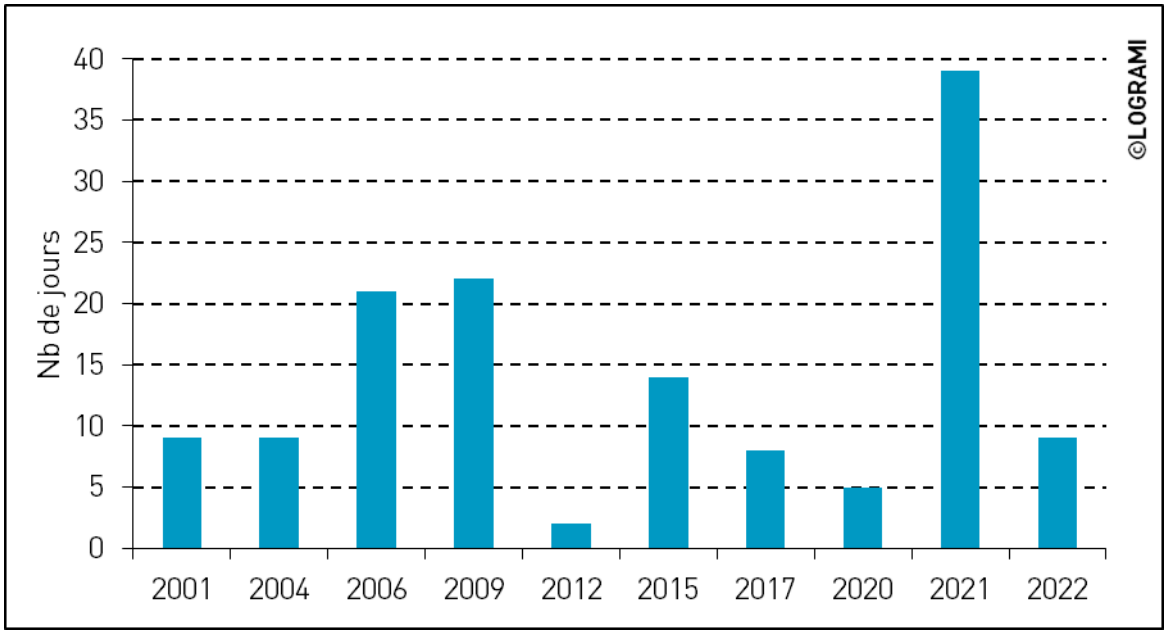


Figure 270 : Nombre de jours durant lesquels l'Alagnon a eu un attrait supérieur à l'Allier à l'automne en 2022 et les années précédentes

Au regard de la dynamique de reproduction tardive et du fait de la non exhaustivité des comptages, il est acceptable de penser qu'un faible nombre de géniteurs ait fréquenté l'Alagnon pour se reproduire en 2022. Depuis 2017, il n'y a plus déversement d'alevins sur l'Alagnon, depuis lors, les alevins natifs de l'Alagnon devraient augmenter ce phénomène de homing. La reproduction naturelle a cependant été faible depuis et le processus de homing n'est donc pas en faveur d'une remontée conséquente de géniteurs sur cet axe.

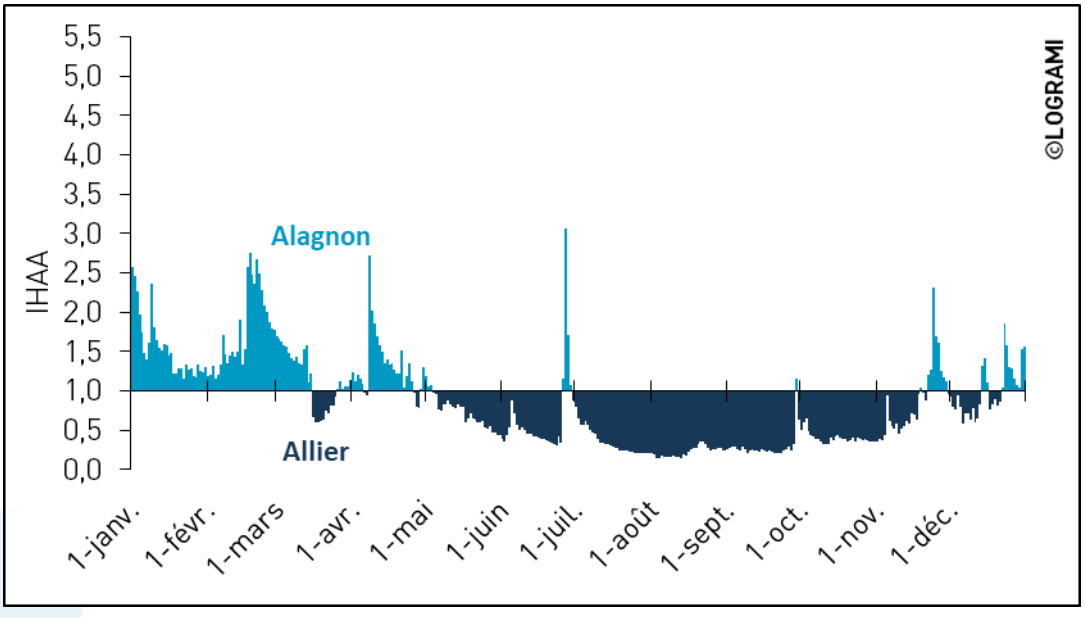


Figure 271 : Évolution de l'indice hydrologique d'attrait de l'Alagnon par rapport à l'Allier en 2022

En 2022, même si l'Alagnon a été plus attractif que l'Allier en début d'année (**Erreur ! Source du renvoi ntrouvable.**), la majeure partie des saumons n'ayant pas encore atteint la confluence à cette date, peu d'individus ont dû s'engager sur cet affluent. En période de migration printanière, l'attractivité était supérieure à 1 quasiment tout le mois d'avril. Potentiellement, les saumons se seraient engagés sur l'Alagnon durant cette fenêtre d'attractivité. Lors de la migration automnale, l'attractivité de l'Alagnon était également supérieure à celle de l'Allier les 10 derniers jours de novembre et 4 jours avant le 15 décembre. Avec une reproduction tardive, il est possible que le peu de géniteurs de saumons se soient engagés sur cet axe à la fin du mois de novembre.

En 2022, aucune frayère n'a été comptée dans le Béal de Lempdes-sur-Allagnon. Ce suivi historique permettait de connaitre la dynamique de migration de l'année en cours. En moyenne de 2012 à 2020, 50 % +/- 25 des frayères étaient réalisées au 23 novembre. À partir du 11 décembre, plus aucune frayère supplémentaire n'était observée sur ce secteur (Figure 272).

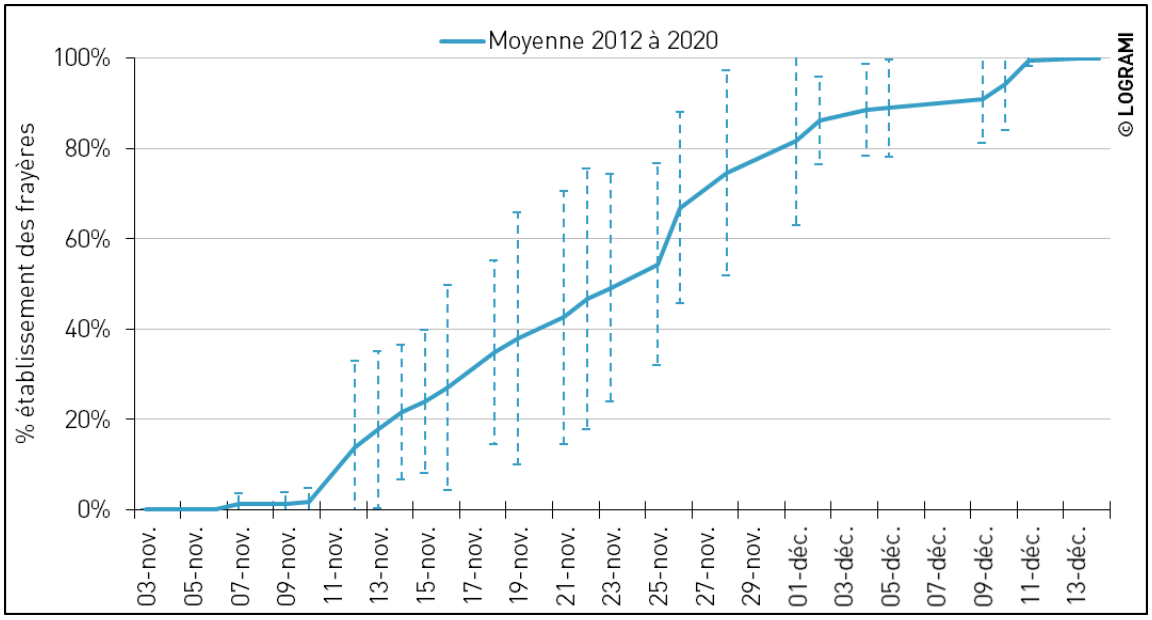


Figure 272 : Moyenne de la dynamique de construction des frayères de Saumon atlantique dans le BEAL de Lempdes-sur-Allagnon de 2012 à 2020 (avant les travaux à l'ouvrage de Chambezon)

Frayères sur la Sioule

Sur la Sioule, suite à l'annulation du survol, le front de colonisation certain est obtenu à la station de comptage de Jenzat avec 1 seulement individu comptabilisé (692 km de la mer).

Afin de confirmer l'absence théorique de frayère de saumon en amont de Jenzat, une sortie a été réalisée entre Châteauneuf les Bains (63) et Jenzat (03). Aucune frayère de saumon n'a été observée sur ce secteur.

Lors d'une sortie le 2 décembre, trois frayères de saumons ont été observées entre Jenzat et Saint-Pourçain-sur-Sioule : une frayère dans le tronçon court-circuité du seuil de l'usine hydroélectrique de Moulin Infernal (Figure 273) et deux plus en aval au niveau du pont d'Aubeterre.

La présence d'un nid de saumons observé à l'aval immédiat du chantier de construction d'une passe à poisson au droit du seuil de prise d'eau de la microcentrale du Moulin Infernal atteste de la situation de blocage des géniteurs durant le chantier et explique pourquoi aucun géniteur n'a été observé pendant la période automnale à la station de comptage de Jenzat située 2 km en amont. **Au regard du degré de vulnérabilité de la population, il est aberrant que des travaux entravant la migration soient encore réalisés sur les ouvrages pendant les périodes de migration potentielles des saumons.**



Figure 273 : Frayère de saumon dans le tronçon court-circuité du seuil de l'usine hydroélectrique de Moulin Infernal

Frayères sur la Dore

Habituellement, la Dore n'est pas prospectée à pieds du fait du faible nombre de frayères comptées lors des années avec survol. En 2022, une sortie a été réalisée le 15 décembre sur les quelques radiers pouvant accueillir des frayères de saumons entre Vertolaye et Escoutoux (63). Aucune frayère n'a été observée.

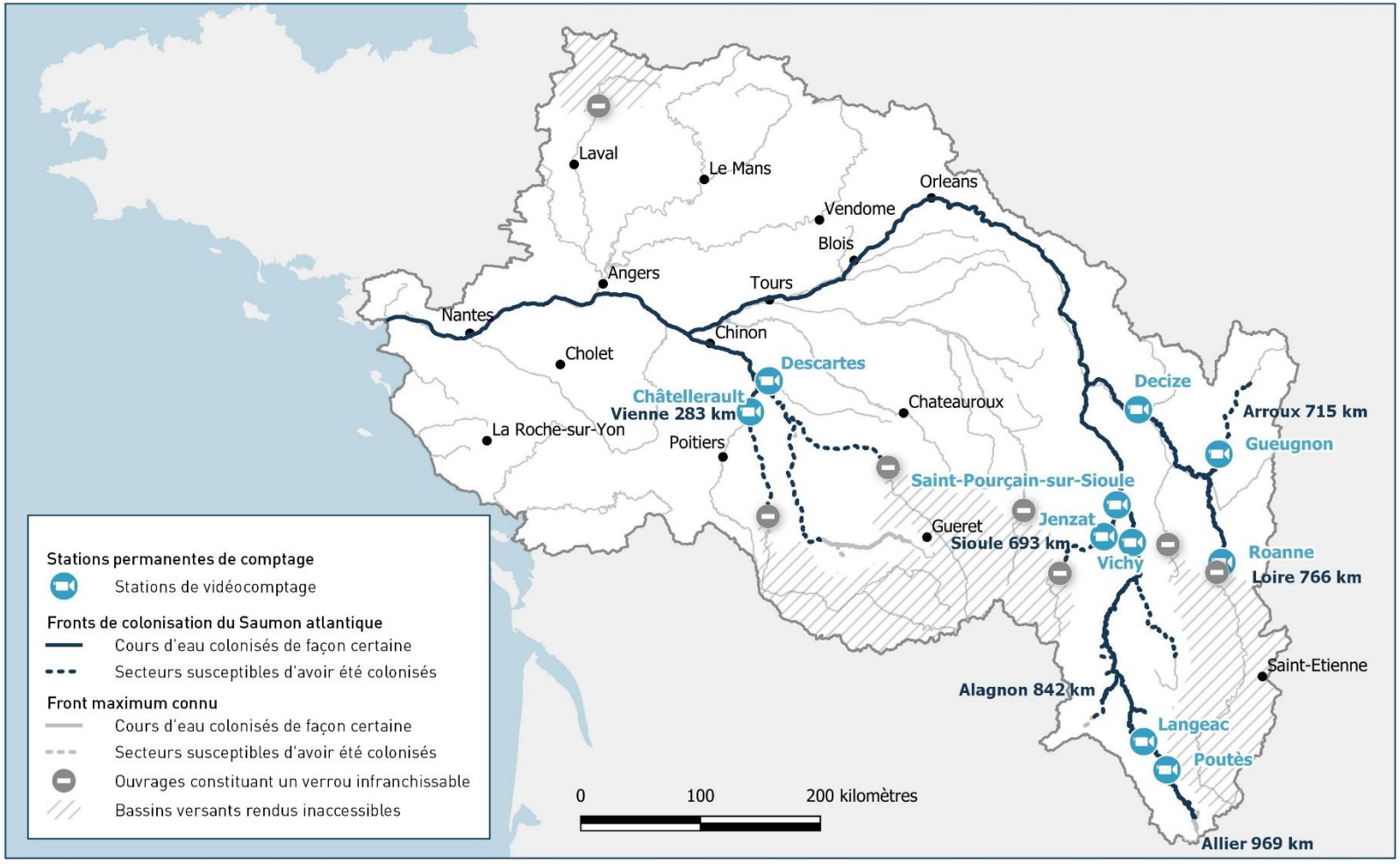
Frayères sur les autres cours d'eau

La Desges a été prospectée le 8 décembre 2022 de la confluence avec l'Allier jusqu'au seuil de la Cambuse (2,6 km de la confluence), 11 frayères de truites ont été relevées **mais aucune frayère de saumon** n'a été observée.

Le même jour, **sur la Sénouire**, de Lavaudieu jusqu'à la confluence avec l'Allier (6,1 km), une frayère de saumon a été observée quelques centaines de mètres en amont de la confluence. Le 27 janvier 2023, suite à un échange téléphonique avec Didier Bouquet (ex-OFB et ex-BMI), sur la présence de nouvelles frayères, deux frayères supplémentaires sont constatées en aval de celle observée le 8 décembre. Ces frayères ont été établies entre le 8 et le 27 décembre (comm.pers Didier Bouquet) Au final, **3 frayères ont été observées sur la Sénouire**. L'établissement de frayères après le 8 décembre sur la Sénouire confirme, comme pour l'Allier et l'Alagnon, une **reproduction tardive des saumons en 2022**.

10.3.3.3 Sur l'ensemble du bassin de la Loire

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 2022 (Figure 274). 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 donc pu être colonisées par les saumons.



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - RHT INRAE
Cartographie : LOGRAMI 2023

Figure 74 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le Saumon atlantique en 2022

10.4. Développement des oeufs

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

10.4.1.1 Température

Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières). Ainsi, la température moyenne journalière enregistrée sur chaque rivière permet d'estimer la date précise d'éclosion (440 degrés jours-pour les saumons ; (Dumas & Marty, 2006)) et d'émergence (800 degrés jours-pour les saumons ; (Louhi et al., 2011)). Pour cette analyse, il est considéré 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 26 février (+/- 15 jours) et l'émergence des alevins le 13 avril (+/- 11 jours) (Figure 275). 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).

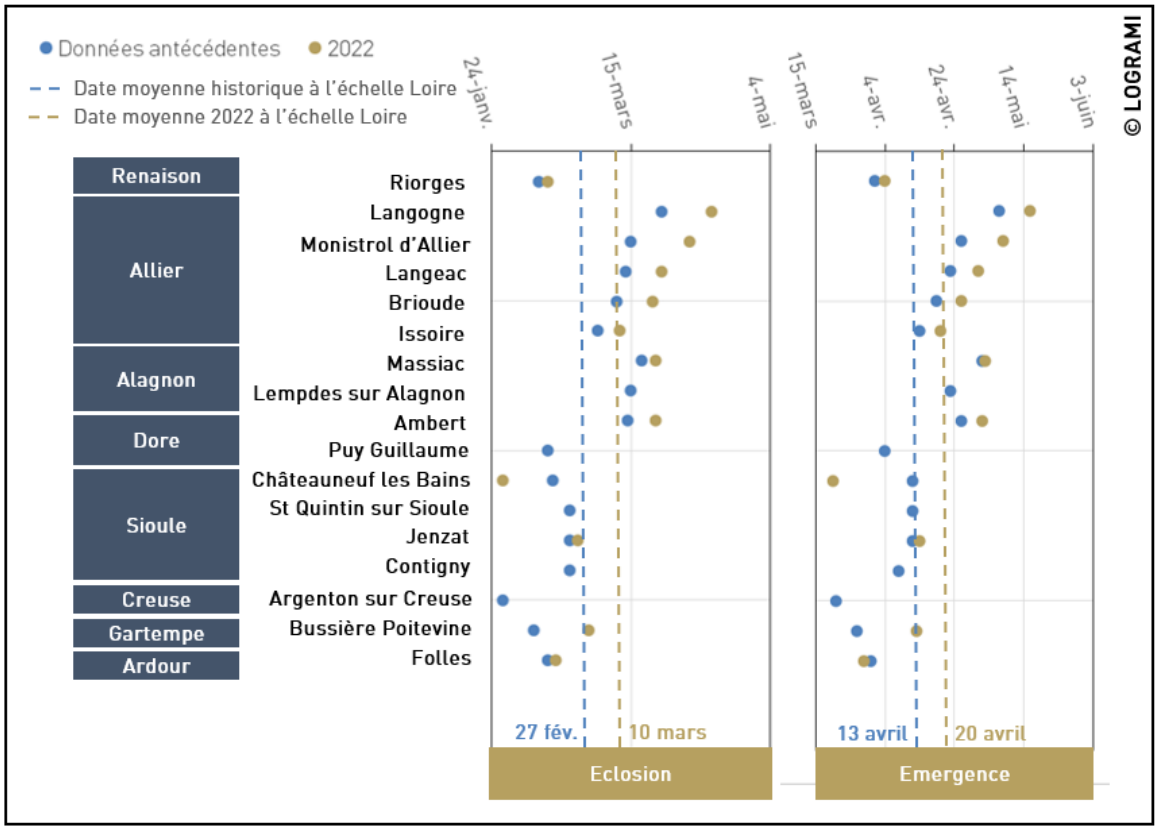


Figure 275 : Dates d'éclosion des œufs et d'émergence des alevins sur les zones de reproduction du saumon sur le bassin de la Loire en 2022 par rapport à l'historique des températures (Sources : LOGRAMI)

Sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Renaison, Sioule, Creuse), l'éclosion intervient plus précocement (moyenne = 7 février +/- 7 jours). Les débits rejetés étant largués par le fond de la retenue, la température est anormalement plus chaude pendant la période hivernale. En 2022, la sonde de Châteauneuf les Bains en aval du barrage de Queuille sur la Sioule a enregistré un écart positif moyen mensuel de + 1,8 °C +/- 0,1 pendant l'hiver. Ces températures ont engendré une forte précocité de l'éclosion des œufs (+ 18 jours) et de l'émergence des alevins (+ 23 jours). Ces valeurs sont toutefois compatibles avec la survie des juvéniles de saumons.

En 2022, l'éclosion des œufs (10 mars +/- 19 jours) et l'émergence des alevins (20 avril +/- 14 jours) ont été plus tardifs de respectivement 11 et 7 jours sur l'ensemble des zones de reproduction du bassin de la Loire. En effet, les températures du mois de décembre 2021 ont été particulièrement froides sur les parties amont des bassins (- 1,4 °C). L'hiver 2022 a quant à lui connu des températures de saison expliquant la tardiveté de l'éclosion des œufs.

10.4.1.2 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 29).

Tableau 29 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours avec des débits cinq fois supérieurs au module des rivières sur les secteurs de reproduction des saumons en 2021-2022 (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Station hydrologique	Module (m^3/s)	Crue biennale (m^3/s)	Pourcentage de jours avec un débit supérieur à 5 fois le module	Nb jours avec un débit supérieur à 5 fois le module	Pic de crue sur la période
Allier	Langeac	21,4	292	0%	0	28,3 m^3/s le 17/03
Alagnon	Lempdes-sur-Allagnon	11,6	114	1%	1	83,0 m^3/s le 29/12
Dore	Dorat	18,6	157	2%	3	157,9 m^3/s le 30/12
Sioule	Saint-Pourçain-sur Sioule	24,3	158	0%	0	116,4 m^3/s le 29/12
Creuse	Argenton-sur-Creuse	26,1	213	2%	2	171,0 m^3/s le 29/12
Gartempe	Montmorillon	21,0	188	2%	2	136,9 m^3/s le 29/12
Ardour	Folles	1,8	13,1	0%	0	8,6 m^3/s le 29/12

En 2021-2022, 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 Sioule et l'Ardour qui n'ont jamais présenté de débit supérieur à 5 fois le module. **A contrario sur l'Alagnon, la Dore, la Creuse et la Gartempe**, des pics de crues dépassant 5 fois le module ont été enregistrés. L'intensité maximale est constatée sur l'Alagnon avec une valeur correspondant à la crue biennale.

10.5. Développement des juvéniles

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) intervenant en moyenne autour du 16 avril (+/-15) sur le bassin de la Loire (Bach et al., 2015b) 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 considérée. Deux périodes ont été définies : une première considérée comme globale (et donc peu précise) comprise entre mai et septembre (compris) et une seconde plus précise comprise entre la date d'émergence médiane du secteur de cours d'eau étudié et la date de son échantillonnage automnal. Cette seconde période permet d'appréhender plus précisément la relation entre la thermie et le recrutement constaté grâce aux échantillonnages.

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'Allier à Langogne, toutes proches de 100%) (Figure 276). Le minimum historique est enregistré à la station d'Argenton-sur-Creuse (70%).

Sur l'Allier, un des rares axes où l'équipement en sondes température est assez dense de l'aval vers l'amont, une diminution progressive de la proportion de la période moyenne aux conditions thermiques optimales au développement de près **18 % est observée entre l'amont (Langogne) et l'aval (Issoire).** Cette dernière est très probablement induite par l'augmentation naturelle de la température de l'eau selon le gradient amont – aval.

En 2022, excepté sur la Sioule, tous les cours d'eau étudiés présentent des proportions de période favorable très nettement inférieures aux moyennes des données antérieures. Sur l'Allier, les écarts sont les plus saisissants (entre -19 % et – 34 %). Le secteur le moins propice serait celui de Brioude où seulement 42% de la période mai-septembre présentait des conditions thermiques optimales au développement des juvéniles de saumons.

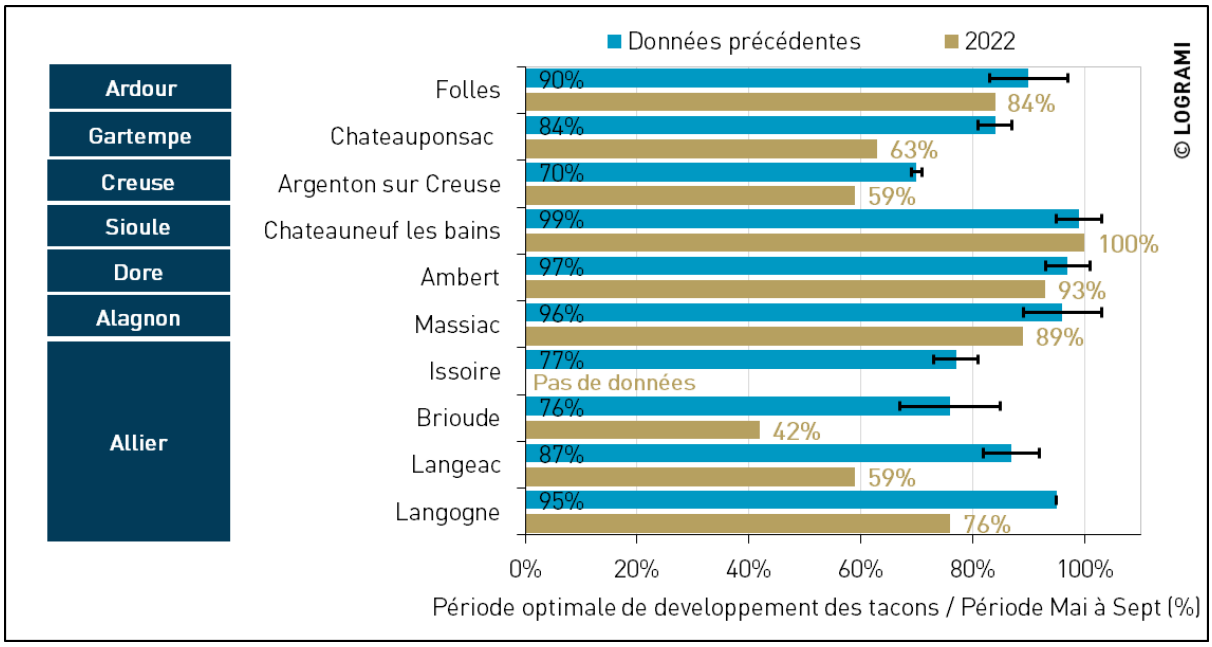


Figure 276 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles, Châteauponsac, Argenton-sur-Creuse, Châteauneuf-les-Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne (Sources : LOGRAMI)

Le fait de préciser la période de développement en considérant uniquement la période comprise entre l'émergence médiane et la date des échantillonnages (uniquement réalisé pour l'année 2022, quand cela était possible) engendre une réduction de la proportion de la période aux conditions de températures optimales sur la majeure partie des cours d'eau (Figure 277). A titre d'exemple, sur le secteur de Brioude, cas extrême, seulement 35 % de la période de développement présentait des conditions thermiques optimales au développement des juvéniles de saumons.

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 2022, largement décrit précédemment, a été indéniablement limitant pour la productivité de certains secteurs accueillant des juvéniles de saumons.

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 changement climatique et le réchauffement induit, ces zones se réduisent de plus en plus vers l'amont. Cette évolution justifie le caractère « vital » pour la population de saumons de l'accès des géniteurs aux meilleures zones de production.

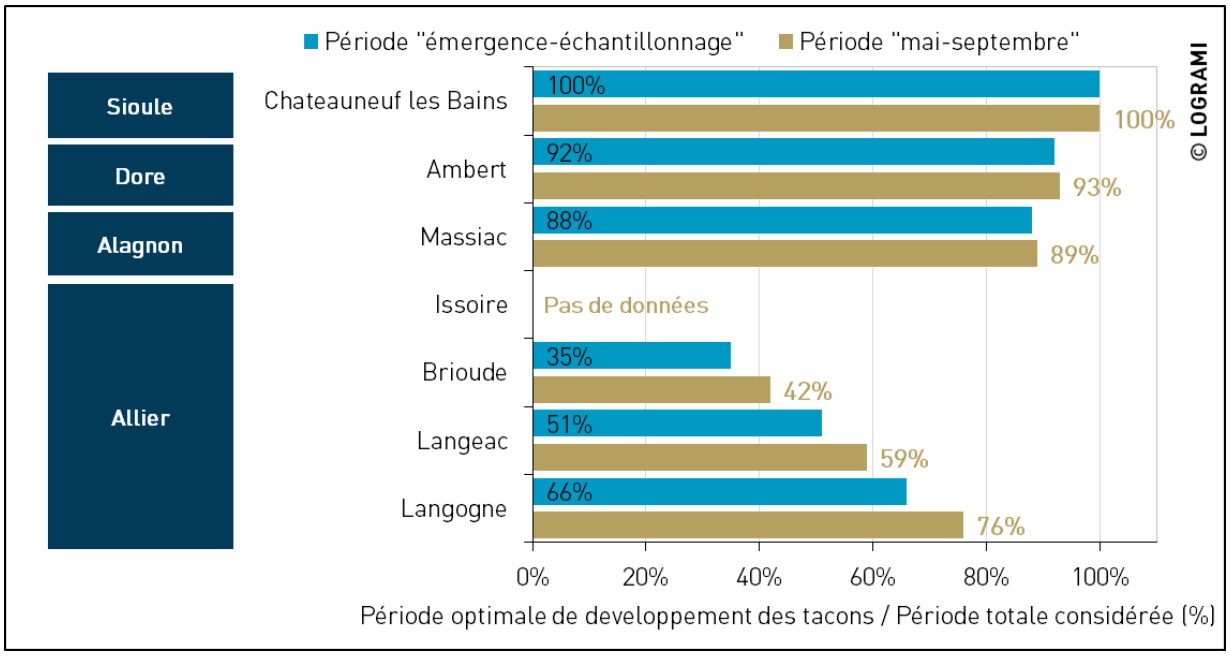


Figure 277 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons en 2022 selon la période considérée (période globale de mai à septembre et période plus précise entre l'émergence médiane et les dates d'échantillonnages automnaux) pour les stations thermiques des cours d'eau échantillonnés sur le bassin de l'Allier : Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne (Sources : LOGRAMI)

10.5.1.2 Hydrologie

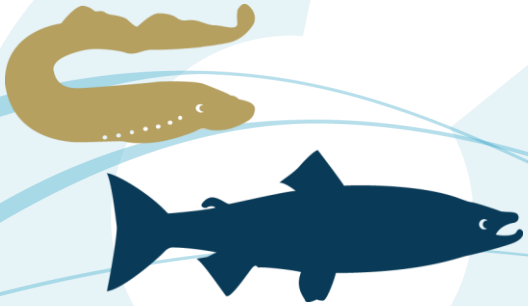
En 2022, hormis sur la Couze Chambon, aucun évènement hydrologique soutenu dépassant le seuil de 5 fois le module, défini comme impactant, n'est venu perturber la croissance des tacons sur l'ensemble des bassins étudiés (Tableau 30). La crue observée sur la Couze Chambon atteint très justement ce seuil (5,3 fois le module le 27/06/2022), il est donc possible qu'elle ait eu un impact sur des alevins potentiellement présents (probabilité réduite).

La faiblesse généralisée des débits d'étiage observés en 2022 sur les cours d'eau du bassin de la Loire semblent quant à elle beaucoup plus problématique. Des records ont été battus notamment sur l'Allier (à Langogne), la Dore, la Desges, le Chapeauroux et la Senouire (assec durant 4 journées). Les niveaux les plus bas ont été observés partout entre le 9 et le 15 août sauf sur l'Allier en aval de la restitution du soutien d'étiage de Naussac (artificialisation du régime hydrologique naturel) (Tableau 30).

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 30 : Conditions hydrologiques maximales (hautes eaux : débit moyen journalier maximal en proportion du module) et minimales (basses eaux ; VCN3 : débit mojen journalier minimal observé calculé sur 3 jours) durant le développement des alevins de Saumon atlantique en 2022 sur l'ensemble des bassins étudiés équipés de stations hydrométriques (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)

Rivière	Station hydrométrique	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	0,5	0,342	cinquentennale	09-10-11 août	Record pour la station
	Langeac	0,7	6,17	< biennale	20-21-22 août	Soutien étiage Naussac
	Vieille-Brioude	0,5	6,19	< biennale	7-8-9 juillet	Soutien étiage Naussac
	Coudes	1,4	8,21	entre vicennale et cinquantenale	1-2-3 septembre	Bas malgré soutien Naussac car Alagnon et Couzes très bas
Alagnon	Joursac	1,4	0,55	entre quinquennale et décennale	11-12-13 août	
	Lempdes-sur-Allagnon	1,2	0,77	cinquentennale	11-12-13 août	Pas record : 1972
Dore	Ambert	0,8	0,023	> vicennale	11-12-13 août	Record pour la station
	Dorat	1,9	0,786	cinquentennale	11-12-13 août	Pas record : 2003 ; 0,561
Sioule	Chateauneuf les Bains	2,3	2,95	cinquentennale	16-17-18 juillet	Proche du record de 2004 : 2,23
	Ebreuil	2,3	2,9	quinquennale	27-28-29 août	
Chapeauroux	St Bonnet de Montauroux	0,6	0,066	cinquantennale	11-12-13 août	Record pour la station
Desges	Chanteuges	0,6	0,045	cinquantennale	11-12-13 août	Record pour la station
Cronce	Aubazat	0,5	0,013	cinquantennale	11-12-13 août	proche record
Senouire	Salzuit	1,0	0	cinquantennale	11-12-13 août	Record pour la station - assec 4 jours 10-11-12-13 août
Couze d'Ardes	Madriat	2,1	0,088	quinquennale	11-12-13 août	
Couze Pavin	St Floret	2,0	0,705	entre biennale et quinquennale	11-12-13 août	
Couze Chambon	Champeix	5,3	0,463	quinquennale	11-12-13 août	
Creuse	Argenton sur Creuse	1,1	0,704	biennale	9-10-11 août	
Gartempe	Lathus St-Rémy	1,5	1,04	décennale	13-14-15 août	
Gartempe	Folles	2,7	0,512	vicennale	11-12-13 août	



10.5.2. Abondance de juvéniles de saumons natifs et déversés en 2022

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 de 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) (J. M. Bach et al., 2018) et des surfaces d'Equivalents Radiers-Rapides connues. La comparaison de la production notamment au regard des maximums théoriques et constatés l'année donnée permet d'évaluer le niveau annuel de recrutement en tacons 0+.

Pour les cours d'eau où la granulométrie du fond est décrite, seules les surfaces ERR présentant une granulométrie principale constituée de blocs, pierres ou cailloux ont été considérées. En outre, pour chaque cours d'eau, afin de s'approcher le plus possible de la réalité, seules les surfaces productives (ERR) des secteurs représentatifs colonisés les plus probables ont été considérées. Suivant la même logique, seuls les indices d'abondances obtenus dans ces secteurs ont été considérés pour calculer un indice moyen (IA moyen) utilisé pour le calcul de production de tacons 0+ d'automne de ces secteurs.

Aussi pour essayer de distinguer les productions par origine des tacons (natifs ou déversés), les cours d'eau ont été sectorisés en fonction des zones de déversements d'alevins de pisciculture.

10.5.2.1 Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe

La capacité productive théorique de la Gartempe pour le saumon est relativement forte d'après l'« Etude actualisée des potentialités de la Gartempe pour le Saumon atlantique » (Cosyns et al., 2013) qui a estimé à 48 ha la surface potentielle d'accueil des juvéniles, 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.

Depuis 2020, aucun juvénile de saumon n'a été déversé dans la Gartempe. Cette décision d'arrêt temporaire des déversements a été prise par la DREAL Centre Val-de-Loire suite aux tensions budgétaires existant pour cette action d'une part et aux problèmes de continuité écologique observés sur ce cours d'eau.

Afin de préserver la série de données des échantillonnages par pêche sur les juvéniles de saumon et de recueillir des données sur les juvéniles de l'année précédente, les échantillonnages ont toutefois été planifiés.11 stations d'échantillonnage avaient été prévues (Figure 278). Les trois stations les plus en aval ont été ajoutées aux secteurs prospectés en 2021 afin d'augmenter les chances de trouver des alevins natifs tant le nombre de géniteurs est faible à remonter jusqu'à Châteauponsac (dernier individu compté en 2014). Pour rappel, la station de Châteauponsac n'est plus en fonctionnement depuis mars 2020, ainsi aucun comptage n'a pu être réalisé depuis 2 ans. Les stations ont été choisies pour respecter la couverture géographique du tronçon concerné et en fonction de leur historique (nombre d'années d'échantillonnages).

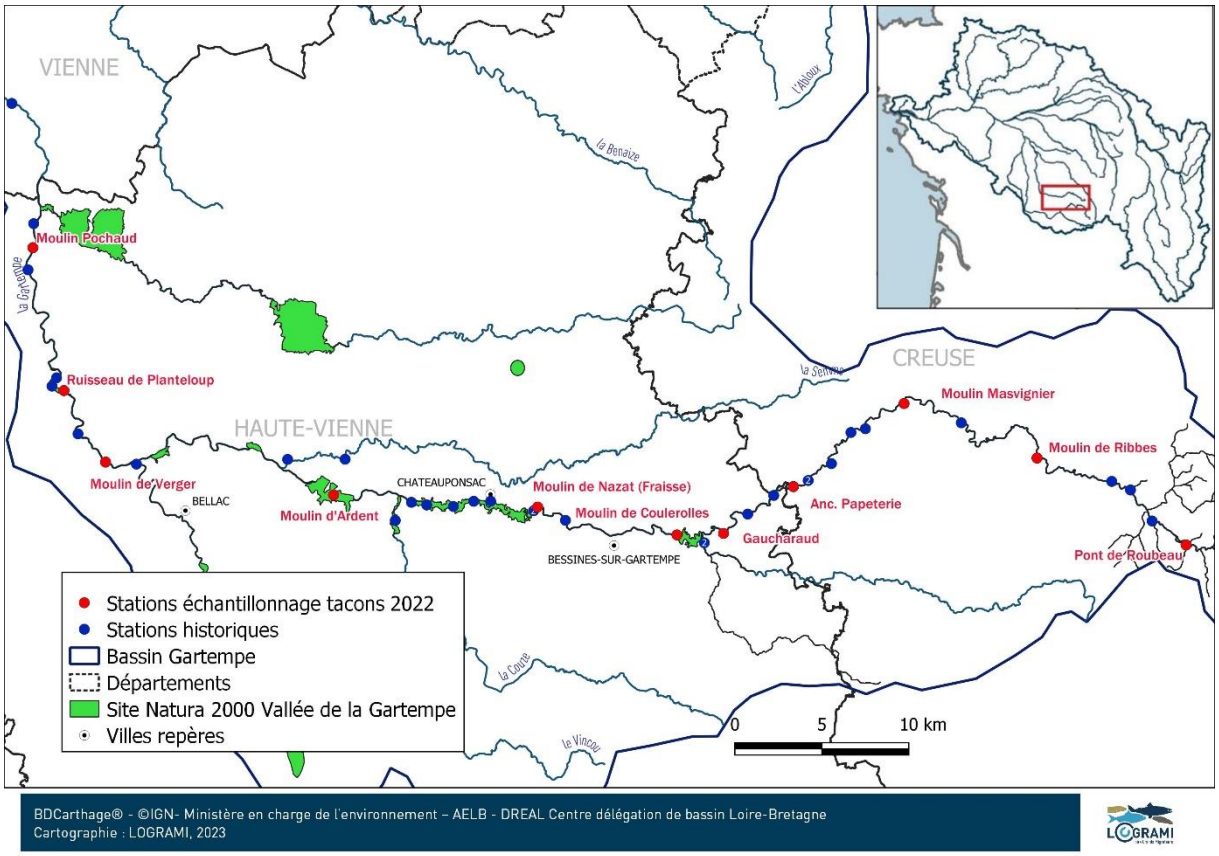


Figure 278 : Stations choisies pour l'échantillonnage du suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2022 sur la Gartempe (Sources : LOGRAMI)

Cependant, en raison des niveaux d'eau très bas, deux arrêtés sècheresses ont été pris en Haute-Vienne ainsi que dans le département de la Creuse dès le mois d'août et jusqu'au 31 octobre 2022 interdisant toute forme de pêche y compris celles à vocation scientifique. Il n'a pas été possible de reporter ces échantillonnages en novembre afin de ne pas nuire à la reproduction d'autres salmonidés comme la Truite fario qui pouvait avoir débuté. **L'ensemble des stations n'a donc pas été inventorié en 2022**. L'échantillonnage des mêmes stations devrait être reconduit en juin 2023. A cette date, les débits devraient être encore suffisants pour ne pas être dans une période restreinte par un arrêté sècheresse. Aucun changement quant à l'objectif qui reste de déterminer l'abondance en juvéniles de saumon sur l'axe Gartempe par le biais d'échantillonnages.

10.5.2.2 Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

Contexte de l'année 2022

Sur le bassin de l'Allier, la campagne de suivi 2022 évalue la production de juvéniles issue :

- **de la reproduction naturelle de 2021**, année où 234 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (264 – 30 géniteurs capturés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage) dont 57 ont franchi le seuil de Langeac et 48 (estimation) celui de Poutès (Association LOGRAMI, 2022). Par ailleurs, sur la Sioule en 2021, seulement 1 géniteur potentiel avait été comptabilisé à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Moulin Breland) mais tout de même 19 à la station de comptage de Jenzat située plus en amont.

Un suivi de la reproduction des saumons réalisé en 2021 uniquement sur l'Alagnon et l'Allier a permis de recenser respectivement 15 et 159 frayères. Le total cumulé de 175 frayères correspond au plus faible effectif comptabilisé sur les 12 années de suivis conjoints sur ces deux cours d'eau depuis 2001 (Association LOGRAMI, 2022) ;

- **des 275 992 alevins de pisciculture déversés en 2022.** 249 574 ont été produits et déversés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (C. Bérard com. pers. par mail du 10/01/2023) et 26 418 produits par les incubateurs de l'Arçon, de la Prade et de Blassac, et déversés par l'Association Protectrice du Saumon (Sauvadet, 2022) sur l'ensemble du bassin de l'Allier :
  - 269 111 sur l'Allier – 97,5 % - 132 184 sur le secteur S2, 129 256 sur le secteur S4 et 7 671 sur les 1 400 premiers mètres amont du secteur S5 ;
  - 6 881 sur la Cronce – 2,5 %.

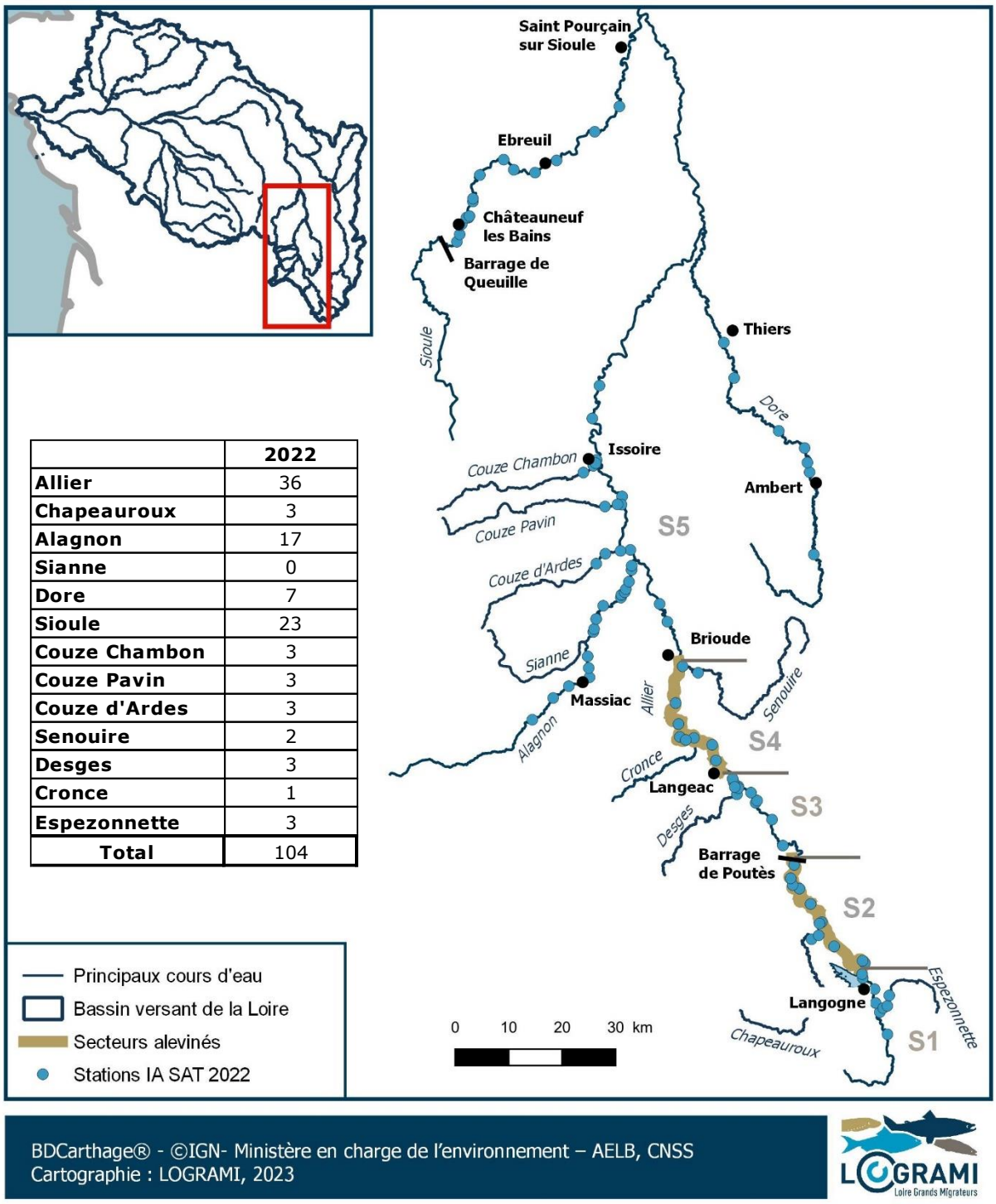
En 2022, aucun déversement n'a été réalisé sur les autres affluents : la Sioule, la Dore, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes, l'Alagnon et la Senouire.

Localisation et caractéristiques des sites d'échantillonnage

En 2022, 104 stations ont été échantillonnées selon le protocole des Indices d'Abondances (IA) tacons sur 12 cours d'eau du bassin de l'Allier représentant un linéaire total de 432,7 km accueillant potentiellement des tacons 0+ (Figure 279). Cet échantillonnage est relativement important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 280).

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) ;
- 17 sur l'Alagnon entre la Combelle (63, à 1,5 km de la confluence avec l'Allier) et Ferrières-Sainte-Mary (15) (49 km) (17 sur le cours principal de l'Alagnon et 1 sur le Béal) ;
- 7 sur la Dore entre Escoutoux (63) et Marsac-en-Livradois (63) (71 km) ;
- 23 sur la Sioule entre Broût-Vernet (03) et l'aval du barrage de Queuille (63) (72 km) dont 7 échantillonnées par la FDPPMA de l'Allier ;
- 3 sur la Couze Chambon entre Neschers (63) et Coudes (63) (3,8 km);
- 3 sur la Couze Pavin sur la commune d'Issoire (63) (3,4 km);
- 3 sur la Couze d'Ardes entre le Breuil sur Couze (63) et Collanges (63) (7 km) ;
- 2 sur la Senouire entre Vieille-Brioude (43) et Lavaudieu (43) (5,6 km) ;
- 3 sur la Desges sur la commune de Chanteuges (43) (4,5 km) ;
- 3 sur l'Espezonnette entre Le Cellier du Luc (07) et Saint-Alban-la-Montagne (07) (3,5 km) ;
- 1 sur la Cronce à Aubazat (43) (0,2 km).



	2022
Allier	36
Chapeauroux	3
Alagnon	17
Sianne	0
Dore	7
Sioule	23
Couze Chambon	3
Couze Pavin	3
Couze d'Ardes	3
Senouire	2
Desges	3
Cronce	1
Espezonnette	3
Total	104

Figure 279 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de Saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2022

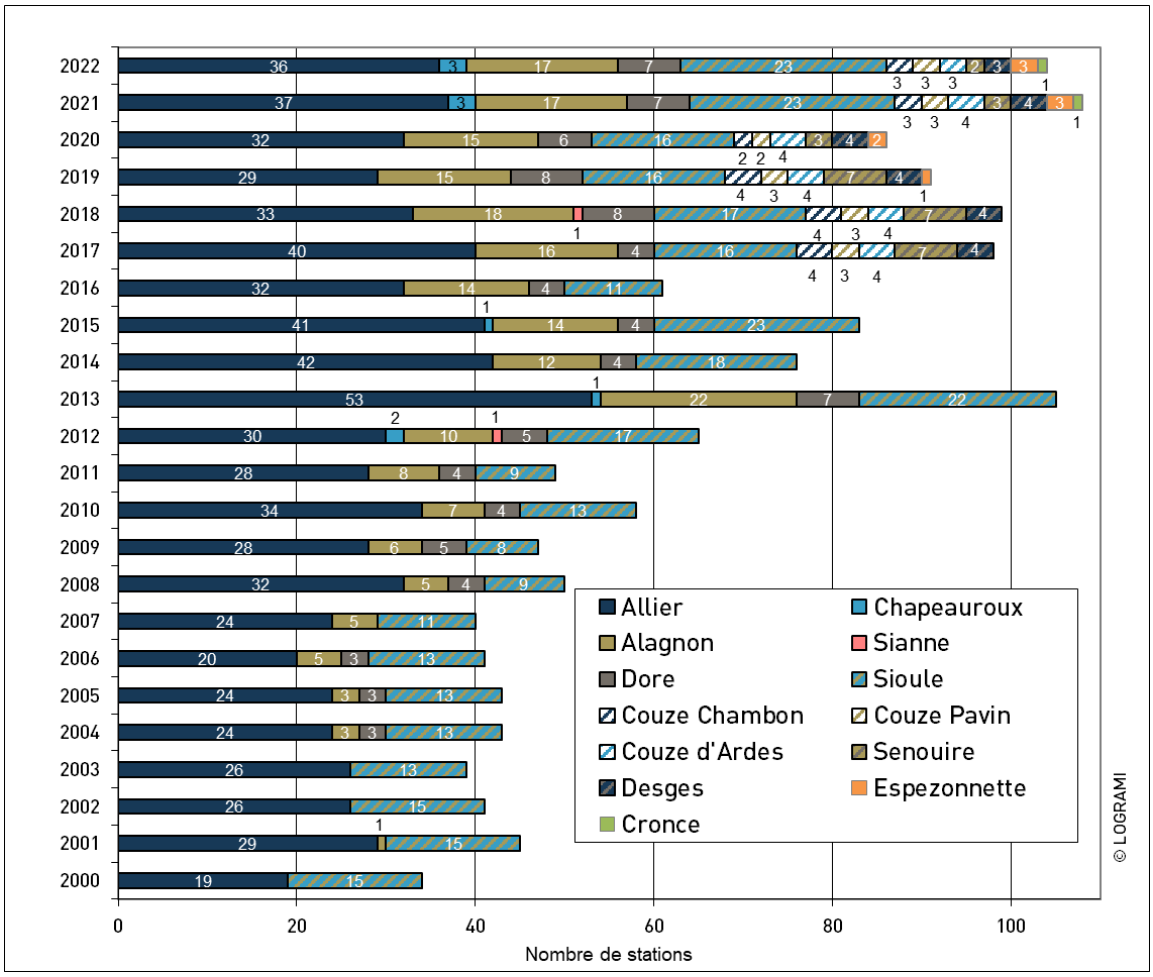


Figure 280 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance de juvéniles de saumon sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000

Les densités surfaciques de tacons 0+ (nb 0+ ind./m^2) de deux stations complémentaires à ce réseau, obtenues par inventaires à l'électricité réalisées par des FDPPMA partenaires, ont également été utilisées pour les calculs de production de juvéniles :

- une sur la Couze d'Ardes sur l'amont du secteur (Barrège- Madriat, 63) habituellement échantillonnée par LOGRAMI avec le protocole IA tacons mais volontairement abandonnée en 2022 au moment de la planification du réseau d'échantillonnage ;
- une sur la Desges en aval du bourg de Chanteuges (43) (inventaire bisannuel de la FDPPMA43 sinon échantillonnée par LOGRAMI avec le protocole IA tacons).

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 au caractère "pente" du cours d'eau Allier et prend également en compte les obstacles les plus limitants pour la migration des poissons. Par souci de continuité dans les comparaisons diachroniques, ce découpage est réutilisé (Tableau 31).

Tableau 31 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de Saumon atlantique imparties en 2022

Secteur	Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2022	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

En raison de l'observation de plusieurs frayères dans l'ancienne retenue du barrage de Poutès en 2020 et 2021, une nouvelle station située 1 500 m en amont du barrage y a été échantillonnée afin d'en évaluer sa capacité productive. **Cette station ne correspond pas à celle échantillonnée en 2021 (située 500 mètres plus en aval) car cette dernière se situe dans la zone d'influence de la nouvelle retenue qui mesure quasiment 1 500 mètres contre 400 mètres prévus.**

Déroulement des échantillonnages et conditions hydrologiques

Quinze jours répartis du 29 août au 19 septembre 2022 ont été nécessaires pour échantillonner les 97 stations inventoriées par LOGRAMI. La période d'échantillonnage de la campagne 2022 est plutôt peu étendue grâce au maintien de conditions hydrologiques favorables.

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 32).

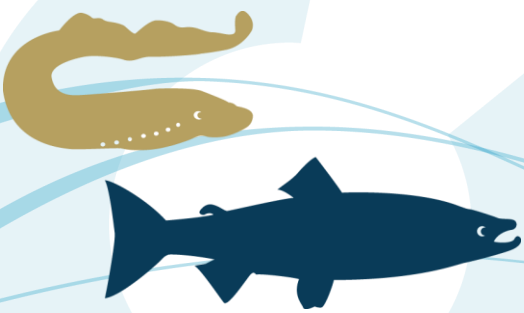


Tableau 32 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2022 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr)

Cours d'eau	Date	QJM (m^3/s)	% QM sept réf	QMM sept réf (m^3/s)	Station hydrométrique
Allier	01/09/2022	0,038	8%	0,503	Laveyrune
	02/09/2022	0,05	10%	0,503	Laveyrune
	01/09/2022	0,488	18%	2,77	Langogne
	30/08/2022	6,05	71%	8,54	Nouveau Monde
	31/08/2022	6	70%	8,54	Nouveau Monde
	01/09/2022	6,14	72%	8,54	Nouveau Monde
	29/08/2022	6,86	69%	10	Prades
	30/08/2022	6,19	62%	10	Prades
	05/09/2022	7,3	62%	11,8	Langeac
	06/09/2022	8,11	83%	9,76	Vieille-Brioude
	07/09/2022	9,14	94%	9,76	Vieille-Brioude
	07/09/2022	11,1	81%	13,7	Pont d'Auzon
	08/09/2022	11,5	84%	13,7	Pont d'Auzon
	08/09/2022	14,1	78%	18,1	Coudes
	09/09/2022	14,2	78%	18,1	Coudes
Alagnon	15/09/2022	0,773	34%	2,3	Joursac
	07/09/2022	1,69	51%	3,29	Lempdes-sur-Allagnon
	15/09/2022	1,26	38%	3,29	Lempdes-sur-Allagnon
	16/09/2022	1,29	39%	3,29	Lempdes-sur-Allagnon
Dore	19/09/2022	0,238	19%	1,27	Ambert
	19/09/2022	0,983	24%	4,15	Giroux
Sioule	09/09/2022	3,28	36%	9,21	Châteauneuf les Bains
	12/09/2022	3,26	35%	9,21	Châteauneuf les Bains
	14/09/2022	3,51	39%	9,03	Ebreuil
Senouire	06/09/2022	0,328	64%	0,511	Paulhaguet
Chapeauroux	31/08/2022	0,278	30%	0,931	St Bonnet-de-Montauroux
Desges	05/09/2022	0,143	25%	0,572	Chanteuges
Cronce	06/09/2022	0,061	17%	0,349	Aubazat
Couze Chambon	08/09/2022	0,563	52%	1,09	Champeix
Couze Pavin	08/09/2022	0,923	57%	1,61	St Floret
Couze d'Ardes	07/09/2022	0,234	68%	0,346	Madriat

10.5.2.3 Abondance de juvéniles de saumon sur l'Allier

Indices d'abondance 2022

Sur l'Allier en 2022, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur 30 des 36 stations échantillonnées. Hormis la station « Nouveau-Monde » qui se situe sur le secteur S2, les stations ne présentant pas de tacons 0+ sont, soit situées sur l'extrémité aval du linéaire échantillonné, soit sur son extrémité amont (Figure 281). Le linéaire potentiellement colonisé est compris entre Coudes (63) et Langogne (48), soit une étendue de 176 km. Les indices d'abondance varient de 0 à 144 ind. 0+/5 min.

La station échantillonnée dans l'ancienne retenue du barrage de Poutès a présenté un indice d'abondance de 14 tacons 0+/5 min (classe « abondance faible »). Comme constatée en 2021, cette présence inédite depuis la construction du barrage en 1941 révèle de fait **la capacité productive de l'ancienne retenue et la rapidité de la réponse biologique des organismes à la restauration de leur habitat naturel.**

Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de l'Allier en 2022 s'élève à 23,6 individus 0+/5 min +/- 28,1**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible.

A l'échelle des secteurs, un gradient de croissance de l'abondance est constaté depuis S5 en aval vers S3 en amont. Ce niveau d'abondance diminue faiblement entre les secteurs S3 et S2 puis décline plus drastiquement sur le dernier secteur amont S1. Les secteurs S4, S3 et S2 sont les plus densément peuplés.

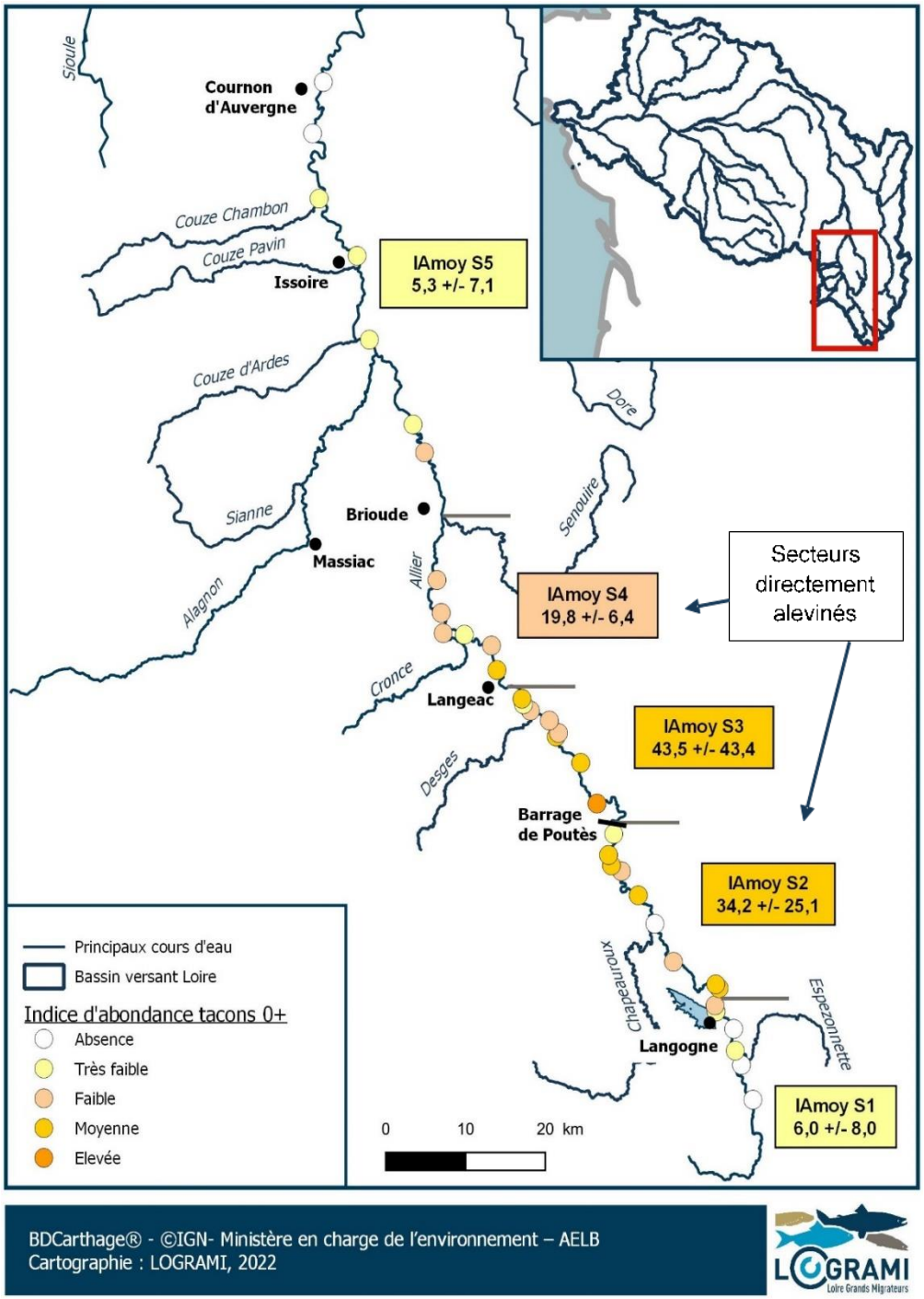


Figure 281 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les 36 stations échantillonnées sur l'Allier en 2022

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Sur le secteur S1, l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2021 (6,0 +/- 8,0 contre 20,1 +/- 37,9 avec min : 0 et max : 146,7) mais n'est que très légèrement inférieur à celle observée les années sans alevinage (9,3 +/ 16,2) (Figure 282). Ce faible niveau d'abondance s'explique avant tout par la faible exploitation de ce secteur par les géniteurs pour leur reproduction (seulement 4 frayères observées en 2021).

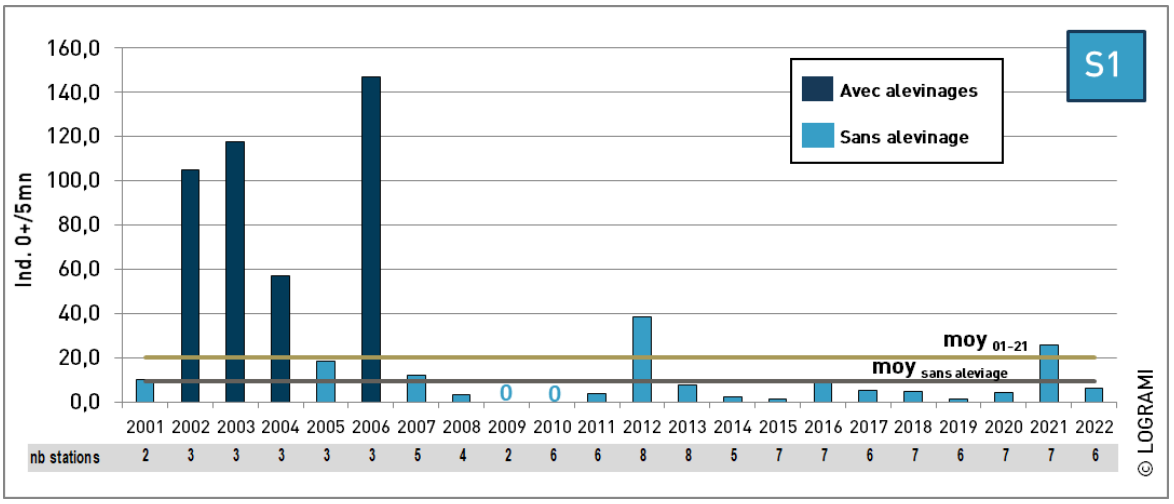


Figure 282 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S2, l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est supérieur à la moyenne observée sur la période 2001-2021 (34,2 +/- 25,1 contre 30,1 +/- 35,1) (Figure 283). Bien que ce secteur ait historiquement présenté des indices d'abondance moyens jugés « moyens » en l'absence de déversement d'alevins de pisciculture (2014 et 2015) et que ce dernier accueillait de la reproduction naturelle en 2021 (22 frayères soit 13,8 % des frayères comptabilisées sur l'Allier), l'abondance de tacons 0+ du secteur S2 paraît indéniablement influencée par les alevinages qui y ont été réalisés en 2022 (132 184 alevins).

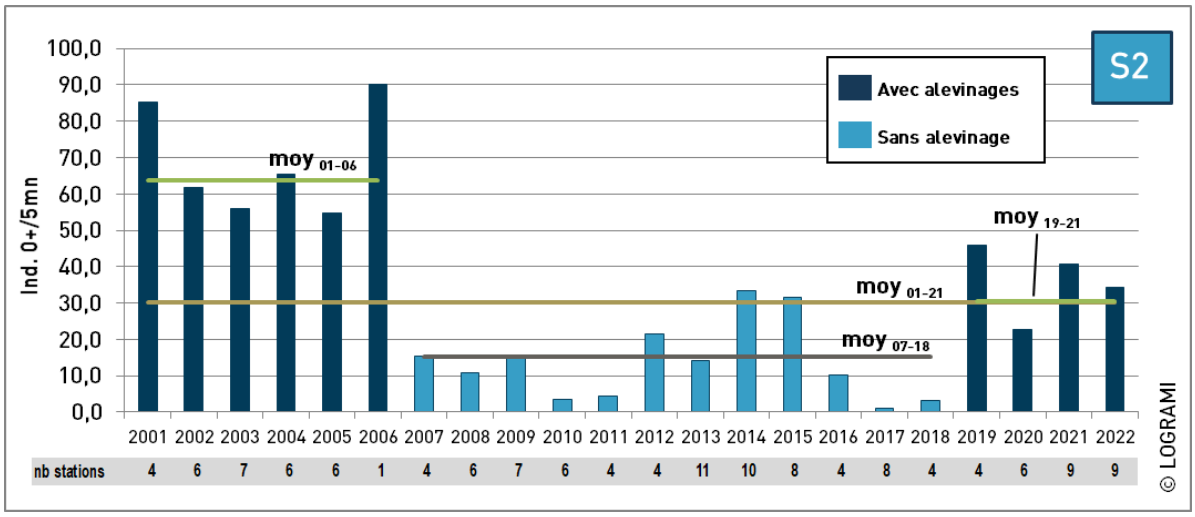


Figure 283 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S3, l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2009-2021 (43,5 +/- 43,4 contre 70,3 +/- 57,7) (Figure 284). Dans ce secteur non aleviné, ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2021 pour se reproduire (seulement 36 frayères en 2021 soit 22,6 % des frayères comptabilisées sur l'Allier au lieu de 29,8+/- 9,9 % en moyenne sur la période 2000-2020). Les saumons ont en effet profité de l'ouverture de l'ouvrage de Poutès pour privilégier une montaison sur les secteurs les plus apicaux au détriment de l'accumulation de pontes sur le secteur S3 et sur le TCC du barrage de Poutès en particulier (Association LOGRAMI, 2022).

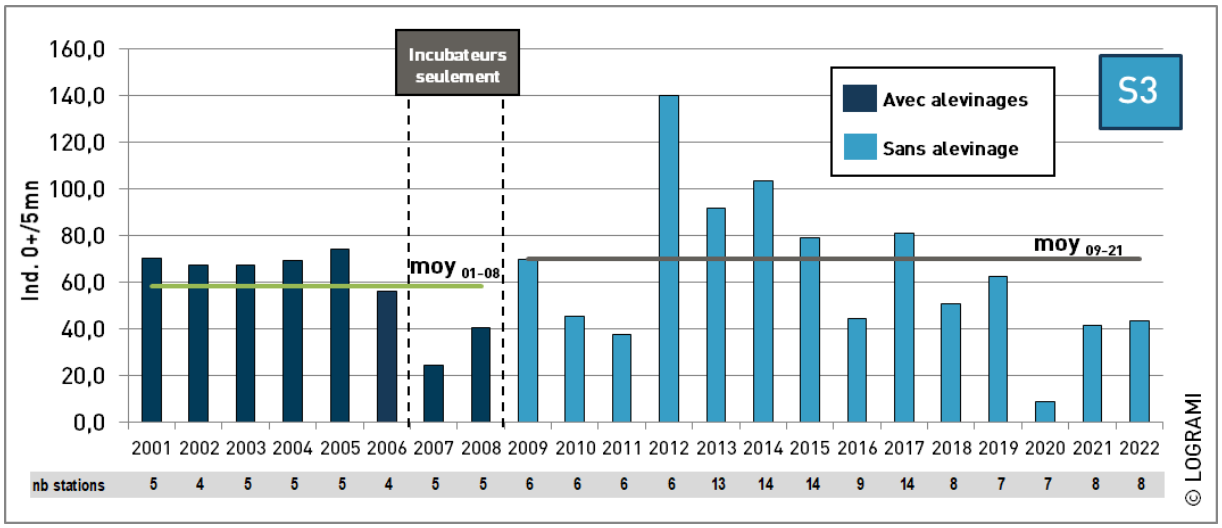


Figure 284 :Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S4, l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2021 (19,8 +/- 6,4 contre 44,5 +/- 34,8) (Figure 285). Accueillant pourtant 51 frayères en 2021 (32,3% du total comptabilisé sur l'Allier), il est établi que ce secteur présente des taux de survie moins élevés que les secteurs situés plus en amont. Ainsi, et malgré que les 6 stations échantillonnées sur ce secteur étaient toutes directement alevinées, la diminution des quantités d'alevins déversées expliquerait en partie l'indice moyen observé en 2022 (129 256 en 2022 contre 328 000 en moyenne sur la période 2009-2019, incubateurs compris).

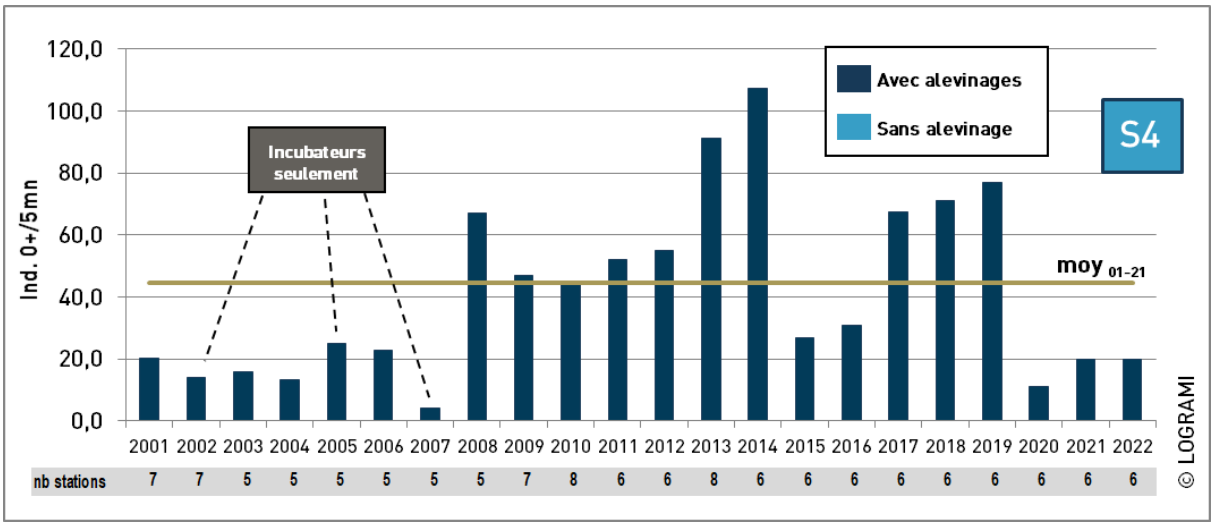


Figure 285 :Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S5, l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2021 (6,3 +/- 3,4 contre 16,7 +/- 15,4) (Figure 286). Tout comme pour le secteur S4, ce résultat provient principalement de l'absence d'alevinage sur ce secteur en 2022 (excepté les 1 400 premiers mètres amont du secteur, par ailleurs non échantillonnés). Il accueillait toutefois 46 frayères en 2021 (29,1% du total comptabilisé sur l'Allier) mais les taux de survie y sont nettement inférieurs à ceux des secteurs amont.

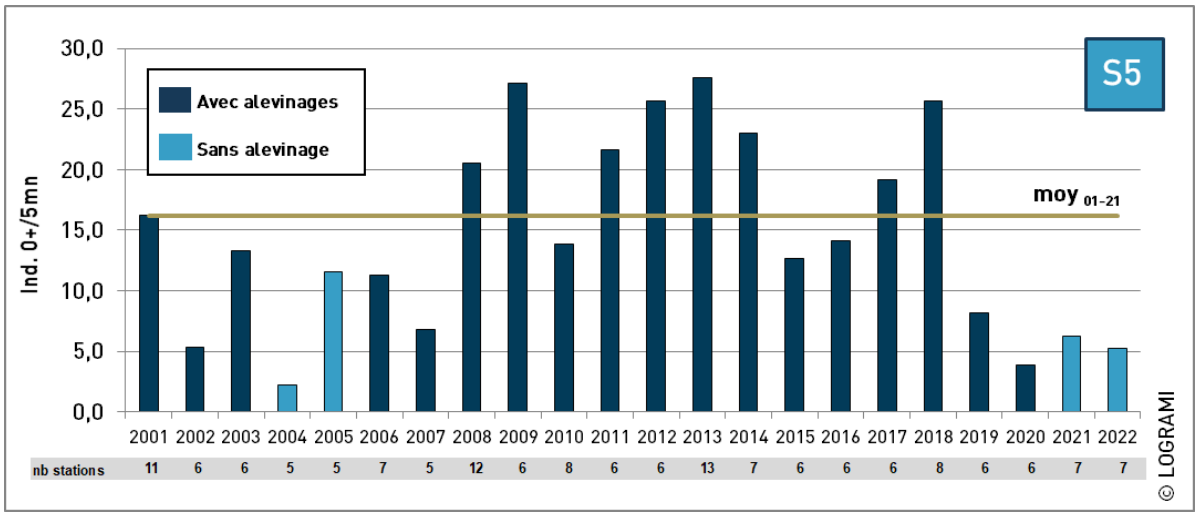


Figure 286 :Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2001

A l'échelle de l'axe Allier, la comparaison des indices d'abondance moyens par secteur de l'année 2022 avec ceux observés en moyenne sur deux périodes aux stratégies d'alevinage distinctes (2009-2018 : alevinages concentrés sur S4 et S5 ; 2019-2021 : baisse des quantités déversées et répartition sur S2-S4-S5) met en évidence que les résultats de l'année 2022 s'apparentent bien à ceux de la chronique 2019-2021 (Figure 287) avec par rapport à la période 2009-2018 :

- une relative stabilité pour le secteur S1;
- une augmentation pour le secteur S2 ;
- une diminution pour les trois autres secteurs en aval S3, S4 et S5.

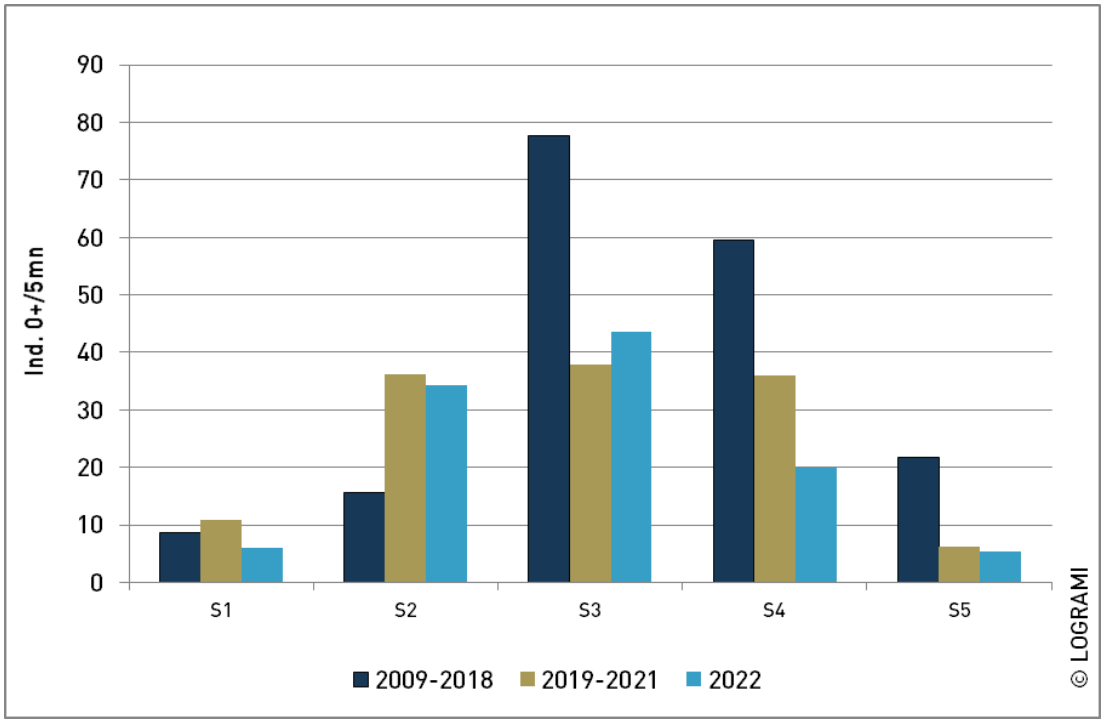


Figure 287 : Indices d'abondances tacons 0+ moyens sur les cinq secteurs de l'Allier en 2022 et comparaison avec les moyennes observées pour deux périodes distinctes sur l'aspect « stratégie alevinage » (2009-2018 et 2019-2021)

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.**

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 :

- La partie située en amont de la confluence avec le Liauron (07/48) (pas de tacons 0+ capturé et pas de fraie observée) ;
- La partie située en aval des Martres de Veyre (pont du Bateau) (63), (pas de tacon 0+ capturé et dernier point déversé situé 66 km en amont et seulement 1 tacons 0+ capturé à Coudes 13km plus en amont).

Hormis pour le secteur S5 qui revêt un caractère spécifique en 2022, 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 ce secteur.

La spécificité du calcul de la production sur le secteur S5 en 2022 repose sur le fait que seuls les 1 400 premiers mètres amont de ce secteur ont été alevinés (7 671 alevins) et non échantillonnés par méconnaissance du plan de déversement du CNSS (pas de diffusion publique). Ainsi, pour ne pas trop sous-estimer la production de ce sous-secteur en utilisant l'indice moyen obtenu sur le secteur S5 (secteur reconnu comme naturellement moins productif), la densité moyenne des alevins sur les 16 134 m² d'ERR compris entre le barrage de la Bageasse et le stade de Brioude (43) a été jugée identique à celle observée sur le secteur S4 qui le précède. Ainsi l'indice moyen obtenu sur S4 a été employé pour calculer la production de ce sous-secteur amont de S5.

En 2022, **les tacons des secteurs S1, S3 et S5 (aval stade Brioude) sont considérés comme natifs**. Pour la réalisation de ce bilan, **les tacons produits sur les secteurs alevinés S2, S4 et S5 (amont stade Brioude) ont été considérés comme un amalgame natifs-déversés (origines mixtes)** puisqu'il y a une présence avérée de nids en 2021. Cette production d'alevins correspond donc à une estimation globale.

Selon la méthode estimative employée, **l'Allier aurait produit, en 2022, 136 292 tacons 0+ d'automne** (Tableau 33). Cette production est inférieure à la moyenne observée sur la période 2000-2021 (215 657 +/- 72 745 ; min : 61 074 et max : 346 800) et constitue la 3e moins importante production devant celle des années 2007 et 2020 (Figure 288). Elle s'apparente à celles observées en 2010, 2011, 2016 et 2021.

Tableau 33 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Allier en 2022

Secteur considéré	Surface ERR (m²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée		Part de la production (%)	Origine présumée des tacons
S1 (conf. Liauron -restitution Naussac) (décrit en 2021)	37 711	7,2	1 607		1,2%	natifs
S2 (décrit en 2020)	199 848	34,2	40 462		29,7%	mixtes
S3 (décrit en 1999)	232 048	43,5	59 757		43,8%	natifs
S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	177 191	19,8	20 770		15,2%	mixtes
S5 La Bageasse – Stade Brioude (décrit en 2018)	16 134	19,8	1 891	13 696	1,4%	mixtes
S5 Stade Brioude – Les Martres de Veyre (pont du Bateau) (décrit en 2018)	321 626	6,2	11 805		8,7%	natifs
Total Allier	984 558		136 292			

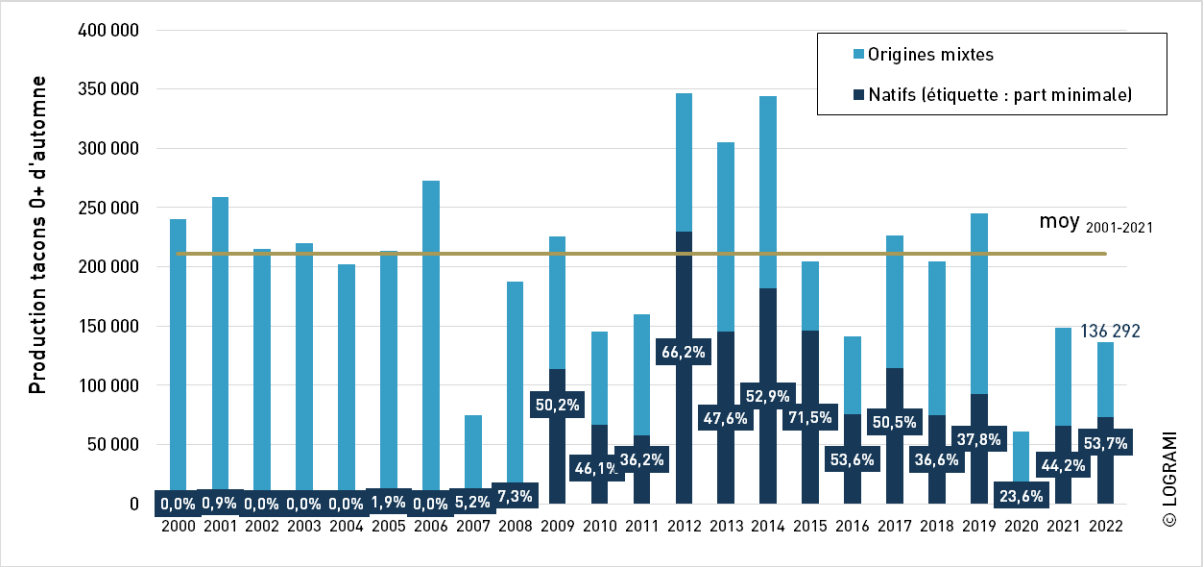


Figure 288 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Allier selon leur origine présumée depuis 2000

Avec respectivement 59 757 et 40 462 tacons 0+ produits, les secteurs S3 et S2 sont les principaux pourvoyeurs de tacons de l'Allier en 2022 (43,8 % et 29,7 %) (Tableau 33). Les secteurs S4, S5 et S1 contribuent dans une moindre mesure avec respectivement 15,2 %, 10 % et 1,2 % de la production.

La production globale de l'Allier en 2022 est constituée à minima de 73 169 tacons 0+ natifs (S1+S3+S5 aval stade Brioude = 53,7 %) et de 63 123 tacons 0+ d'origines mixtes (S2+S4+S5 amont stade Brioude = 46,3 %). La part minimale de tacons natifs de l'année 2022 est légèrement supérieure à la part moyenne constatée depuis 2009 (53,7 % contre 47,5 % +/- 12,7 %), année à partir de laquelle l'instauration d'une zone refuge qui exempte d'alevinage l'amont de Langeac (d'abord sur S1, S2 et S3 de 2009 à 2018 et puis seulement sur S1 et S3 à partir de 2019) permet cette estimation.

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 290). L'année 2012, de plus forte production globale, représente ainsi 1/3e 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) et aucun déversement d'alevins de pisciculture n'y avait été réalisé.

D'un point de vue global en 2022, la production de l'Allier correspond à 13% du maximum théorique et 39,3 % de la production maximale observée en 2012.

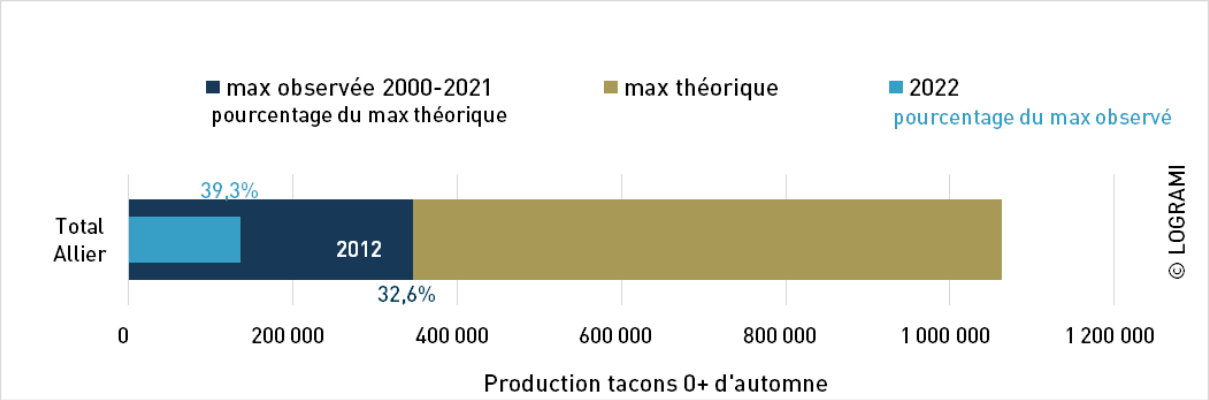


Figure 289 : Productions de tacons d'automne 0+ de l'Allier en 2022 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

En 2022, le secteur S2 est le secteur qui présente le moindre écart avec le maximum observé en 2006 (38,0 %) et 20,2% du maximal théorique (Figure 290). A l'inverse, la production du secteur S1 est, quant à elle, la plus éloignée du maximum observé en 2006 (3,8 %).

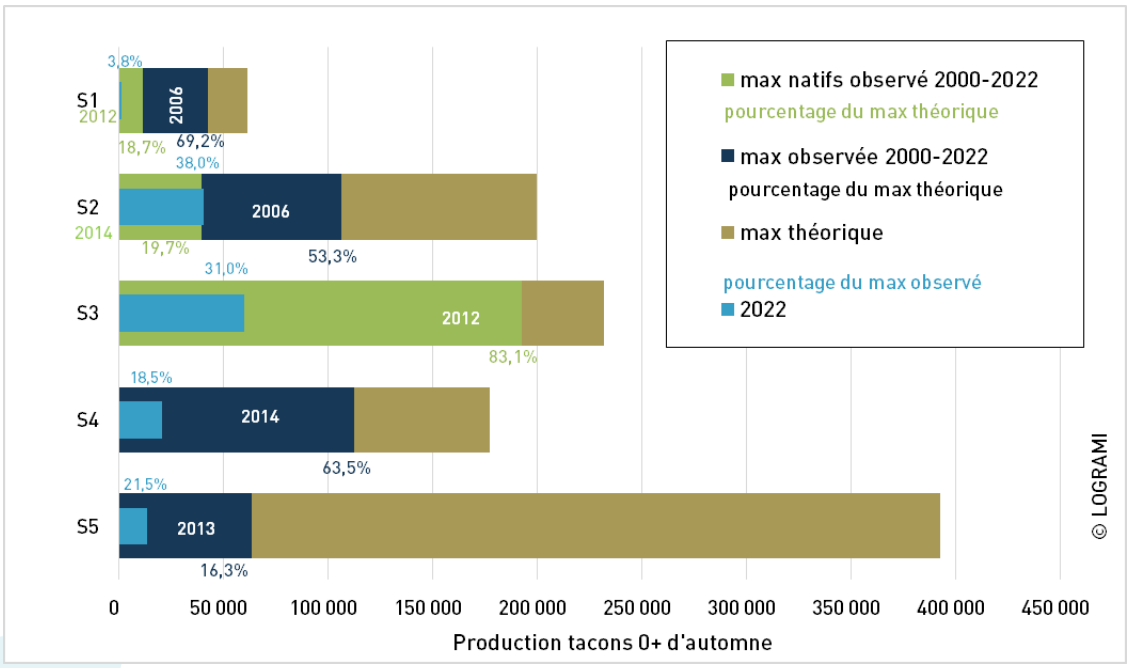


Figure 290 : Productions de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Allier en 2022 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

En dehors du secteur S3, les maximums observés sont tous constatés alors que les secteurs étaient alevinés (2006 pour S1 et S2 ; 2014 et 2013 pour S4 et S5). Il ne faut toutefois pas oublier que ces déversements interviennent en complément d'une reproduction naturelle et que la distinction ne peut alors pas être opérée. Les informations obtenues par ailleurs montrent par exemple que l'année 2014 est une année de forte production d'alevins natifs qui s'ajoutent donc aux alevins déversés et participent par exemple au record du secteur S4 en 2014. Le secteur S3 se démarque nettement avec une production d'alevins natifs maximum en 2012 proche de la production maximum théorique. Ces résultats attestent de la capacité indéniable de production naturelle d'alevins dès lors que le nombre de géniteurs accédant à la zone est supérieur à une centaine de saumons.

Malgré un alevinage conséquent sur la période 2008-2018 (234 000 alevins déversés en moyenne) et une part grandissante et non négligeable des frayères qui y sont comptabilisées (Association LOGRAMI, 2022), 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 quatre 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 quatre autres où les densités maximales observées à l'échelle de la station peuvent atteindre voire dépasser cette valeur (Figure 291). 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.

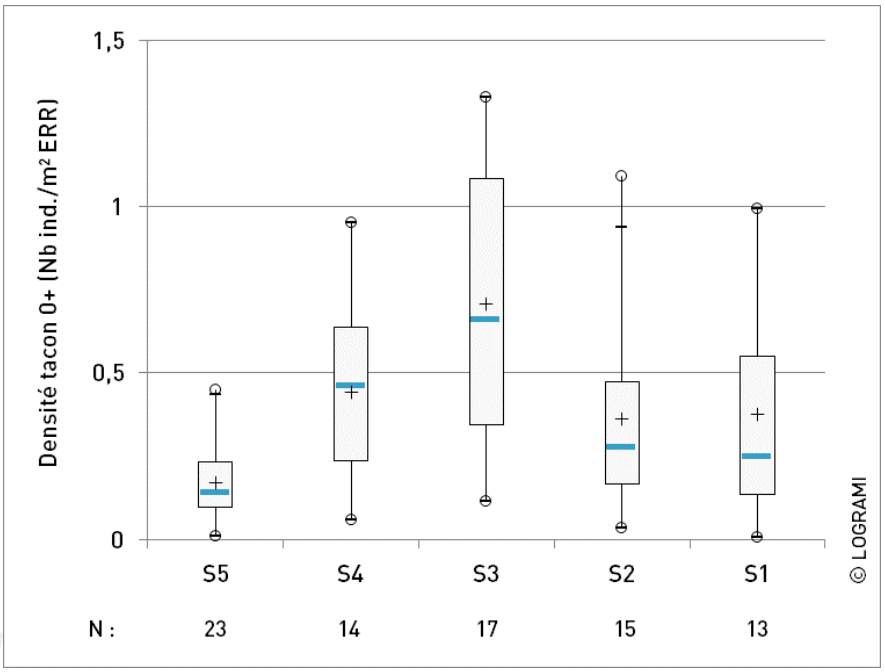


Figure 291 : Distribution des densités de tacons 0+ maximales observées depuis 2000 sur toutes les stations de l'Allier selon les secteurs (gradient aval-amont) (valeurs nulles exclues ; en bleu la médiane)

10.5.2.4 Abondance de juvéniles de saumons sur la Sioule

Indices d'Abondance 2022

Sur la Sioule en 2022, et malgré l'absence de déversement d'alevins de pisciculture (pour la première fois depuis l'année 2000), des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur 17 des 23 stations échantillonnées (16 échantillonnées par LOGRAMI et 7 échantillonnées par la FDPPMA de l'Allier). Les stations qui ne présentaient pas de tacons 0+ sont réparties sur l'ensemble du linéaire échantillonné (Figure 292). 3 tacons 0+ ont été capturés (IA très faible) sur la station située la plus en aval. Le linéaire potentiellement colonisé est compris entre Broût-Vernet (03) et Vitrac (63) (58,4 km). Les indices d'abondance varient de 0 à 19 ind. 0+/5 mn. Sur la majorité des stations présentant des tacons 0+, l'abondance y est jugée « très faible ». Seule une station présente une abondance jugée « faible ». Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Sioule en 2022 s'élève à 4,4 individus 0+/5 min +/- 5,2**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible. Bien que réduite, la présence de tacons 0+ sur le linéaire échantillonné, par ailleurs dépourvu d'alevinage, confirme la reproduction effective de géniteurs sur la Sioule en 2021 (comptage de frayères rendu impossible par les conditions hydrologiques).

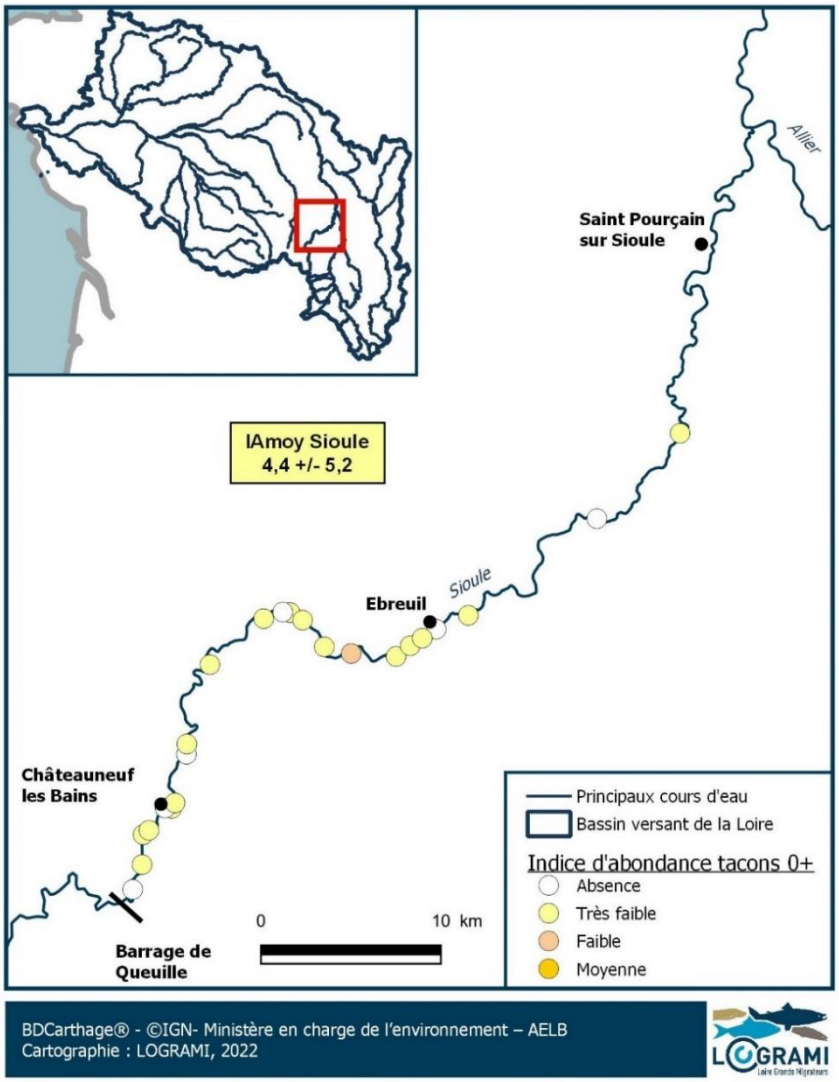


Figure 292 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Sioule en 2022 (23 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est très nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2021 (4,4 +/- 5,2 contre 43,8 +/- 52,8) (Figure 293). Il constitue le plus bas niveau d'abondance observé depuis 2000.

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 potentiellement réduite (19 géniteurs minimum à Jenzat en 2021) semblent les hypothèses privilégiées pour expliquer ce résultat.

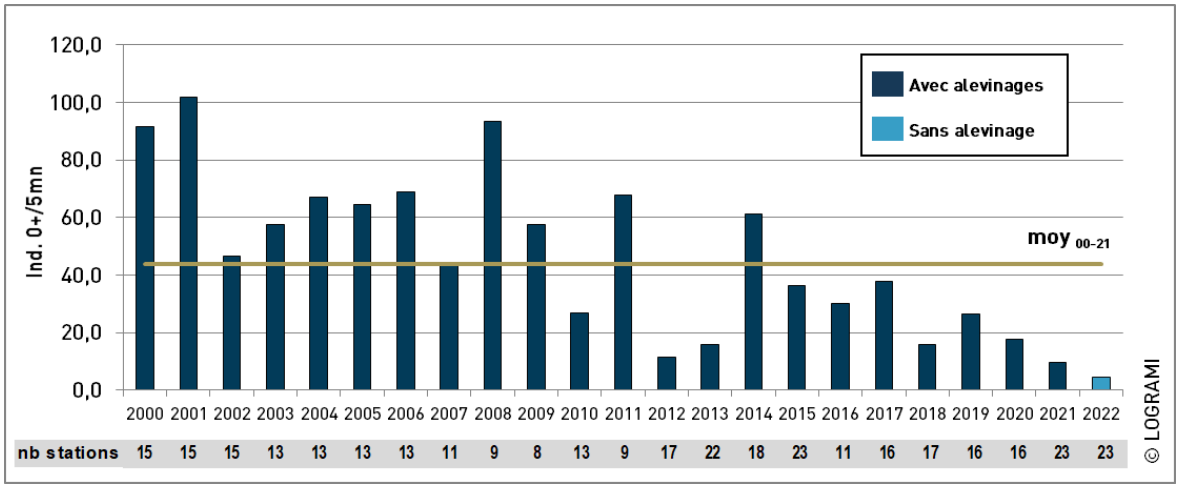


Figure 293 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Sioule depuis 2000

Production de tacons 0+ d'automne

Le secteur « Barrage de Queuille-aval pont Aubeterre » a été considéré pour estimer la production de tacons 0+ d'automne de la Sioule en 2022. Selon la méthode estimative employée, **la Sioule aurait produit, en 2022, 7 752 tacons 0+ d'automne natifs.** Cette production est nettement inférieure à la moyenne observée sur la période 2000-2021 (10 fois moins : 79 297 +/- 36 944) et constitue la production la moins importante jamais observée depuis 2000 (Figure 294). Elle ne correspond qu'à 5,2 % de la production maximale observée en 2001 (max : 147 869), soit 2,4% de la production maximale théorique (320 999 tacons 0+) (Figure 295).

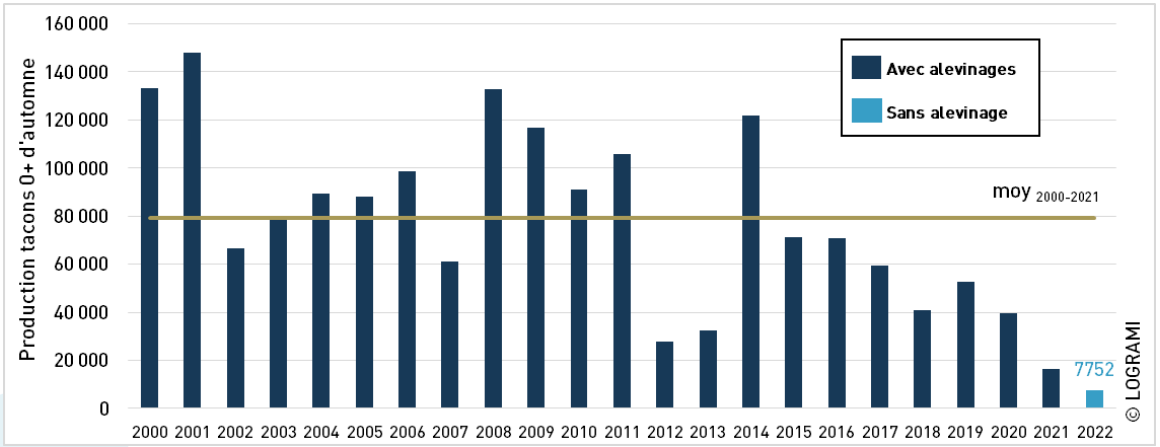


Figure 294 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule depuis 2000

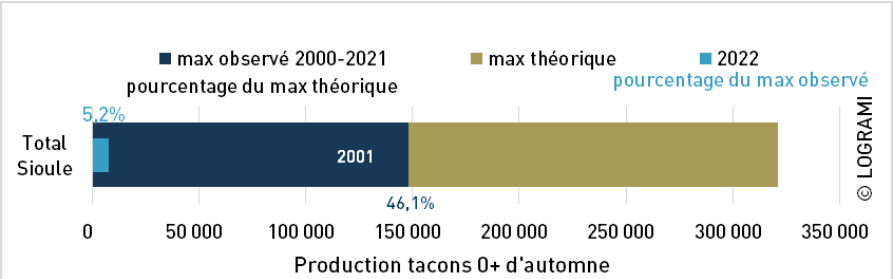


Figure 295 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

10.5.2.5 Abondance de juvéniles de saumons sur la Dore

Indices d'Abondance 2022

Sur la Dore en 2022, sur les 7 stations échantillonnées, seul un tacon 0+ d'automne a été capturé sur la station située la plus en aval (Figure 296). Un linéaire d'une douzaine de kilomètres entre Peschadoires (63) et Courpière (63) a potentiellement été colonisé. Les indices d'abondance varient de 0 à 1 ind. 0+/5 min. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Dore s'élève à 0,1 individus 0+/5 min +/-0,4**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible. La Dore n'ayant pas été alevinée en 2022, la présence de tacons 0+ natifs, bien qu'extrêmement faible et limitée à une partie aval réduite du linéaire de cet axe, révèle néanmoins son exploitation par quelques géniteurs.

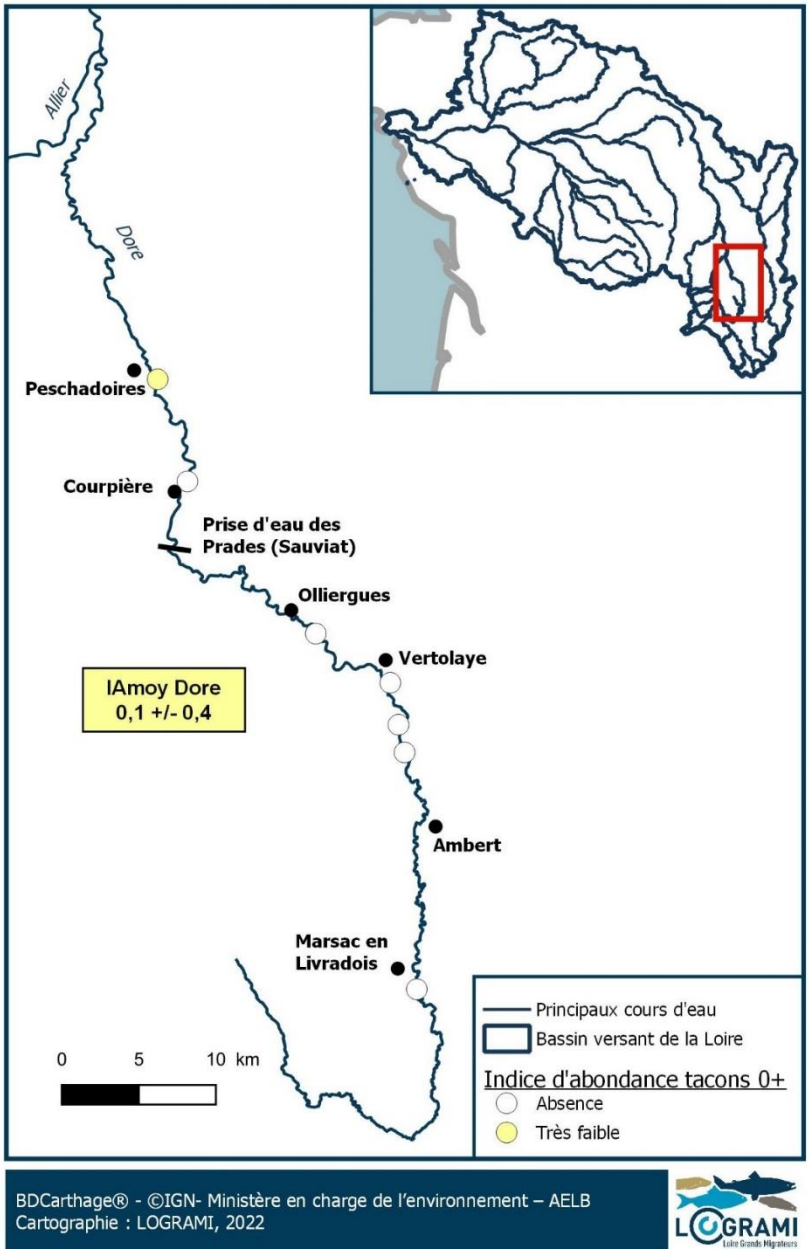


Figure 296 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Dore en 2022 (7 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est très nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2021 (0,1 +/- 0,4 contre 15,2 +/- 15,0) (Figure 297). Il constitue le moins bon niveau d'abondance observé depuis 2004. L'année 2022 s'intègre parfaitement dans la tendance des cinq autres années suivies sans alevinages (2005, 2006, 2008, 2020 et 2021) qui présentaient toutes des indices d'abondance moyens très faibles à nuls. Il paraît donc évident que l'absence d'alevinage explique la faible abondance constatée en 2022.

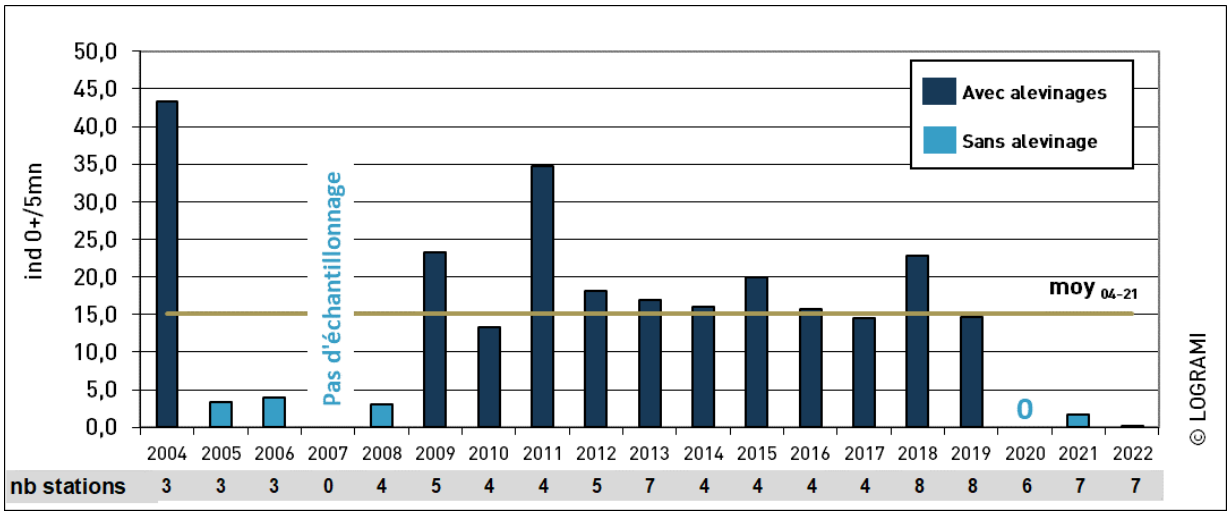


Figure 297 : Indices d'abondance tacons 0+moyens sur la Dore depuis 2004

Production de tacons 0+ d'automne

Le secteur « Courpière – Peschadoires » a été considéré pour estimer la production de tacons 0+ d'automne de la Dore en 2022. Selon la méthode estimative employée, **la Dore aurait produit, en 2022, 87 tacons 0+ d'automne natifs.** Cette production est très nettement inférieure à la moyenne observée sur la période 2004-2021 (7 618 +/- 6 081). Elle correspond à la plus faible production observée depuis 2004 (2020 excepté : production nulle) (Figure 298).

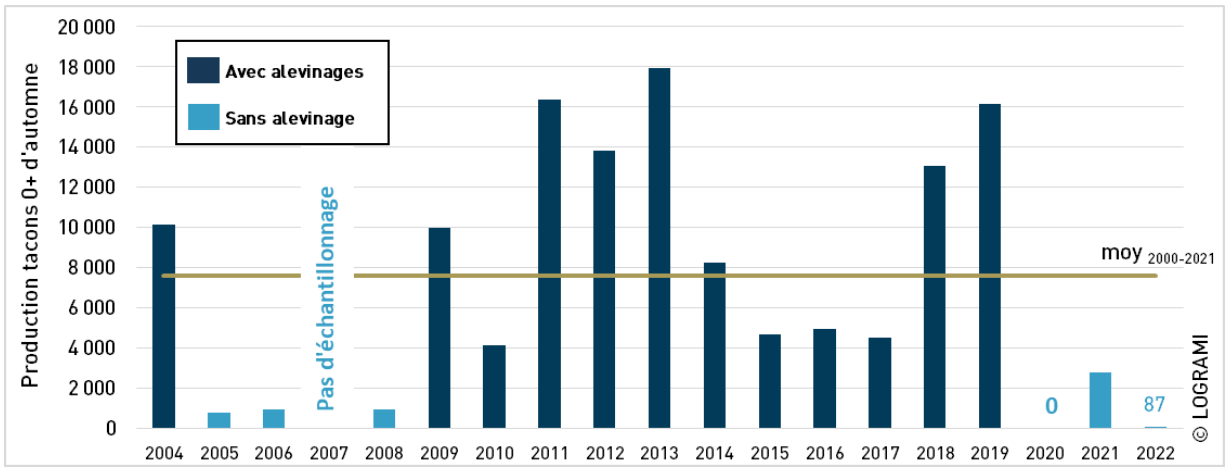


Figure 298 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore depuis 2004

Elle ne correspond qu'à 0,5 % de la production maximale observée en 2013 (max : 17 953) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 6,5 % de la production maximale théorique (277 835 tacons 0+) (Figure 299).

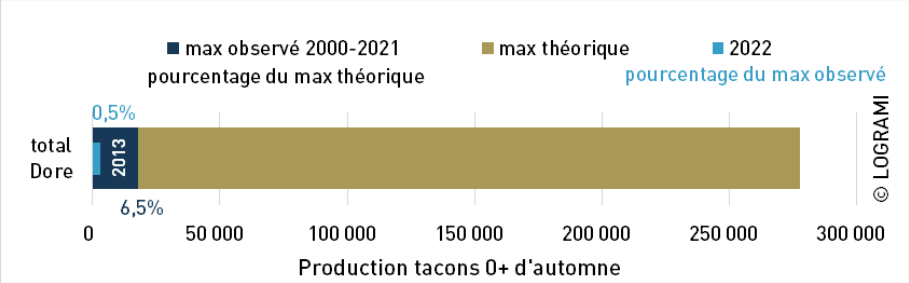


Figure 299 : Production de tacons 0+d'automne de la Dore en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Pour rappel, avec seulement 4 +/- 4,8 frayères comptabilisées en moyenne lors des cinq 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 abondent en ce sens (Association LOGRAMI, 2019).

10.5.2.6 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze Chambon

Indices d'Abondance 2022

Sur la Couze Chambon, non alevinée en 2022, aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 3 stations échantillonnées (Figure 300).

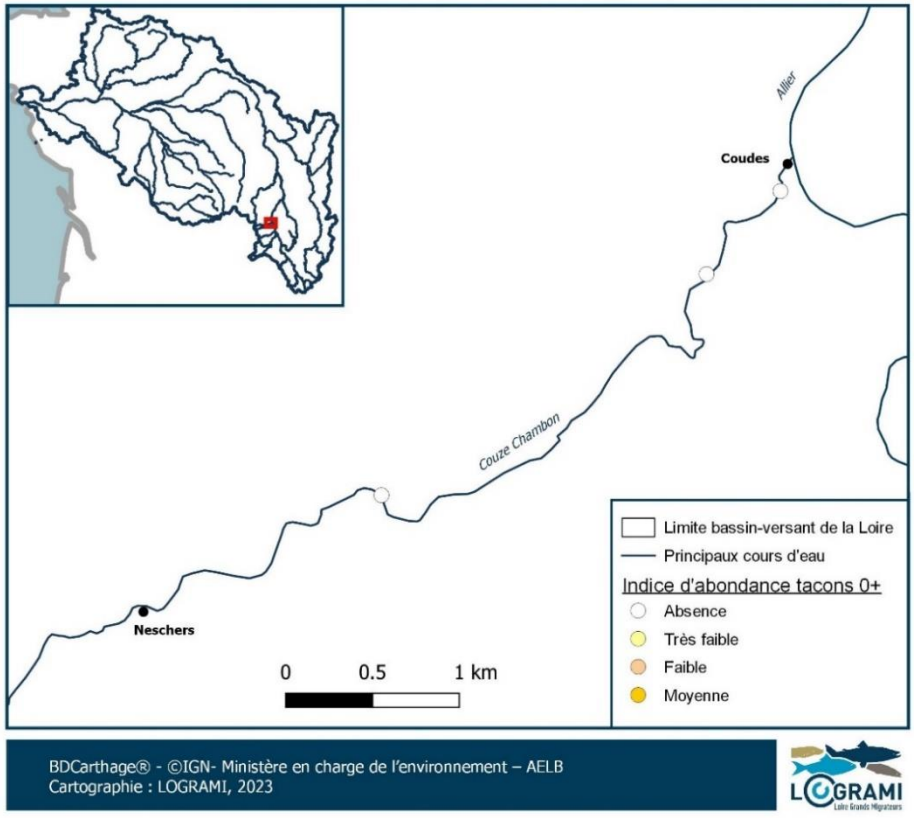


Figure 300 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Chambon en 2022 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est donc nul tout comme observé en 2020 (Figure 301). Comme en 2020, en l'absence d'alevinage, il apparaît que la Couze Chambon n'ait été ni exploitée pour la reproduction de géniteurs en 2021 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 y est pratiqué. La Couze Chambon ne semble pas être exploitée par les géniteurs pour se reproduire.

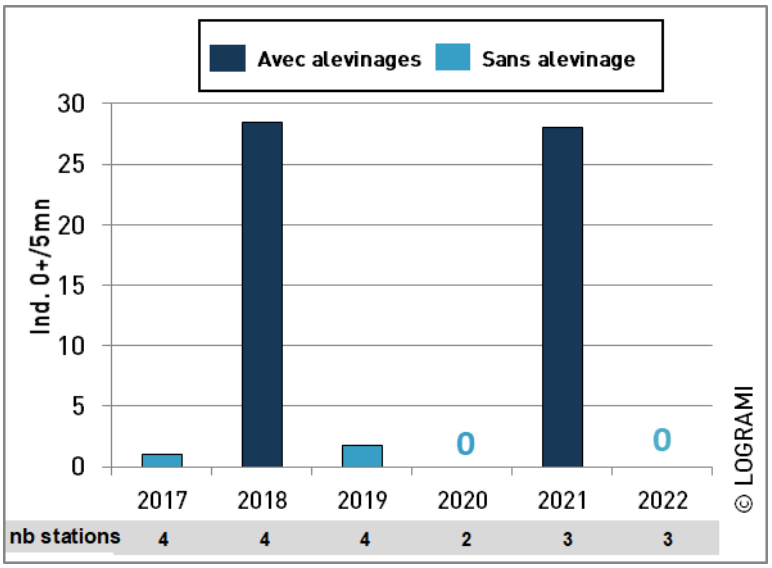


Figure 301 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Chambon depuis 2017

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 2022. Avec 4 648 +/- 991 tacons produits en moyenne lors des deux années avec alevinages (2018 et 2021) contre 27 +/-40 les années sans alevinage, depuis 2017, la production de tacons 0+ de la Couze Chambon semble nettement conditionnée par les alevinages (Figure 302).

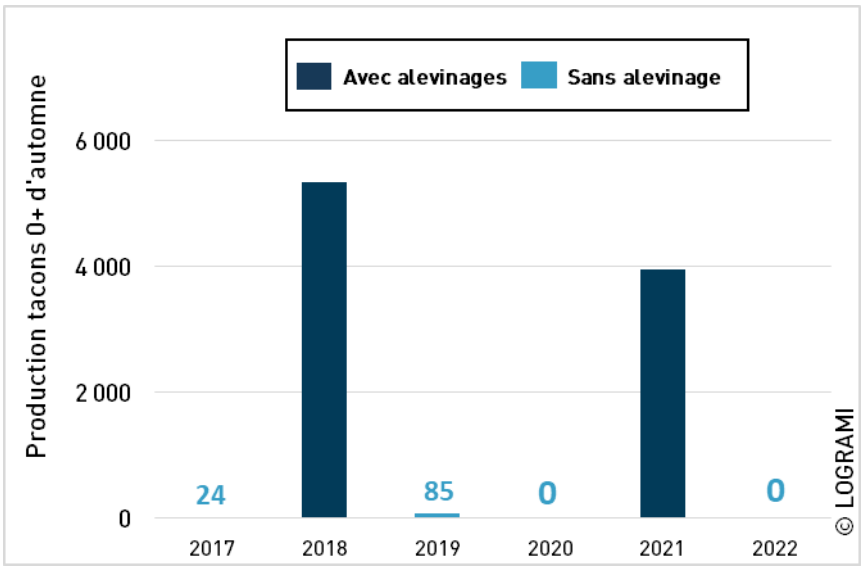


Figure 302 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon depuis 2017

La production maximale a été observée en 2018 (13,1 % du maximum théorique) avec un déversement de 15 886 alevins de pisciculture (Figure 303). Le linéaire suivi ne semble donc pas exploité par les géniteurs pour se reproduire.

L'arrêt de l'alevinage tel qu'il a été mené en 2018 et 2021 sur la Couze Chambon entraîne une perte de production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer et présentant moins d'obstacles à la dévalaison que le secteur S4 de l'Allier par exemple.

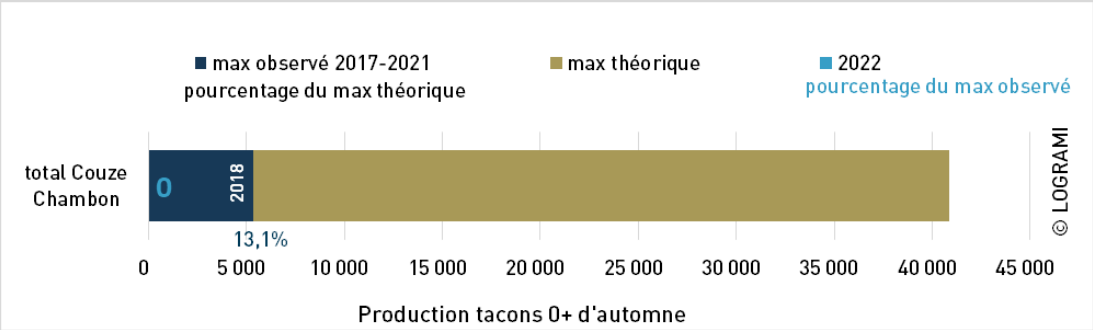


Figure 303 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Chambon en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

10.5.2.7 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze Pavin

Indices d'abondance 2022

Sur la Couze Pavin, non alevinée en 2022, des tacons 0+ d'automne ont été capturés seulement sur la station située la plus en aval, à proximité de la confluence avec l'Allier (Figure 304). Il apparaît que la Couze Pavin n'ait pas été exploitée pour la reproduction de géniteurs en 2021. Elle semble cependant avoir été faiblement colonisée par des tacons 0+ natifs de l'Allier (comme constaté en 2017 et 2020). Les indices d'abondance varient de 0 à 3 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Couze Pavin s'élève à 1,0 individus 0+/5 min +/- 1,7**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

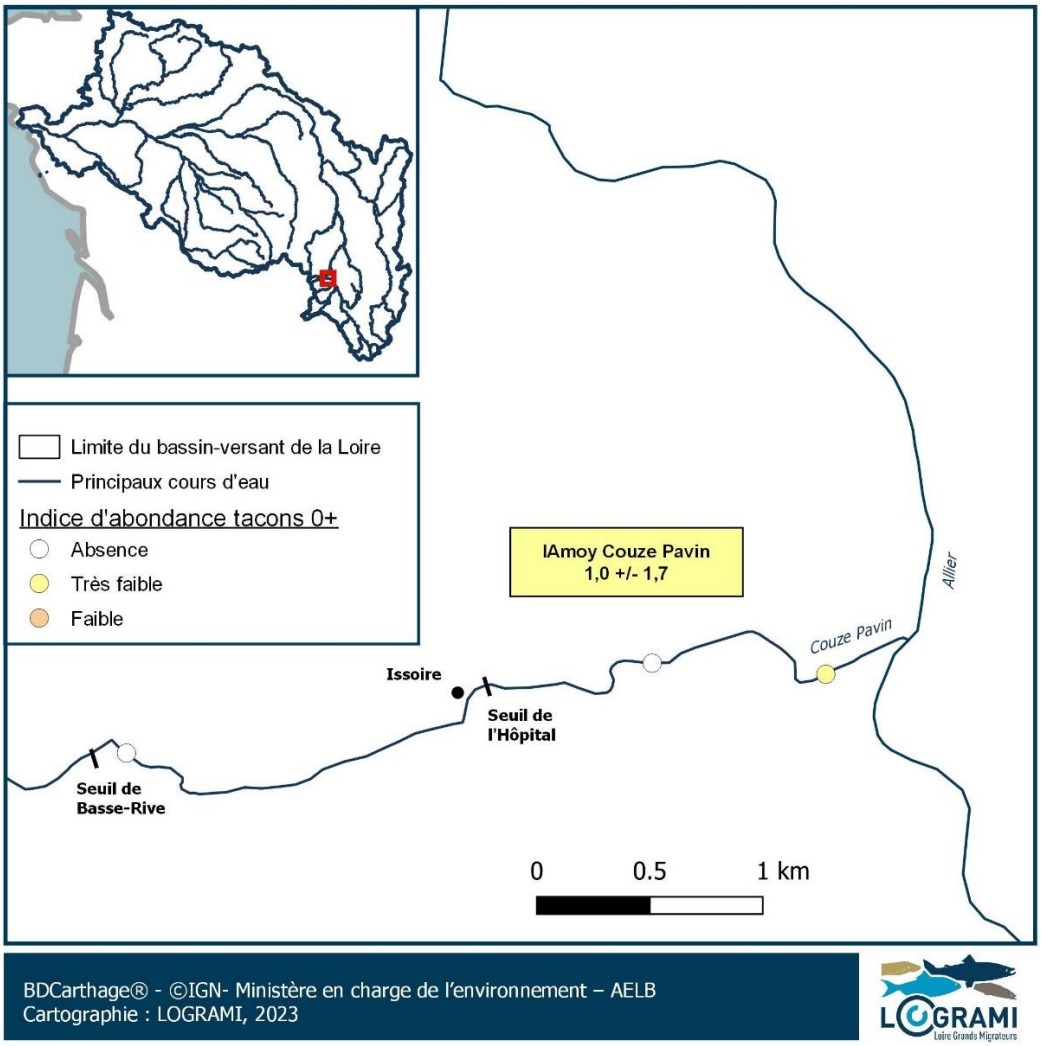


Figure 304 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Pavin en 2022 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est le plus faible observé depuis 2017 (Figure 305). 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. La Couze Pavin ne semble pas être exploitée par les géniteurs pour se reproduire.

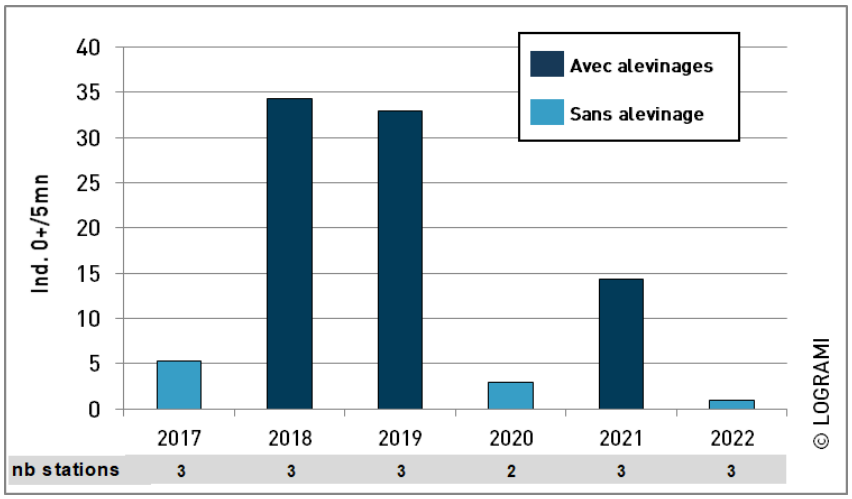


Figure 305 : Indices d'abondance tacons 0+ moyens sur la Couze Pavin depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Couze Pavin, le secteur considéré correspond au secteur compris entre le seuil de l'Hôpital et la confluence avec l'Allier (Issoire-63), long de 2,5 km, sur lequel 2 stations ont été échantillonnées. Le troisième site échantillonné en amont du seuil où aucun alevin n'été capturé est donc retiré de l'analyse. Ce cours d'eau n'ayant pas été aleviné en 2022, **les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme natifs (très probablement de l'Allier).**

Selon la méthode estimative employée, **la Couze Pavin aurait produit, en 2022, 148 tacons 0+ d'automne natifs** (Figure 306). Cette production est la plus faible observée depuis 2017. Elle ne constitue que 2,9 % de la production maximale observée en 2018, qui, elle-même, ne correspondait qu'à 3,8 % de la production maximale théorique (132 986 tacons 0+) (Figure 307).

Comme pour la Couze Chambon, l'arrêt de l'alevinage tel qu'il a été mené en 2018, 2019 et 2021 sur la Couze Pavin entraîne une perte de production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer et présentant moins d'obstacles à la dévalaison que le secteur S4 de l'Allier par exemple.

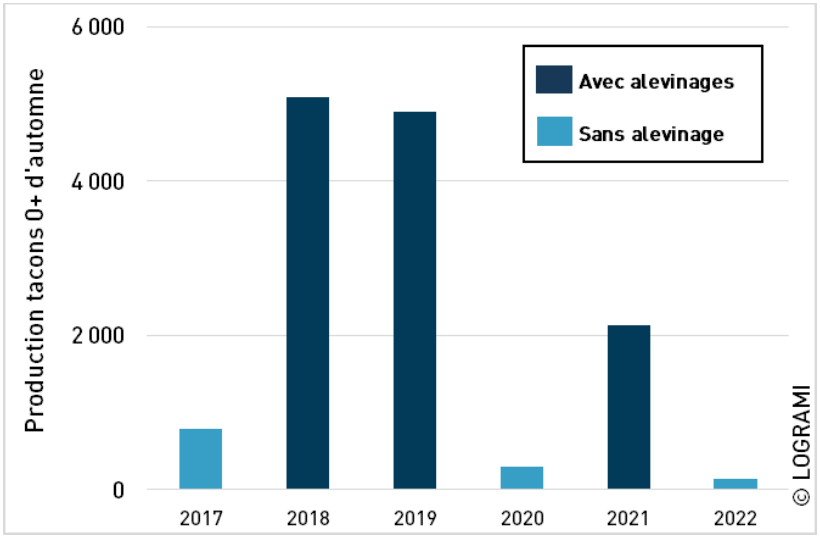


Figure 306 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en aval du seuil de l'Hôpital d'Issoire depuis 2017

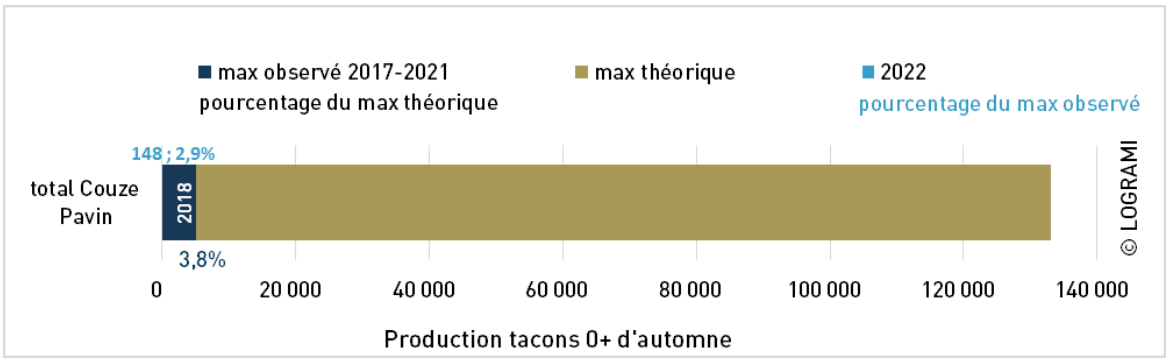


Figure 307 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Pavin en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

10.5.2.8 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze d'Ardes

La Couze d'Ardes n'étant pas alevinée en 2022, la station la plus apicale du linéaire habituellement suivie, « Augnat - aval pont Barrège », a volontairement été retirée du plan d'échantillonnage 2022 de LOGRAMI. Néanmoins la FDPPMA du Puy de Dôme qui a réalisé un inventaire sur une station située quelques mètres en aval de cette station y a capturé 3 tacons 0+ sur une surface échantillonnée de 873 m². Ce résultat n'a pas été repris dans l'analyse des résultats des indices d'abondance mais il a été considéré pour l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de ce cours d'eau.

Indices d'Abondance 2022

En 2022, sur les 3 stations échantillonnées sur la Couze d'Ardes par LOGRAMI en aval du pont de Madriat (63), seules les 2 stations situées les plus en aval présentaient des tacons 0+ d'automne (Figure 308). Les indices d'abondance varient de 0 à 11 ind. 0+/5 mn et une décroissance de l'abondance s'observe selon le gradient amont-aval. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Couze d'Ardes s'élève à 5,0 individus 0+/5 min +/- 5,6**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

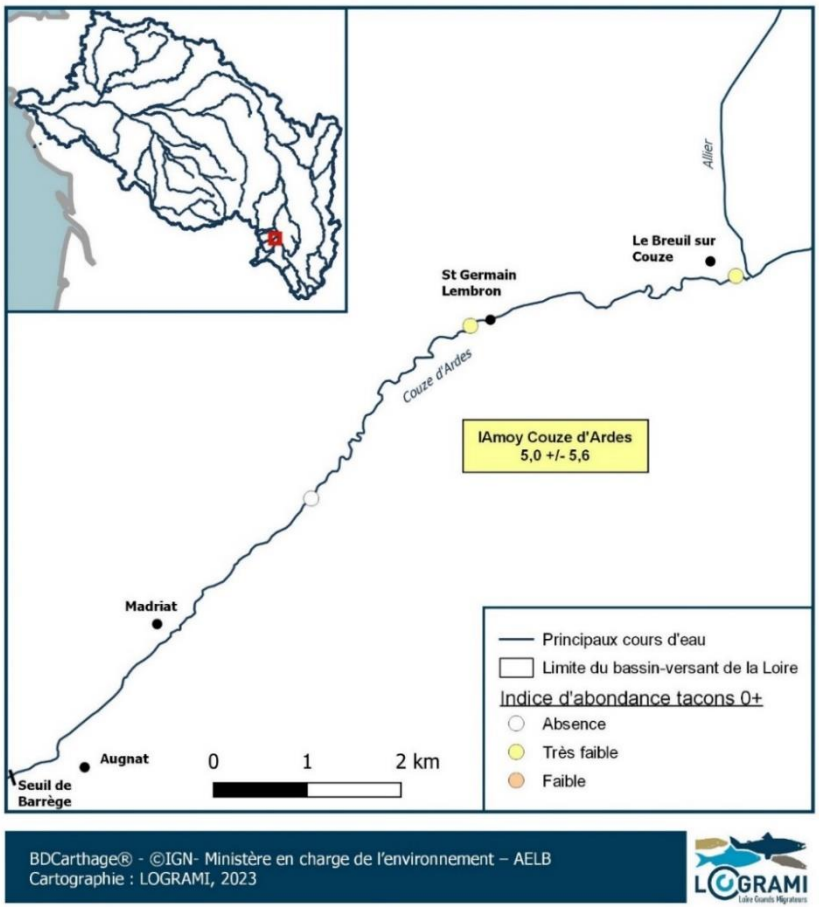


Figure 308 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze d'Ardes en 2022 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2022 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 du même ordre de grandeur que ceux constatés sans alevinage (2017 et 2020) (Figure 309). 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.

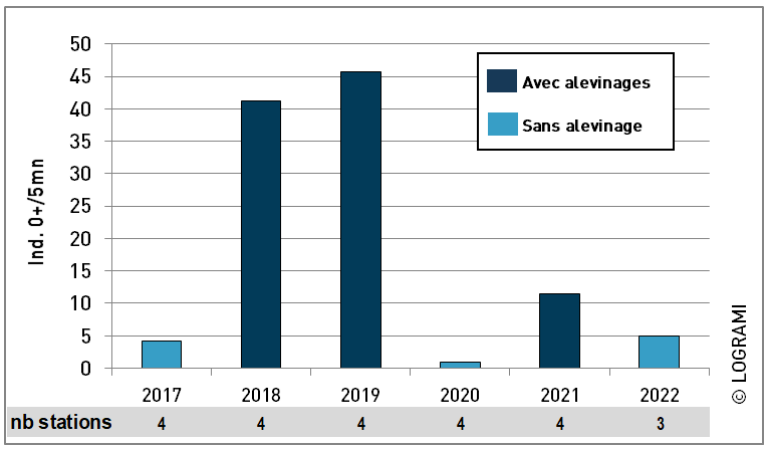


Figure 309 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Couze d'Ardes depuis 2017

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). Il se décompose en deux sous-secteurs. Le premier, en aval, correspond au secteur échantillonné par LOGRAMI « Pont Madriat – confluence Allier » (3 stations) et le second, en amont, « Aval pont Barrège - Pont Madriat » sur lequel la FDPPMA du Puy de Dôme a capturé 3 tacons 0+ sur une surface échantillonnée de 873 m² (densité 0,003 ind/m²).

Ce cours d'eau n'ayant pas été aleviné en 2022, **les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme natifs.** Ainsi, selon la méthode estimative employée, **la Couze d'Ardes aurait produit, en 2022, 1 134 tacons 0+ d'automne natifs** (Tableau 34). Même si 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 2021 (reproduction non suivie en 2021 sur ce cours d'eau), la décroissance de l'abondance des juvéniles selon le gradient amont-aval constatée via les indices d'abondance semble indiquer qu'ils proviendraient très probablement de l'Allier.

Tableau 34 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège en 2022

Secteur considéré	Surface ERR (m²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Densité moyenne (ind 0+/m²)	Production tacons 0+ d'automne estimée
Aval pont Barrège - Pont Madriat (décrit en 2015)	9 055		0,003	31
Pont Madriat – confluence Allier (décrit en 2015)	37 276	5	0,030	1 103
Total Couze d'Ardes	46 738			1 134

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 9,9 % 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 310 et Figure 311).

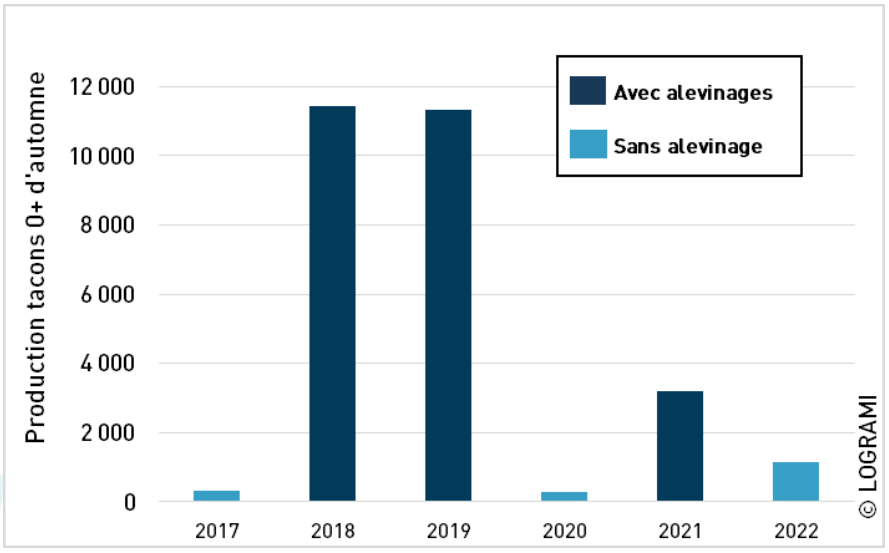


Figure 310 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège depuis 2017

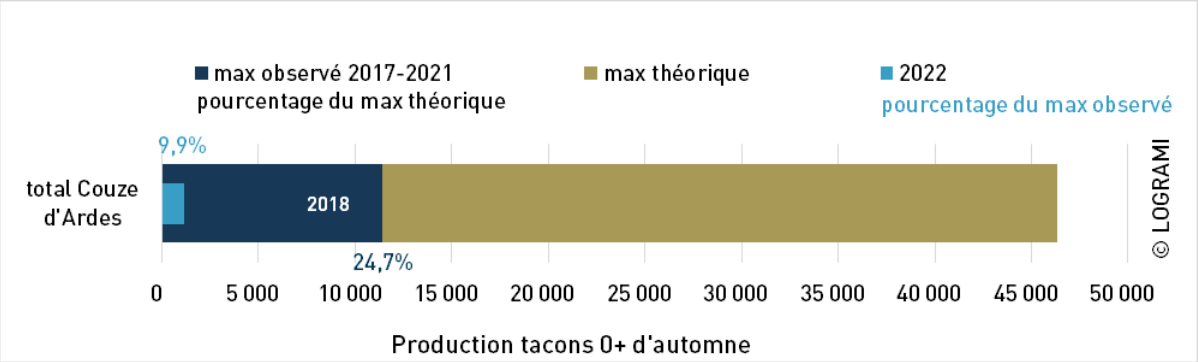


Figure 311 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Comme pour la Couze Chambon et la Couze Pavin, l'arrêt de l'alevinage tel qu'il a été mené en 2018, 2019 et 2021 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 et présentant moins d'obstacles à la dévalaison que le secteur S4 de l'Allier par exemple.

10.5.2.9 Abondance de juvéniles de saumons sur l'Alagnon

Indices d'Abondance 2022

Sur l'Alagnon en 2022, 17 stations ont été échantillonnées entre Ferrières-St-Mary (15) et Beaulieu (63) (50 km). Suite à l'observation d'une potentielle frayère à proximité d'Aurouze (aval Molompize – 15) réalisée lors d'une prospection à pieds, une station a été ajoutée en aval immédiat (Secteur S1 « amont Massiac ») pour confirmer l'attribution de l'espèce Saumon atlantique à cette potentielle ponte.

Sur ces 17 stations, 14 présentaient des tacons 0+ d'automne (Figure 312). Les stations ne présentant pas de tacons 0+ sont plutôt situées sur l'extrémité amont du linéaire échantillonné (les 2 stations les plus apicales ainsi qu'une station située en aval immédiat de Massiac). **Les 24 tacons 0+ capturés en 5 minutes sur la station ajoutée « Aurouze » confirment bien la présence d'une frayère de Saumon atlantique sur ce secteur précis en 2021.**

Le secteur exploité correspond à un linéaire de 39 km compris entre Molompize (15) et la confluence avec l'Allier. Les indices d'abondance varient de 0 à 76 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de l'Alagnon s'élève à 16,8 individus 0+/5 min +/- 21,1**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible. Sur les quatre secteurs exploités, l'abondance moyenne en tacons 0+ la plus élevée est observée sur le secteur S2 (Massiac-amont Chambezon), seul secteur à présenter une abondance jugée « faible » (24,7 individus 0+/5 min +/- 29,0). Les trois autres secteurs présentent quant à eux des abondances moyennes toutes jugées « très faibles » avec par ordre décroissant le secteur S3 « aval Chambezon » (14,5 individus 0+/5 min +/- 12,5), le secteur S1 « amont Massiac » 8,0 individus 0+/5 min +/- 13,9) et enfin S4 « Béal » (2 individus 0+/5 min).

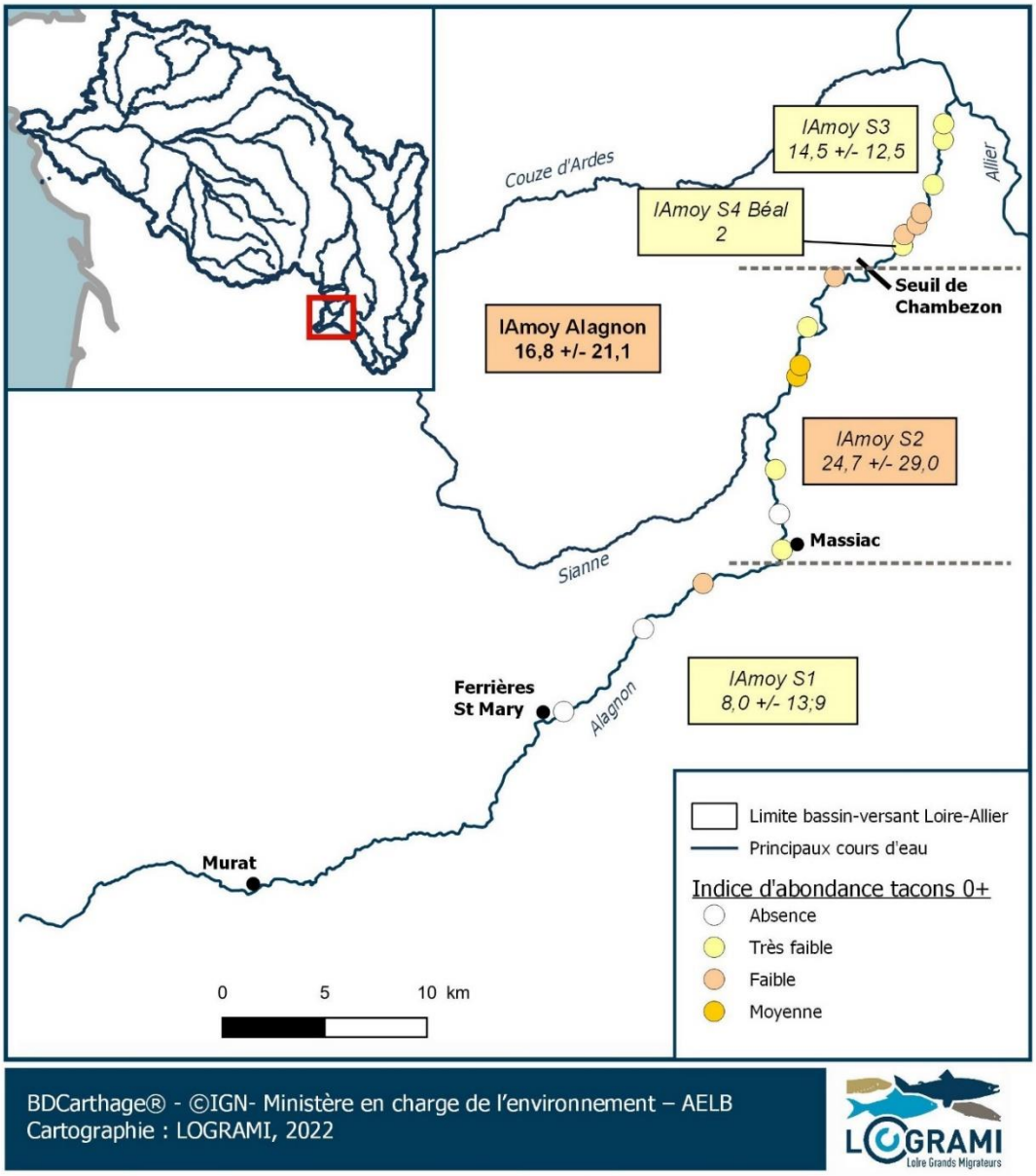


Figure 312 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon en 2022 (17 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Sur le secteur S1 de l'Alagnon (Joursac - Massiac), l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est certes faible et inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2021 (nettement influencée par les alevinages opérés entre 2004 et 2014) (8,0 +/- 13,9 contre 22,4 +/- 31,8) mais **il constitue un record d'abondance pour les années sans alevinage** (Figure 313). Depuis l'arrêt des alevinages sur ce secteur en 2015, l'abondance moyenne de tacons 0+ d'automne y est très faible voire souvent nulle. Ce secteur n'est que très occasionnellement exploité par des géniteurs pour se reproduire. L'ajout en 2022 de la station « Aurouze » à l'aval immédiat d'une frayère, a eu pour effet de « doper » cette abondance moyenne qui sans cet ajout aurait été nulle.

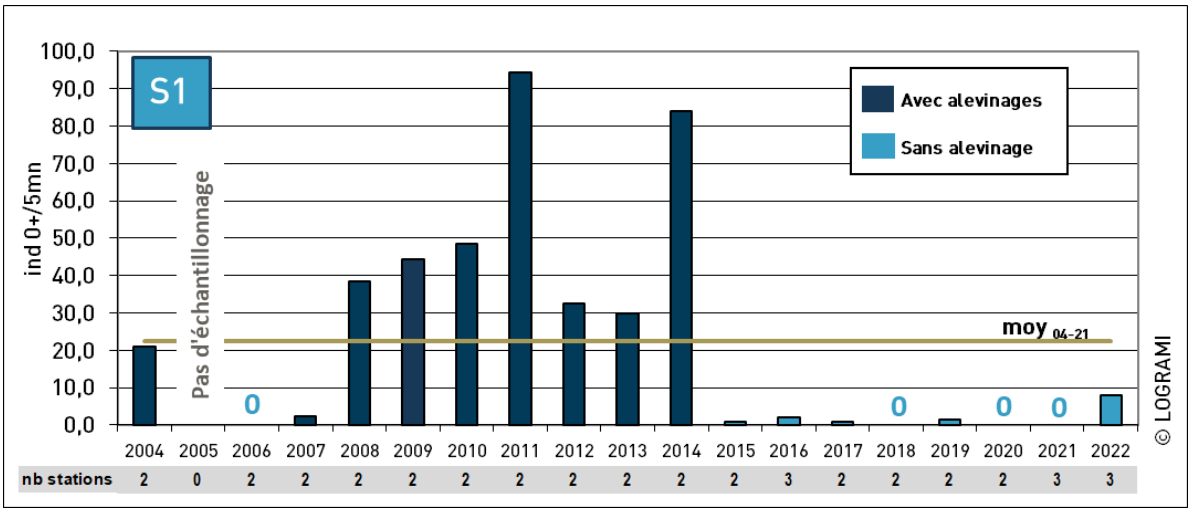


Figure 313 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Alagnon depuis 2004

Sur le secteur S2 de l'Alagnon (Massiac-Seuil de Chambezon), l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2021 (24,7 +/- 29,0 contre 43,5 +/- 53,4) (Figure 314). En l'absence d'alevinage, ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2021 pour se reproduire (seulement 7 frayères - 46,7 % de frayères comptabilisés sur l'Alagnon) (Association LOGRAMI, 2022). Il se classe toutefois parmi les meilleurs indices observés sans alevinage.

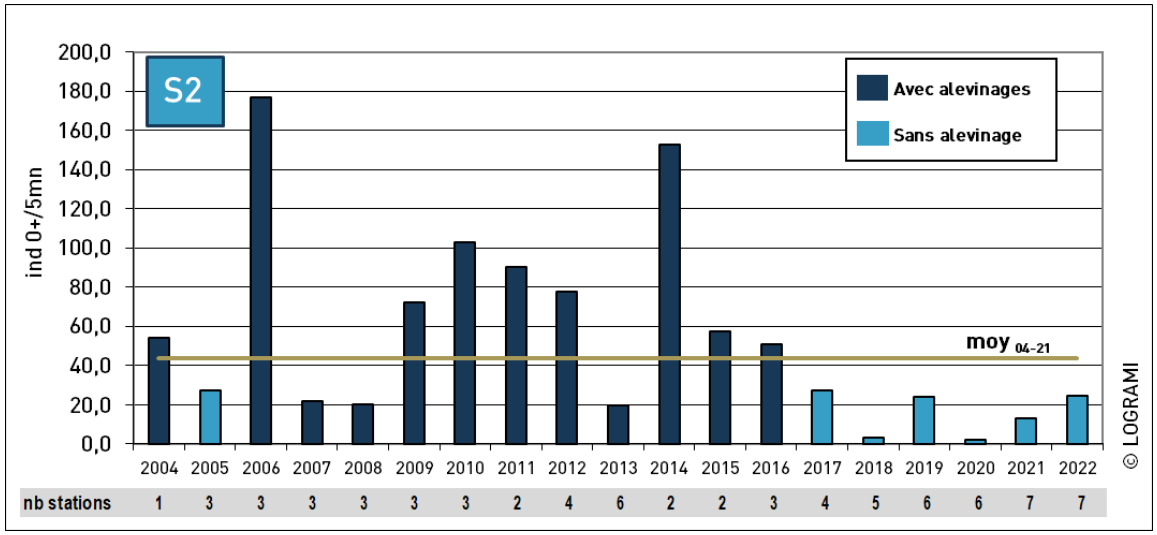


Figure 314 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Alagnon depuis 2004

Sur le secteur S3 de l'Alagnon (Seuil de Chambezon-Confluence Allier), l'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2009-2021 (14,5 +/- 12,5 contre 28,9 +/- 31,0) (Figure 315). 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 2021 (seulement 7 frayères – 46,7 % des frayères comptabilisés sur l'Alagnon) (Association LOGRAMI, 2022).

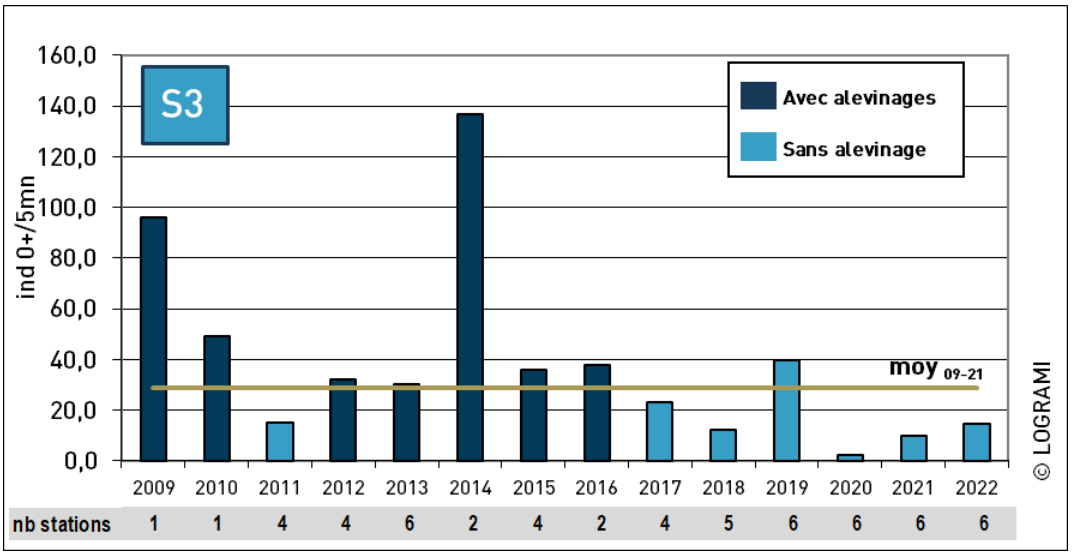


Figure 315 : Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S3 de l'Alagnon depuis 2009

Sur le secteur S4 de l'Alagnon (Béal des Moulins), l'indice d'abondance obtenu sur l'unique station échantillonnée en 2022 est très nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2010-2021 (2 ind. 0+/5 mn contre 29,9 +/- 20,7) (Figure 316). Contrairement aux autres secteurs de l'Alagnon, ce dernier n'a jamais fait l'objet d'alevinage. Ainsi la variabilité de l'exploitation par les géniteurs explique principalement celle de l'abondance des juvéniles qu'il accueille. N'ayant observé aucune frayère sur ce secteur en 2021 (Association LOGRAMI, 2022), il paraît tout à fait normal de n'avoir capturé que 2 tacons 0+ qui peuvent très bien provenir de l'amont (diffusion lors du développement). Pour rappel, depuis 2021, une nouvelle gestion hydraulique de ce bief consiste à limiter l'alimentation en eau du Béal à l'étiage à l'aide d'un seuil déversant (Figure 317) au profit de la vie aquatique du tronçon court-circuité (lit naturel). Ce dispositif réduit potentiellement l'accessibilité du Béal pour les géniteurs par dévalaison et induit une probable dégradation des conditions de développement des juvéniles qui pourrait éventuellement s'y développer à l'étiage.

La diminution de l'abondance de juvéniles constatée sur le secteur S4 « Béal des Moulins » induite par la nette diminution de son exploitation par les géniteurs depuis la réalisation de travaux d'aménagement de la continuité pisciaire au droit de l'usine hydroélectrique de Chambezon en 2020, semble indiquer que ce bief ne constituerait plus une zone de repli de type frayère forcée.

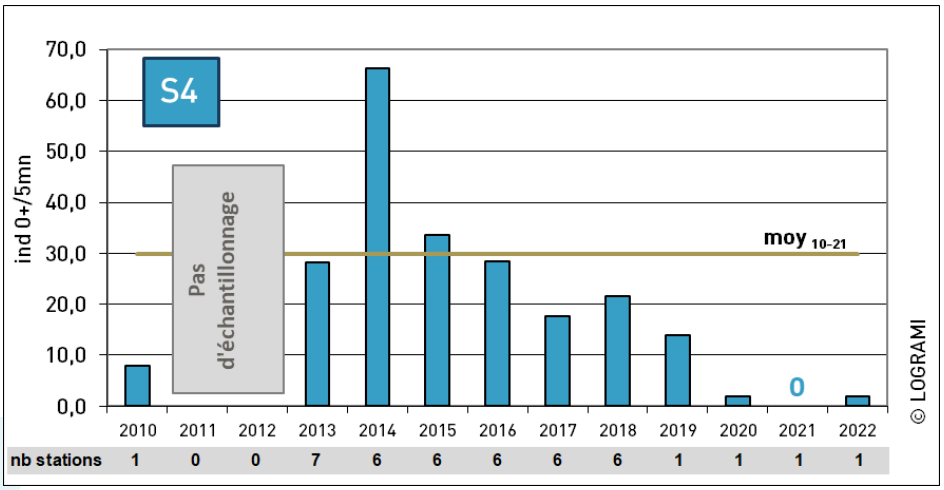


Figure 316 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S4 de l'Alagnon (Béal des Moulins) depuis 2010



Figure 317 : Ouvrage de limitation du débit du Béal à l'étiage installé en 2021 (Crédit : LOGRAMI)

Production de tacons 0+ d'automne

Sur l'Alagnon, quatre secteurs ont été considérés : le cours principal entre Peyreneyre-Molompize et Massiac (S1), le cours principal entre Massiac et le seuil de Chambezon (S2), le cours principal en aval du seuil de Chambezon (S3) et le Béal des Moulins (S4). Pour la sixième année consécutive, suite à une demande des acteurs locaux, l'**Alagnon sur l'ensemble de son cours** n'a pas été aleviné en 2022. **Tous les tacons produits sur l'Alagnon en 2022 sont donc des natifs.**

Selon la méthode estimative employée, **l'Alagnon aurait produit en 2022, 33 852 tacons 0+ d'automne natifs** (Tableau 35). Avec 21 332 tacons 0+ produits, le secteur S2 de l'Alagnon contribue le plus fortement à la production globale de l'Alagnon en 2022 (63 %). Les secteurs S1 et S3 se répartissent le reste de la production dans des proportions assez proches (14,8% pour S1 et 21,8% pour S3). La production du secteur S4-Béal est quant à elle négligeable. Au regard de la répartition des frayères constatée en 2021 (S1 : 7,2 % ; S2 : 42,8 % ; S3 : 50 % ; S4 : 0 %), la production de tacons 0+ semble indiquer une diminution de la productivité des frayères selon le gradient amont/aval (par exemple : part de la production de S3 inférieure alors qu'il représentait 50 % des frayères en 2021).

Tableau 35 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Alagnon en 2022

Secteur considéré	Surface ERR (m^2)	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	12	5 008	14,8 %
S2 Massiac-Moulin Grand - Seuil de Chambezon (décrit en 1999)	145 889	24,7	21 332	63,0 %
S3 Seuil de Chambezon - confluence Allier (décrit en 1999)	85 932	14,5	7 376	21,8 %
S4 Béal des Moulins (décrit en 2018)	11 410	2	135	0,4 %
Total Alagnon	313 721		33 852	

Cette production est inférieure à la moyenne observée sur la période 2004-2021 (75 275 +/- 64 679 ; min : 3 205 et max : 245 573) et constitue la 6e moins importante production devant celles des années 2020, 2018, 2021, 2007 et 2005 (Figure 318**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Elle est cependant légèrement supérieure à la moyenne observée depuis 2017 et l'arrêt de l'alevinage (22 124 +/- 17 358 ; min : 3 205 et max : 43 084) et s'intègre parfaitement dans la tendance de production des années 2017 et 2019. Elle ne représente que 13,8 % 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 319).

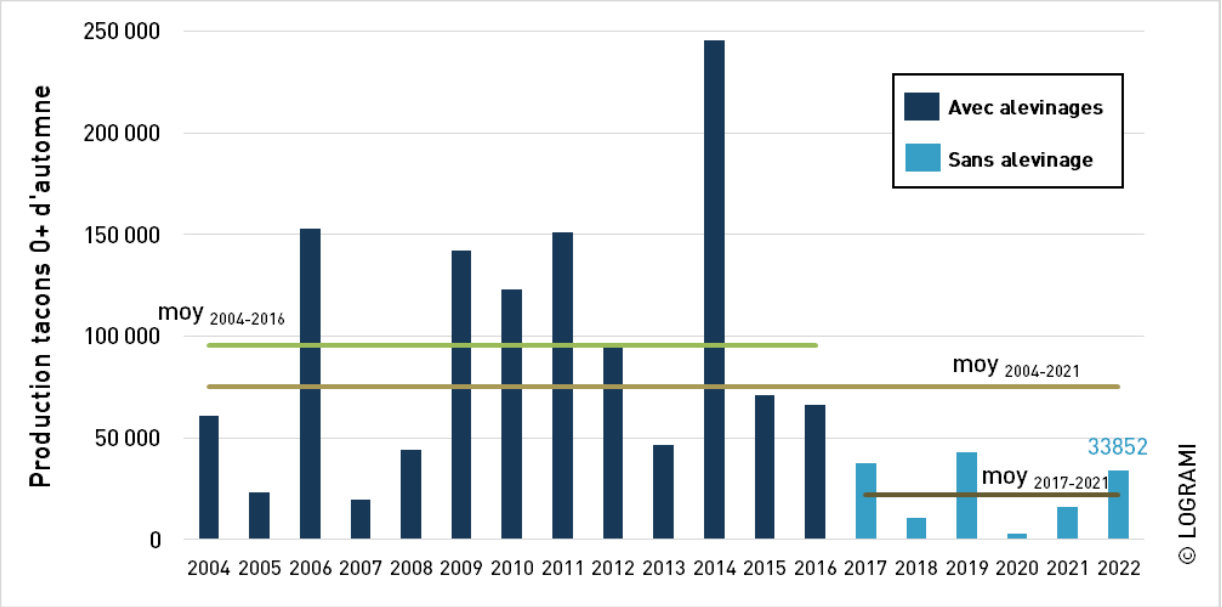


Figure 318 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Alagnon depuis 2004

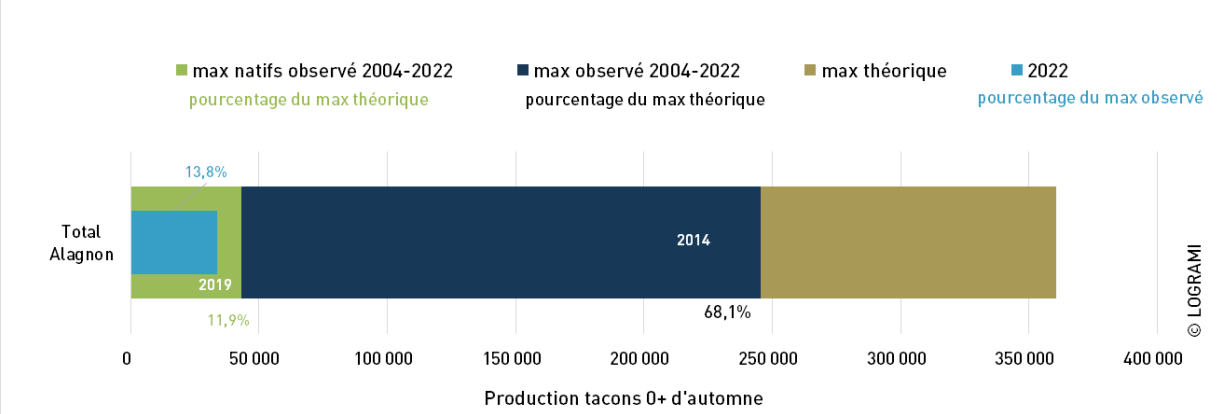


Figure 319 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Alagnon en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

Les productions de chaque secteur sont toutes inférieures aux valeurs maximales observées (Figure 320). Toutefois la production du secteur S1 est la plus importante observée depuis l'arrêt des déversements en 2015 sur ce secteur.

Avec une production estimée en 2006 correspondant à 104,8 % du maximum théorique (probablement surestimé car calculée avec une seule station), le secteur S2 est le secteur qui présente le meilleur

taux d'exploitation historique. Le secteur S3 a lui aussi montré un bon taux d'exploitation en 2014 (80,8 %). Ces résultats historiques révèlent les capacités productives indéniables de l'Alagnon.

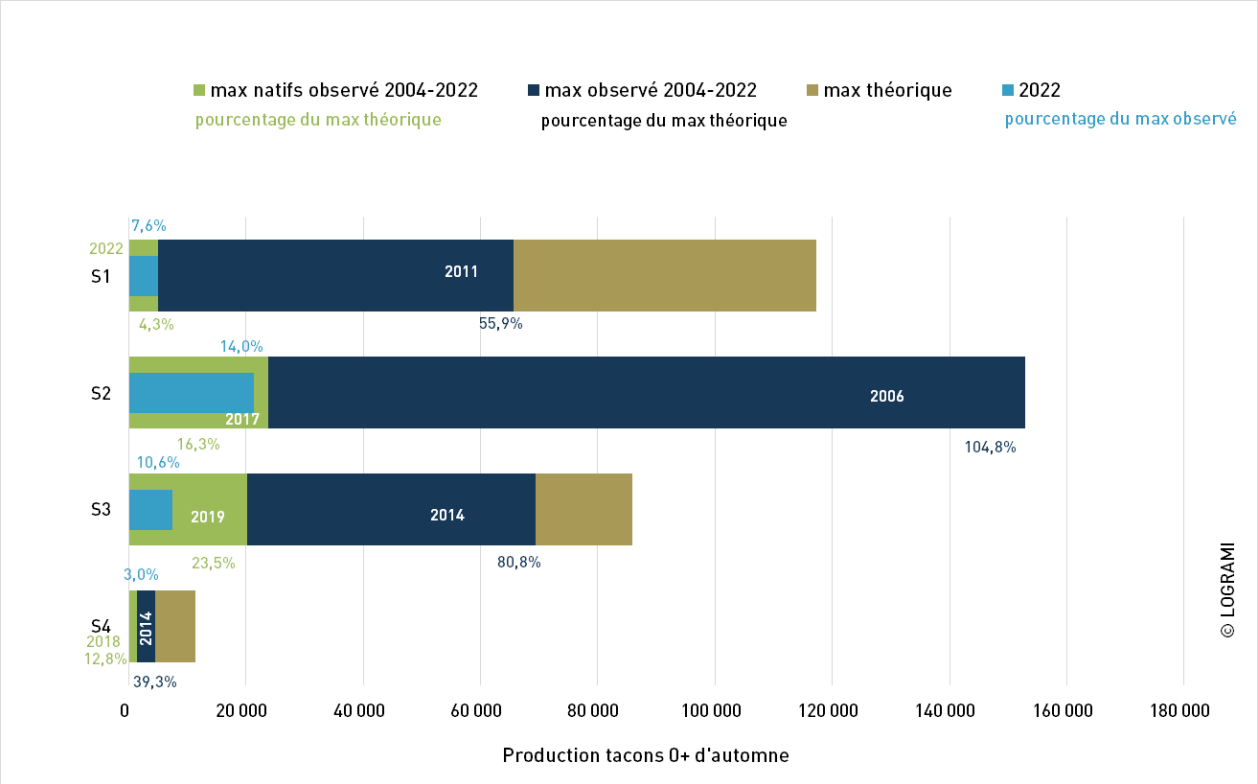


Figure 320 : Production de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Alagnon en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

Bien que paraissant limitée par rapport à celles observées durant les années avec alevinage, la production de juvéniles natifs de 2022 sur l'Alagnon constitue une réponse positive et exemplaire des saumons aux différentes décisions de gestion prises sur ce cours d'eau.

10.5.2.10 Abondance de juvéniles de saumons sur la Senouire

Indices d'Abondance 2022

La Senouire n'ayant pas été alevinée en 2022, seules 2 stations entre Lavaudieu (43) et la Léproserie à proximité de la confluence avec l'Allier (Vieille-Brioude-43) (5,65 km) ont été échantillonnées. Aucun tacon 0+ d'automne n'y a été capturé (Figure 321). Conformément à l'absence de frayère constatée lors de nos prospections à pieds en 2021, il apparaît que la Senouire n'a pas été exploitée par des géniteurs pour se reproduire en 2021.

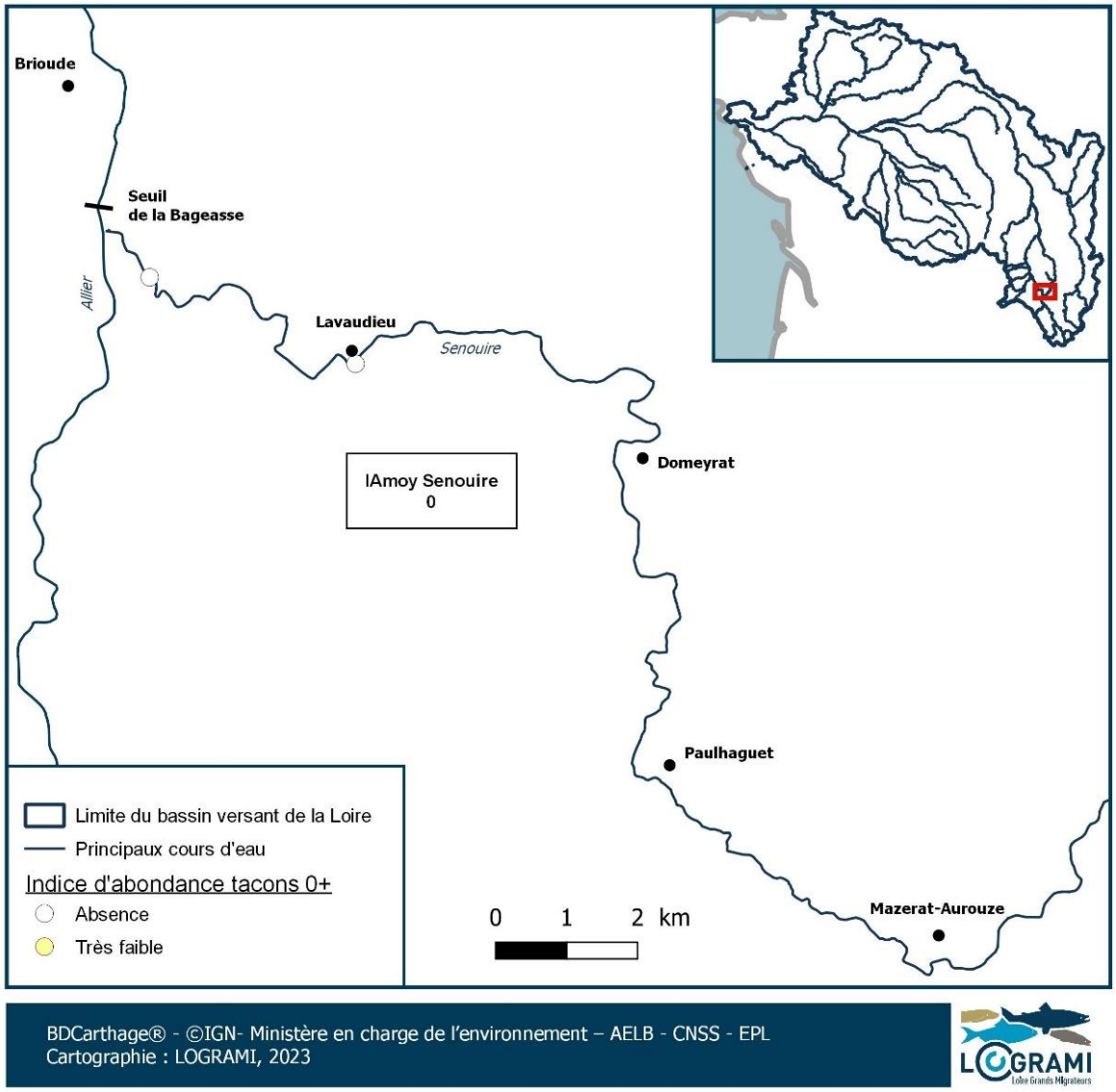


Figure 321 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Senouire en 2022 (2 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Pour la première fois depuis 2017, l'indice d'abondance moyen de l'année est nul (Figure 322). Contrairement à ce qui avait pu être observé lors des 2 autres années sans alevinage (2017 et 2021), aucune exploitation par des géniteurs pour leur reproduction ni même une colonisation par l'aval par des tacons provenant de l'Allier n'est à souligner sur la Senouire en 2022.

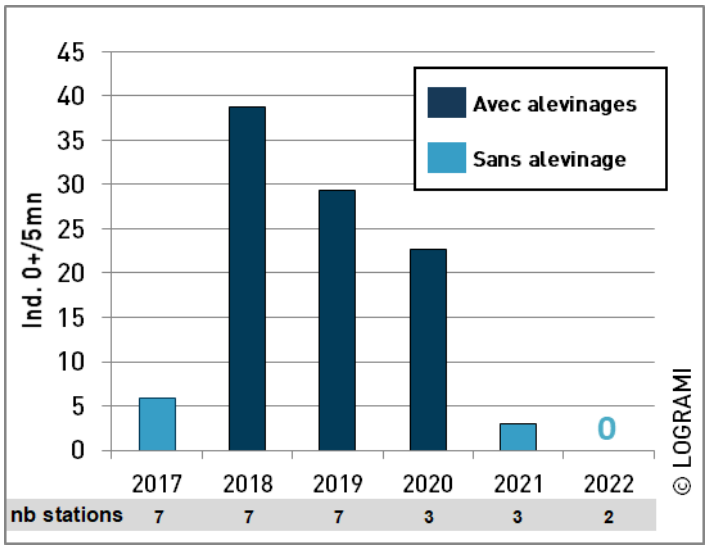


Figure 322 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur la Senouire depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Aucun tacon 0+ d'automne n'a donc été produit sur la Senouire en 2022 (Figure 323). L'arrêt des alevinages tels qu'ils étaient réalisés entre 2018 et 2020 (en moyenne 34 317 alevins +/- 4 517) sur ce cours d'eau entraine une perte moyenne de production de 23 429 +/- 6 231 tacons 0+ d'automne sur un linéaire très peu exploité par des géniteurs.

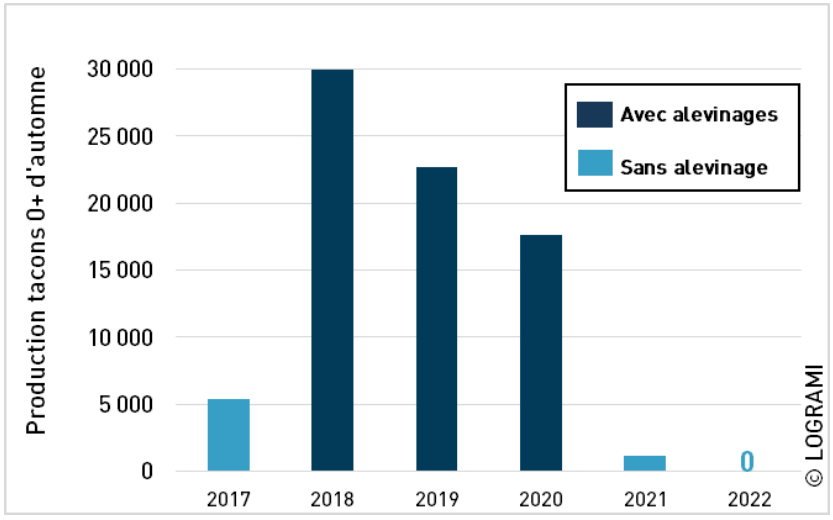


Figure 323 : Production de tacons 0+ d'automne de la Senouire depuis 2017

10.5.2.11 Abondance de juvéniles de saumons sur la Cronce

Indice d'Abondance 2022

La Cronce est un petit affluent alti-ligérien en 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 (APS). Pour la deuxième année consécutive, un échantillonnage a été réalisé sur l'extrémité aval de ce cours d'eau afin de suivre le résultat de la dissémination manuelle entre le 18 avril et le 13 mai 2022 de 6 881 alevins, sur les 10 812

produits par l'incubateur à partir de 12 170 œufs oeillés de saumons sauvages en provenance du Conservatoire National du Saumon Sauvage.

La station d'échantillonnage située à Aubazat (43) correspond aux 200 premiers mètres de la Cronce depuis la confluence avec l'Allier (Figure 324).

L'indice d'abondance obtenu sur cette station est de 11 tacons 0+/5 min. Il correspond à une abondance pouvant être considérée comme très faible.

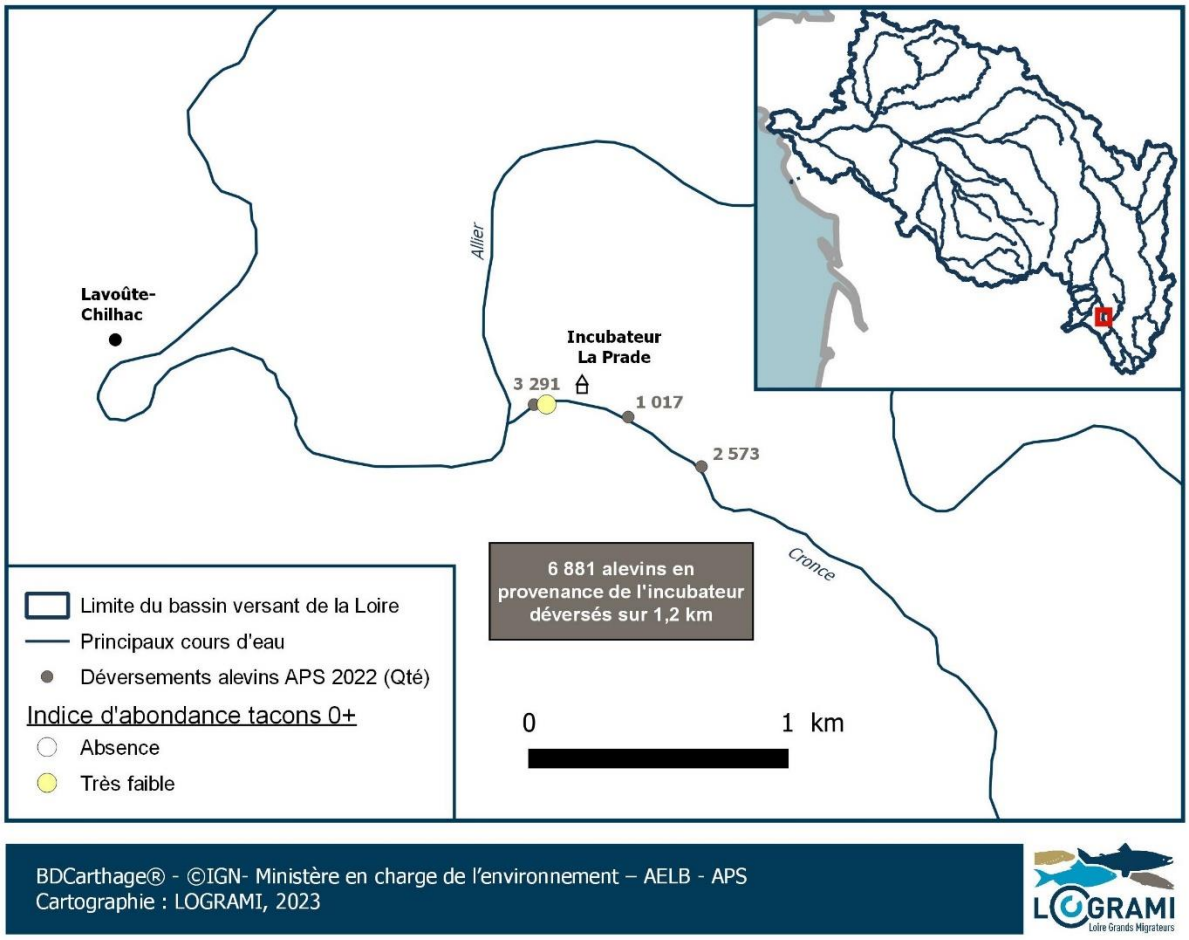


Figure 324 : Indice d'abondance tacons 0+ sur la Cronce en 2022 (1 station) et déversement d'alevins (APS)

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Cronce, le secteur considéré correspond aux premiers 1 100 m sur lesquels ont été déversés les 6 881 alevins et sur lesquels la station a été échantillonnée. La surface ERR permettant de calculer la production (à partir de l'indice d'abondance converti en densité) a été estimée par l'APS à 3 000 m² (largeur moyenne de 2,72 m). **Les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme déversés.**

Selon la méthode estimative employée, **la Cronce aurait produit, en 2022, 195 tacons 0+ d'automne déversés soit environ 5 fois moins qu'en 2021 pour un nombre d'alevins déversés quasiment similaire** (6 881 alevins vs 5 842 en 2021) **(Figure 325). Ce résultat révèle que les capacités productives de ce « petit » affluent sont fluctuantes d'une année sur l'autre. Il est fort probable que les très faibles débits constatés durant le mois d'août 2022 en soient la cause (débit moyen journalier minimum observé à Aubazat 0,009 m³/s en 2022 vs 0,08 m³/s en 2021). Dans le contexte**

actuel de changement climatique, le maintien de la pratique de déversement manuel d'alevins sur la Cronce, présentant un risque d'assec important, pose question.

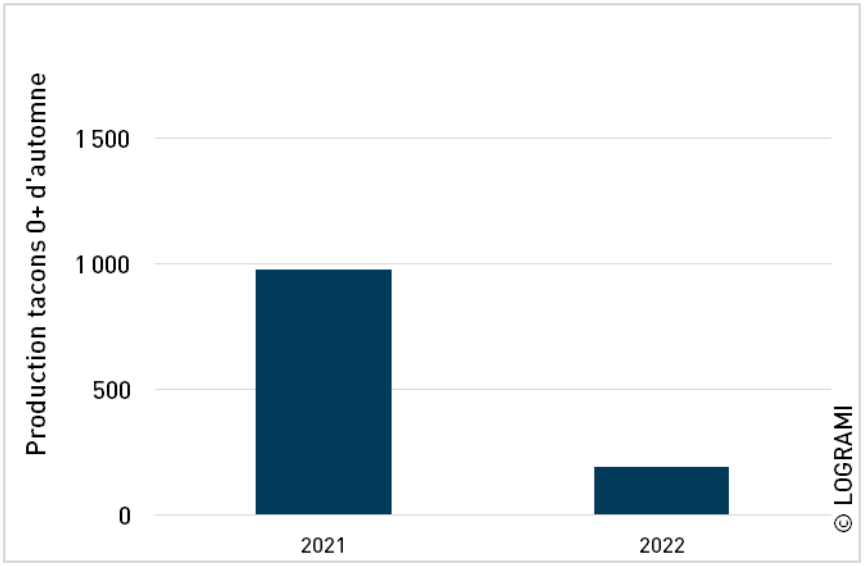


Figure 325 : Production de tacons 0+ d'automne de la Cronce depuis 2021

10.5.2.12 Abondance de juvéniles de saumons sur la Desges

Indices d'Abondance 2022

Sur la Desges en 2022, seulement 3 stations ont été échantillonnées sur les 4 qui le sont habituellement. La station la plus aval « aval du bourg de Chanteuges » (43) a, en effet, été échantillonnée par ailleurs, le 06/09/2023 par la FDPPMA43.

Sur les 3 stations échantillonnées par LOGRAMI, seul un tacon 0+ d'automne a été capturé uniquement sur la station « aval seuil de la Cambuse » (Figure 326). Par ailleurs, des tacons 0+ ont également été capturés, avec une densité de 0,007 ind./m², par la FDPPMA43 sur la station le plus aval « aval du bourg de Chanteuges » à l'occasion d'un inventaire bisannuel. D'après la relation densité surfacique/indice d'abondance, cette densité correspondrait à un indice compris entre 0 et 1 individu 0+/5 min. Le linéaire potentiellement colonisé se limite donc aux deux premiers kilomètres de la Desges en aval du seuil de la Cambuse (43).

Les indices d'abondance varient de 0 à 1 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Desges s'élève à 0,3 individus 0+/5 min +/- 0,6**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible. Non alevinée car sa confluence avec l'Allier se situe dans le secteur S3 de l'Allier, la Desges accueille des tacons 0+ natifs. Au regard des très faibles abondances et de leur localisation, il est fort probable qu'il s'agisse de tacons natifs de l'Allier ayant colonisé la Desges sur son extrémité aval.

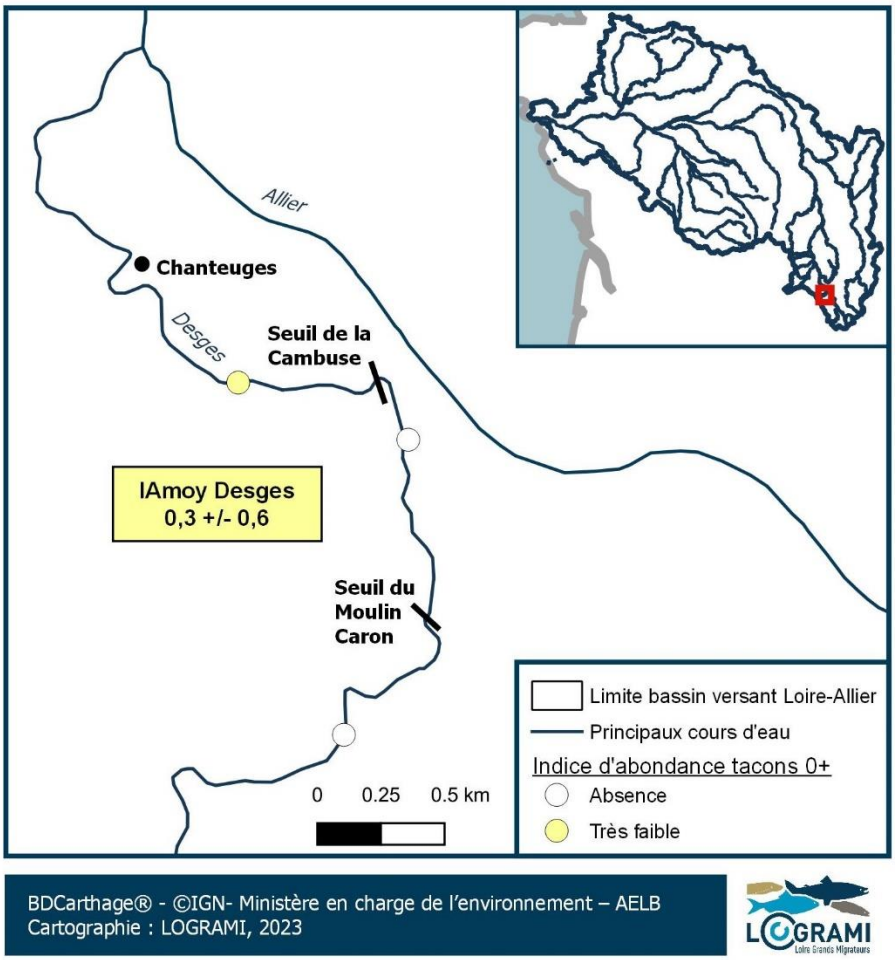


Figure 326 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Desges en 2022 (4 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2022 est le troisième plus faible observé sur la Desges depuis 2017, derrière l'absence de tacons 0+ en 2018 et celui de 2021 avec lequel il correspond quasiment (Figure 327). Comme supposé plus haut, il est fort probable qu'en 2021, aucun géniteur ne se soit reproduit sur la Desges. A l'inverse, quoique faibles, les abondances observées sur les deux 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.

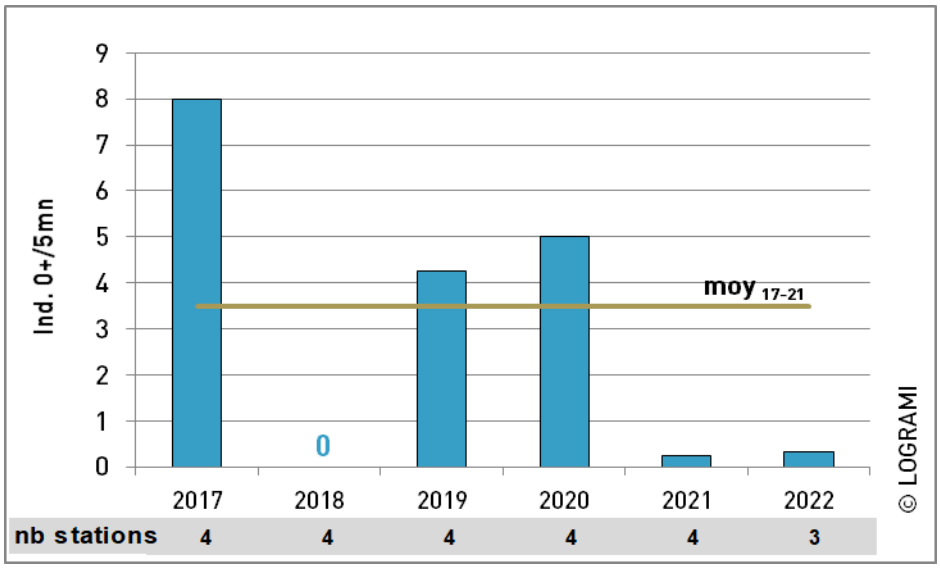


Figure 327 : Indices d'abondance moyens tacons 0+sur la Desges depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Desges, 2 secteurs ont été considérés :

- « Seuil de la Cambuse- seuil bourg de Chanteuges », long de 1,675 km, sur lequel 1 station a été échantillonnée avec un IA de 1 ind. 0+ /5 minutes ;
- « Seuil bourg de Chanteuges - confluence Allier » long de 1,125 km, sur lequel 1 station a été échantillonnée par la FDPPMA43 avec une densité de tacons 0+ 0,007 ind./m².

Selon la méthode estimative employée, **la Desges aurait produit, en 2022, 92 tacons 0+ d'automne natifs** (Tableau 36). Cette production, comme le révélait la comparaison interannuelle des indices, est la troisième plus faible observée depuis 2017 (Figure 328). Elle ne correspond qu'à 6,8 % de la production maximale observée en 2017 (max : 1 348) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 1,3 % de la production maximale théorique (105 543 tacons 0+) (Figure 329).

Au regard des capacités productives qu'elle présente et selon nos échantillonnages, qui ne ciblent volontairement que les 4,75 premiers kilomètres aval car déjà jalonnés par 2 ouvrages difficilement franchissables par les géniteurs, la Desges est bien loin d'être exploitée à sa juste valeur par les saumons.

Tableau 36 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Desges en 2022

Secteur considéré	Surface ERR (m²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Densité moyenne (ind 0+/m²)	Production tacons 0+ d'automne estimée
Seuil de la Cambuse-seuil bourg de Chanteuges (décrit en 2016)	7 413	1	0,006	44
Seuil bourg de Chanteuges - confluence Allier (décrit en 2016)	6 814		0,007	48
Total Desges	14 227			92

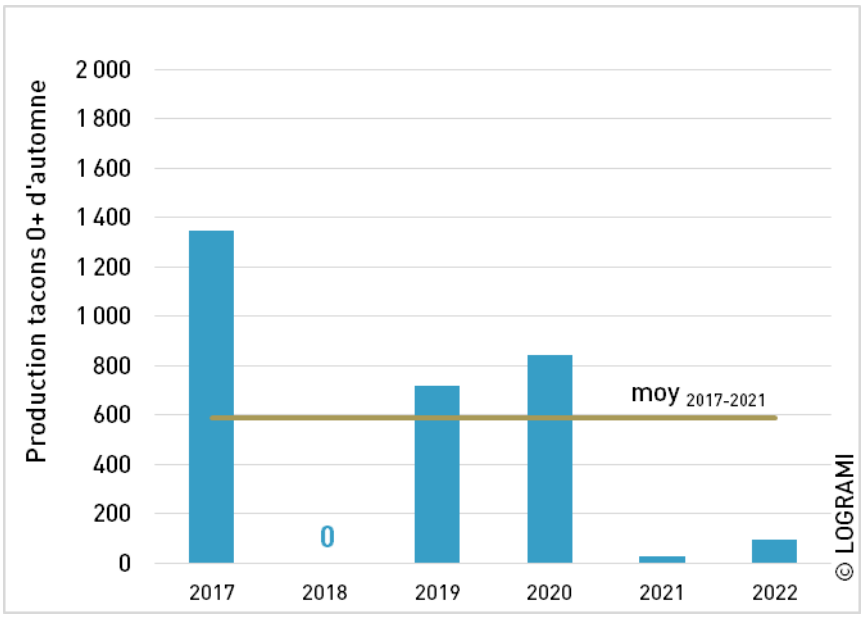


Figure 328 : Production de tacons 0+ d'automne de la Desges depuis 2017

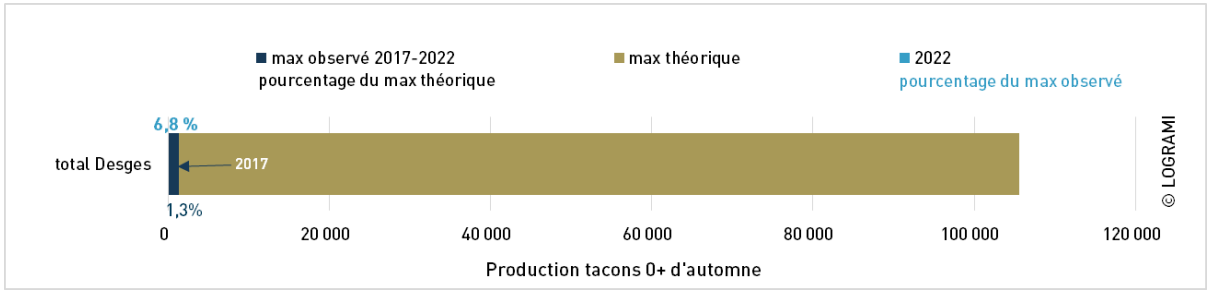


Figure 329 : Production de tacons d'automne 0+ de la Desges en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.

10.5.2.13 Abondance de juvéniles de saumons sur le Chapeauroux

Indices d'Abondance 2022

Aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur les 3 stations échantillonnées sur le Chapeauroux en 2022 entre Saint Bonnet de Montauroux et la confluence avec l'Allier (5,7 km) (Figure 330).

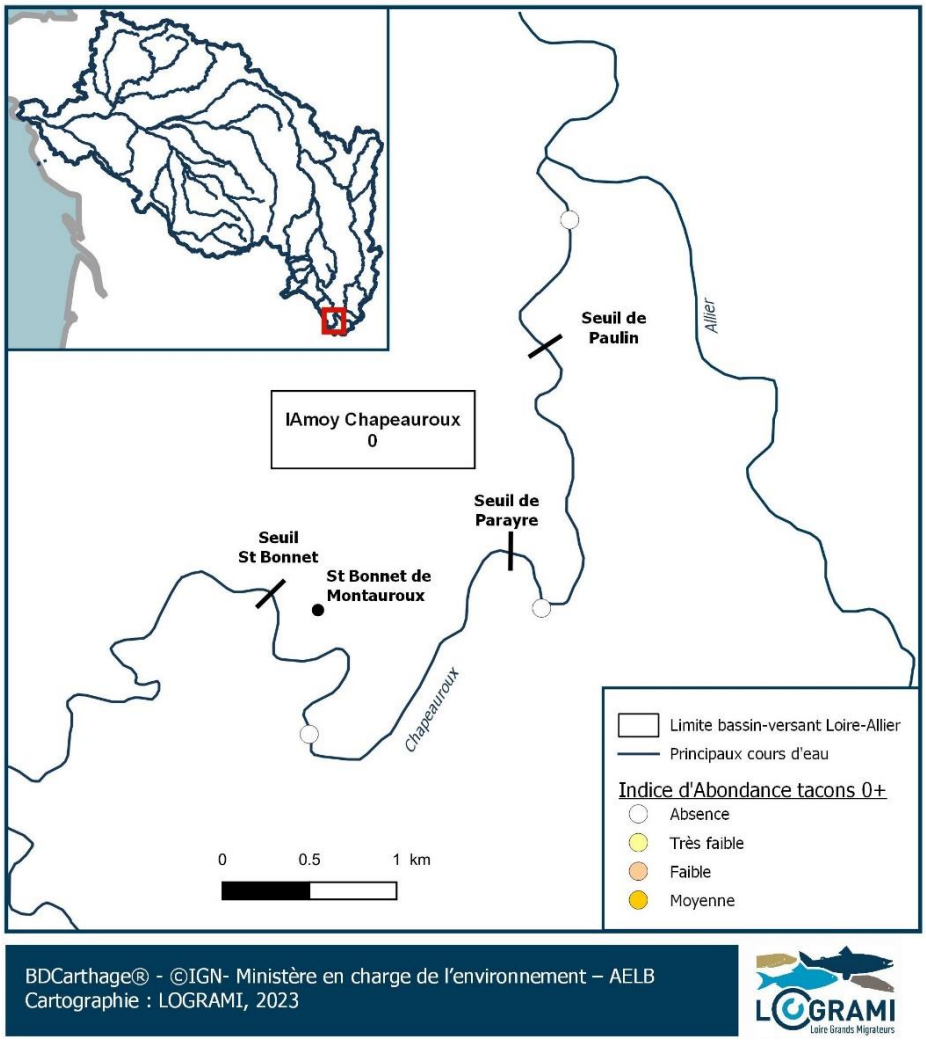


Figure 330 : Indices d'abondance tacons 0+ sur le Chapeauroux en 2022 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

La station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" échantillonnée en 2022 avait déjà fait l'objet de 4 échantillonnages en 2012, 2013, 2015 et 2021. A chaque reprise, des tacons 0+ avaient été capturés (Figure 331). L'indice d'abondance de 2022 est donc le moins bon de cette série.

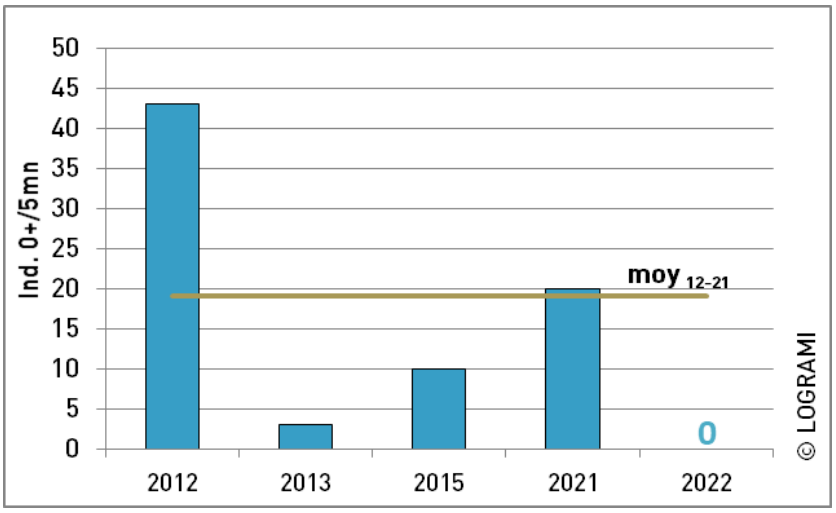


Figure 331 : Indice d'Abondance tacons 0+ sur la station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" en 2012, 2013, 2015, 2021 et 2022

Production de tacons 0+ d'automne

Aucun tacon 0+ d'automne n'a donc été produit sur le Chapeauroux en 2022. 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 333). 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 que, contrairement à ce qui a pu se produire en 2013, 2015 et 2021, les très faibles débits à l'étiage 2022 aient 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.

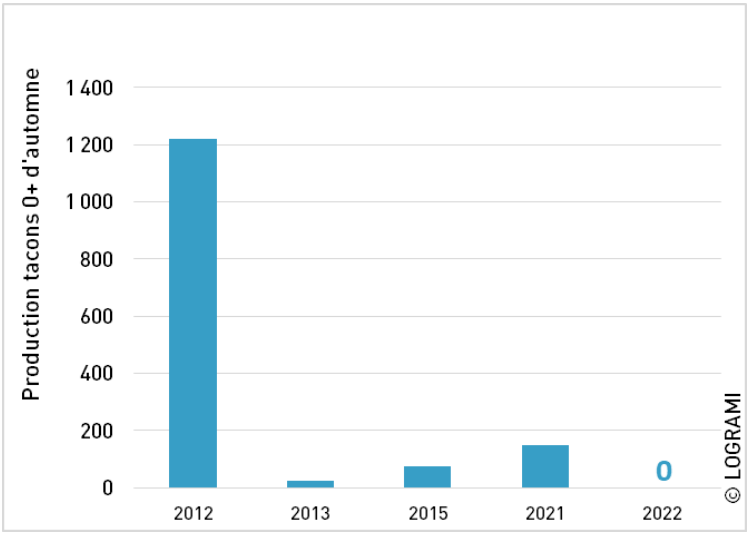


Figure 332 : Production de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux depuis 2012

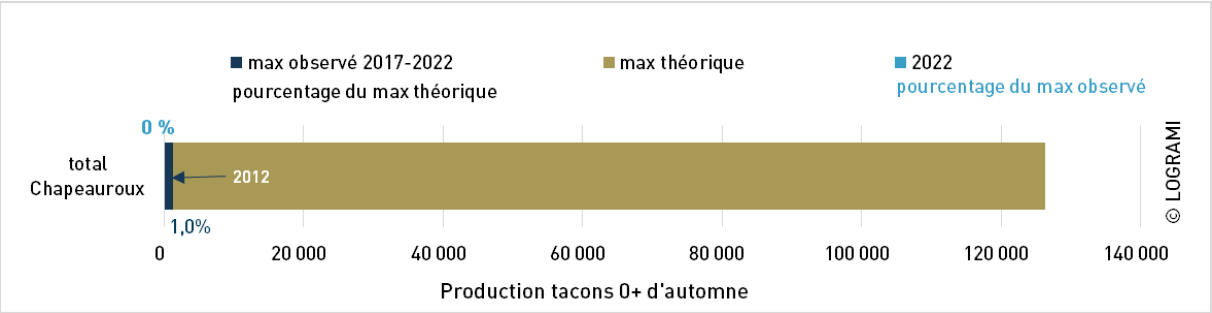


Figure 333 : Production de tacons d'automne 0+ du Chapeauroux en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

10.5.2.14 Abondance de juvéniles de saumons sur l'Espezonnette

Indices d'Abondance 2022

Sur l'Espezonnette en 2022, sur les 3 stations échantillonnées sur les 3,5 premiers kilomètres, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur les 2 premières stations « aval » (Figure 334). La station la plus proche de la confluence avec l'Allier présente un indice d'abondance de 48 ind. 0+/5 minutes ce qui peut être considéré comme une abondance moyenne. La station « Arnier » située 1 km en amont présente quant à elle un indice plus faible de 17 ind. 0+/5 minutes, ce qui peut être considéré comme une abondance faible. Les indices d'abondances varient donc 0 à 48 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de l'Espezonnette s'élève à 16,8 individus 0+/5 min +/- 21,7**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible.

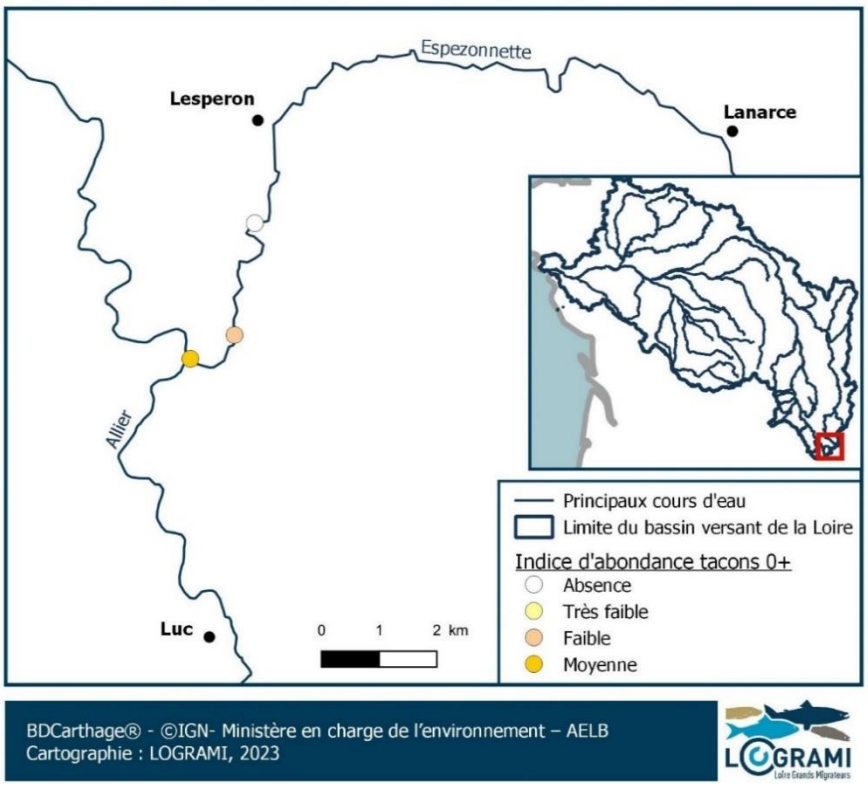


Figure 334 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Espezonnette en 2022 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Après une année 2021 sans tacon, c'est la seconde fois depuis que ce cours d'eau est échantillonné selon le protocole des indices d'abondance en 2020 que des tacons 0+ sont capturés en abondance moyenne à la confluence avec l'Allier (53 ind. 0+ /5 minutes en 2020 et 47 ind. 0+ /5 minutes en 2022). C'est par contre la première fois que des tacons 0+ sont capturés sur la station « Arnier » située 1 kilomètre en amont. L'indice moyen observé en 2022 est sensiblement similaire à celui de 2020 (seulement 2 stations échantillonnées contre 3 en 2022) (Figure 335).

Au regard de l'abondance de tacons 0+ et de leur répartition sur ce secteur, il semblerait comme constaté en 2019 (année de reproduction) que des géniteurs se soient reproduits sur cette partie aval de l'Espezonnette en 2021.

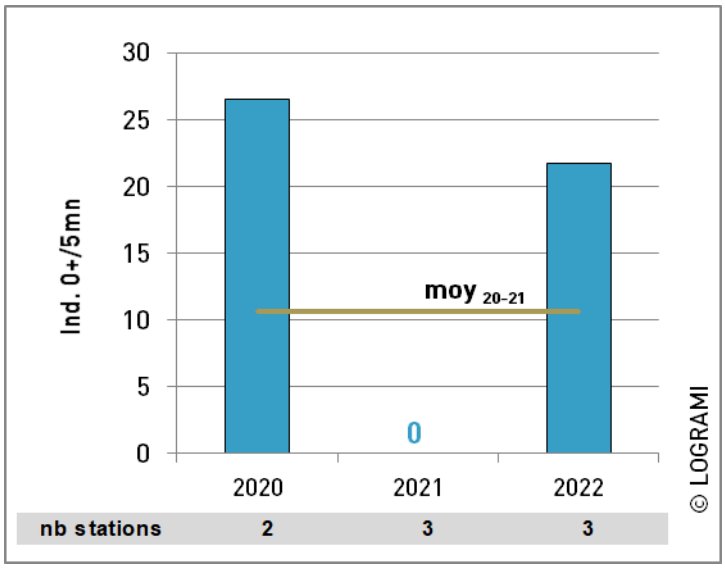


Figure 335 : Indices d'abondance moyens tacons 0+sur l'Espezonnette depuis 2020

Production de tacons 0+ d'automne

Sur l'Espezonnette, le secteur global considéré pour l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne est compris entre Pont de la Vaysseire-Lesperon (07) et la confluence avec l'Allier (2 km). **Les tacons produits sur ce cours d'eau sont des natifs.** Ainsi, selon la méthode estimative employée, **l'Espezonnette aurait produit, en 2022, 1 021 tacons 0+ d'automne natifs** (Figure 336). Cette production est sensiblement équivalente avec celle observée en 2020. Elle constitue toutefois un maximum observé tout en ne représentant que 2,8% du maximum théorique (36 746 m² ERR décrits en 2021 = 36 746 tacons 0+ d'automne) (Figure 337).

Cette production, bien que réduite, révèle de nouveau l'intérêt de cet affluent pour les saumons atlantiques (2 années productives sur 3 suivies). Au regard de la localisation plutôt « aval » de cette zone exploitée, il est fort probable qu'une partie des alevins issus de cette reproduction sur l'Espezonnette se soit diffusée vers l'aval en colonisant l'Allier.

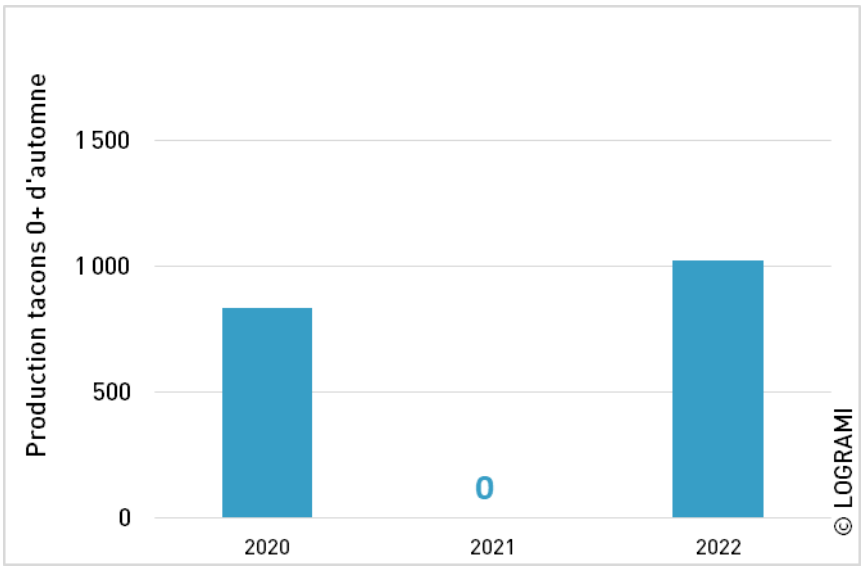


Figure 336 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Espezonnette depuis 2020

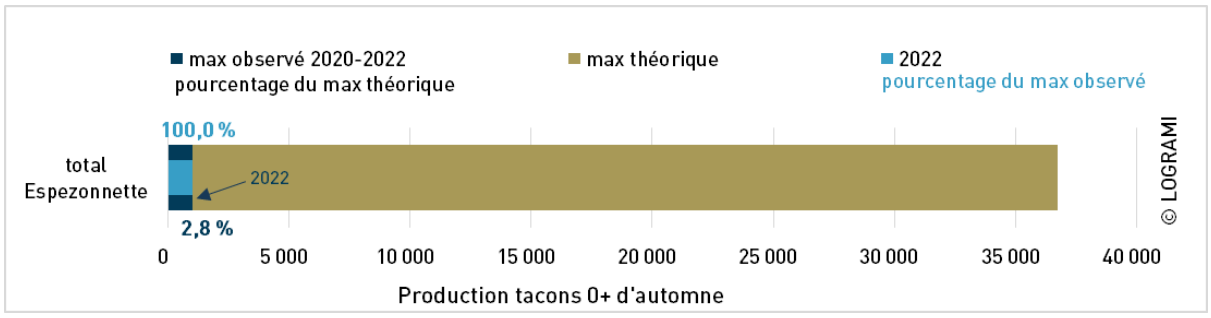


Figure 337 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Espezonnette en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

10.5.2.15 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 2022, 180 575 tacons 0+ d'automne** (Figure 338). Avec 75,48 % (136 292 tacons 0+), l'Allier représente la part la plus importante de la production globale du bassin. L'Alagnon et la Sioule contribuent dans une moindre mesure avec respectivement 18,75 % et 4,29 % de la production. Avec des parts résiduelles comprises entre 0,05 % et 0,63 %, la Couze d'Ardes, l'Espezonnette, la Cronce, la Couze Pavin, la Dore et la Desges contribuent faiblement à la production du bassin de l'Allier. .La Couze Chambon, la Senouire et le Chapeauroux n'ont pas produit de tacons 0+ en 2022.

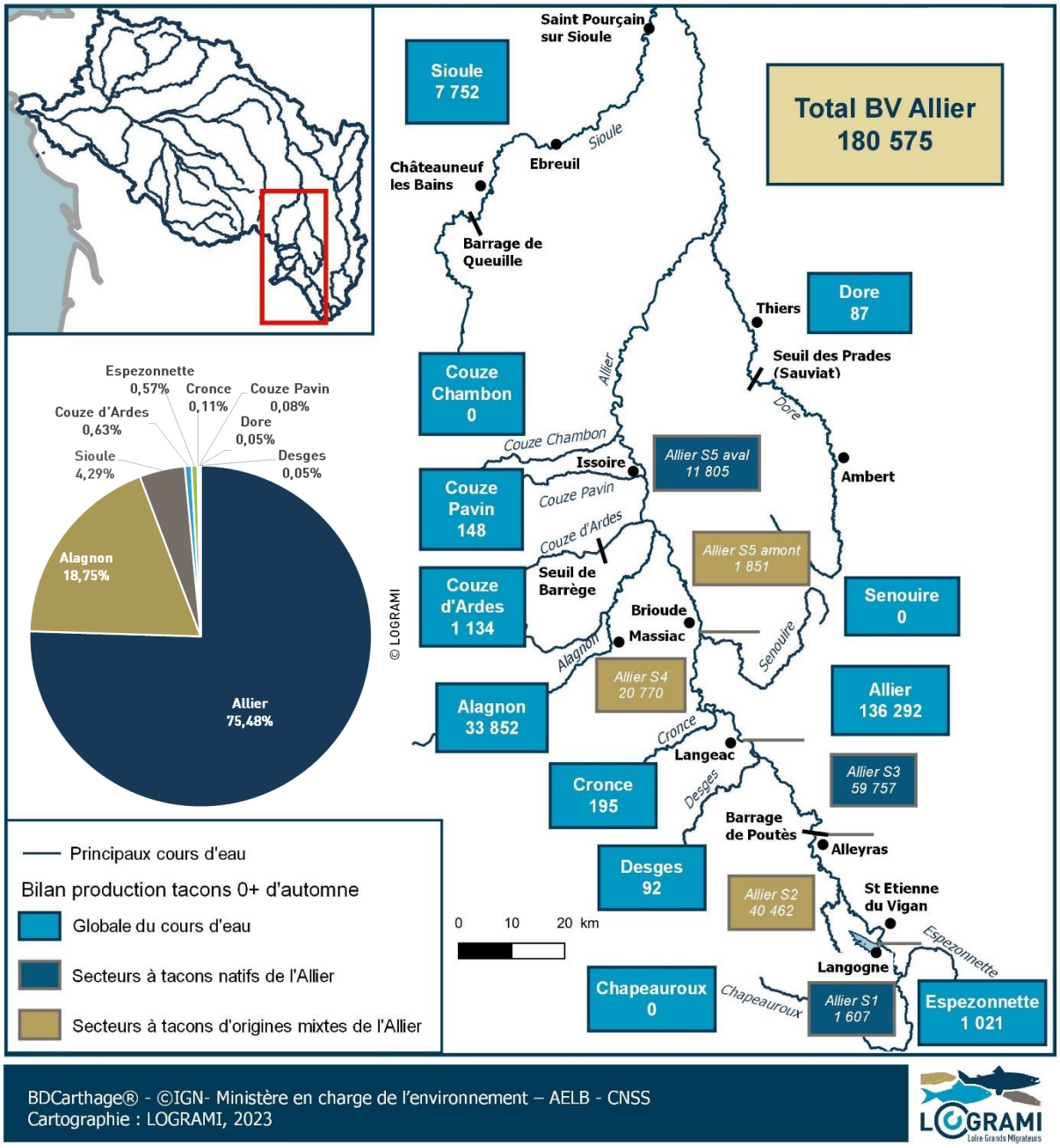


Figure 338 : Production de tacons 0+ d'automne et part relative des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2022

La production 2022 correspond à 25,1 % de la production maximale observée en 2014 (719 941 tacons 0+ ; survie exceptionnelle) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 27,3 % de la production maximale théorique (2 634 380 tacons 0+ pour 1 ind. 0+/m² ERR) (Figure 339).

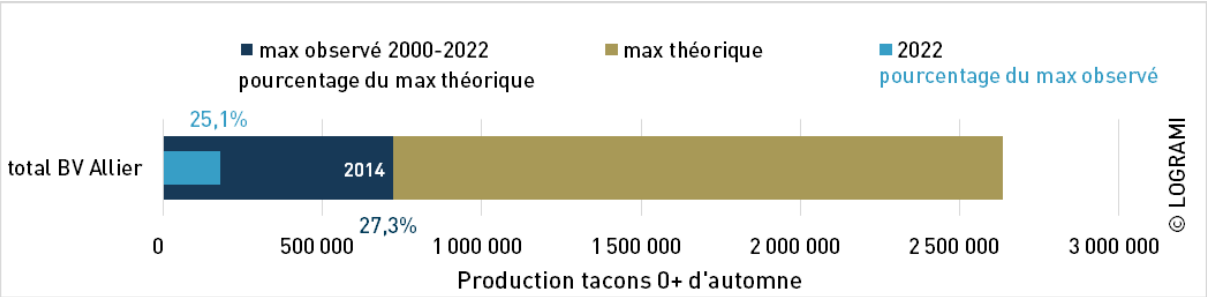


Figure 339 : Production de tacons d'automne 0+ du bassin versant de l'Allier en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.

Contrairement à ce que laissaient présager la dépose d'œufs potentielle réduite en 2021 (234 géniteurs potentiels à Vichy pour 159 frayères comptabilisées en amont de Vichy = 2ème plus faible effectif depuis 2001) et la faible quantité d'alevins de pisciculture déversée en 2022 (la plus faible depuis 2001 ; 275 982), avec 180 985 tacons 0+, la production du bassin de l'Allier en 2022 se classe malgré tout en 3ème moins bonne année depuis 2001, derrière 2020 et 2007, deux années pouvant être considérées comme atypiques à moins de 100 000 alevins 0+ produits (Figure 340). Elle s'apparente à celle constatée en 2021 (195 202) et **correspond approximativement à la moitié de la production moyenne observée depuis 2000** (363 853 +/- 113 075) **pour un effectif de géniteurs potentiels et des quantités alevinées ne représentant que 40,8% et 29,3% des moyennes respectives**. Il semblerait donc que les conditions hydro-climatiques de l'année 2022 et notamment l'absence de crue morphogène au printemps aient été plutôt favorables au développement des juvéniles de saumon sur le bassin de l'Allier.

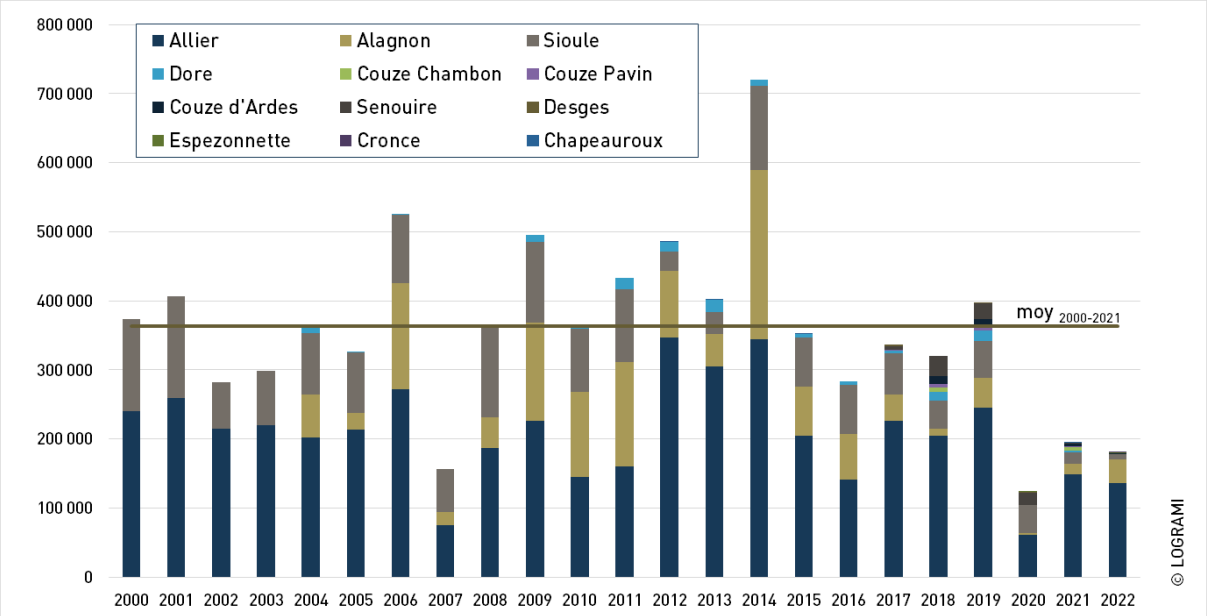


Figure 340 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2000

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 comptabilisées 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 2020-2022, la diminution progressive de l'effort d'alevinage (497 457 en 2020, 322 943 en

2021 et 275 992 en 2022 ; moyenne 365 464 +/-116 695), explique en partie la diminution de la production globale observée.

La production de tacons 0+ historiquement basse de 2020, quant à elle, s'explique également par la survenue de crues importantes sur le bassin de l'Allier à des moments clés ayant sévèrement impacté à la fois le recrutement en juvéniles natifs déjà faiblement présents par une dépose d'œufs potentielle réduite (effectifs de géniteurs potentiels réduits et mortalité estivale importante en 2019) et également les alevins déversés.

Sur l'ensemble de la série chronologique **plusieurs années se distinguent par des productions intéressantes**. En effet, les années 2006, 2009, 2012, 2014 et 2019 dépassent les 400 000 tacons 0+ d'automne. **Ces années en en commun la meilleure survie à chacune des étapes du cycle** notamment avec un retour plus important de géniteurs, une survie estivale favorable et une absence de crue après la reproduction. Il apparaît donc que la sauvegarde du saumon de l'Allier et l'autosuffisance de la population dépendent essentiellement des taux de survie à chacun des stades notamment **en favorisant la montaison des géniteurs et la dévalaison des alevins.**

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 2022, 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 sixième année consécutive suite à une demande des acteurs locaux, **l'Alagnon sur l'ensemble de son cours** n'a pas été aleviné en 2022. 15 frayères de saumons y avaient été recensées en 2021 ;
- **Sur l'Allier**, pour la quatrième année consécutive, en raison du déversement de 132 184 alevins sur le secteur **S2** (Saint Etienne du Vigan-Alleyras ; 43), seuls les **secteurs S1, S3 et S5** (retrait des 1 400 premiers mètres amont de ce secteur car alevinés avec 7 671 alevins) sont concernés par cette analyse. Ces trois secteurs présentaient 53,5 % des frayères recensées sur l'axe Allier (respectivement 1,9 %, 22,3 % et 29,3 %) ;
- **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 2022 ;
- Pour la sixième 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), a été échantillonné pour la troisième année consécutive ;
- **Sur la Senouire**, non alevinée en 2022 ;
- **Sur la Sioule**, sur l'ensemble de son linéaire car non alevinée en 2022 (une première au moins depuis l'année 2000).

Avec **117 256 tacons 0+ natifs produits sur le bassin de l'Allier en 2022**, ce qui correspond peu ou prou à la moyenne observée depuis 2009 (119 853 +/ 58 381), **la proportion d'individus natifs sur la population globale (64,9 %) est la plus importante observée depuis que la distinction "natif/aleviné" par secteur est possible** (2009) (Figure 341). Cette proportion est donc supérieure à la moyenne observée depuis 2009 (31,7+/- 11,8 %) et devance largement celles des années 2017 (51,4 %) et 2012 (48,8 %) qui constituaient jusqu'alors les proportions maximales observées.

Comme évoqué précédemment, contrairement à ce que pouvait laisser présager la dépose d'œufs potentielle réduite en 2021, la production minimale de tacons 0+ natifs du bassin de l'Allier en 2022 est plutôt intéressante. Elle se classe au 8ème rang sur 14. Il semblerait donc que les conditions hydro-climatiques de l'année 2022 aient été plutôt favorables au développement des juvéniles de saumon sur le bassin de l'Allier.

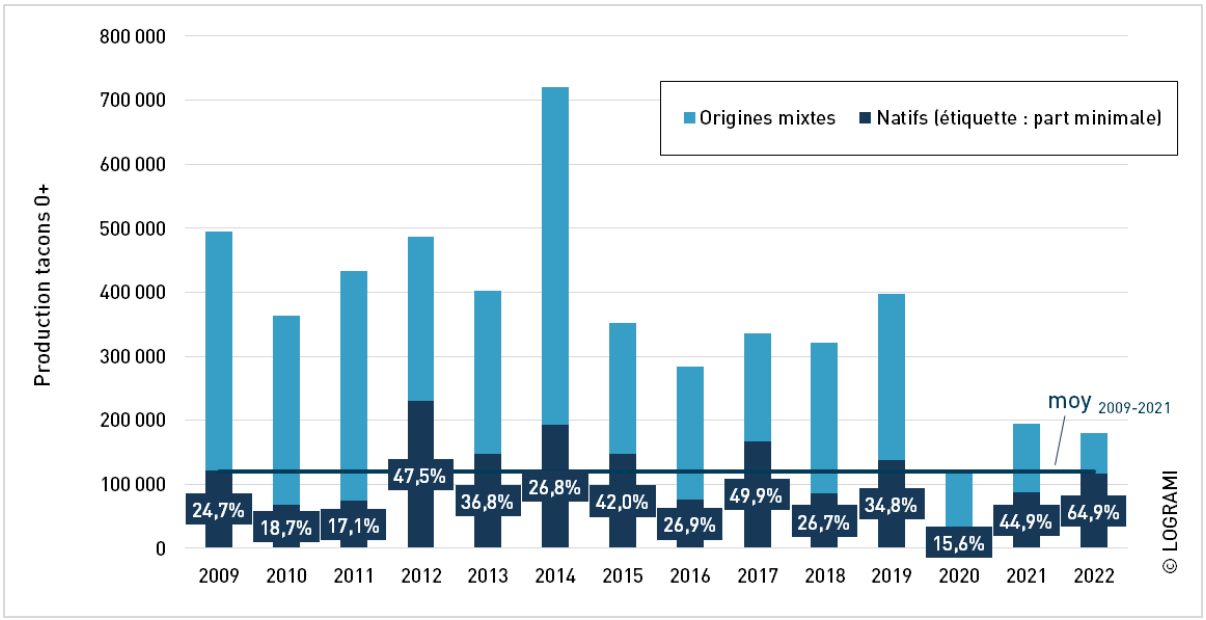


Figure 341 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2009

En faisant fi des tacons natifs produits sur les secteurs alevinés de l'Allier (S2-S4) car d'origine mixte (présence avérée de frayères sur ces secteurs en 2021), avec 62,4 %, l'Allier représente la majorité de cette production de tacons natifs (73 169 tacons 0+) (Figure 342). L'Alagnon contribue à hauteur de 28,9 % (33 852 tacons 0+) et la Sioule à 6,6 % (7 752 tacons 0+). Ces trois cours d'eau réunis représentent donc la très grande majorité des tacons 0+ natifs produits sur le bassin de l'Allier (97,9 %). La fraction résiduelle se répartit entre la Couze d'Ardes (1 % ; 1 134 tacons 0+), l'Espezonnette (0,9 % ; 1 021 tacons 0+), la Couze Pavin (0,1 % ; 148 tacons 0+), la Desges (0,05 % ; 92 tacons 0+) et la Dore (0,05 % ; 87 tacons 0+).

Depuis 2017 et l'arrêt des déversements d'alevins de pisciculture sur l'Alagnon, les proportions de l'Allier et de l'Alagnon, les deux principaux pourvoyeurs de tacons 0+ natifs du bassin de l'Allier, présentent une relative stabilité interannuelle. La part de l'Allier oscille entre 62,4 et 87,3 % et celle de l'Alagnon entre 12,4 et 31,1 % (Figure 342). Avec 33 852 tacons 0+ natifs produits en 2022, la contribution non négligeable de l'Alagnon dans la population de tacons 0+ globale du bassin confirme la pertinence du choix de gestion patrimoniale de l'espèce depuis 2017 sur cet axe. Enfin, avec l'arrêt des alevinages sur la Sioule et l'attribution évidente de l'origine native des tacons 0+ qui y sont produits, malgré une production réduite en 2022 (7 752 tacons 0+), sa part dans la production globale de tacons 0+ natifs du bassin de l'Allier a augmenté.

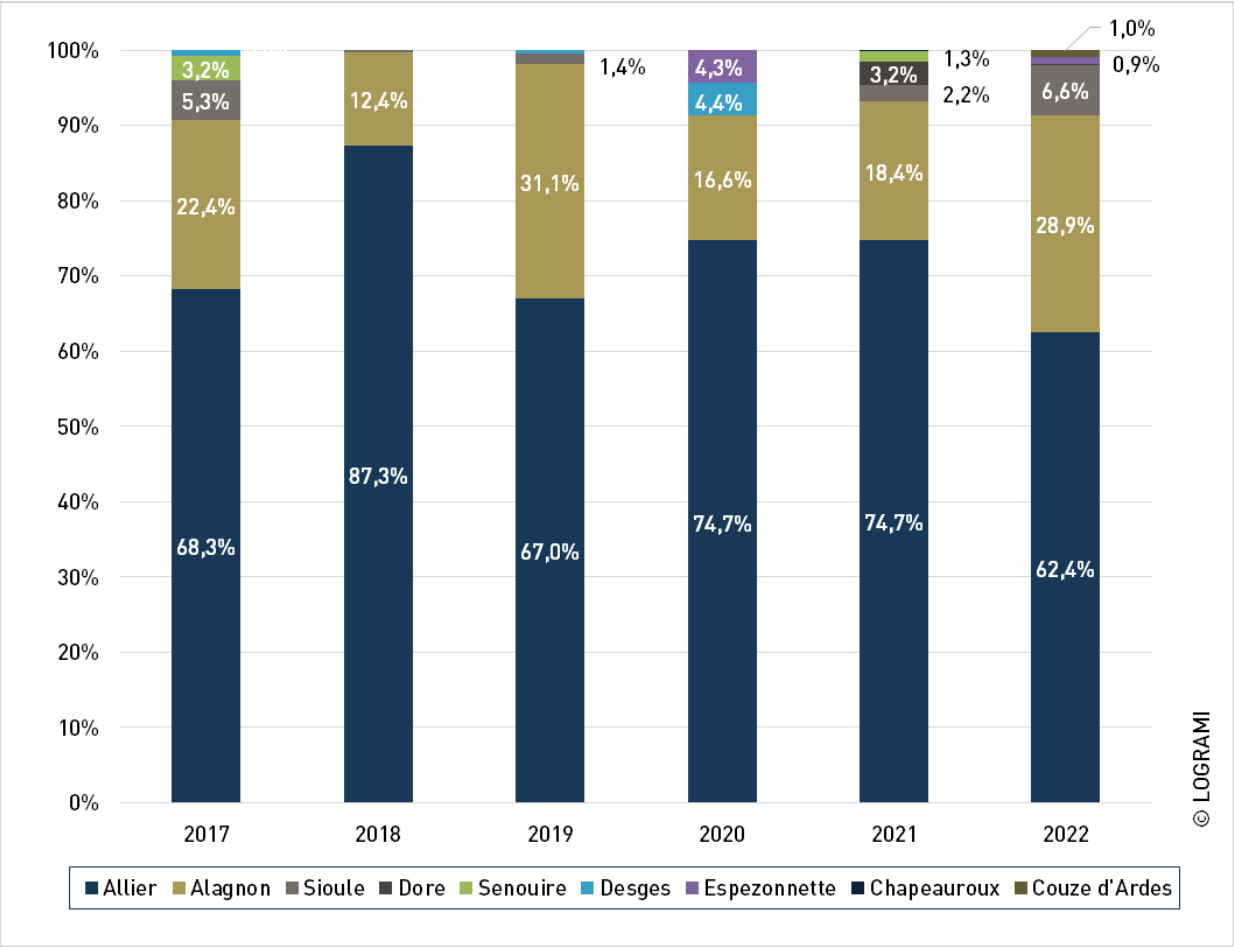


Figure 342 : Répartition des tacons 0+ d'automnes natifs produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017

10.5.3. Relation entre le nombre de frayères et l'abondance des juvéniles de saumons

Le rapport entre la production estimée de juvéniles 0+ d'automne et le nombre de frayères comptabilisées l'année précédente, quand celui-ci est connu, permet d'obtenir la productivité moyenne d'une frayère. Cette productivité traduit les conditions de développement des juvéniles de l'année depuis la fécondation jusqu'au stade tacon d'automne et permet donc de caractériser la capacité du milieu dans les conditions de l'année à produire des juvéniles de saumon. Ce rapport est très sensible à la précision de la méthode de comptage des frayères. Par ailleurs, le comptage des frayères par survol n'étant pas réalisé si des crues morphogènes automnales sont observées avant la reproduction (mauvaise visibilité des frayères), les productivités des pontes réalisées les années où un substrat décolmaté sensé être plus favorable à la survie des embryons ne sont pas appréhendées.

En 2021, les comptages de frayères ont pu être réalisés par survol sur l'Allier et l'Alagnon seulement. La productivité des frayères des secteurs non alevinés de ces 2 cours d'eau a pu être évaluée en 2022 grâce aux échantillonnages de juvéniles.

10.5.3.1 Productivité des frayères de saumons de l'Allier

En raison d'alevinage sur le secteur S2 de l'Allier en 2022, seules les productivités des frayères des secteurs S1 (3 frayères), S3 (35 frayères) et S5 (46 frayères) ont pu être calculées. Ce calcul est possible pour la 7ème fois (sur 14) sur S1 et S3 depuis l'établissement de la zone refuge de l'Allier en 2008 et pour la première fois sur le secteur S5 (non aleviné dans sa majeure partie en 2022).

- Avec 536 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, la productivité des frayères du secteur S1 en 2022 correspond à la moyenne observée sur la période 2010-2021 (534 +/- 606) (Figure 343). Elle est très nettement inférieure à la valeur maximale observée en 2021 (3 fois moins ; 1 671) ;
- Avec 1 707 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, la productivité des frayères du secteur S3 en 2022 est supérieure à la moyenne observée sur la période 2010-2021 (1 141 +/- 437). Elle est à peu près équivalente à la valeur maximale observée en 2018 (1 751) ;
- La productivité du secteur S5 calculée de manière inédite s'élève à 257 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé.

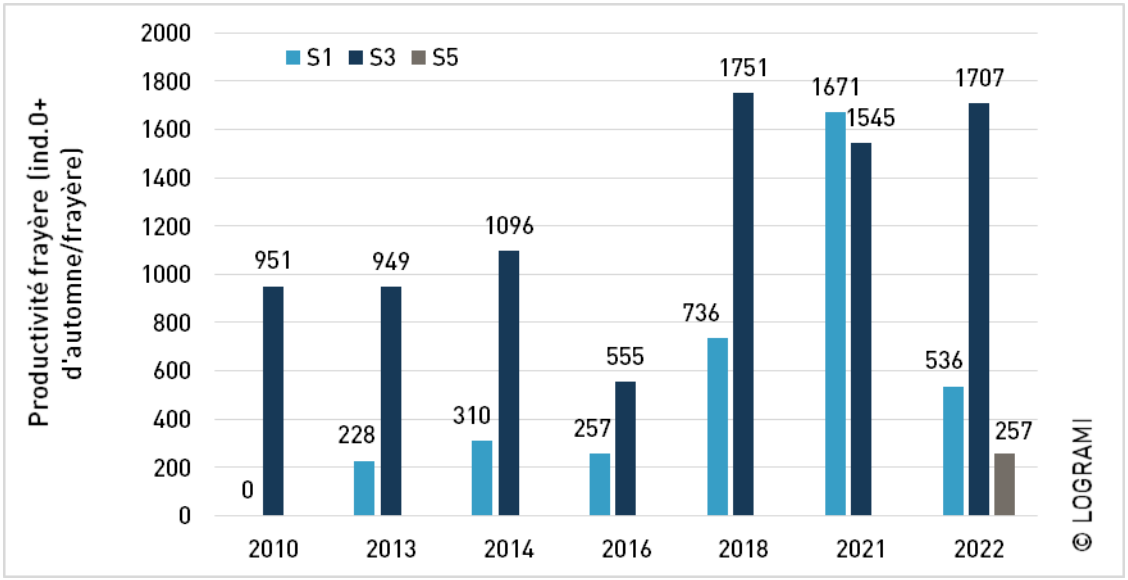


Figure 343 : Productivités moyennes des frayères de Saumon atlantique sur les secteurs S1, S3 et S5 de l'Allier depuis 2010

Sur 6 des 7 années de données, la productivité du secteur S1 est très nettement inférieure à celle du secteur S3. L'année 2021 apparait atypique avec des productivités quasiment identiques (S1 supérieure à S3 ; 1 671 contre 1 545). Par ailleurs, la productivité du secteur S5 en 2022 est inférieure à celles des secteurs S1 et S3.

Sur le long court, il semblerait que le secteur S3 est le secteur de l'Allier qui présente les meilleures capacités à produire des juvéniles de saumon à partir d'un nid.

Aucune relation évidente entre les valeurs maximales de débit observées durant tout le développement des juvéniles et les productivités des frayères de saumons comptabilisés sur différents secteurs de l'Allier n'a pu être mise en évidence pour tenter d'expliquer la variabilité de ces dernières. Par ailleurs, les données thermiques étant trop disparates, aucune relation n'a pu être recherchée.

Le caractère sec de l'année 2022 ne semble pas avoir été pénalisant pour le développement des alevins/tacons du secteur S3 de l'Allier qui, rappelons-le, bénéficie tout de même d'un soutien à l'étiage par la restitution du barrage de Naussac. A contrario, il est possible que les faibles débits d'étiage soient à l'origine d'une plus faible productivité observée sur le secteur S1.

10.5.3.2 Productivité des frayères de saumons de l'Alagnon

En 2022 sur l'Alagnon, les productivités des frayères des secteurs S1 (1 nid), S2 (7 frayères), S3 (7 frayères) ont pu être calculées (Figure 344). Ce calcul est possible pour la 4ème fois (sur 5) depuis l'arrêt des déversements d'alevins de pisciculture sur ce cours d'eau en 2017 :

- avec 5 008 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, la productivité du seul nid observé sur le secteur S1 de l'Alagnon paraît, au regard des autres valeurs rencontrées dans la série chronologique, exceptionnellement élevée en 2022 ;
- avec 2 667 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, la productivité des 7 frayères du secteur S2 en 2022 est supérieure à la moyenne observée sur la période 2018-2021 (1 508 +/- 1 758). Elle est inférieure à celle observée en 2019 (exceptionnellement élevée : 3 483) mais supérieure à celles de 2018 (113) et 2021 (928) ;
- avec 1 054 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, la productivité des 7 frayères du secteur S3 est inférieure à la moyenne observée sur la période 2018-2021 (1 787 +/- 1 249). Elle est inférieure à celles observées en 2019 (2 525) et 2021 (2 493) mais supérieure à celle de 2018 (345) ;

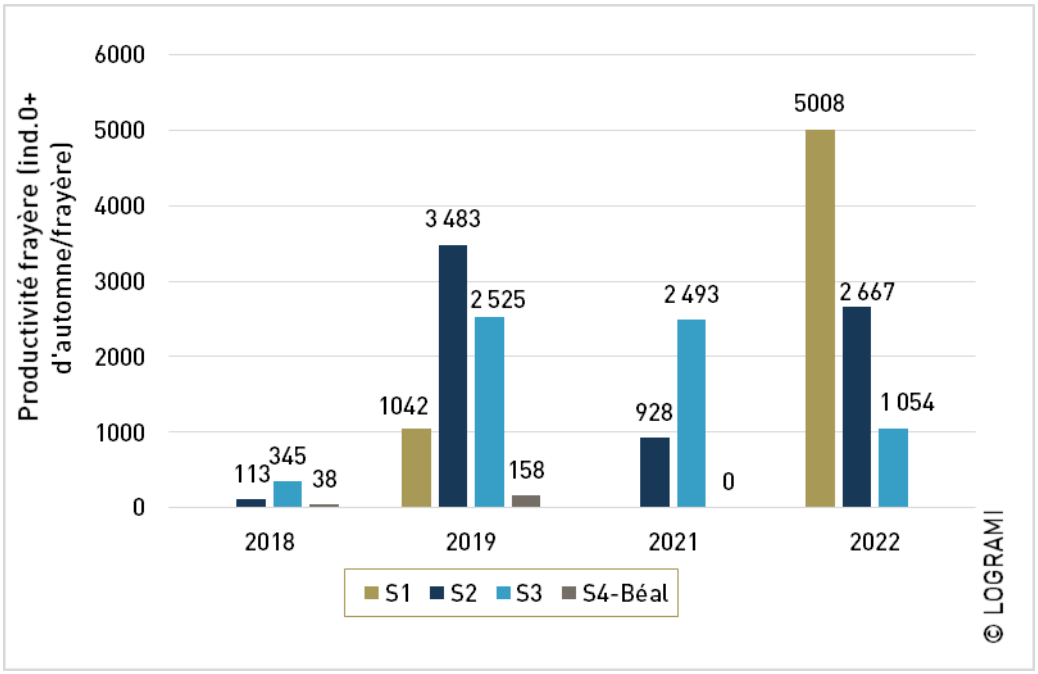


Figure 344 : Productivités moyennes des frayères de Saumon atlantique sur les secteurs S2, S3 et S4 (Béal) de l'Alagnon depuis 2018

A l'échelle du cours d'eau, la productivité moyenne de l'Alagnon en 2022 s'apparente à celle de 2019 (2 257 contre 2 052) (Figure 345) qui avait été qualifiée de très intéressante car ayant bénéficié de conditions hydrologiques assez exceptionnelles et plutôt favorables au recrutement (absence de crue morphogène dévastatrice; débit moyen journalier maximal observé entre la reproduction et les

échantillonnages automnaux correspondant seulement à 2,64 fois le module) (Figure 346). Ces deux années sont pourtant caractérisées comme les années les plus « chaudes » de la série (Tableau 37).

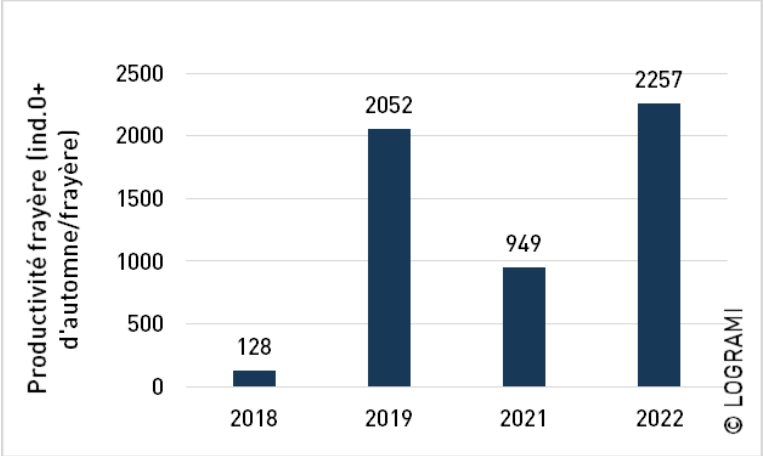


Figure 345 : Productivités moyennes des frayères de Saumon atlantique sur l'Alagnon depuis 2018

Concernant le développement des tacons 0+ d'automne échantillonnées en 2022, une crue correspondant à 7,54 fois le module avait pourtant été observée durant leur phase de vie sous graviers (embryogénèse) (29/12/2021). Au regard des débits maximaux observés durant tout le développement des juvéniles sur les quatre années où le calcul des productivités moyennes des frayères de saumons comptabilisés sur l'Alagnon a été possible (2018, 2019, 2021 et 2022) (Figure 346), il semblerait qu' à partir d'un seuil correspondant à environ 8 fois le module, les crues deviendraient impactantes sur cet axe. Sur ces quatre années, les débits maximaux sont tous observés durant la phase de vie sous graviers. Les débits maximaux observés après l'émergence sont tous inférieurs à 4 fois le module généralement considérés comme « non morphogènes ».

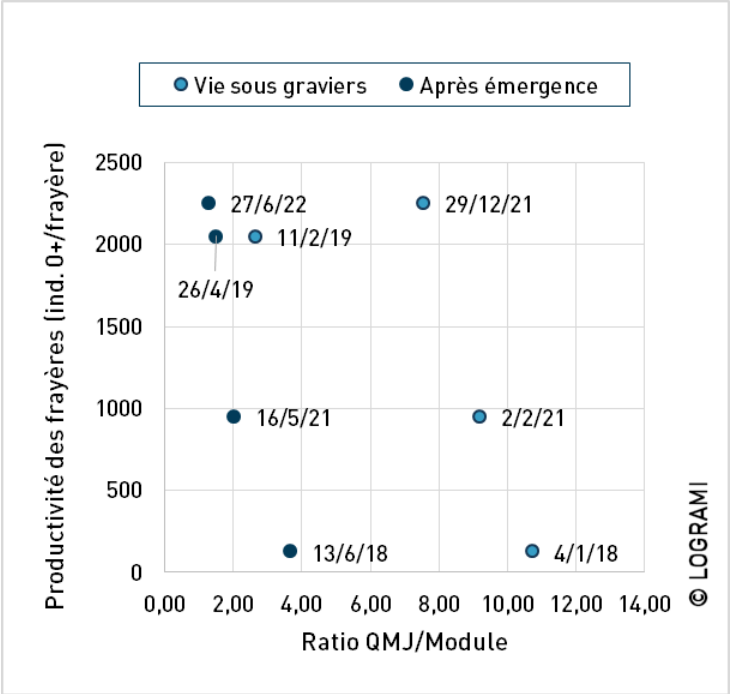


Figure 346 : Productivité moyenne des frayères de Saumon atlantique sur l'Alagnon en fonction du débit maximal observé sur la période comprise entre la reproduction (date médiane ponte 1/12) et les échantillonnages automnaux de tacons 0+ déclinée en 2 sous-périodes : vie sous graviers et après émergence

Tableau 37 : Nombre de jours où la température de l'eau a dépassé 21°C et température journalière maximale entre l'émergence médiane et les échantillonnages sur l'Alagnon en 2018, 2019, 2021 et 2022 (en gris : pas de mesure)

		2018	2019	2021	2022
Molompize	Nb jours sup 21°C		20	1	11
	Max		22,7	21,1	21,8
Lempdes sur Alagnon	Nb jours sup 21°C	16	34		
	Max	23,8	24,7		

10.5.3.3 Comparaison inter-axes

La comparaison des productivités des frayères de l'Allier (S1 et S3 réunis) et de l'Alagnon (Figure 347) met en évidence que l'Alagnon présente une productivité moyenne légèrement supérieure à celle de l'Allier (1 371 +/- 1 019 tacons 0+ d'automne produits par nid contre 1 177 +/- 459). Toutefois les productivités de l'Allier sont plus régulières (moyenne calculée sur 7 années contre seulement 4 sur l'Alagnon). L'Alagnon semble révéler de meilleures capacités productives mais paraît aussi plus exposé à des aléas limitants le recrutement.

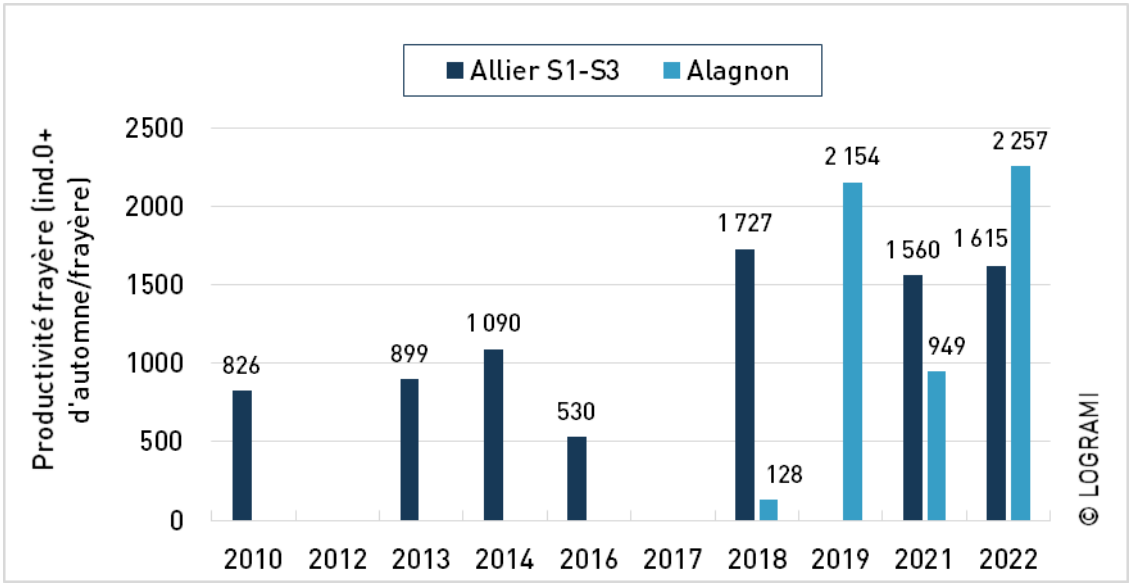


Figure 347 : Productivités des frayères de Saumon atlantique des secteurs non alevinés de l'Allier (S1-S3) depuis 2010 et de l'Alagnon depuis 2018

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 la bibliographie (McCormik et al., 1998) (Figure 348):

- 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 se désmoltifie.

Le facteur environnemental principal responsable 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 extérieures : tolérance à la salinité, comportement plus grégaire, argentage et croissance rapide du poisson.

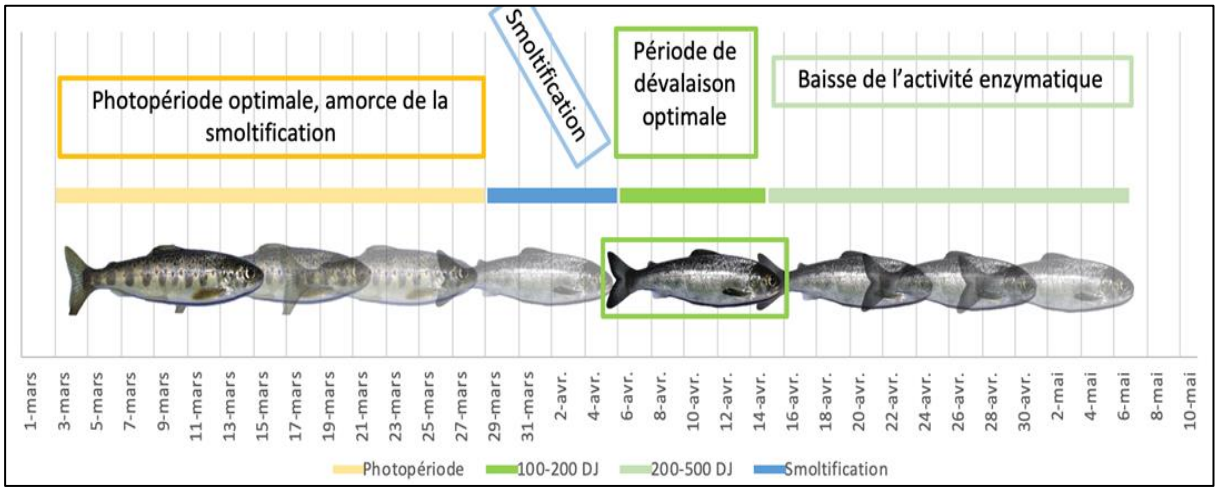


Figure 348 : Processus de dévalaison des smolts en fonction de la photopériode et le la température (exemple de la Gartempe à Châteauponsac : Campagno, 2019)

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 :

- sur la Gartempe à Châteauponsac,
- sur l'Allier à Langeac,
- sur la Sioule à Ebreuil,

- sur l'Alagnon à Massiac,
- sur la Dore à Ambert.

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 :

- **29 mars** sur la Gartempe à Châteauponsac,
- **14 avril** sur l'Allier à Langeac,
- **15 avril** sur la Sioule à Saint-Quintin-sur-Sioule,
- **9 avril** sur l'Alagnon à Massiac,
- **11 avril** sur la Dore à Ambert.

En 2022, les périodes de smoltification et de dévalaison présumées ont été calculés sur les différents axes étudiés (Figure 349) :

- En moyenne sur l'ensemble des axes, la période de smoltification s'étale sur 9 jours +/- 1. Cette dernière est plus précoce mais plus étalée sur la Gartempe avec une période de 11 jours entre le 29 mars et le 9 avril ;
- En moyenne, la période de dévalaison optimale s'étale également sur 9 jours +/- 1 sur l'ensemble des rivières étudiées. Sur le bassin de l'Allier et ses principaux affluents, la fin de cette période se situe en moyenne au 29 avril +/- 1 jour. Sur le bassin de la Gartempe, la période de dévalaison optimale est atteinte plus précocement entre le 9 et le 17 avril.

En 2022, la présence de smolts à la station de comptage de Jenzat entre fin avril et début juin **témoigne des difficultés qu'ont rencontré les individus pour dévaler l'ouvrage.**

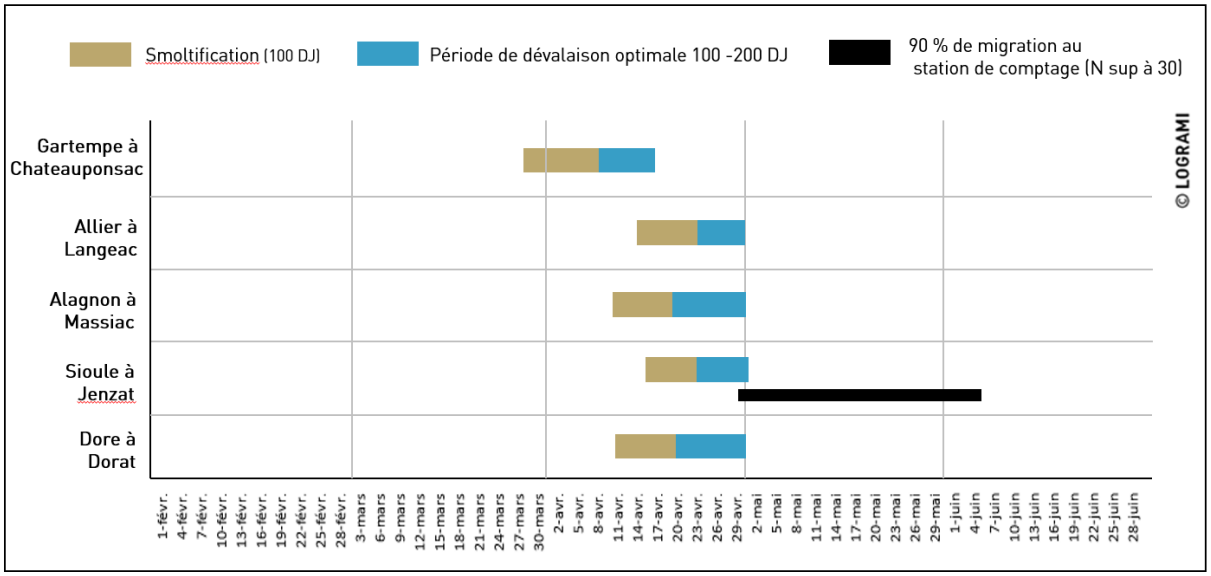


Figure 349 : Estimation des périodes de smoltification et de dévalaison des smolts sur la Gartempe, l'Allier, l'Alagnon, la Sioule et la Dore en 2022

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 (CNSS, 2009), l'activité de dévalaison est optimale entre 7,5 °C et 13,5 °C.

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables à la dévalaison de smolts (de 7,5 à 13,5 °C) représentent 58 % +/- 10 du temps soit 53 jours +/- 9 sur les 92 jours de mars à mai (Figure 350) :

- Le maximum est atteint sur les têtes de bassin avec des valeurs supérieures à 60 % aux stations de mesure d'Argenton sur Creuse sur la Creuse (65 % +/- 10), de Châteauneuf les Bains sur la Sioule (65% +/- 8), Langeac sur l'Allier (61 % +/- 8) et Riorges sur la Renaison (80 % +/- 8) ;
- Le minimum est enregistré aux stations de Moulins et Vichy avec 50 % ;
- Sur l'Allier, une diminution progressive de la fenêtre optimale de dévalaison de près 11 % entre l'amont (Langeac) et l'aval (Moulins) induite par l'augmentation naturelle de la température de l'eau selon le gradient amont – aval est observée.

En 2022 sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables à la dévalaison de smolts représentent 46 % +/- 10 du temps. Les fenêtres de dévalaison des smolts ont été globalement statiquement inférieures aux valeurs historiques (Mann Whitney : p-value < 0,05 ; alpha 0,05) pour toutes les stations de mesure hormis celle de Châteauneuf les Bains. Les températures particulièrement chaudes du mois de mai sur l'ensemble du bassin (en moyenne + 3,2 °C) ont réduit de près de 11 jours l'amplitude du préférendum thermique favorable à la dévalaison des smolts.

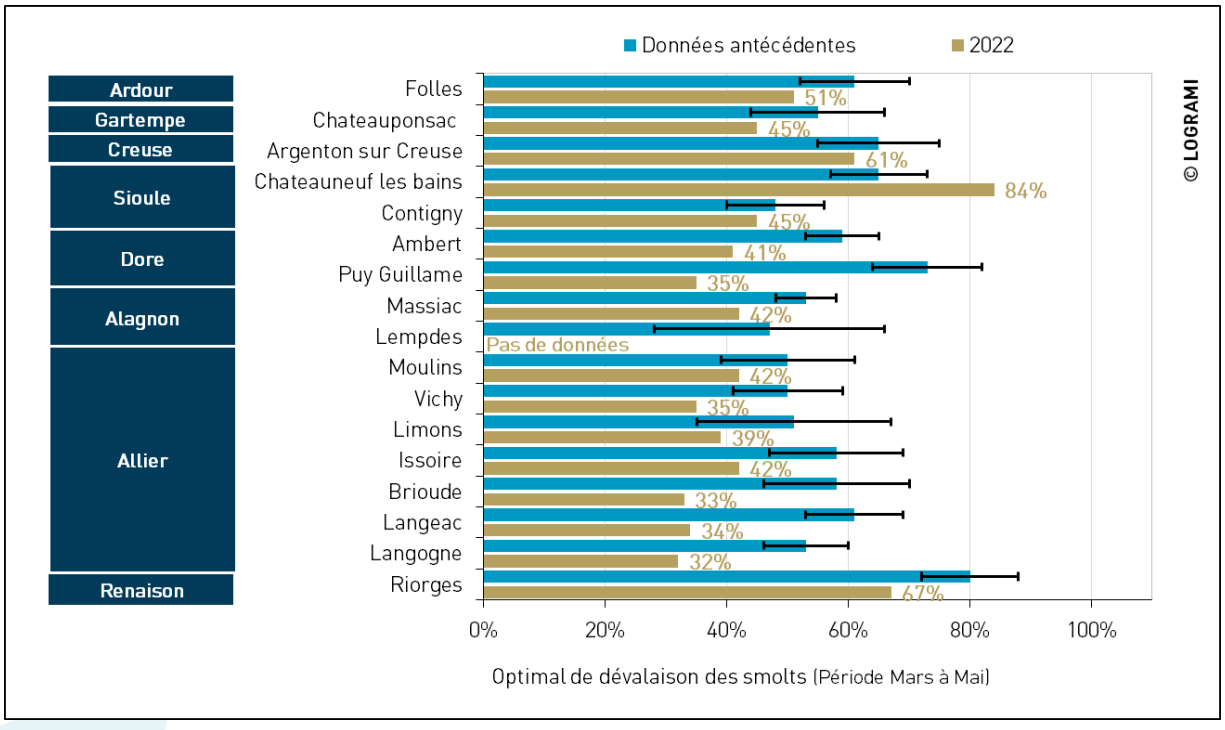


Figure 350 : Comparaison des conditions optimales de température (7,5 à 13,5 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles,

Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Contigny, Ambert, Puy Guillaume, Massiac, Lempdes sur Allagnon,Moulins, Vichy, Limons, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne et Riorges (Sources : LOGRAMI)

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 2022, les indices hydrologiques calculés pour cette fenêtre sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 351). Ces indices déficitaires sont en moyenne 1,7 fois inférieurs aux moyennes de référence calculées sur chaque station. Le mois de mai enregistre le plus faible indice hydrologique avec un moyenne de 0,3 +/- 0,04 toutes stations confondues.

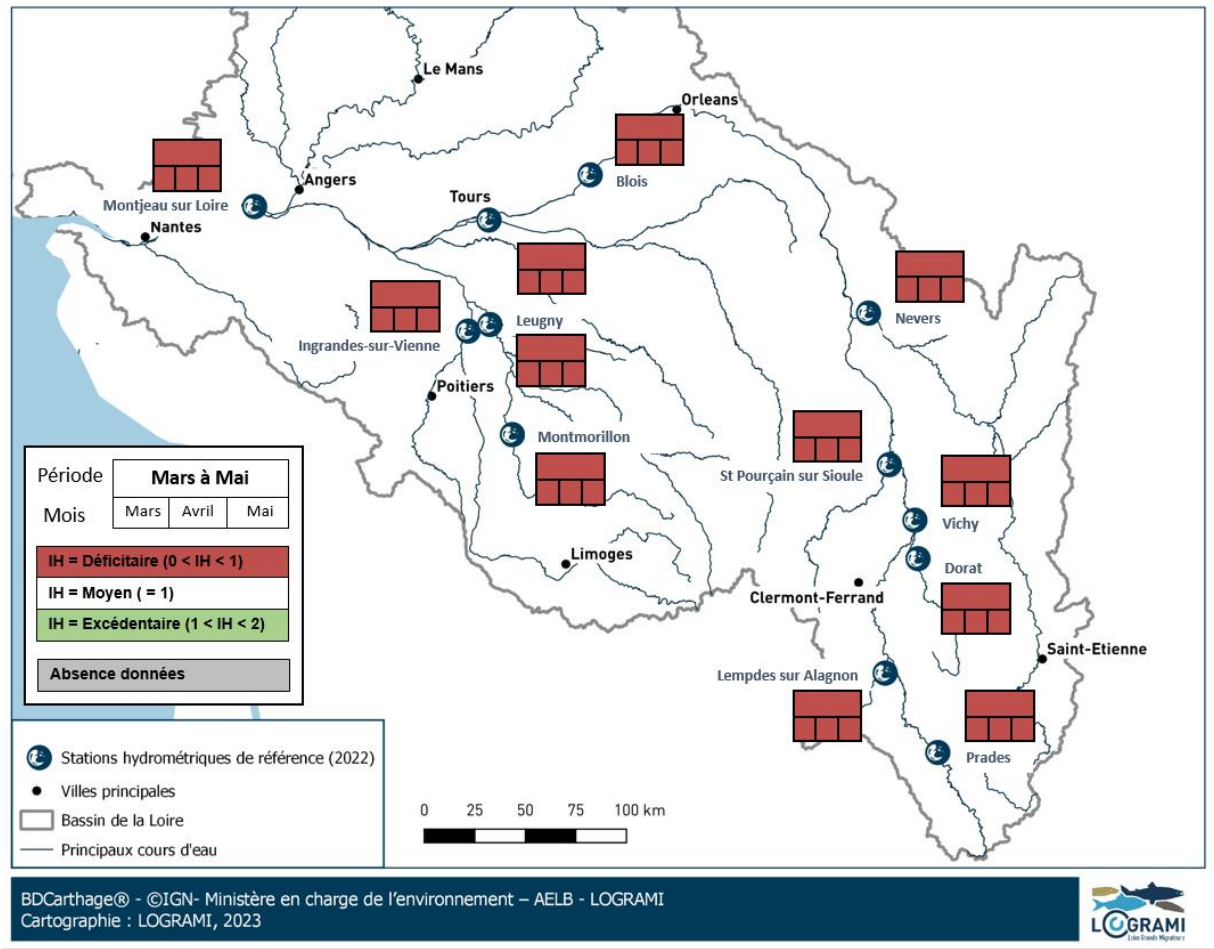


Figure 351 : Indices hydrologiques 2022 durant la période de dévalaison des smolts (mars à mai) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Par exemple, en 2022, pendant la période de dévalaison des smolts, la station de Prades située sur l'Allier amont enregistre des débits moyens mensuels 2 à 3 fois moins importants que les débits de référence calculés sur une moyenne de 20 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 très déficitaire (0,4) avec une valeur équivalente à celle observée 2007 et 2020 (Figure 352). **Pour la 4eme année consécutive, l'indice hydrologique calculé sur cette station durant la période de dévalaison est déficitaire.**

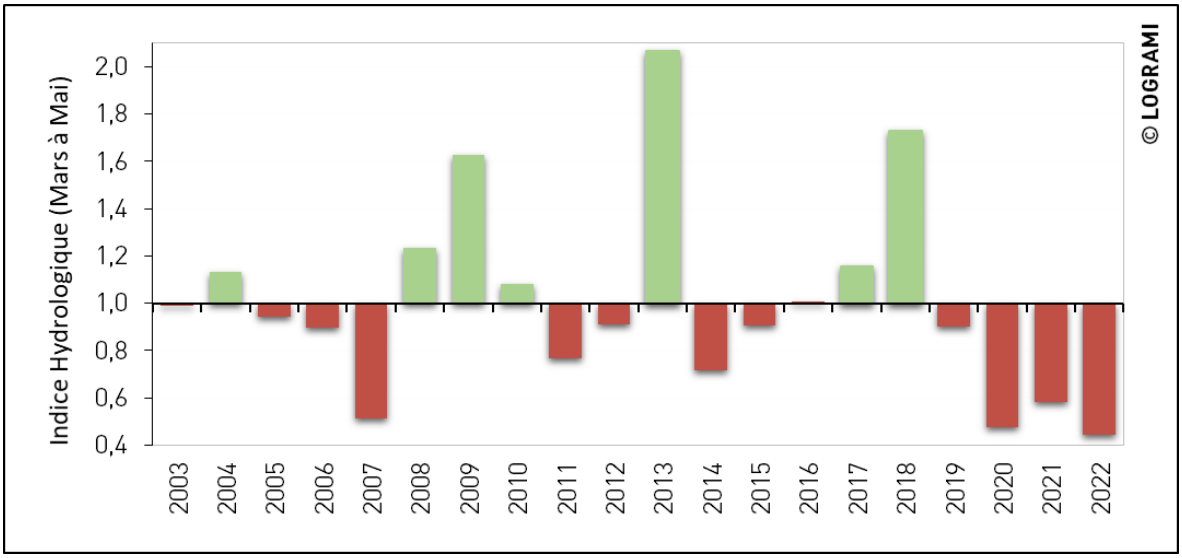


Figure 352 : Indices hydrologiques durant la dévalaison des smolts (mars à avril) sur la station hydrométrique de Prades depuis 2003 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2022, le déficit de pluviométrie cumulé aux épisodes printaniers de forte chaleur a conduit à une forte baisse des débits naturels. **Le manque d'eau en entre mars et mai a limité la dévalaison des smolts sur l'ensemble du bassin de la Loire.**

10.6.2. Les effectifs 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 la configuration de l'ouvrage et de l'entrée hydraulique de la passe à poissons, **les smolts doivent plutôt se diriger vers les clapets centraux et franchir le seuil par surverse**. Les données issues des radiopistages de smolts 2019 et 2021 confirment cette hypothèse (Association LOGRAMI, 2020). Au total, 10 smolts radiomarqués ont atteint l'ouvrage de Descartes. Ils ont franchi la zone de détection d'environ 1 ha (longueur de 115 mètres) et donc le seuil en un temps médian de 7 min 30. L'analyse des vidéos de la station de comptage aux heures de franchissement de ces smolts indique qu'ils n'ont pas emprunté la passe à poissons pour dévaler.

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 28 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.** Trois smolts ont été comptabilisés en 2022 à la station de comptage de Decize (Figure 353). Ces derniers sont certainement issus de l'incubateur du Renaison étant donné qu'aucun géniteur n'a été comptabilisé en amont de Gueugnon en 2020.

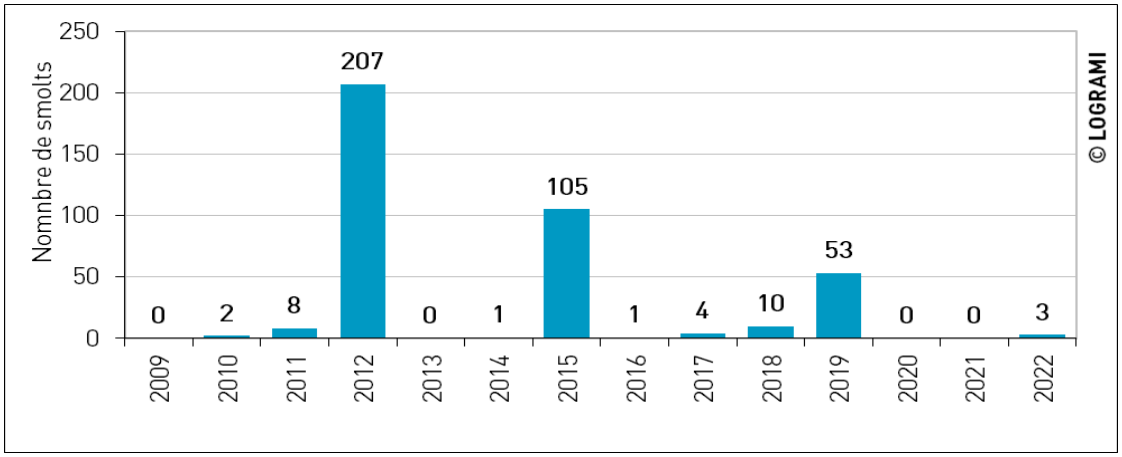


Figure 353 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (Sources : LOGRAMI)

10.6.2.3 Axe Sioule

Saint-Pourçain-sur-Sioule

Sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022, 913 smolts ont été comptabilisés. Le plus fort effectif observé est de 2 370 smolts en 2019 (Figure 354). 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.**

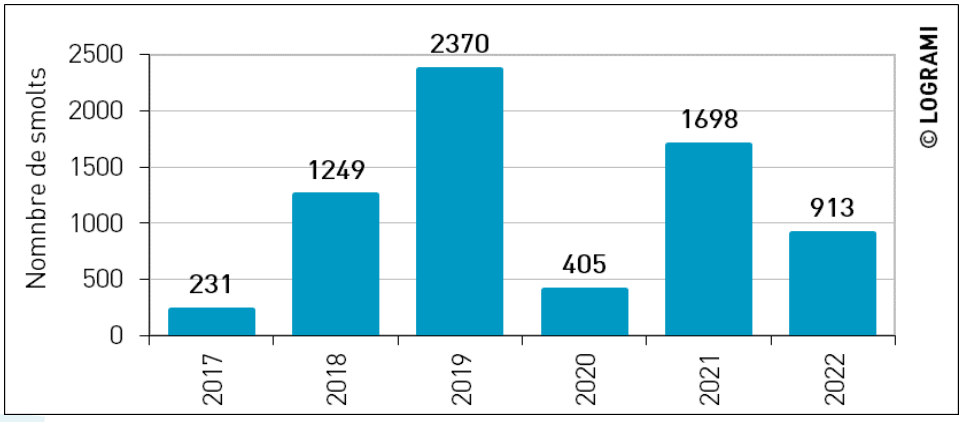


Figure 354 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI)

Jenzat

Pour la première année depuis l'ouverture de la station de comptage de Jenzat en 2021, 31 smolts ont été comptabilisés en 2022. 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. **Ces comptages au niveau de la passe à poissons attestent que les smolts ont 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 m³/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 2022, 221 ont été comptabilisés (Figure 355). 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.

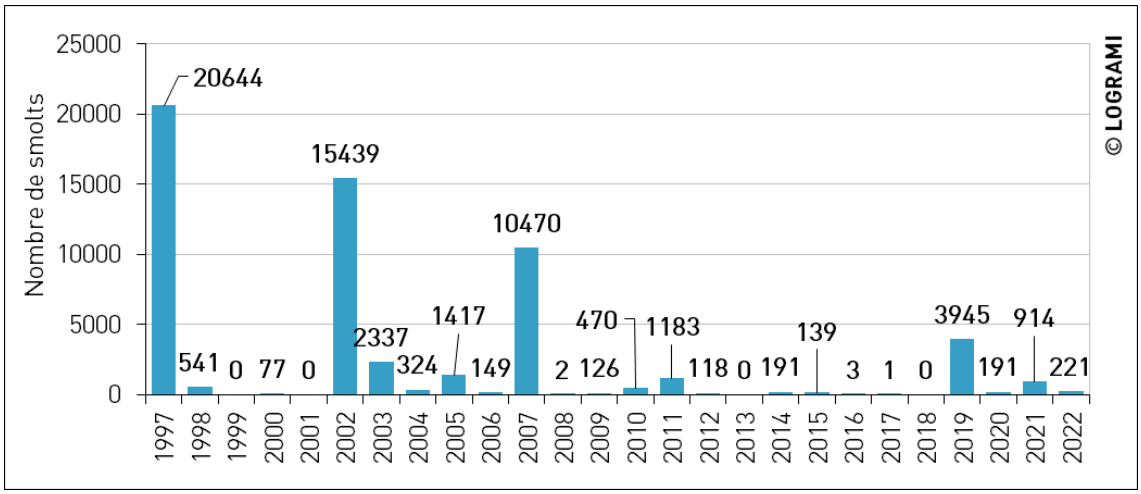


Figure 355 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI)

Langeac

En 2022, 11 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 356). Lorsque l'usine de Langeac était fonctionnelle (jusqu'en 2019), 70 % des smolts dévalaient par la passe à poissons à l'usine. Depuis février 2020, elle est hors service.

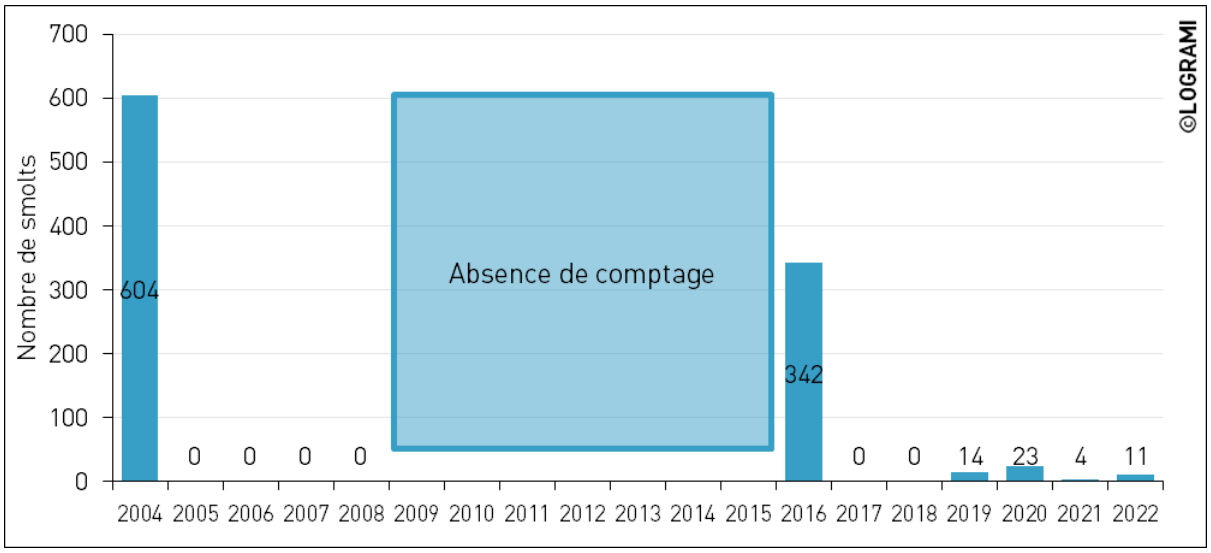


Figure 356 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis 2004 (Sources : LOGRAMI)

Poutès

Historiquement des comptages ont été effectués au niveau de la glissière de dévalaison de Poutès entre 1999 et 2018. De 2019 à 2021, un dispositif de dévalaison temporaire a été mis en place à Poutès. Durant toute la durée des travaux sur le barrage de Poutès, aucun comptage de smolts n'a été réalisé.

En 2022, un système de dévalaison a été 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 357). 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.

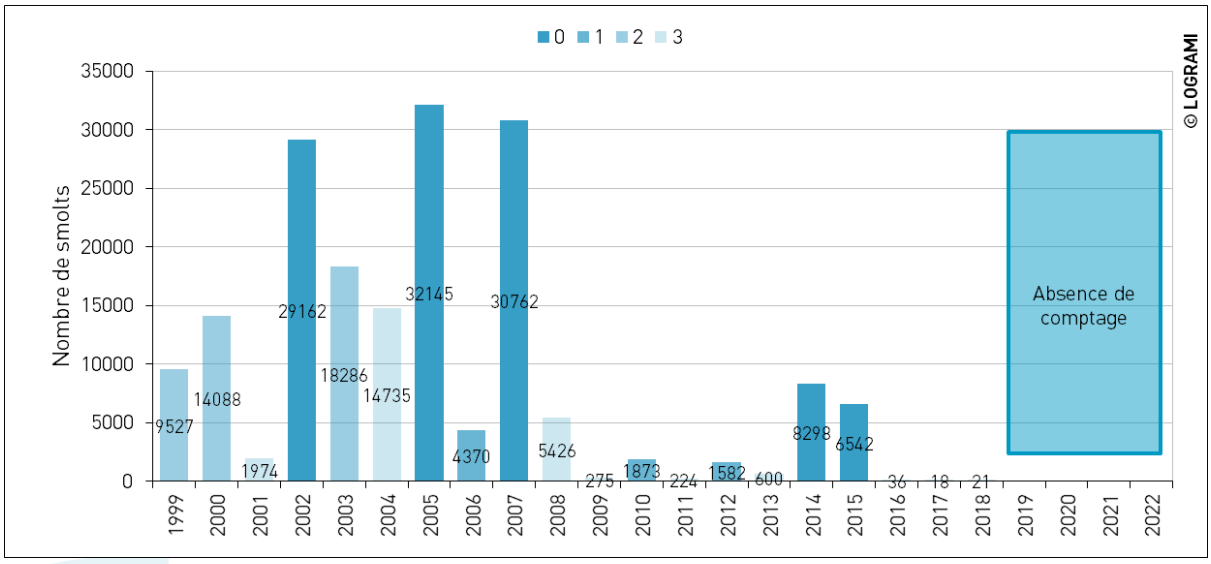


Figure 357 : Bilan des passages de smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018

Les années avec les comptages les plus importants (1999-2007 = 17 228 smolts +/- 9 210) ont eu lieu lors de la période des déversements d'alevins en amont de Poutès (jusqu'en 2007).

En fonction des débits rencontrés pendant la période de dévalaison (mi-mars à mi-juin), des échappements de smolts peuvent se faire par les vannes du barrage (surverse). Les années avec des fortes possibilités d'échappements (2001, 2004, 2008, 2009, 2011, 2013), les comptages permettaient de dénombrer de 224 à plus de 14 735 smolts.

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 358). La moitié des passages a lieu en moyenne avant le 20 avril +/- 9 jours à Saint-Pourçain-sur-Sioule et le 23 avril +/- 20 jours à Vichy. La migration est plus précoce à sur l'amont du bassin de l'Allier à Langeac. 50 % des passages y sont enregistrés le 27 mars. Par ailleurs, la migration est plus étalée à Langeac qu'aux autres stations. 90 % de la période de migration s'étend en moyenne du 15 mars (+/- 21 jours) au 15 avril (+/- 23 jours).

Les comptages au barrage de Poutès ont été effectués au niveau de la glissière de dévalaison entre en 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.

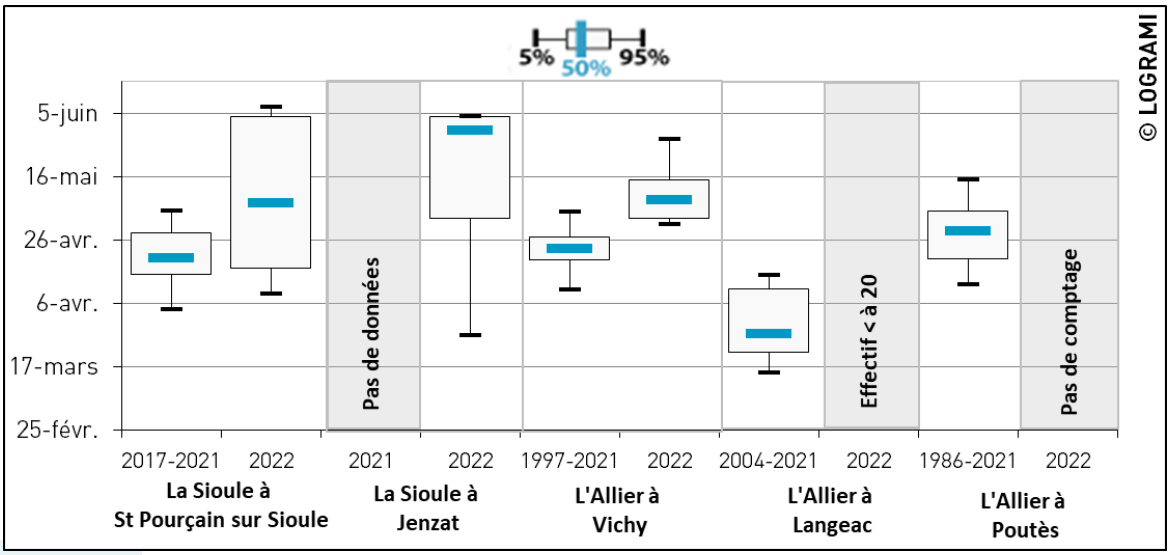


Figure 358 : Comparaison des périodes de passages des smolts en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

Sur la Sioule, en 2022 à Saint Pourçain-sur-Sioule, la migration des smolts est plus tardive que les années précédentes avec la moitié des individus qui a franchi l'ouvrage le 8 mai, alors qu'en moyenne les années précédentes, 50 % des passages ont été effectués à partir du 20 avril (+/- 9 jours). La durée de la période de migration est plus étalée que la moyenne de celles des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 60 jours contre en moyenne 32 jours +/- 13 les années antécédentes. La migration est encore bien plus tardive à Jenzat avec 50 % des passages observés le 31 mai. **Ces observations mettent en évidence des blocages et des problèmes de franchissements sur les ouvrages de la Sioule aval préjudiciables à la survie des smolts.**

Sur l'Allier en 2022 à Vichy, les observations sont également plus tardives avec 50 % des passages effectués à partir du 8 mai contre le 23 avril +/- 7 jours sur les années précédentes. Cependant, la durée de la période d'observation est similaire à celle des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 28 jours contre en moyenne 26 jours (+/- 16) les années précédentes. La dévalaison des smolts n'a pu être évaluée à Langeac en 2022 en raison d'un trop faible effectif comptabilisé. La centrale hydro-électrique de Langeac étant à l'arrêt, il est fort probable que la voie de passage privilégiée était la surverse au niveau de l'ouvrage et notamment la passe à « canoës ». Il en est de même pour la dévalaison au droit du barrage de Poutès nouvellement configuré, sur lequel aucun système de comptage permettant de suivre la dévalaison n'a été installé.

En 2022, les faibles débits rencontrés durant la période de mars à mai ont retardé la période de dévalaison des smolts sur le bassin de la Sioule et de l'Allier.

10.6.3.2 Passages journaliers

Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule

En 2022 sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule, les smolts ont été comptabilisés entre le 13 mars et le 26 juin (Figure 359). Toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits faibles comprise entre 3,3 m³/s et 23,4 m³/s (module = 25 m³/s). Les comptages se sont intensifiés pour une valeur de température de l'eau de 11 °C. Toutefois, 87 % des passages (809 individus) ont eu lieu avec des températures supérieures à 13 °C témoignant des difficultés que rencontrent les smolts pour dévaler cet ouvrage et des températures printanières élevées (+ 1,4 °C à Contigny) qu'ont rencontré les smolts au moment de leur dévalaison.

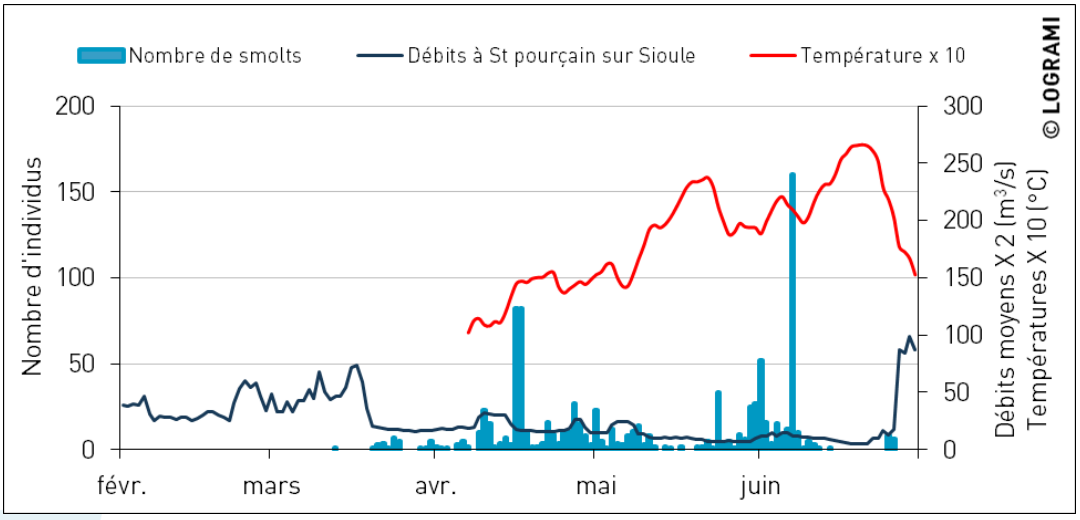


Figure 359 : Passages journaliers de smolts à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec la température de l'eau à Contigny et les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager deux périodes de plus forte activité migratoire entre le 9 avril et le 9 mai (430 individus soit 73 % de l'effectif) et entre le 24 mai et le 8 juin (387 individus soit 26 % de l'effectif). Durant la deuxième période, un pic de migration journalier est constaté le 7 juin avec 160 smolts comptés (soit 65 % de l'effectif annuel). **Ces deux périodes sont caractérisées par des débits inférieurs à 15 m³/s ne permettant à priori aucune surverse et aucun autre échappatoire que la passe de montaison et l'exutoire de l'usine pour la dévalaison des smolts.**

De 2017 à 2022, le maximum des passages est observé à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule pour des valeurs de débit comprises entre 5 et 10 m³/s (55 % des passages). La comparaison de l'occurrence des débits pendant la période de migration avec les passages de smolts montre, qu'au-dessus d'un débit de 5 m³/s et à partir de 25 m³/s, les fréquences de passages sont faibles voir nulles (Figure 360). Il semble qu'en dehors de ces valeurs les individus empruntent préférentiellement la surverse au seuil plus attractive pour dévaler l'ouvrage, la centrale hydroélectrique ne pouvant pas turbiner moins de 5 m³/s et plus de 20 m³/s.

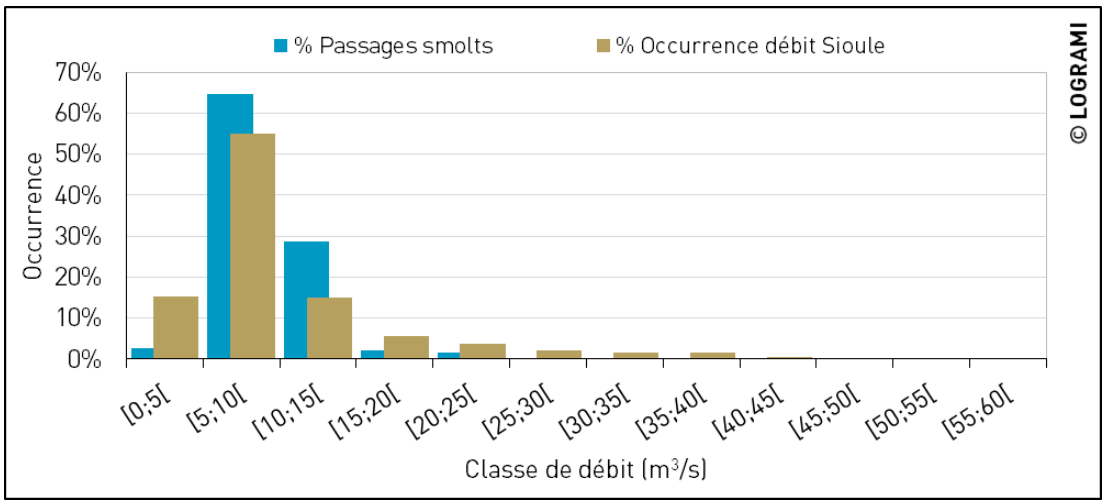


Figure 360 : Occurrence des passages journaliers de smolts et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les comptages sont de nature à inquiéter le gestionnaire sur l'aménagement de cet ouvrage. **La récurrence et la durée des observations de smolts empruntant la passe de montaison et de smolts tournant devant le plan de grilles sans trouver l'exutoire montrent de façon évidente un dysfonctionnement du système de dévalaison 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 2022, sur la Sioule à Jenzat des smolts ont été comptabilisés entre le 27 mars et le 4 juin (Figure 361). Durant cette période, un pic journalier de passage est constaté le 4 juin avec 15 smolts (soit 48 % de l'effectif annuel). Toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits faibles comprise entre 3,6 m³/s et 11,9m³/s (module = 19 m³/s à Ebreuil).

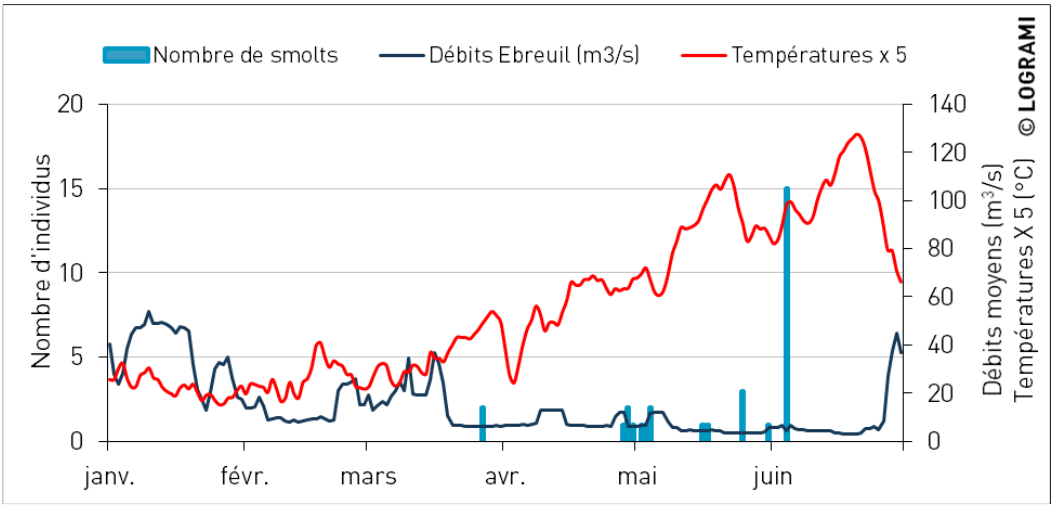


Figure 361 : Passages journaliers de smolts à Jenzat en relation avec la température de l'eau à Jenzat et les débits de la Sioule à Ebreuil en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 2022, sur l'Allier à Vichy, les 221 smolts ont été comptabilisés entre le 4 avril et 5 juin (63 jours) (Figure 362). Durant cette période, un pic de passage est constaté le 9 mai avec 70 smolts comptés en une seule journée (soit 32 % de l'effectif annuel). 61 % de ces observations ont été réalisées 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. Les comptages de smolts sont apparus lorsque la température de l'eau a dépassé les 10 °C. Toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits faibles comprise entre 19 m^3/s et 56,4 m^3/s (module = 93 m^3/s à Saint-Yorre).

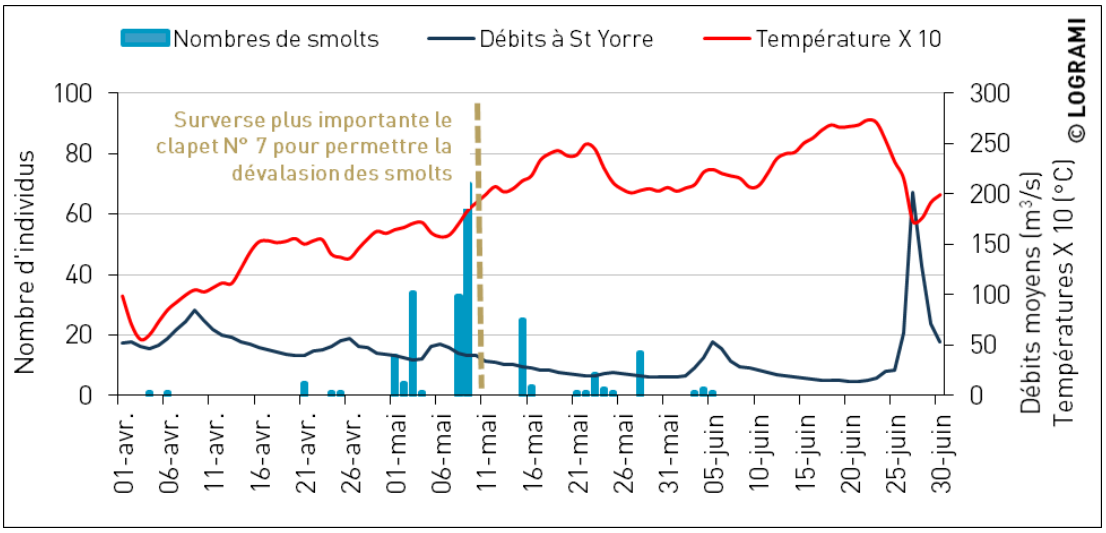


Figure 362 : Passages journaliers de smolts à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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. Comme la plupart des années, suite à l'observation de smolts début mai à la station de comptage, une demande d'abaissement des vannes a été faite auprès de la ville de Vichy le 9 mai 2022 par LOGRAMI. Cette manœuvre a été effectuée le 10 mai en centralisant tout le débit de surverse sur la vanne rive droite. Toutefois, 58 individus (soit 26 % de l'effectif annuel) ont été observés à la vidéo à compter du 10 mai. **Ce constat révèle une problématique de dévalaison des smolts à Vichy qui doit être réglée de manière fonctionnelle et non par opportunité de gestion et la seule vigilance de LOGRAMI.**

Langeac sur l'Allier

Les 11 smolts comptés à Langeac en 2022 sont passés entre le 7 mars et le 4 avril. La passe à poissons en rive droite n'est pas l'organe de dévalaison utilisé par les smolts, même en période de bas débits. Le 15 mars, 3 smolts ont été observés lors de la seule augmentation de débit du printemps (28 m³/s le 18 mars). La passe à canoés située à quelques mètres de la passe à poissons semble plus attractive puisque positionnée face au courant avec une lame d'eau plus importante avant l'entrée dans le dispositif.

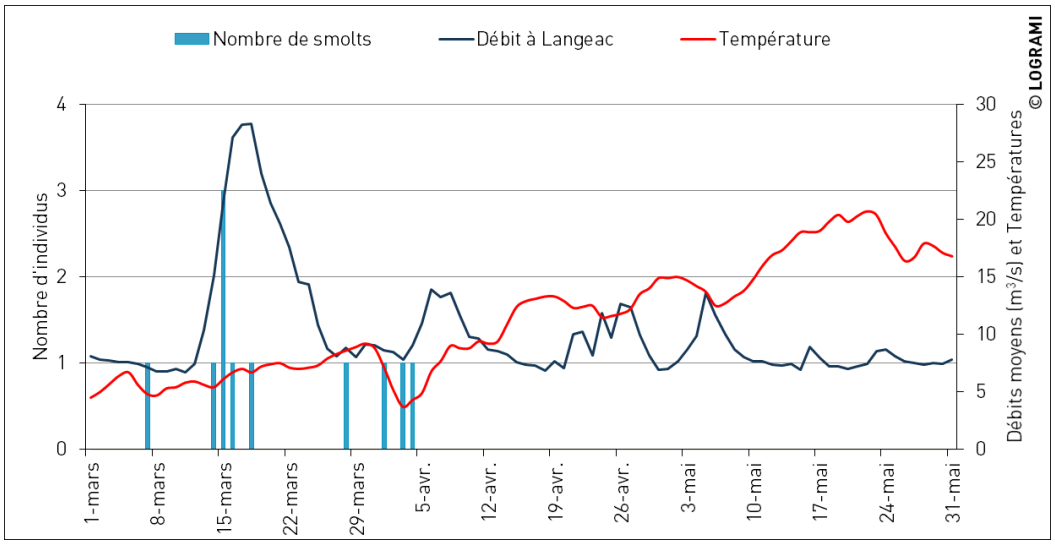


Figure 363 : Passages journaliers de smolts à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits à Langeac en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 364). 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 76 % et 78 %. A noter également, une plus forte activité entre 14h et 18h sur les stations de Vichy (54 %) et Saint-Pourçain-sur-Sioule (33 %).

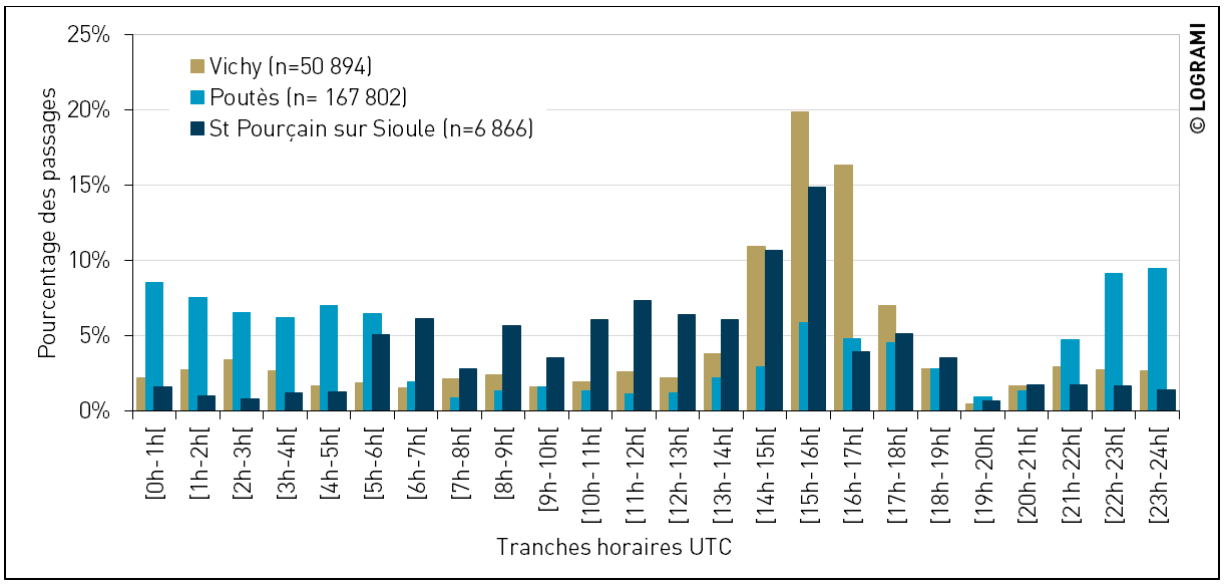


Figure 364 : Passages horaires des smolts dans la goulotte de dévalaison du barrage de Poutès et aux stations de comptage Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy depuis le début des suivis

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 365).

Les « survivants » qui tentent une dévalaison vers la mer sont appelés des « ravalés », à tort parfois « bécards ».



Figure 365 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009) (Sources : LOGRAMI)

Les études de radiopistage menées sur le bassin de l'Allier en 2009 (J. M. Bach et al., 2011), sur la Sioule en 2012 (J. M. Bach et al., 2015) et sur l'Allier en 2019 (Association LOGRAMI, 2020) permettent de compléter ces informations en ayant le ratio entre les montaisons et les ravalés mais également entre les reproducteurs et les ravalés. Ainsi, les résultats mettent en évidence respectivement une **dévalaison des poissons de montaison de 13 %, 23 % et 17 %. 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 (J. M. Bach et al., 2011), 84 % sur la Sioule en 2012 (J. M. Bach et al., 2015) et 100 % sur l'Allier en 2019 (Association LOGRAMI, 2020). 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). Certaines données anciennes sur le bassin de l'Allier témoignent probablement de la présence de ces seconds retours (poissons de très grande taille).

10.7.1. Influence de l'hydrologie

Tout comme les smolts, la migration des ravalés dépend également 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. Ainsi, les conditions hydrologiques rencontrées durant la première partie de l'année (déc-janvier à juin) permettent de caractériser la migration des ravalés sur le bassin de la Loire.

En 2022, les indices hydrologiques pour cette période sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 366).

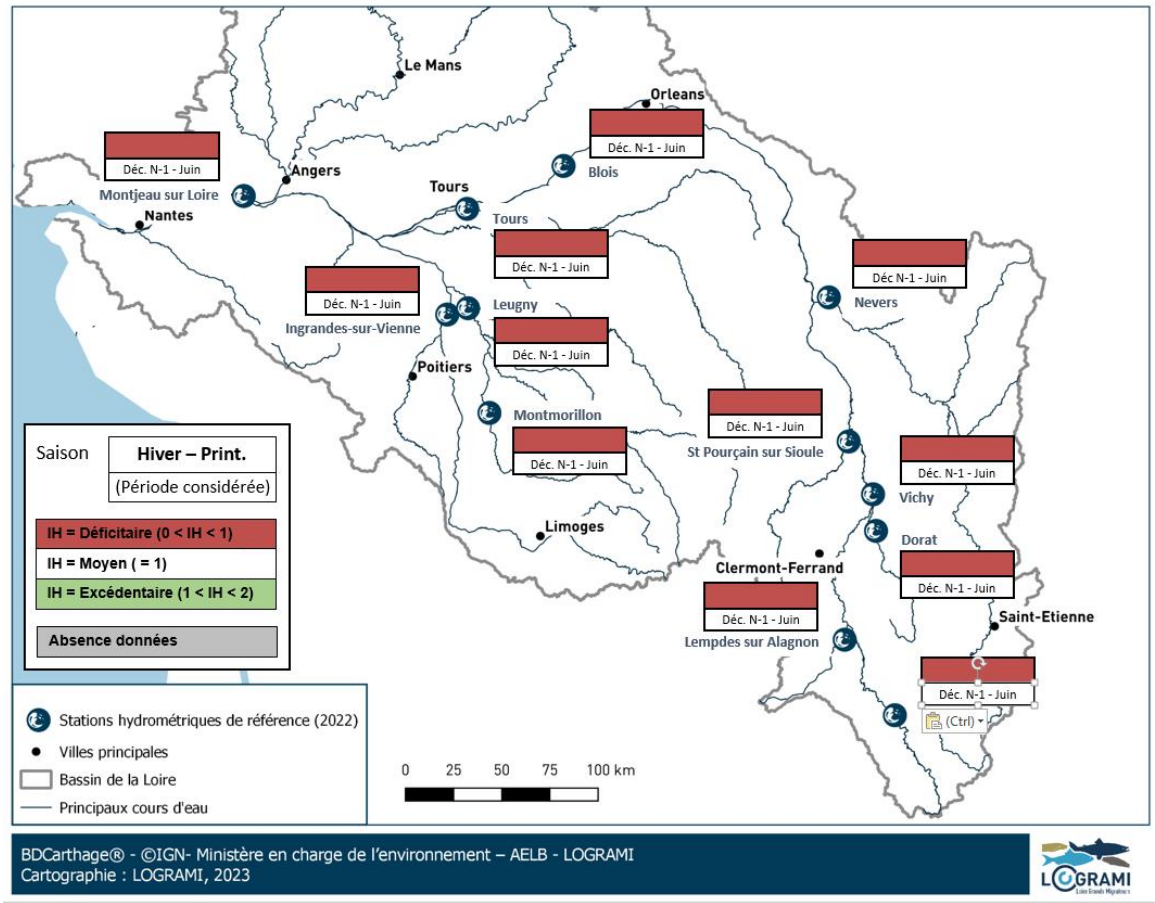


Figure 366 : Indices hydrologiques 2022 durant la période décembre n-1 à juin sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Toutefois, des coups d'eau hivernaux ont été enregistrés sur les différents axes de reproduction des saumons du bassin de la Loire durant la première quinzaine de janvier (Tableau 38). Ces derniers, de faibles intensités avec des valeurs en dessous de la crue biennale, **ont pu favoriser la dévalaison des ravalés.**

Tableau 38 : Crues hivernales observées en janvier 2022 sur l'Allier, l'Alagnon, la Dore, la Sioule, la Creuse, la Gartempe et l'Ardour (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Station hydrologique	Module (m3/s)	Crue biennale (m3/s)	Pic de crue sur la période
Allier	Langeac	21,4	292	22,7 m³/s le 29/12
Alagnon	Lempdes-sur-Allagnon	11,6	114	80,0 m³/s le 29/12
Dore	Dorat	18,6	157	157,9 m³/s le 30/12
Sioule	Saint-Pourçain-sur-Sioule	24,3	158	116,4 m³/s le 29/12
Creuse	Argenton sur Creuse	26,1	213	171,0 m³/s le 29/12
Gartempe	Montmorillon	21,0	188	136,9 m³/s le 29/12
Ardour	Folles	1,8	13,1	8,6 m³/s le 29/12

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 367). Ils sont comptabilisés à Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule lorsqu'ils empruntent les passes de montaison pour dévaler. A Poutès, ces derniers étaient observés dans la goulotte de dévalaison des smolts installée du 15 mars au 15 juin. Cependant, il existe également sur ces ouvrages d'autres voies de passage non contrôlées (surverse des vannes). **Ces comptages ne doivent pas être considérés comme exhaustifs.**



Figure 367 : Saumons ravalés en dévalaison observés à la station de comptage rive droite de Vichy (à gauche) et à l'entrée de la goulotte de dévalaison de Poutès (à droite) (Sources : LOGRAMI)

Comparativement aux effectifs en montaison, les ravalés comptabilisés à Poutès représentent, selon les années, entre 1 % et 27 % des individus, soit 8 +/- 9 ravalés en moyenne (Figure 368). Il était observé également sur cette station une hésitation des ravalés à emprunter la goulotte de dévalaison démontrant qu'elle n'était pas adaptée à ce stade biologique. Le nombre d'individus dévalants est faible au regard du nombre d'observations faites sur la plaque en amont de la goulotte de dévalaison. Au regard des détections à l'entrée de l'exutoire, les passages représentent un succès de 23 % +/- 24. 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 6 ravalés +/- 3 en moyenne. Une partie des individus peut en effet profiter de la surverse pour dévaler bien que les suivis par radio pistage ont montré que cela posait également des difficultés et des retards migratoires à la dévalaison par défaut de voie de passage (attente de la surverse). 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 dépasse 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 surestimation de cette proportion étant donné que les comptages au niveau de cet ouvrage ne sont pas exhaustifs. Une seconde voie de passage non contrôlée par vidéo est présente au niveau de la passe à poissons du seuil.

En 2022, 3 ravalés de la saison de montaison 2021 ont été observés sur la Sioule : deux à Saint-Pourçain-sur-Sioule (30 mars et 10 juin) et un à Jenzat (22 février). Ces observations représentent 16 % des individus comptabilisés en montaison en 2021 à la station de Jenzat. Pour rappel, cette station a été mise en service le 27 mai 2021, soit 47 jours après la mise en fonctionnement de la passe à poissons (1er avril 2021). Ainsi, les premiers saumons de la saison n'ont peut-être pas fait l'objet d'un enregistrement vidéo. Les comptages 2021 doivent être considérés comme des minimas.

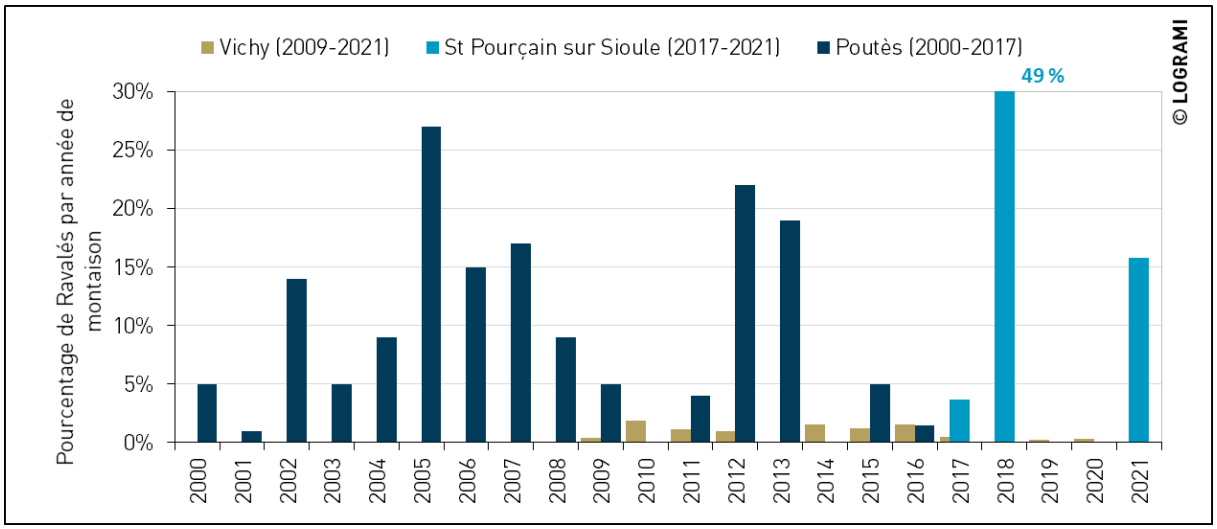


Figure 368 : Pourcentages de saumons ravalés (n+1) par année de montaison (n) observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier (Sources : LOGRAMI)

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 22 individus et situées entre février et juin. A Poutès, 59 % des dévalaisons de ravalés sur 133 observations sont constatées au mois d'avril. Pour rappel, l'exutoire était fonctionnel seulement entre le 15 mars et le 15 juin (Figure 369).

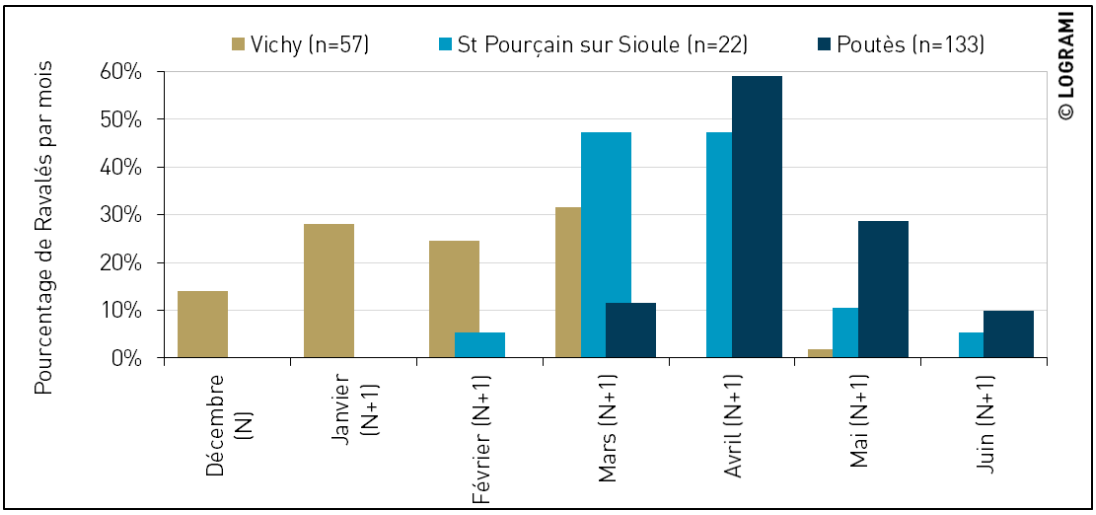


Figure 369 : Répartition mensuelle des effectifs de saumons ravalés observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier depuis le début des suivis aux stations (N = année de reproduction)

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 les 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 le Chapeauroux entre la confluence avec l'Allier et le barrage d'Auroux

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

Aussi, après deux années 2015 et 2016 de caractérisation inédite de cinq affluents de l'Allier, les années 2017, 2018, 2020 et 2021 ont permis l'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de Saumon atlantique de **l'Allier entre Langeac et Pont du Château (secteurs S4 et S5) ainsi qu'entre La Bastide Puy-Laurent et Pont d'Alleyras (secteur S1 et S2)** (Figure 370) laquelle datait de 1999 (Malavoi, 1999 ; Minster & Bomassi, 1999). Le secteur S3 sera lui actualisé dans quelques années lorqu'un pseudo « équilibre sédimentaire » post-aménagement du barrage de Poutès sera observé.

En 2022, cette actualisation s'est poursuivie **sur le Chapeauroux**, affluent Lozérien rive gauche de l'Allier. Le Chapeauroux prend sa source sur la commune d'Estables (48) à une altitude de 1 480 m, puis après un parcours d'environ 56 km se jette dans l'Allier au milieu du secteur S2 (restitution du barrage de Naussac – Pont d'Alleyras) sur la commune de St Bonet-Laval (48) à une altitude d'environ 720 m. La surface de son bassin versant est évaluée à 73 km². Le Chapeauroux possède un régime hydrologique de type pluvial. Le faible niveau naturel des capacités de stockage des formations géologiques et pédologiques induit un temps de transfert court des eaux météoriques et de faibles débits d'étiage.

Le linéaire décrit en 2022 correspond à celui décrit en 1999 (Malavoi, 1999 ; Minster & Bomassi, 1999) soit les 22 premiers kilomètres aval du Chapeauroux compris entre la confluence avec l'Allier et le barrage d'Auroux (Figure 370).

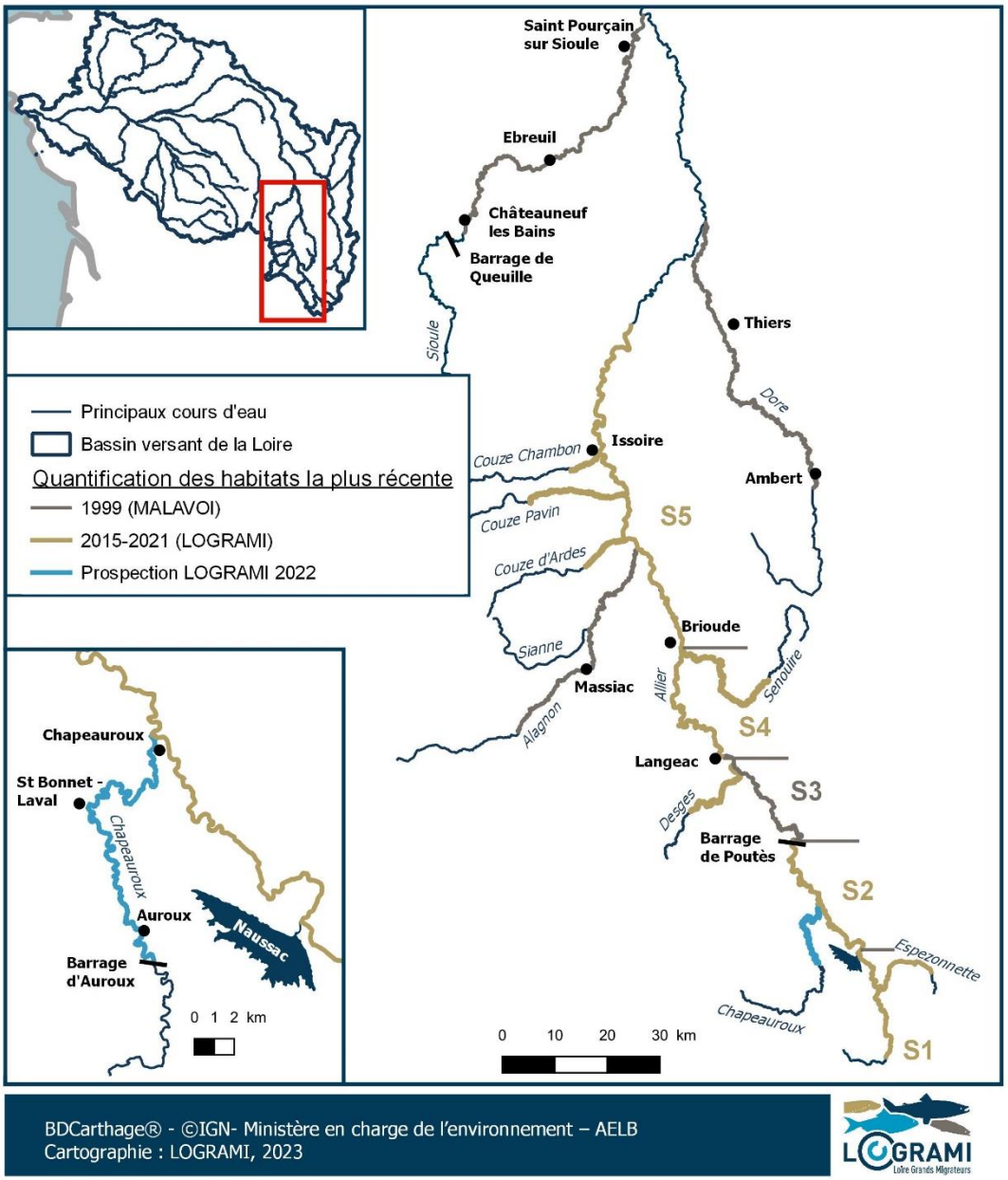


Figure 370 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2022 et niveau d'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de Saumon atlantique sur le bassin de l'Allier

Ce secteur fait partie de la zone de reproduction historique du Saumon atlantique (20 ha) (Bachelier, 1963). Après avoir été rendu inaccessible par l'édification du barrage de Poutès sur l'Allier en 1941, 18 km plus en aval, cet affluent a de nouveau pu être exploité par des géniteurs avec la mise en service de l'ascenseur à poissons du dit barrage en 1986. Depuis, des frayères sont observées ponctuellement sur les premiers hectomètres du Chapeauroux en aval d'un barrage difficilement franchissable (barrage « Paulin » ; ROE 47499) au niveau duquel 2 géniteurs avaient par ailleurs été capturés en novembre 2008 lors d'une opération d'évalutation de l'efficacité de sa passe à poissons (observation concomitante avec une importante crue de l'Allier : hypothèse de refuge dans le Chapeauroux) (Fédération de Pêche de la Lozère pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, 2009). Des tacons 0+ y sont aussi régulièrement capturés à l'électricité en nombre suffisamment important pour être attribués à une reproduction *in situ* (de faibles effectifs pouvant aussi être induits par une

colonisation du Chapeauroux par des tacons de l'Allier, natifs ou déversés). Ce secteur a également fait l'objet de déversement d'alevins de pisciculture à 2 reprises en 2003 et 2004 (106 588 et 107 096 alevins).



Figure 371 :Photographies des 2 géniteurs de saumons capturés dans la passe à poissons du seuil de la microcentrale Paulin sur le Chapeauroux les 6 et 7 novembre 2008 (Source : FDAAPPMA 48)

10.8.1. Matériel et méthodes

10.8.1.1 Protocole de prospection terrain

L'ensemble du linéaire du Chapeauroux entre la confluence avec l'Allier et le barrage d'Auroux a été parcouru de l'aval vers l'amont en binôme et à pieds.

Les faciès d'écoulements ont été déterminés selon la classification de Malavoi & Souchon (2002) (Figure 372). 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 373). Ceci permet un intégration directe des données dans la base habitats de LOGRAMI (Association LOGRAMI, 2020).

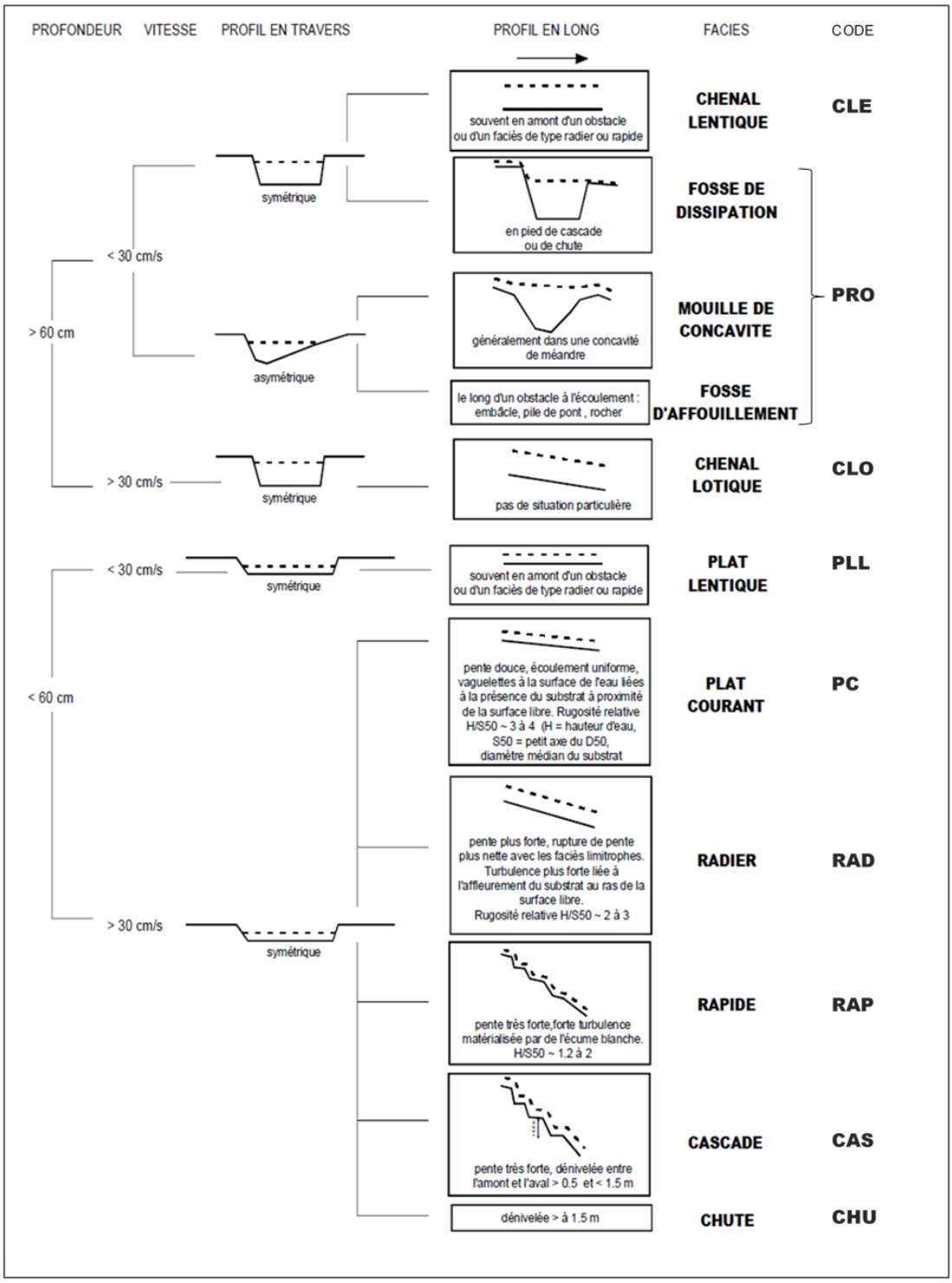


Figure 372 : Clé d'identification des faciès d'un cours d'eau d'après MALAVOI et SOUCHON (2002)



Figure 373 : Saisie d'un point « faciès »sur tablette lors d'une cartographie des faciès d'un cours d'eau (©LOGRAMI)

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

- le type de faciès identifié en aval du point ;
- la granulométrie dominante et accessoire de ce faciès expertisée « à vue » selon la classification de (Wentworth, 1922) et simplifiée par (Cosyns et al., 2013) (Figure 374) ;
- 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 374 : Classes de granulométrie utilisées pour la description de la granulométrie des faciès d'un cours d'eau (classification de WENTWORTH (1922) simplifiée par LOGRAMI (COSYNS *et al.*, 2013)

10.8.1.2 Cartographie et traitement de données sur SIG

Les données saisies sur le terrain sont ensuite transférées de la tablette à un ordinateur afin d'être bancarisées sur un serveur LOGRAMI dédié (enrichissement de la table « faciès » de la base de données « habitats ») (Association LOGRAMI, 2020). Dès lors, des traitements géographiques postérieurs ont pu être réalisés à l'aide du logiciel de SIG Qgis®. Afin de calculer la surface de chaque faciès décrit, un polygone a été digitalisé à partir des photographies aériennes ou satellites du secteur les plus récentes (Google satellite 2019/IGN 2022) tout en se recalant par rapport aux points pris sur le terrain (limite amont faciès (Figure 375). 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 375 : Aperçu de la couche "faciès" après digitalisation de polygones à partir de photographies aériennes (Google satellite /IGN 2022) et de points pris sur le terrain (limite amont faciès)

10.8.1.3 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, J., 1994); (Baglinière & Champigneulle, 1982). Ces types de substrats forment de nombreux micro habitats refuges (McCormik et al., 1998). Les tacons 0+ se trouvent donc majoritairement sur des faciès de type radiers (RAD), rapides (RAP) et plats courants (PC).

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

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

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

Estimation de la production de tacons 0+ d'automne

Afin de traduire biologiquement cette expertise des habitats de ce secteur de l'Allier, la densité moyenne maximale des standards de la littérature de un tacon 0+ par m² a été appliquée aux surfaces favorables dites « ERR ».

10.8.2. Résultats

10.8.2.1 Déroulement et conditions des prospections

Sur les 56 kilomètres du Chapeauroux, 22,4 kilomètres (hors bras secondaire) ont été parcourus d'aval en amont en 5 journées (11/07/2022, 12/07/2022, 13/07/2022, 18/07/2022 et 19/07/2022) (Tableau 39).

En prenant en compte des bras secondaires, la description des 23,7 kilomètres a nécessité 26h53min de prospections pour une moyenne de 0,88 +/- 0,16 kilomètres décrits/heure. Cette vitesse de progression est quasi équivalente à celle observée en 2021 sur le secteur S1 de l'Allier (Association LOGRAMI, 2022).

Le débit moyen journalier du Chapeauroux enregistré à la station hydrologique de St Bonnet Montauroux lors de ces prospections était compris entre 0,101 et 0,154 m³/s (Tableau 39). Les conditions hydrologiques de l'année 2022 ont été très inférieures à celles observées en moyenne durant les mois de juillet et août depuis 40 ans (entre 0,66 et 1,22 m³/s). Elles correspondent à des périodes de retour « cinquantennale sèche». Un record a même été battu le 13 août 2022 avec 0,059 m³/s. 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, les résultats de cette quantification d'habitats doivent être considérés comme des minima.

Tableau 39 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur le Chapeauroux en 2022 (LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr)

Date	Secteur décrit	Distance parcourue (hors bras secondaire) (km)	Bras secondaire		Linéaire total décrit (km)	Durée (hh:mm)	Vitesse (km/h)	St Bonnet Montauroux		
			Nb	Longueur cumulée (km)				QMJ (m^3/s)	QM juillet ref	QM août ref
11/07/2022	Conf. Allier – aval conf Azégades	3	3	0,5	3,5	05:54	0,59	0,154	1,22	0,66
12/07/2022	aval conf Azégades - amont conf Merdaric	8,3	7	0,4	8,7	08:40	1,00	0,142		
13/07/2022	amont conf Merdaric – Le Maupas	5,2	5	0,3	5,5	05:46	0,95	0,134		
18/07/2022	Le Maupas – aval Auroux	2,5	0	0	2,5	02:42	0,93	0,107		
19/07/2022	aval Auroux - barrage d'Auroux	3,4	1	0,1	3,5	03:51	0,91	0,101		
Total		22,4	15	1,3	23,7	26:53	0,88			

10.8.2.2 Limite amont de la quantification des habitats

En 2022, la quantification des habitats a pris fin au niveau du barrage d'Auroux, ouvrage ROE 49819 implanté sur la commune d'Auroux (48) à 1 000 m d'altitude, (Figure 376). Cette limite amont est simplement justifiée par le fait qu'elle constituait également la limite amont de la dernière opération datant de 1999. La comparaison des résultats est donc ainsi possible. Sur le linéaire prospecté, cinq sous-secteurs de pente différenciée se distinguent : trois secteurs présentant une pente supérieure à 1 % et deux autres présentant une pente inférieure à 1 %.



Figure 376 : Barrage d'Auroux sur le Chapeauroux, ouvrage ROE 49819

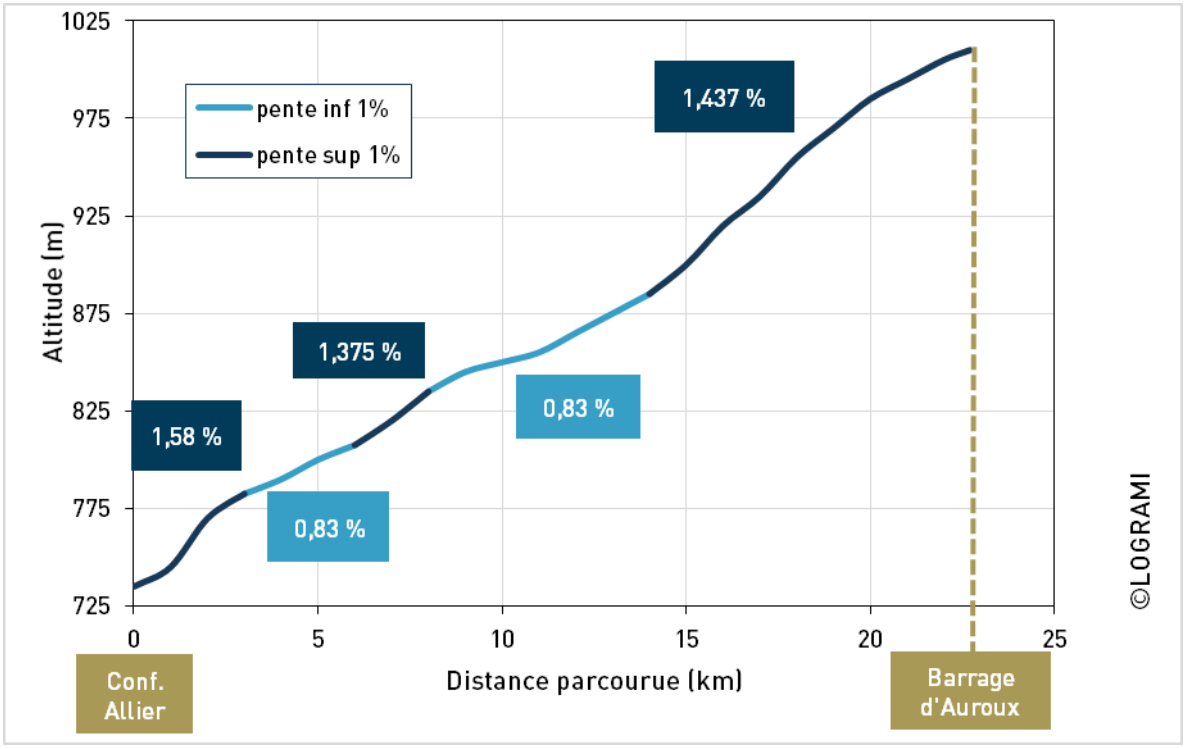


Figure 377 : Profil en long du linéaire de Chapeauroux décrit en 2022 (LOGRAMI, 2021)

10.8.2.3 Bilan de la quantification d'habitats favorables au développement de juvéniles de Saumon atlantique sur le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux

956 faciès ont été inventoriés sur le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux. Leur digitalisation, qui a nécessité 34 h de traitement, a permis d'en évaluer une surface totale de **197 981 m²** (environ 19,8 ha). Les faciès lotiques prédominent en nombre (78,8 %) mais pas en surface (49,1 %). Les plats courants (PC) et les radiers sont les faciès lotiques les plus largement observés (respectivement 31,6 % et 28,1 % des faciès totaux pour 18,6 % et 20,1 % de la surface totale). Les chenaux lentiques (CLE) sont, quant à eux, les faciès lentiques les plus largement rencontrés (14,5 % des faciès totaux pour 39,5 % des surfaces totales).

Tableau 40 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de Saumon atlantique sur le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux en 2022

Faciès		Surface (m²)		%		Nb faciès		%	
Lentiques	CLE	78 267	100 821	39,5%	50,9%	139	203	14,5%	21,2%
	PLL	22 554		11,4%		64		6,7%	
Lotiques	CLO	3 215	97 160	1,6%	49,1%	47	753	4,9%	78,8%
	PC	36 820		18,6%		302		31,6%	
	RAD	39 733		20,1%		269		28,1%	
	RAP	15 745		8,0%		103		10,8%	
	CHUTE	1 647		0,8%		32		3,3%	
Total		197 981				956			
ERR		56 322							

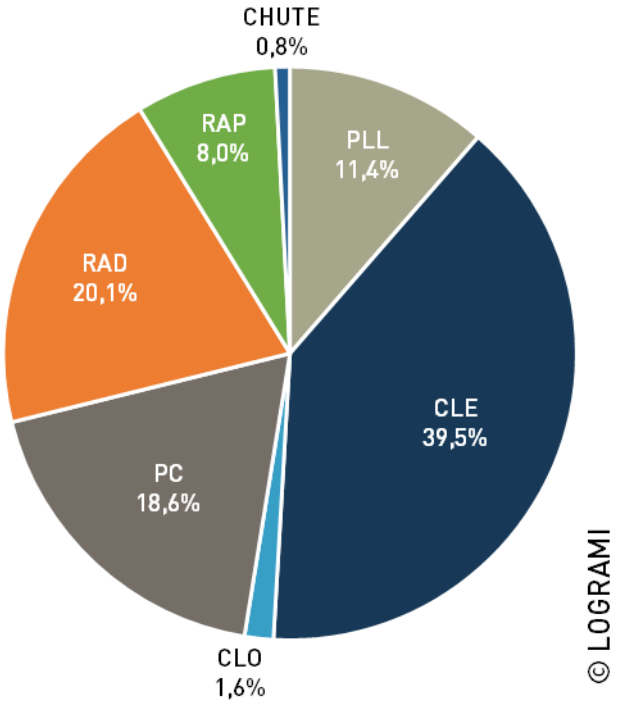


Figure 378 : Répartition des surfaces par faciès sur le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux en 2022

Les faciès potentiellement favorables au développement des juvéniles de saumon, radiers (RAD), rapides (RAP) et plats courants (PC), représentent 46,6 % de la surface totale décrite.

Parmi ces faciès favorables, 12 radiers, 13 plats courants et 36 rapides 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 12 radiers écartés présentaient une granulométrie dominante constituée de roche, de roche-mère ou de sable. Avec 1 069 m², la somme de leurs surfaces représente 2,7 % des surfaces de radiers du linéaire décrit et 0,5 % des surfaces totales décrites ;
- Les 13 plats courants écartés présentaient une granulométrie dominante constituée de roche, de roche-mère ou de sable. Avec 1 530 m², la somme de leurs surfaces représente 4,1 % des surfaces de plats courants du linéaire décrit et 0,8 % des surfaces totales décrites ;
- Les 36 rapides écartés présentaient une granulométrie constituée de roche ou de roche-mère. Avec 5 145 m², la somme de leurs surfaces représente 32,7 % des rapides du linéaire décrit et 2,6 % des surfaces totales décrites.

La granulométrie accessoire de 37 de ces 61 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 **le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux présenterait** un total d'**Equivalents Radier-Rapide** (surface des PC pondérée) de **56 322 m²** (environ 5,6 ha), soit **28,4 % de la surface totale**.

10.8.2.4 Impact des ouvrages sur les faciès situés en amont

Sur le linéaire décrit, 11 ouvrages dont les retenues engendrent artificiellement 13 321 m² de faciès lentiques ont été rencontrés (Tableau 41). Ces surfaces lentiques représentent 17 % des surfaces lentiques totales du linéaire décrit.

Par application de la proportion d'habitats favorables d'Equivalents-Radier-Rapide calculée sur la surface totale sans retenues artificielles (30,5 % pour 197 981-13 321 = 184 660 m²) à la surface totale de ces retenues, la perte potentielle par ennoiement d'ERR causée par ces ouvrages a été estimée à 1 349 m², ce qui représente 7,2 % des surfaces ERR décrites sur ce secteur.

Parmi ces ouvrages, le barrage Paulin est le plus impactant (33,2 % des surfaces lentiques artificielles = 1 349m² d'ERR perdu par ennoiement) car le plus haut et situé sur la partie aval du secteur où la pente est la moins importante et où le lit de la rivière est le plus large.

Tableau 41 : Surfaces des faciès lentiques induites par les 11 ouvrages recensés sur le linéaire du Chapeauroux décrit en 2022

Ouvrage	ROE	Surface faciès lentiques de la retenue (m²)
Barrage de la microcentrale Paulin	47499	4 424
Seuil de l'usine de Parayre	47467	1 640
Prise d'eau du Moulin de St-Bonnet-de-Montauroux	47485	1 553
Digue du Moulin de Chirac	49054	89
Prise d'eau du Moulin du Gros	49060	10
Seuil aval STEP Auroux	Non référencé	651
Prise d'eau PAULET Joseph	49827	34
Digue Ancien Moulin d'Auroux-Prise d'eau du moulin d'Ussel	49825	1 956
Prise d'eau du moulin du Meilt	49824	323
Prise d'eau de la colonie de vacances	49822	859
Prise d'eau de l'ancienne scierie LAHONDES	49821	1 782
	Surface totale	13 321

10.8.2.5 Production potentielle de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux

Selon la densité de 1 tacon/m² d' d'Equivalents-Radier-Rapide de la littérature, le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux présentant un total d'Equivalents-Radier-Rapide (surface des PC pondérée) de 56 322 m², aurait une production potentielle de **56 322 tacons 0+ d'automne**.

10.8.2.6 Comparaison avec la quantification de 1999

Les données obtenues durant la campagne de cartographie du Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux en 2022 ont été comparées à celles acquises par MINSTER et BOMASSI en 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 2022.

Pour une raison inconnue, seules les surfaces des faciès lotiques ont été évaluées en 1999. Ainsi la comparaison surfacique porte uniquement sur les faciès lotiques.

La comparaison des deux quantifications d'habitats sur le linéaire commun de 22,4 km (Tableau 42) met en évidence :

- Un nombre de faciès beaucoup plus important en 2022 (+287 %) ;
- Des surfaces de faciès lotiques décrites beaucoup moins importantes en 2022 (-52,3 %);
- Une surface d'ERR favorable aux juvéniles de saumons beaucoup moins importante en 2022 (- 44,6 %).

Tableau 42 : Comparaison des quantifications d'habitats du Chapeauroux réalisées en 1999 et en 2022

	1999		2022	
Faciès	surface (m²)	nb faciès	surface (m²)	nb faciès
CLE	Non évaluée	48	78 267	139
PLL	Non évaluée	36	22 554	64
PRO	0	0	0	0
CLO	0	0	3 215	47
PC	69 386	89	36 820	302
RAD	81 710	121	39 733	269
RAP	30 709	29	15 745	103
CAS	4 030	5	0	0
CHUTE	0	0	1 647	32
Total faciès	Non évaluée	333	197 981	956
Total faciès lotiques	185 835	275	97 160	753
ERR	126 296		56 322	

Plus précisément, à l'échelle des faciès lotiques, la comparaison des deux quantifications d'habitats met en évidence, outre l'apparition marginale de chenaux lotiques et de chutes (en remplacement des cascades de 1999), une très nette stabilité des surfaces de chaque faciès en proportion la surface cumulée (Figure 379).

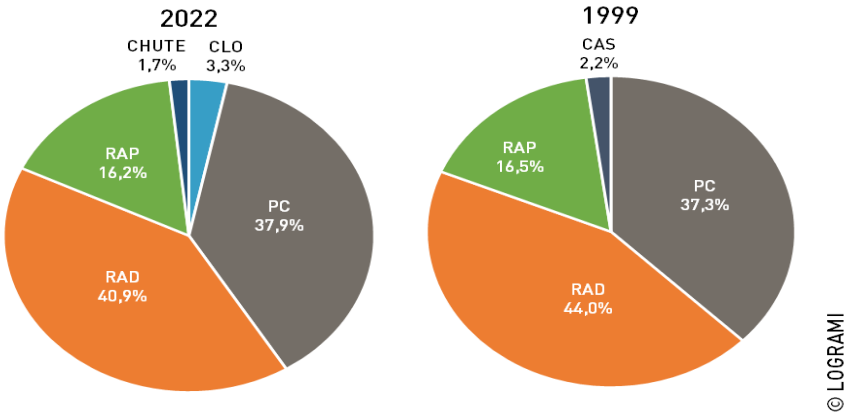


Figure 379 : Comparaison de la répartition des différents faciès lotiques (en proportion de leur surface cumulée) décrits en 1999 en 2022 sur le Chapeauroux

10.8.3. Discussion

Tout comme constaté 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 2022) 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 2022, 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 à pieds est beaucoup plus précis. Aussi, les granulométries principale et accessoire n'étaient pas décrites en 1999 car pas appréciables précisément. Par conséquent, des faciès présentant une granulométrie principale non adaptée aux juvéniles de saumons (roche mère, roches, graviers, limons et sables) ont potentiellement été évalués à tort comme des surfaces propices au développement des juvéniles de saumons.

Par ailleurs, en 1999, la largeur moyenne des faciès était mesurée sur carte au 1/25 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 en 2022 (digitalisation du contour des faciès et retrait des « îlots » émergés). La proportion des surfaces d'habitats lotiques entre les deux campagnes de quantifications (sur le linéaire décrit commun) étant stable, la diminution des surfaces d'habitats lotiques observée en 2022 (environ de moitié) peut être attribuée à cette différence méthodologique notable. **La cartographie des habitats menée sur la Chapeauroux en 2022 est donc plus précise que celle de 1999 mais il en résulte une importante diminution des surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons (- 44,6 %).**

10.9. Conclusion

Montaison des Géniteurs :

En 2022 sur l'ensemble des stations de mesure, les fenêtres optimales de température pour la montaison des saumons ont été globalement inférieures aux valeurs historiques. Les températures particulièrement chaudes du mois de mai sur l'ensemble du bassin (en moyenne + 3,2 °C) ont réduit l'amplitude du préférendum thermique favorable à la migration des géniteurs. 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 toute au long de l'année a limité la progression des géniteurs sur les différents axes. La précocité des températures élevées (> 25 °C) mi-juin couplée aux faibles débits a donc probablement causé une importante mortalité estivale des géniteurs de saumons.

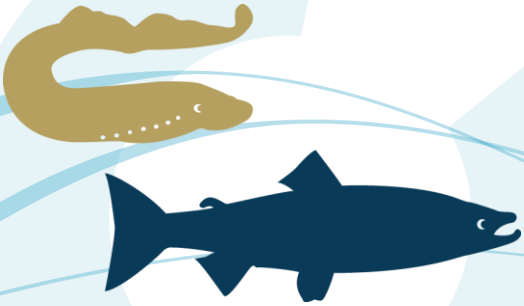
La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément les abondances de saumons atlantiques en migration de reproduction chaque année sur les axes concernés. Les zones de reproduction se situent en effet systématiquement en amont des dispositifs de comptages. Afin d'appréhender les effectifs de géniteurs réels, il est nécessaire d'appliquer à ces comptages les mortalités estivales, la prédation, les captures illicites ainsi que, pour le bassin de l'Allier, les prélèvements de saumons pour la pisciculture du CNSS.

L'essentiel des saumons est comptabilisé sur l'axe Allier (95 % en 2022). Depuis 1997, la moyenne annuelle s'élève à 564 individus. En 2022, seulement 246 saumons ont été dénombrés. C'est le deuxième plus faible effectif enregistré depuis le début du suivi en 1997. Depuis 2018, l'effectif comptabilisé annuellement est deux fois moins important que sur la période 2011-2017 (776 saumons +/- 151).

Avec 22 saumons, les effectifs enregistrés à Langeac en 2022 représentent 10 % de ceux comptés à Vichy. Ce taux de transfert est bien inférieur à celui des années précédentes (28 % +/- 7 %). Le débit de l'Allier influence ce taux : plus les débits sont élevés, plus il est élevé. À Poutès, aucun saumon n'a été compté à l'ascenseur et le suivi de la transparence (EDF R&D) n'a pas permis de dénombrer les saumons franchissant ce complexe. Cependant, une estimation a pu être réalisée à partir du taux de transfert moyen depuis 2020 : 11 (+/- 4) saumons auraient franchi l'ouvrage en 2022, soit un taux de transfert Langeac / Poutès de 50 %. Ces taux de transfert sont influencés par l'hydrologie au moment de la migration de montaison, la mortalité estivale, la présence de zones de frayères en aval de Langeac et Poutès et la potentialité d'accueil des affluents notamment l'Alagnon et la Dore.

Sur la Sioule, 3 saumons ont été comptabilisés à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule et un seul individu a franchi le seuil de Jenzat 30 km en amont. Pour rappel, le comptage au niveau de la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule 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. Actuellement, sur cet axe les problèmes de continuité écologique dès l'aval sont sources de pertes considérables.

Sur l'axe Loire-Arroux, les effectifs sont faibles avec 14 saumons en moyenne à Decize. En 2022, 8 saumons ont été comptés à Decize, 4 à Gueugnon, 73 km en amont, et 1 à Roanne, 145 km en amont. En moyenne, 74 % +/- 14 des saumons n'atteignent aucune autre station après avoir été comptabilisés à Decize. Le taux de transfert enregistré en 2022 (38 %) est le plus important depuis la mise en service de la station de Roanne en 2012. Sur cette partie du bassin, les faibles débits rencontrés durant la période printanière ne semble pas avoir limité la progression des saumons.



L'axe Creuse Gartempe représente en moyenne 12 % des effectifs de saumons comptabilisés sur l'ensemble des stations du bassin. La station de Châteauponsac n'étant pas en fonctionnement en 2022, aucun saumon n'a pu être comptabilisé. Le nombre de saumons chute depuis 2015 reflétant l'absence d'amélioration de la continuité sur l'axe Gartempe. Il devrait continuer de baisser dans les années à venir, les opérations de déversement sur la Gartempe ayant été stoppées en 2020. A partir de 2025, seuls quelques individus erratiques et/ou issus d'une potentielle reproduction naturelle reviendront sur ce bassin.

Sur les 4 individus observés sur la Vienne, aucun saumon de 3 ans de mer n'a été observé, même si ce n'est pas une spécificité de ce bassin, l'absence de cette cohorte témoigne des difficultés de migrations des saumons. La structuration en âge des saumons à Decize est globalement respectée malgré le peu d'individus. Sur l'Allier, même si la prédominance des 2 étés de mer à Vichy et Langeac est respectée, la proportion à Langeac est plus importante. A l'inverse, la proportion des saumons de 3 étés de mer à Langeac (22,7 %) est bien moins importante qu'à Vichy (48 %). Comme pour le bassin de Vienne et au regard du cumul des paramètres environnementaux (débit migration printanière et températures estivales), les saumons de 3 étés de mer ont eu du mal à migrer vers les têtes de bassins et une partie importante a fini par mourir durant l'été.

Du fait de la proximité avec l'estuaire de la Loire, la migration des saumons à Descartes sur l'axe Creuse est logiquement plus précoce avec les premiers individus généralement contrôlés en fin d'année n-1. La période de migration varie suivant l'âge de mer des saumons, chaque classe d'âge ayant une période spécifique de migration dans l'année. Les périodes hivernale et printanière sont ainsi plus propices aux individus de 2 et 3 ans de mer. Les poissons d'un an de mer arrivent plus tardivement sur le bassin. De même, l'amplitude totale de la période de migration est relativement importante chez le saumon, certains individus pouvant notamment être comptabilisés en reprise de migration automnale jusqu'en décembre comme aux stations de comptage de Langeac et de Poutès. En 2022, aucun comptage n'a été effectué à la station de Descartes, l'ouvrage étant abaissé.

La période de migration en 2022 à Decize est plus précoce que celles des années précédentes. A Vichy, la période migratoire est quant à elle similaire aux valeurs historiques. Le manque d'eau pendant la première partie de l'année sur l'Allier ne semble pas avoir influencé la dynamique de migration des saumons.

A Vichy en 2022, la dynamique migratoire des individus de 2 ans et 3 ans suit globalement la même tendance par rapport aux données antécédentes. Toutefois, pour les saumons de 2 ans de mer, un retard migratoire mi-mai est constaté (9 jours pour 75% des passages). Ce dernier est lié aux très faibles débits rencontrés pendant le mois de mai qui ont grandement limité la progression des saumons de fin de cohorte.

A Langeac, sur le haut Allier, les périodes printanière et automnale sont similaires aux années antécédentes avec une prédominance des passages à l'automne. En revanche, les périodes de migrations ont été très courtes avec seulement 11 jours de migration au printemps et 38 à l'automne. La migration à Poutès n'a, quant à elle, pas pu être précisée du fait de l'absence de comptage durant la transparence.

Les saumons ont une activité migratoire différente durant la journée. Les données compilées depuis 1997 aux stations de vidéo-comptage renseignent sur ces rythmes nycthéméraux. Ainsi, le Saumon

atlantique a une migration diurne. En 2022, les passages horaires suivent globalement le même schéma que les années précédentes.

Reproduction des géniteurs :

Lors de la seule prospection sur la Gartempe, aucune frayère n'a été observée. Néanmoins, cela ne permet pas d'affirmer qu'il n'y a pas eu de reproduction sur ce cours d'eau.

Sur le bassin versant de l'Allier, le suivi exhaustif n'a pas eu être réalisé à cause des mauvaises conditions de vol en décembre. La première frayère a été observée sur l'Allier le 22 novembre, soit un début de reproduction tardif sur cet axe. Au final, 50 frayères ont pu être comptées sur l'Allier, 27 par LOGRAMI et 23 grâce aux différents acteurs suivant la reproduction sur d'autres secteurs. La majorité des frayères ont été comptées sur la partie aval (aval de Vieille-Brioude) en accord avec les faibles débits durant la migration automnale. Peu de frayères ont été comptées sur les principaux affluents (Alagnon, Dore et Sioule), lors des quelques prospections effectuées. Sur la Senouire et l'Allier, des frayères ont été creusées après le 8 décembre, confirmant une reproduction tardive et prolongée jusqu'à la première quinzaine de décembre. En effet, habituellement, au 9 décembre, l'ensemble des frayères sont établies sur l'Allier.

Développement des juvéniles :

Il semblerait que l'absence de crue morphogène au printemps aient été plutôt favorable au développement des juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier. Cependant, le caractère « chaud et sec » de l'étiage 2022 a très probablement impacté le recrutement en juvéniles du bassin de la Loire. Certains secteurs et notamment ceux bénéficiant d'un soutien d'étiage artificiel ont toutefois été moins exposés.

Contrairement à ce que laissaient présager la dépose d'œufs potentielle réduite en 2021 (234 géniteurs potentiels à Vichy pour 159 frayères comptabilisées en amont de Vichy = 2ème plus faible effectif depuis 2001) et la faible quantité d'alevins de pisciculture déversée en 2022 (la plus faible depuis 2001 ; 275 982), avec 180 985 tacons 0+, la production du bassin de l'Allier en 2022 se classe malgré tout en 3ème moins bonne année depuis 2001 derrière 2020 et 2007 seules années à moins de 100 000 alevins 0+ produits. Elle correspond approximativement à la moitié de la production moyenne observée depuis 2001 pour un effectif de géniteurs potentiels et des quantités alevinées ne représentant que 40,8% et 29,3% des moyennes respectives.

Avec la diminution significative des quantités d'alevins de pisciculture déversées et l'abandon progressif de cette pratique sur certains cours d'eau, le voile se lève peu à peu sur la capacité des habitats de certains secteurs à produire des juvéniles natifs. Ainsi, avec 117 256 tacons 0+ natifs produits sur le bassin de l'Allier en 2022, ce qui correspond peu ou prou à la moyenne observée depuis 2001, la proportion d'individus natifs de la population globale (64,9 %) est la plus importante observée depuis que la distinction "natif/aleviné" par secteur est possible (2009). Ce bon recrutement révèle que lorsque les conditions hydro-climatiques sont clémentes, la productivité des frayères établies sur certains secteurs comme l'Allier entre Langeac et Poutès ainsi que l'Alagnon peut être importante (entre 1 000 et 3 000 tacons 0+ produits par frayère). A contrario, la Sioule et la Dore sans alevinage s'avèrent très faiblement productives en raison de l'accessibilité difficile des zones de frayères par les géniteurs. Avec 33 852 tacons 0+ natifs produits en 2022, la contribution non négligeable de l'Alagnon dans la population de tacons 0+ globale du bassin (18,7% et 28,7% des natifs) confirme la pertinence du choix de gestion patrimoniale de l'espèce depuis 2017 sur cet axe.

La capacité productive intrinsèque de certains secteurs du bassin de l'Allier ne constitue donc pas un facteur limitant pour le maintien d'une population de Saumon atlantique auto-suffisante. Dans le cadre du changement climatique en cours, ce serait plutôt l'accessibilité réduite de ces secteurs pour les

géniteurs (diminution de l'hydrologie printanière et automnale et augmentation des températures de l'eau) qui deviendrait limitante.

Dévalaison des smolts :

En 2022 sur l'ensemble des stations de mesure, les fenêtres optimales de température pour la dévalaison des smolts ont été globalement inférieures aux valeurs historiques. Les températures particulièrement chaudes du mois de mai sur l'ensemble du bassin (en moyenne + 3,2 °C) ont réduit de près de 11 jours l'amplitude du préférendum thermique favorable à la dévalaison des smolts. Le déficit de pluviométrie cumulé aux épisodes de forte chaleur printanière a conduit à une forte baisse des débits naturels. Le manque d'eau entre mars et mai a limité et retardé la dévalaison des smolts sur l'ensemble du bassin de la Loire.

Certaines années des smolts en dévalaison sont observés aux stations de comptages. Ils empruntent ce dispositif lorsqu'ils n'ont pas d'autres possibilités de dévalaison par les vannes en surverses notamment et en absence de dispositif de dévalaison. Ces observations sous-estiment donc les effectifs et ne montrent pas forcément l'amplitude complète de dévalaison. Ils révèlent les sites où la dévalaison est conditionnée par des niveaux de débits et mettent en exergue la nécessité d'aménager des dispositifs adaptés de dévalaison pour ce stade biologique. En 2022, du fait des faibles débits, des smolts ont ainsi pu être observés à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule et Jenzat sur la Sioule, à Vichy et Langeac sur l'Allier et à Decize sur la Loire amont.

A Vichy sur l'Allier, après le comptage des premiers smolts fin-avril, une demande d'abaissement des vannes a été faite auprès de la ville le 9 mai. Cette manœuvre a été effectuée le lendemain et a permis de faciliter le transit des smolts vers l'aval. Toutefois, 58 individus (soit 26 % de l'effectif annuel) ont été observés à la vidéo à compter du 10 mai.

A Jenzat sur la Sioule, de nombreux smolts ont été observés dans la retenue du barrage 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 durant 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.

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.

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 durant la première quinzaine de janvier 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 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 de deuxième retour 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 2022, 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 du Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux. 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 baisse comparativement à celles évaluées en 1999 (de 126 296 à 56 322 m² soit une diminution de 44,6 %). Cette diminution est liée à une meilleure précision de la méthode de description des habitats appliquée en 2022 qui entraine une diminution des surfaces décrites et de surcroit de celles des ERR.

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.

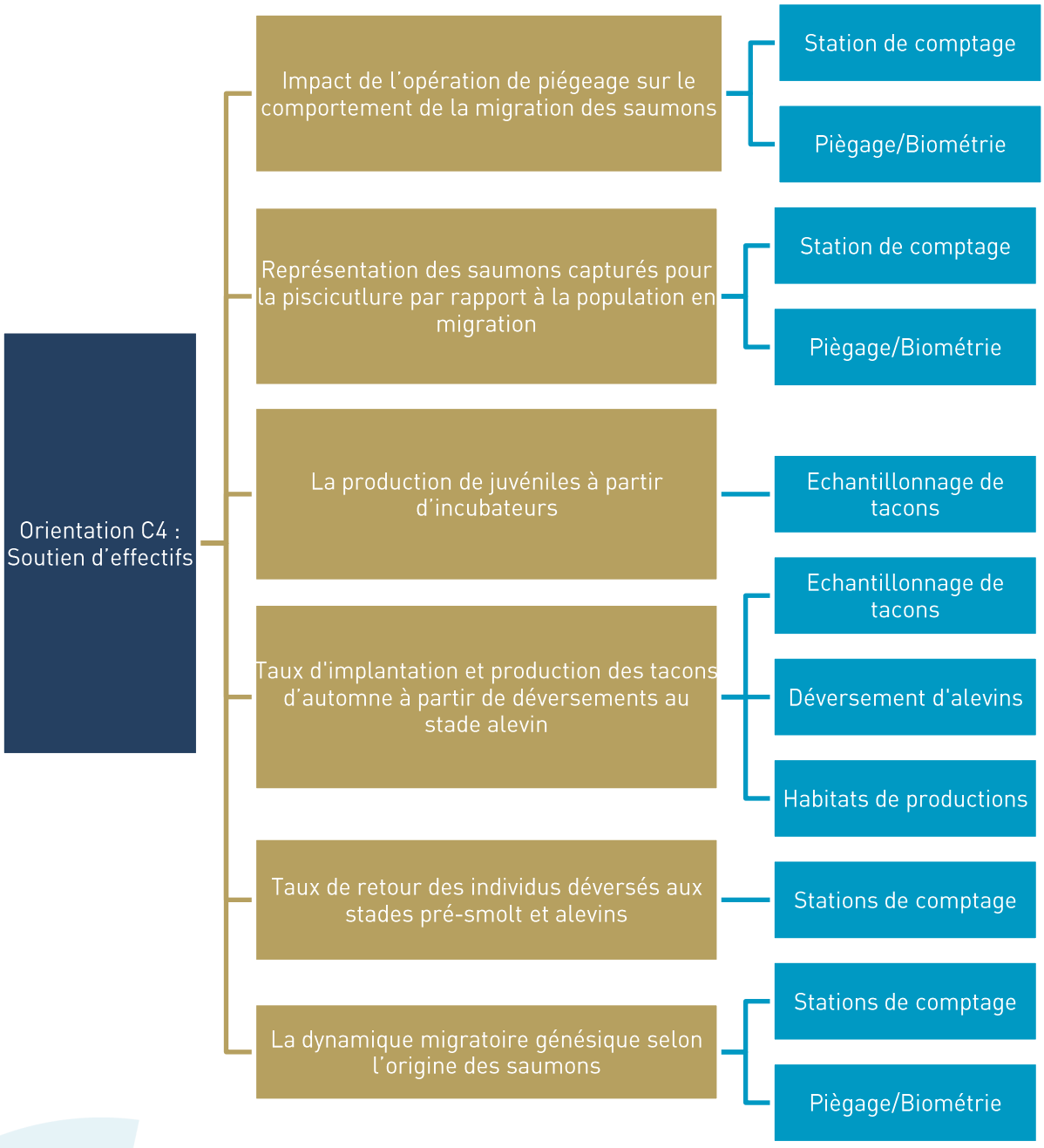


Figure 380 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 du PLAGEPOMI : Soutien d'effectifs (Source LOGRAMI)

11.2. Impact du piégeage sur le franchissement des saumons

Les opérations de capture mettent en œuvre un dispositif de piégeage susceptible de modifier les comportements migratoires des saumons. Afin de mesurer l'impact de l'opération de piégeage, une analyse du comportement des saumons est réalisée au niveau de la station de comptage de Vichy située quelques mètres en aval du piège.

L'action de piégeage impacte le comportement des saumons en modifiant les créneaux horaires de passages. Suite aux recommandations de LOGRAMI, à compter de 2014, les temps journaliers d'opérations de piégeage de géniteurs pour la pisciculture du Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) ont été allongés sur la journée. Habituellement réalisées entre 6h et 14h (UTC), elles sont depuis opérées jusqu'à 16h. Cette modification a pour but d'augmenter les chances de captures au cours d'une même journée et de réduire à terme le nombre de journées de piégeage par semaine (Bach et al., 2015a).

Suite à cet allongement des journées de piégeage, le comportement des passages de saumons a été modifié. Avant 2014, les passages des saumons après le piégeage entre 15h et 18h représentaient 39,5 % (+/- 4) contre 25,4 % (+/-7) pour les journées sans piégeage. Depuis 2014, la différence des passages en fin de journée après le piégeage est moins marquée avec 14,9 % des passages entre 17h et 18h contre 9,7 % 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 381 et Figure 382).

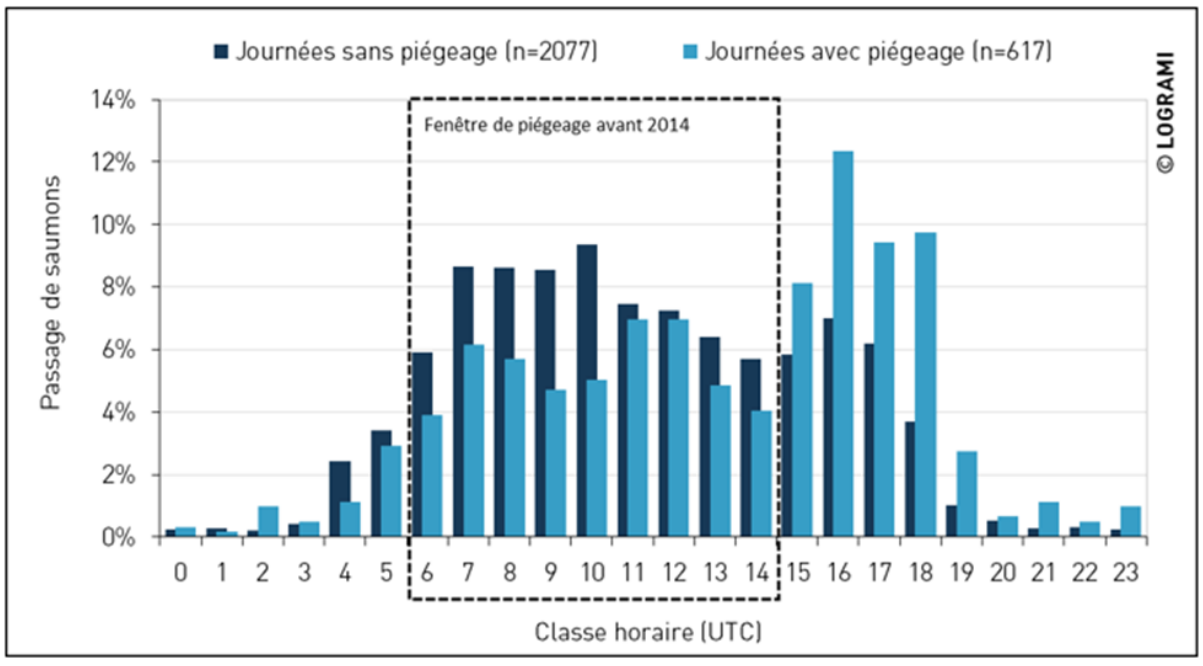


Figure 381 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2009-2013 (Sources : LOGRAMI)

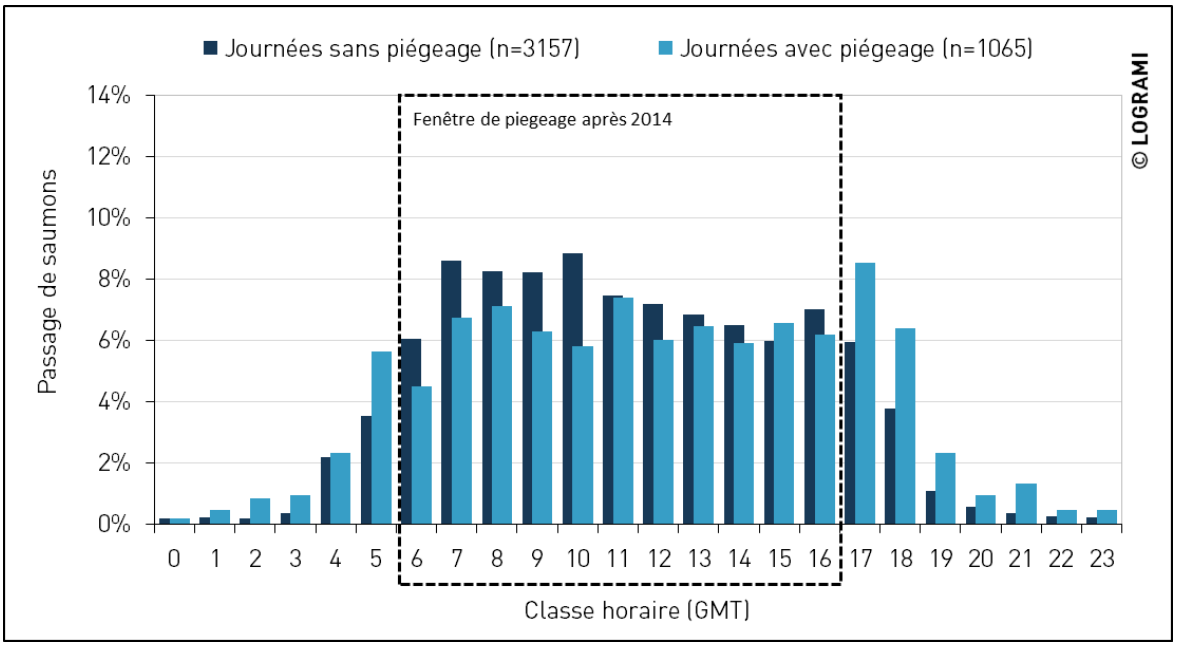


Figure 382 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2014-2022 (Sources : LOGRAMI)

En 2022, les passages matinaux entre 6 h et 7 h sont réduits (3,6 %) probablement par l'effarouchement causé par la mise en place du piège (Figure 383).

En 2022, lors des journées de piégeage, 69,1 % des passages sont réalisés entre 6h et 16h (amplitude de piégeage maximale). Sans piégeage, cette plage horaire présente 84,7 % des passages. Sur la période 2014-2021, la répartition des passages est similaire avec 80,8 % sans piégeage et 69,1 % avec piégeage. Il semblerait que l'opération de piégeage, telle qu'elle a été menée en 2022, ait perturbé la répartition horaire des passages de saumons les jours avec piégeage de façon similaire à la période 2014-2021.

En 2022, les passages les jours de piégeage semblent moins étalés dans la journée avec des passages plus abondants dans l'après-midi. Un passage plus important est observé après la relève du piège de 10h entre 11h et 17h lors des jours de piégeage (56,4 %). La part de saumons passant entre 17h et 20h augmente également de 18,7 % par rapport aux journées sans piégeage (6,8 % des passages sans piégeage contre 25,5 % avec piégeage).

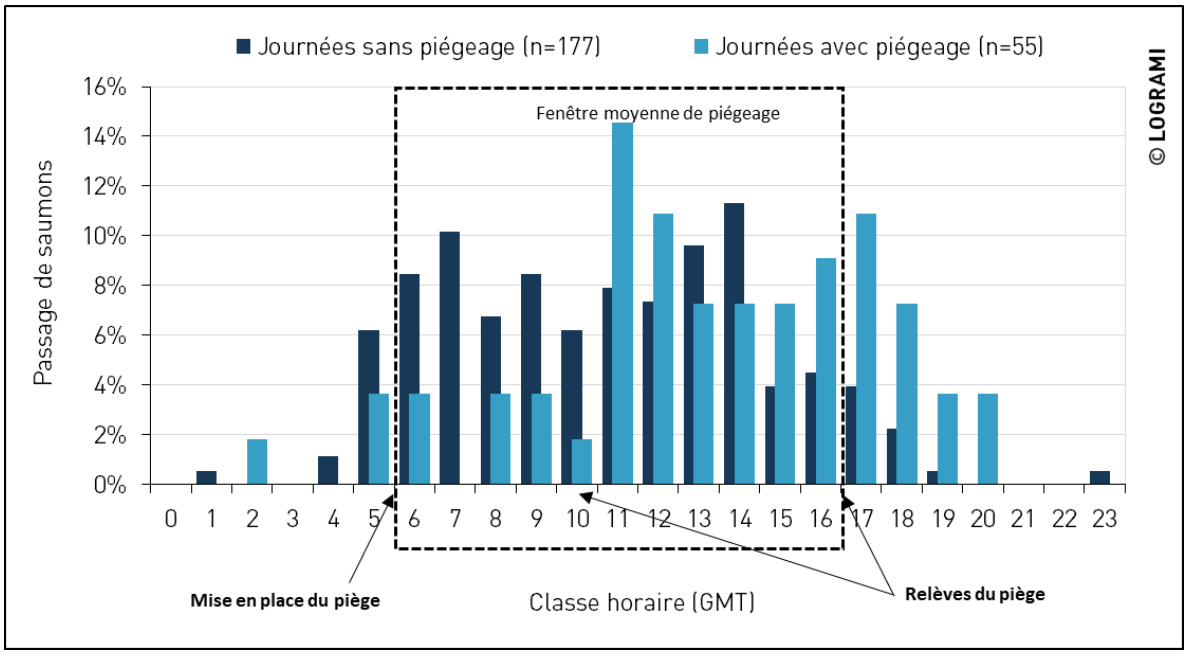


Figure 383 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires de leur passage devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage en 2022 (Sources : LOGRAMI)

11.3. Captures de géniteurs à Vichy pour la pisciculture

Pour répondre à l'obligation d'alimenter la pisciculture avec des géniteurs de retour (comprenant des sauvages et des retours issus de déversement), des saumons sont piégés au niveau de la station de comptage de Vichy. L'opération de piégeage est assurée par le CNSS depuis 2009.

Avant 2009, la totalité des saumons 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, 29 individus +/- 14 par an sont capturés 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).

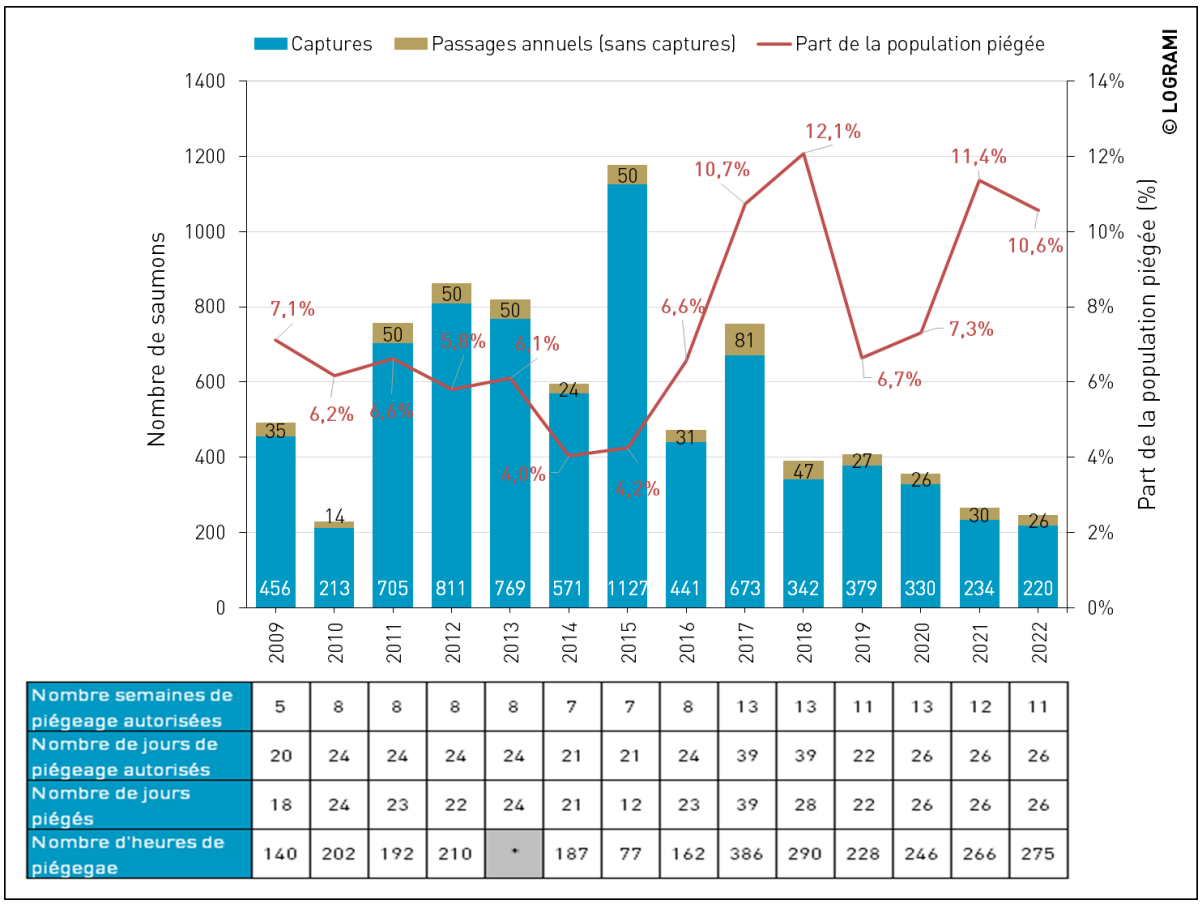
Ainsi, afin de garantir la représentativité de l'échantillon capturé par le CNSS et de limiter la perturbation sur la migration, le piégeage était autorisé 3 jours maximum par semaine jusqu'en 2019.

Depuis 2020, afin de continuer à réduire l'impact du piégeage sur la population de saumons, le nombre de jours de capture est passé à 2 journées maximum.

En 2021 et 2022, les opérations de piégeage ont eu lieu deux jours par semaine les mardis, mercredis ou jeudis de 7h à 16h UTC. Après validation au préalable par la DDT 03 et en contradiction avec le Plan de gestion des poissons migrateurs 2022-2027, le piégeage a pu être augmenté à 3 jours par semaine sous condition d'un nombre total de jours de piégeage autorisés à 26 jours maximum.

11.3.1. Historique des campagnes de piégeage

De 2009 à 2016, en moyenne 22 journées de piégeage étaient autorisées (+/- 2) entre les semaines 14 et 22 (Figure 384). Suite aux recommandations de LOGRAMI en 2014, afin d'optimiser la représentativité de l'échantillon capturé annuellement en couvrant 90 % de la migration, la fenêtre de piégeage a été élargie du 15 mars au 8 juin (selon les années de la semaine 9, 10 ou 11 à la semaine 23) (Bach et al., 2015a). Depuis 2017, en moyenne 30 jours (+/- 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
Nombre semaines de piégeage autorisées	5	8	8	8	8	7	7	8	13	13	11	13	12	11
Nombre de jours de piégeage autorisés	20	24	24	24	24	21	21	24	39	39	22	26	26	26
Nombre de jours piégés	18	24	23	22	24	21	12	23	39	28	22	26	26	26
Nombre d'heures de piégegae	140	202	192	210	*	187	77	162	386	290	228	246	266	275

*Manque d'information pour 2013

Figure 384 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture du CNSS depuis 2009 (Sources : CNSS et LOGRAMI)

Depuis 2009, le piégeage est effectué 93 % +/- 9 du temps autorisé. Les journées durant lesquelles les opérations de piégeage n'ont pas été réalisées correspondent à :

- des journées où les passes à poissons sont restées fermées pour éviter leur endommagement suite à une crue de l'Allier ;

Le règlement d'eau du barrage de Vichy (Arrêté préfectoral N°1083/01) prévoit la fermeture des passes à poissons lors 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 journée et 3 journées.

- des journées avec présence d'aloses dans la passe à poissons ;

En raison de la fragilité et de la sensibilité au stress des aloses, l'opération de capture des saumons doit être interrompue lors des pics de migration des aloses pour éviter tout risque de mortalité des sujets piégés en même temps que les saumons. Ce cas de figure s'est présenté en 2009. Il a occasionné la suppression de 3 jours de piégeage en toute fin de période de piégeage (fin mai).

- l'atteinte du nombre de captures autorisées par semaine ;

L'arrêté de piégeage précise que les captures sur une semaine donnée ne doivent pas excéder un certain pourcentage des passages déjà dénombrés à Vichy la semaine précédente (10 % avant 2017 et 15 % depuis 2017). Ainsi, lorsque cet objectif est atteint, le piégeage est arrêté le reste de la semaine. Cette situation s'est présentée en 2012 et 2018 provoquant respectivement la suppression d'une et deux journées de piégeage.

- et l'atteinte de l'objectif annuel des captures ;

L'objectif de piégeage a été atteint à 4 reprises en 2011, 2012, 2013 et 2015. En 2015, l'objectif est atteint très rapidement le 29 avril. Seulement 12 jours sur les 21 autorisés ont suffi pour capturer l'intégralité des saumons. Il aurait été cependant judicieux de répartir les captures sur l'ensemble de la période de piégeage autorisée afin d'avoir une meilleure représentativité de l'échantillon en termes de dynamique migratoire.

En 2022, le quota hebdomadaire de 15 % pour les captures a été atteint 2 fois lors de la semaine 13 et la semaine 17. Lors de cette dernière, un saumon capturé en trop a dû être remis à l'eau le 28 avril 2022.

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 et 2018 (11 % et 12 %) est liée à l'augmentation du nombre d'heures de piégeage. En 2022, cette proportion est similaire avec 10,6 % 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 385).

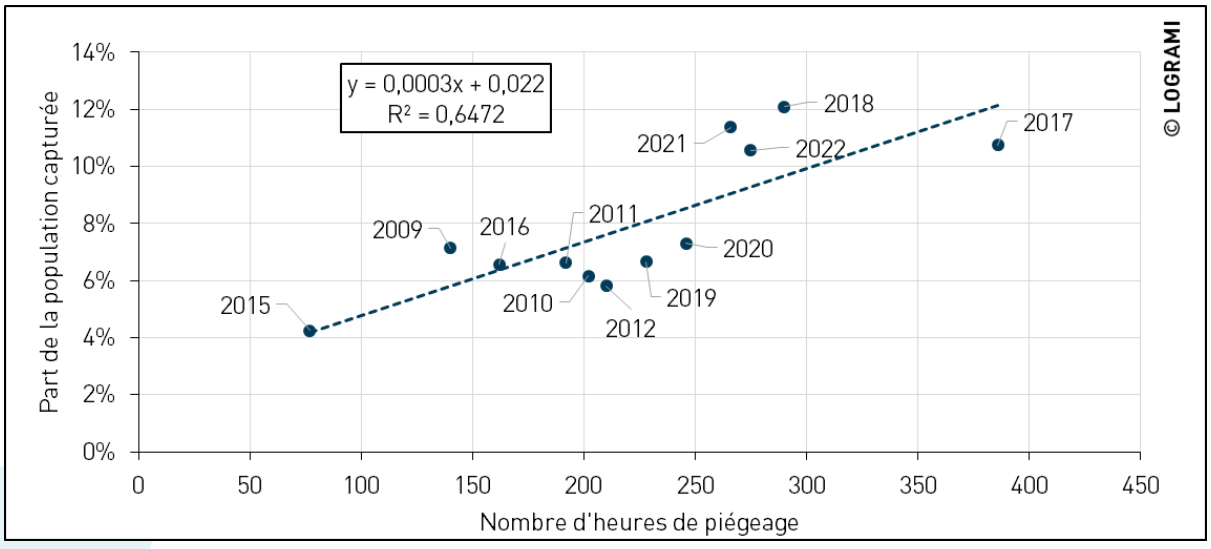


Figure 385 : Part de la population échantillonnée de saumon atlantique en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI)

Depuis 2009, le nombre de jours de piégeage représente en moyenne 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 386). **En 2022, le piégeage a été opéré 22 % du temps de la migration.**

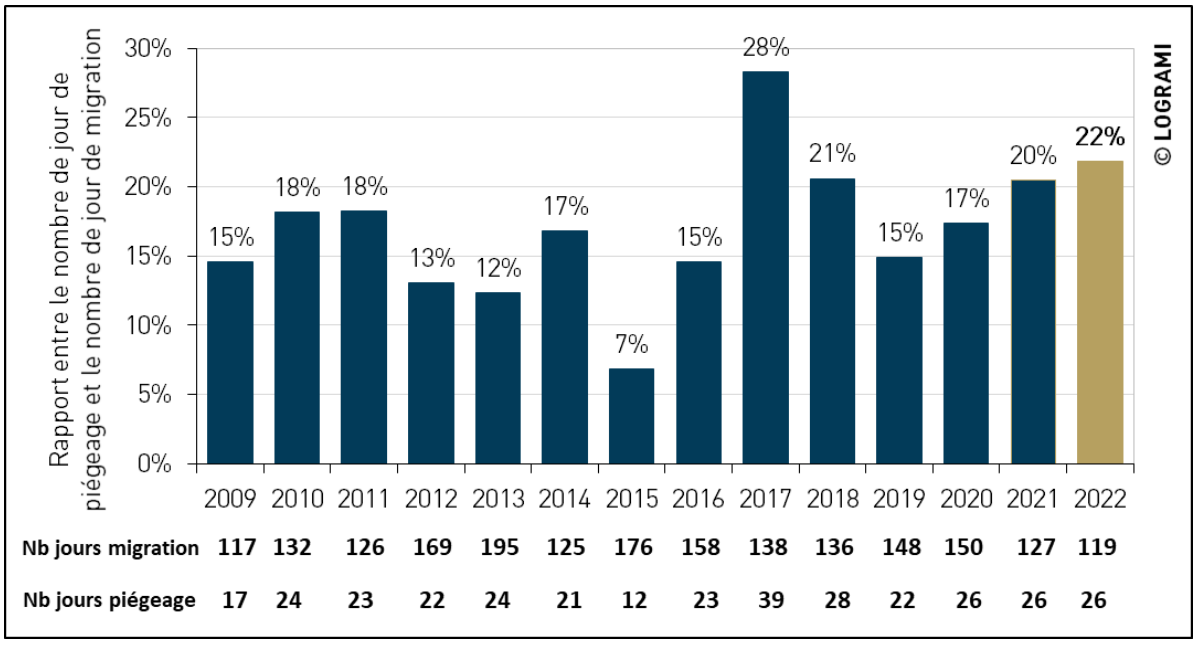


Figure 386 : Rapport entre le nombre de jours de piégeage de saumons et le nombre de jours de migration printanière à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI et CNSS)

11.3.2. Effort de piégeage 2022

Depuis 2009, la capture de saumons par unité d'effort (CPUE) de piégeage (heure) varie entre 0,07 et 0,65 pour une moyenne toutes années confondues de 0,20 +/- 0,1 (Figure 387). La CPUE très élevée en 2015 est due aux forts passages de saumons enregistrés au cours de la saison (1 177 géniteurs). **En 2022, le CNSS a capturé 26 saumons, soit une CPUE de 0,09 saumon par heure de piégeage.**

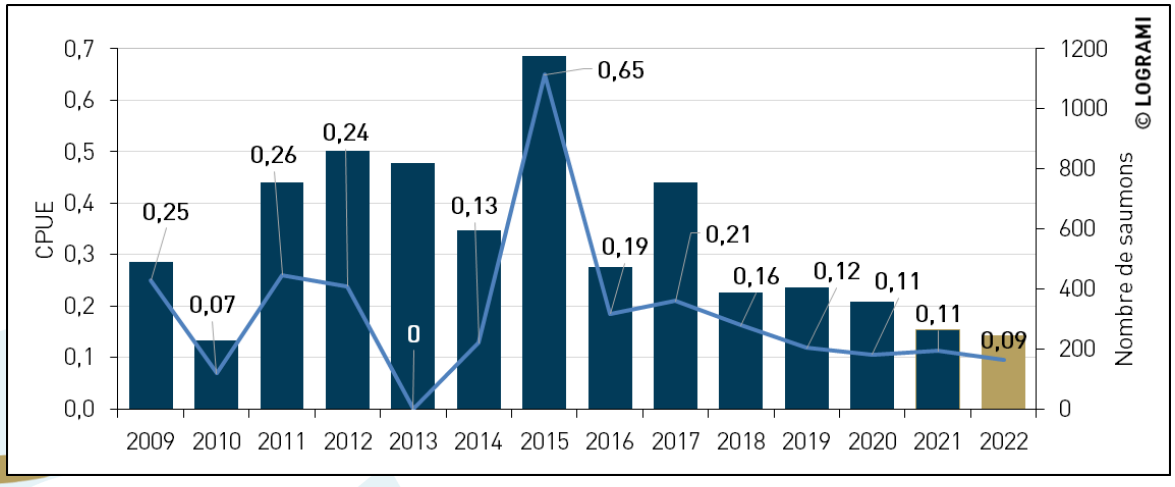


Figure 387 : CPUE (courbe bleue) pour chaque campagne de piégeage de saumons atlantiques du CNSS à Vichy sur l'Allier depuis 2009 et effectifs migrants à la station de Vichy. En 2013, les informations disponibles sont insuffisantes pour calculer une CPUE (Sources : LOGRAMI et CNSS)

En 2022, le nombre de captures (26) 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, 237 saumons avaient franchi le barrage de Vichy, correspondant donc à un maximum de 36 saumons prélevables pour la pisciculture.

11.3.3. Captures hebdomadaires 2022

En 2022, aucune journée de piégeage n'a eu lieu la semaine 11, le nombre de passages de saumons n'étant pas suffisant pour autoriser l'opération (9 saumons au 13 mars 2022) (Figure 388). Un maximum de 6 saumons a été capturé la semaine 17. A contrario, aucun individu n'a été piégé la semaine 14.

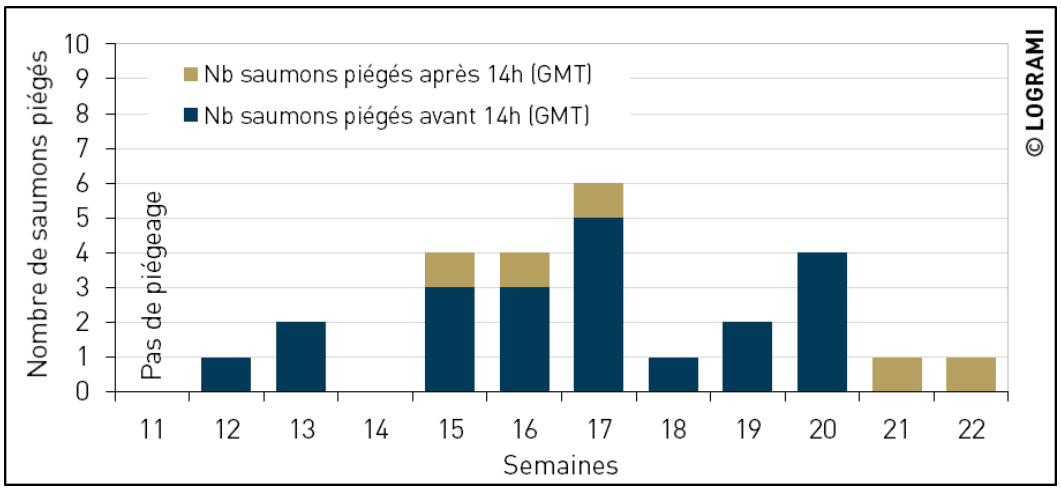


Figure 388 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2022 (Sources : CNSS)

Suite à la recommandation de l'allongement de la journée de piégeage entre 14h et 16h (UTC) proposé par LOGRAMI en 2014, 5 saumons supplémentaires ont pu être capturés en 2022 par le CNSS lors de ces journées de piégeage (19 % de l'échantillon) (Figure 389).

En moyenne depuis 2017, le CNSS a augmenté ses captures de 29 % +/- 12 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.**

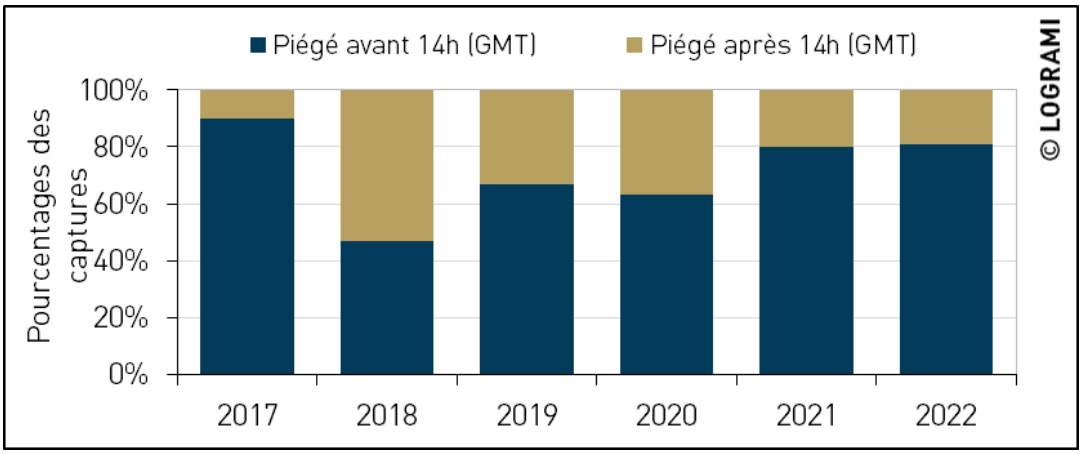


Figure 389 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Sources : CNSS)

11.3.4. Représentativité des captures en 2022

L'échantillon prélevé chaque année pour la salmoniculture doit être le plus représentatif de la population étudiée afin de respecter au mieux la diversité en âge et en dynamique migratoire (potentiellement la diversité du patrimoine génétique).

En 2022, le piégeage a commencé le 23 mars (semaine 12) et s'est terminé le 1 juin (semaine 22). Durant cette période, 88,6 % 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 2022

Les résultats montrent qu'une partie des saumons en début et fin de période a échappé à l'échantillonnage (Figure 390). La campagne de piégeage s'étalant du 23 mars au 3 juin, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés, soit 7,7 % de la population en migration avant le 23 mars (19/246) et 3,7 % de la population en migration après le 1er juin (9/246).

Les captures réalisées en avril (50 % des captures (13/10)) et en mai (28 % des captures (10/26) sont normales au regard de la population en migration à Vichy (47 % des passages (115/246) en avril et 35 % des passages (85/246) en mai).

La semaine de piégeage la plus efficace est située entre le 25 avril et le 1er mai (semaine 17) avec 6 saumons piégés. Les captures réalisées cette semaine représentent 15 % de la population en migration hebdomadaire (6/40).

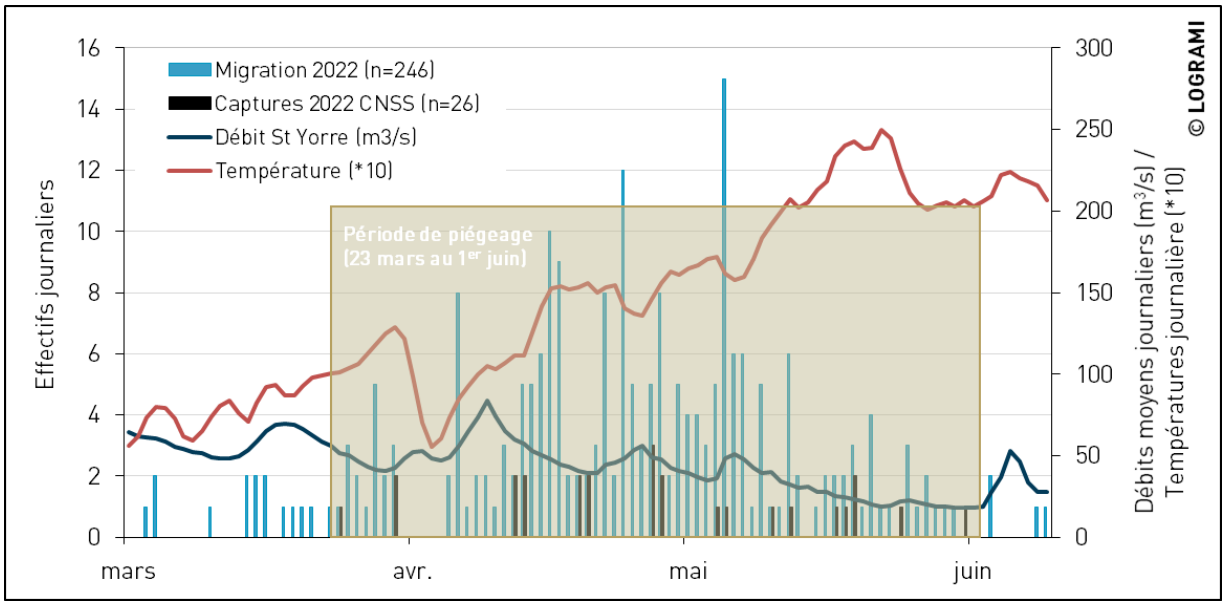


Figure 390 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans les passes à poissons de Vichy (Allier) en 2022 (Sources : LOGRAMI)

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 la qualité de l'échantillon.

Les saumons ont été capturés à raison d'environ 2 individus par semaine (+/- 2) avec une semaine particulière (semaine 17) où 6 saumons ont été piégés.

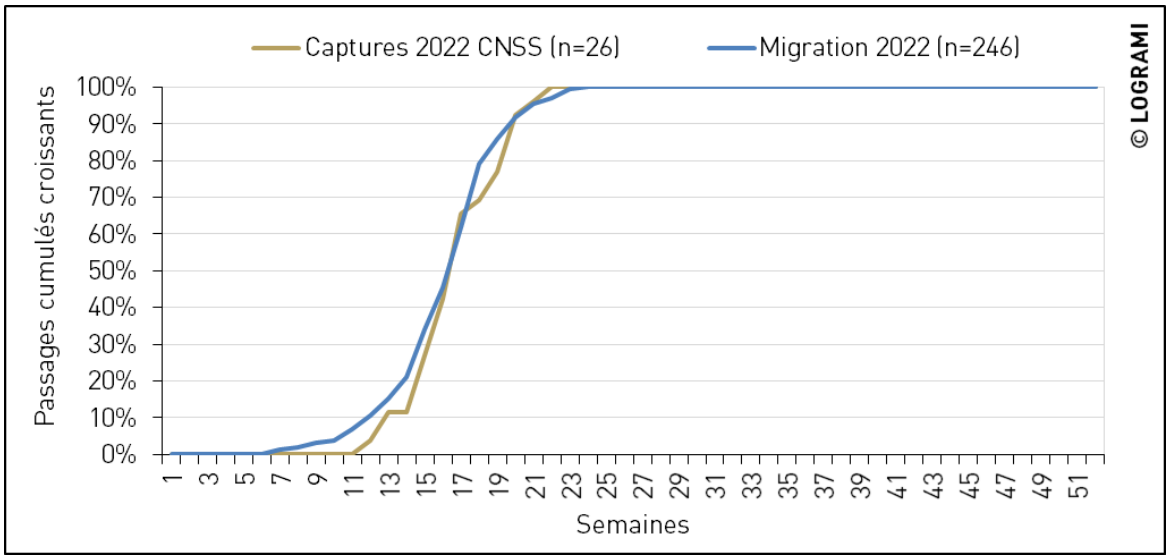


Figure 391 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2022 (Sources : LOGRAMI)

Une sous représentativité de l'échantillon est constatée au début de la saison. Elle est liée à l'absence de piégeage la semaine 11 (pas assez de saumons pour commencer à piéger : 9 individus au 13 mars) et l'absence de capture lors de la semaine 14.

Cependant, l'échantillonnage mené en 2022 suit significativement la tendance des passages (R^2 = 0,98) (Figure 392). Il apparaît que l'échantillon prélevé représente de manière très satisfaisante le rythme de la migration permettant d'éviter les biais liés aux traits de vie individuels des poissons (âge et éventuelle différence de fitness sauvages/déversés).

Par conséquent, en 2022 la période d'échantillonnage des effectifs de la semaine 12 à 22 s'est révélée favorable à un échantillonnage représentatif.

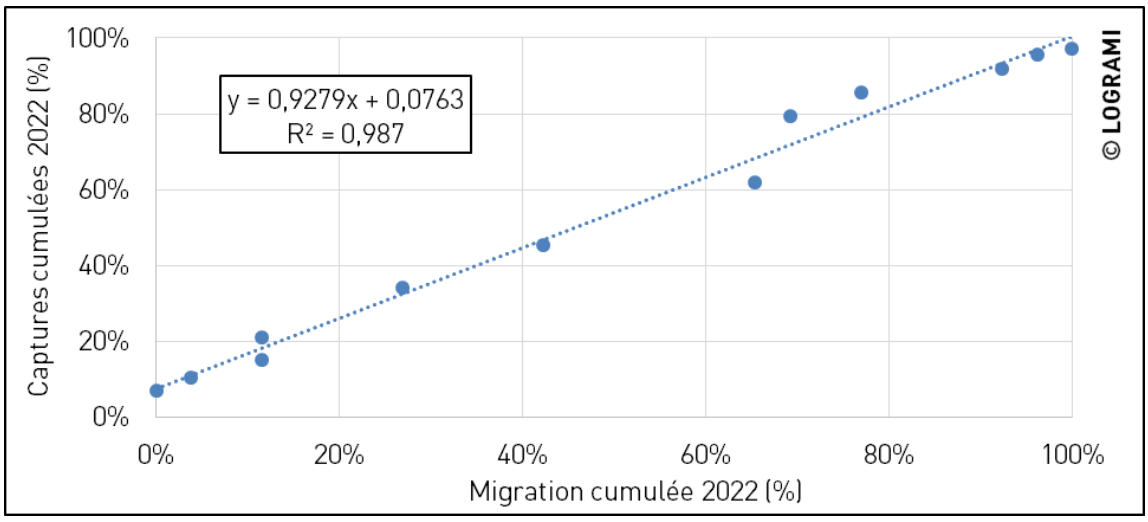


Figure 392 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2022 (Sources : LOGRAMI)

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

La répartition des saumons capturés en 2022 par âge de mer est la suivante :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %),
- 15 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (58 %),
- 11 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (42 %).

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 393).

Les écarts observés (6 % pour les 2 étés et les 3 étés) entre l'échantillon capturé et la migration représentent seulement 1 à 2 saumons. **L'échantillon capturé en 2022 est donc représentatif de la population en termes de classe d'âge.**

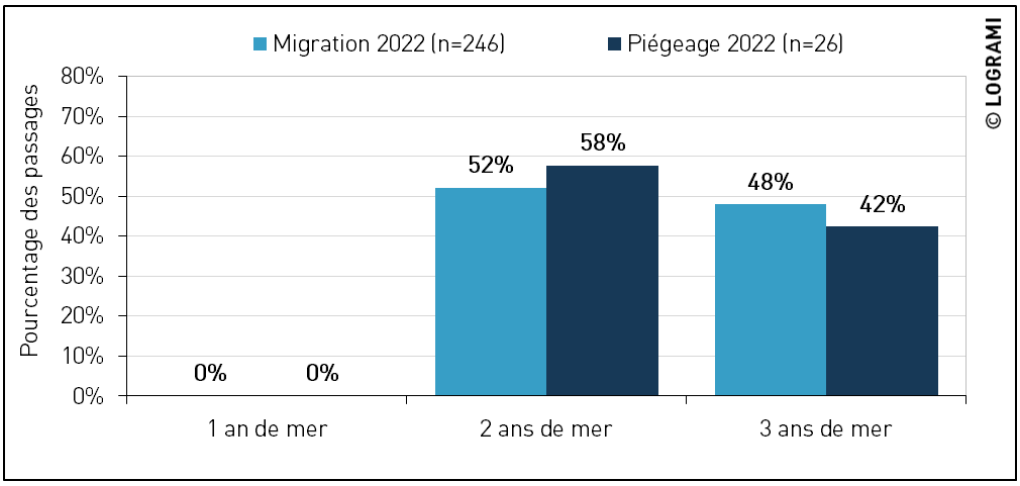


Figure 393 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2022 avec celles des individus piégés (Sources : LOGRAMI)

11.3.5. Impact du piégeage sur le comportement des saumons

Lors du dépouillement des vidéos de la station de comptage, la présence d'un saumon est relevée dès son arrivée devant la vitre de comptage. Grâce à des critères de formes, de taille, de blessures et d'écaillages (quand ceux-ci sont visibles), il est possible d'individualiser les saumons. Ainsi, si le poisson ne passe pas directement en amont de la vitre ou bien réalise un retour après son passage (dévalaison), il est possible de décrire son comportement.

Sur la période 2009-2021, 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.

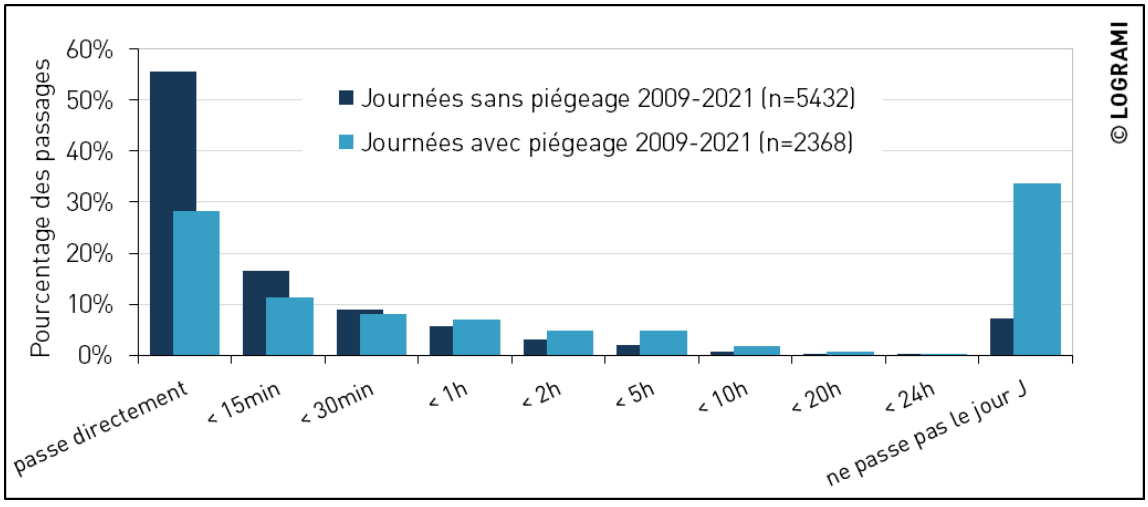


Figure 394 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2021 (Sources : LOGRAMI)

En moyenne, la part des saumons se présentant devant la vitre qui ne passent pas le jour même augmente très sensiblement de 7 % +/- 2 à 34 % +/- 5 dès lors qu'il y a du piégeage. Les 7 % de refus

de passage le jour même lors des journées sans piégeage peuvent être imputés à des individus se présentant à la vitre de comptage tard dans la journée dans des conditions de luminosité faible engendrant un contraste perturbant entre la luminosité artificielle du rétro-éclairage et l'obscurité de la retenue.

Depuis l'allongement du temps de piégeage en 2014, les passages directs de saumons pendant les journées de piégeage ont diminué de 4 % (33 % +/- 6) par rapport à la période 2009-2013 (37 % +/- 2).

En 2022, les journées sans piégeage, 66 % des saumons passent directement en amont de la vitre de comptage sans aller-retour contre seulement 19 % les jours de piégeage (Figure 395). Ainsi, l'opération de piégeage a augmenté de 47 % les comportements d'allers-retours avant le passage.

Avec 19 % des passages lors de la première observation au lieu de 28 % en moyenne, l**e piégeage mené en 2022 à Vichy est plus impactant que celui mené sur la période 2009-2021** (+ 9 %).

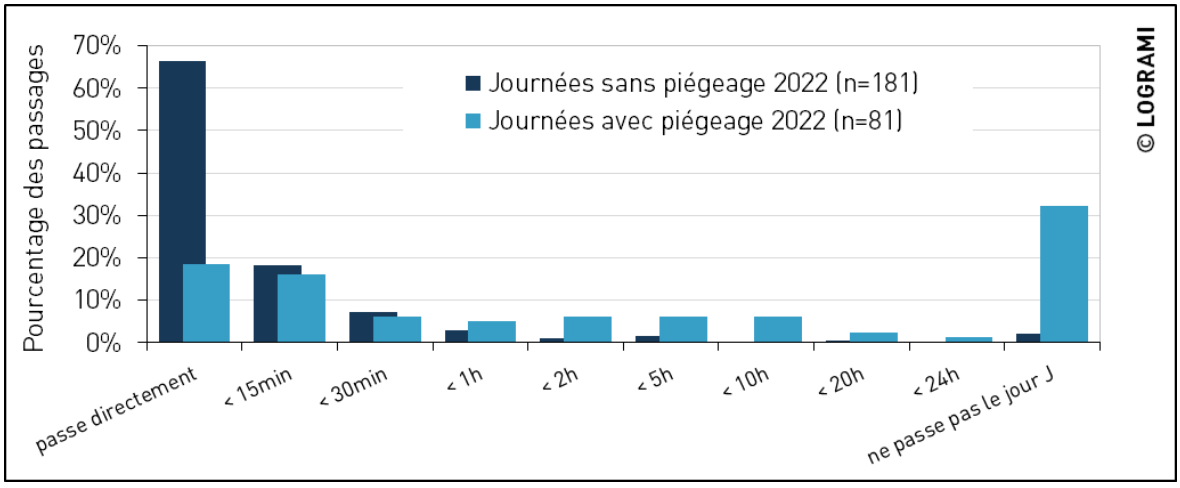


Figure 395 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2022 en fonction du piégeage (Sources : LOGRAMI)

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 21 minutes +/-7. Pour les journées avec piégeage, le temps de passage est trois fois plus important avec une durée avoisinant les 60 minutes +/-18.

Ainsi, de 2009 à 2021, les opérations de piégeage ont provoqué un retard moyen de franchissement de l'ouvrage de 39 minutes +/- 14 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 23 minutes, passant de 24 minutes +/- 10 pour la période de 2009-2013 à 47 minutes +/- 20 pour la période 2014-2022.

En 2022, un retard moyen de franchissement d'une heure et quarante-quatre minutes est constaté (rapport entre le temps de passage moyen avec et sans piégeage). Il représente plus du triple du retard moyen habituellement observé sur la période 2009-2021 (34 minutes +/-14) (Figure 396). **2022 est l'année de piégeage la plus impactante depuis 2009**.

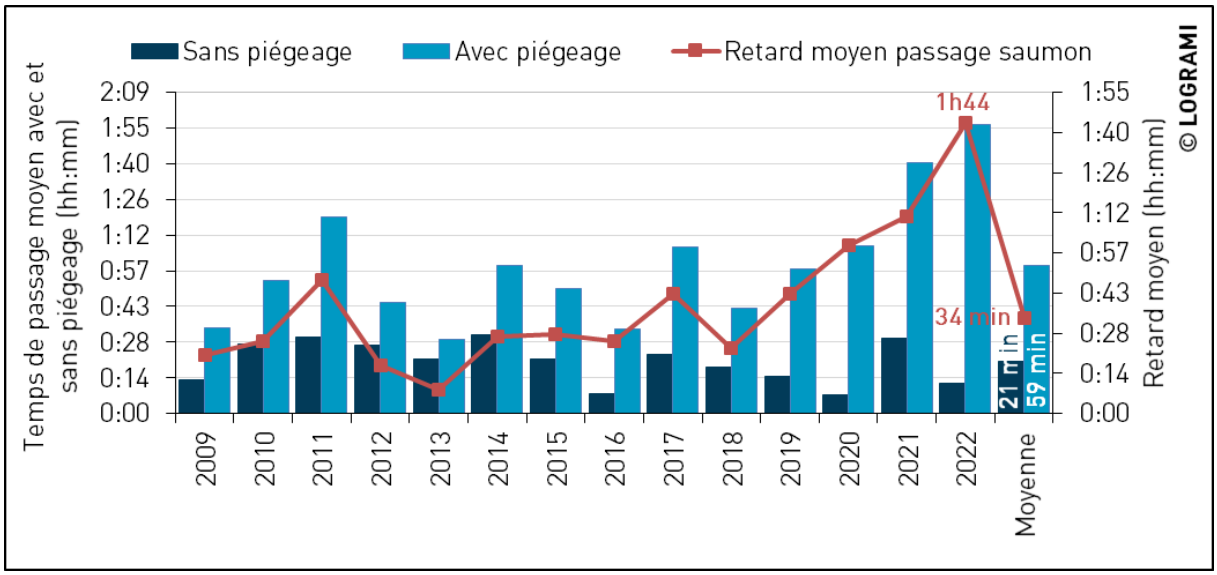


Figure 396 : Retard moyen des saumons au droit de la vitre de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier depuis 2009 les jours avec et sans piégeage (Sources : LOGRAMI)

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. 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 397).

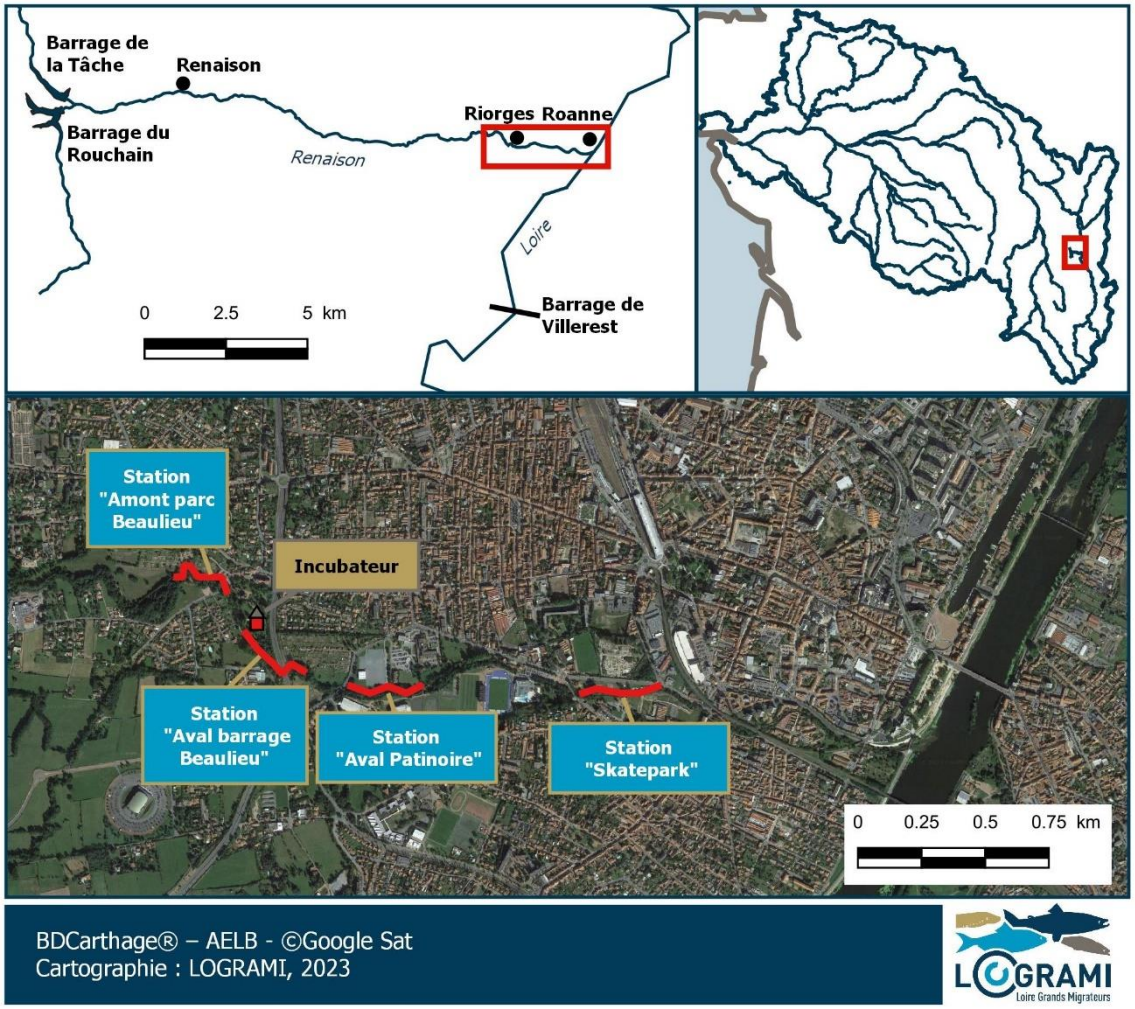


Figure 397 : Localisation des quatre stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2022 (Sources : LOGRAMI)

Les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons étant connues (J. M. Bach et al., 2010), la production de l'incubateur peut être estimée grâce aux « Indice d'abondances » (individus 0+/5 minutes) convertis en densités (individus 0+/m^2) avec le coefficient utilisé sur le bassin de l'Allier (Figure 398).

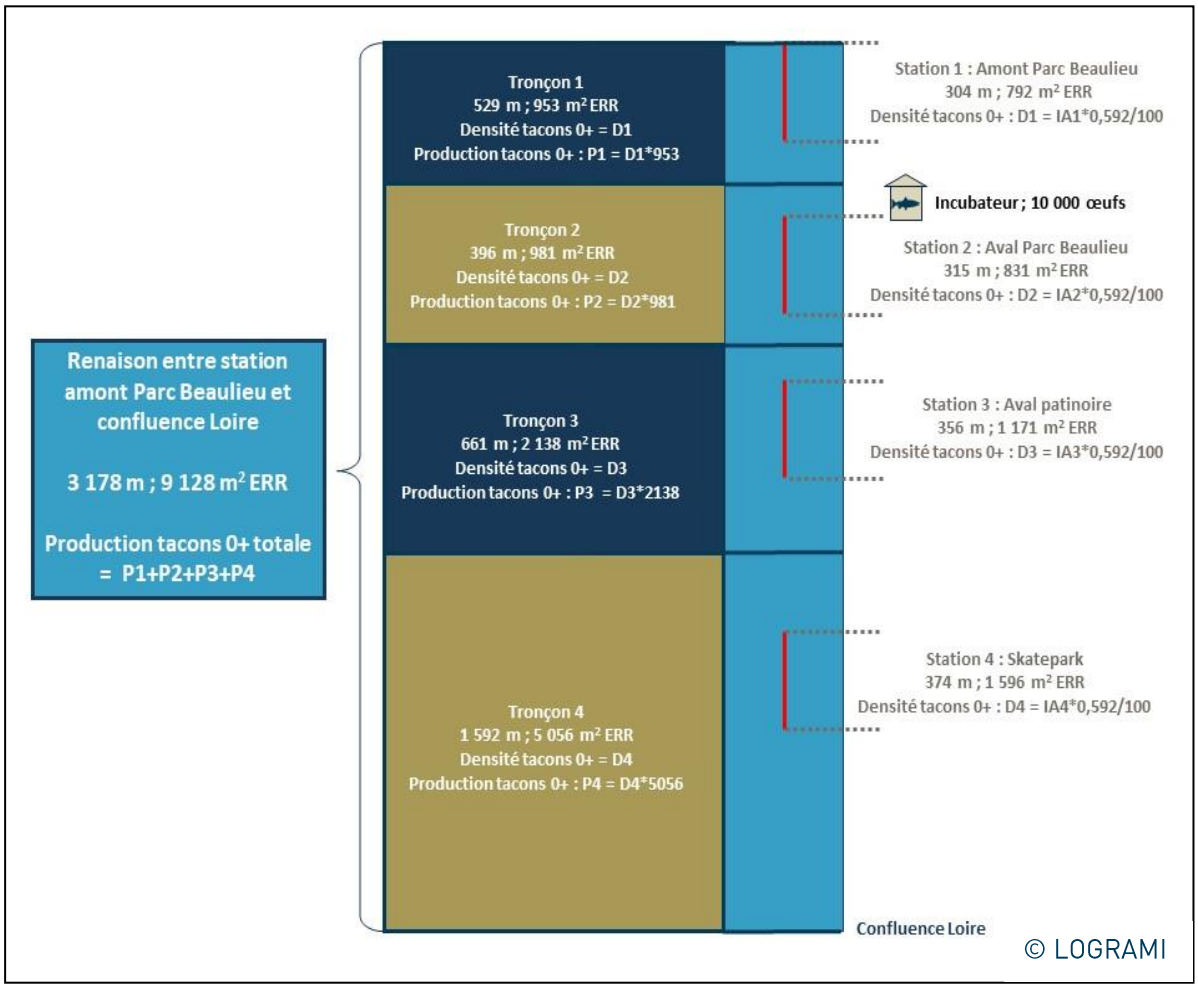


Figure 398 : Schéma du principe de calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) (ERR : Equivalents Radiers-Rapides = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient de conversion IA-densité du « bassin Allier ») (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012, Coefficient de conversion IA-densité : LOGRAMI))

11.4.2. Résultats 2022

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 2022, ces derniers ont été réalisés le 06 octobre 2022.

Tableau 43 : 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
Amont parc Beaulieu	0	0	1	0	0	0	0	3
Aval barrage Beaulieu	82	0	36	51	41	25	15	47
Aval patinoire	46	5	46	42	28	17	13	10
Skate-park		6	14	4	12	6	11	3
moyenne	42,67	2,75	24,25	24,25	20,25	12	9,75	15,75

Tableau 44 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Moyenne 2015-2021	Ecart-type
Tronçon 1 Amont parc Beaulieu	0	0	6	0	0	0	0	17	0,9	2,27
Tronçon 2 Aval barrage Beaulieu	476	0	209	296	238	145	87	273	207,3	154,02
Tronçon 3 Aval patinoire	582	63	582	532	354	215	165	127	356,1	214,22
Tronçon 4 Skate-park		180	419	120	359	180	329	90	264,5	129,55
Production totale	1058	243	1216	948	952	540	581	506	791	344
Mise en charge (œufs)	10000	10000	10000	10000	12000	10027	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%	7,7%	3,4%

Le suivi de la production de l'incubateur sur le Renaison en 2022 met en évidence (Tableau 43 et Tableau 44) :

- Une abondance de tacons 0+ « classiquement » décroissante selon le gradient amont-aval depuis l'aval immédiat de l'incubateur mais avec un niveau d'abondance sur les 2 stations les plus aval inférieur à celui précédemment observé. La décroissance est plus « brutale » que celle constatée lors des précédents suivis ;
- Une abondance certes très faible mais constituant le maximum historique sur la station « Amont parc Beaulieu » qui met en évidence pour la deuxième année seulement (sur 8 suivies) une colonisation de l'amont du secteur du Renaison des juvéniles de saumon par l'utilisation de la passe à poisson du seuil du parc Beaulieu ;
- Une abondance moyenne de 15,75 +/- 5,80 tacons 0+/5 min qui peut être considérée comme faible ;
- Une production automnale estimée à 506 tacons 0+, répartie entre l'amont du seuil du parc Beaulieu et la confluence avec la Loire, soit une implantation de 5,1 % des œufs mis en place dans l'incubateur (10 000 en 2022) contre 7,7 +/- 3,4 % en moyenne sur la période 2015-2021.

La production estimée en 2022 et l'implantation qui en découle sont moins importantes que celles observées en moyenne sur la période 2015-2021 mais elles sont du même ordre de grandeur que celles observées depuis 2020.

Ne disposant pas de relevés hydrologiques pour ce cours d'eau en 2022, 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 exceptionnellement sec de l'année 2022 ait limité la colonisation par l'aval tout en réduisant la surface des habitats disponibles en aval immédiat de l'incubateur, ce qui pourrait également expliquer la colonisation vers l'amont jusqu'alors considérée comme exceptionnelle (1 fois en 7 ans).**

11.5. Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin

Le taux d'implantation est obtenu grâce à l'échantillonnage par pêches électriques des juvéniles de saumon 0+. Il a pour objectifs de connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et de vérifier la fonctionnalité des zones favorables à leur croissance.

Dans cette partie, et compte tenu de l'absence de marquage physique des alevins déversés, l'ensemble des juvéniles de saumon pêchés sur les stations déversées sont considérés comme étant des individus issus de déversement.

Les indices d'abondance sur les stations déversées ne tiennent pas compte des différences de densité au déversement entre les stations. Ainsi, l'évaluation de l'efficacité de l'alevinage repose sur une estimation du taux d'implantation des alevins déversés sur chaque station alevinée. Il est exprimé en pourcentage de la densité observée lors des pêches électriques par rapport à la densité alevinée (J. M. Bach et al., 2010) :

Taux d'implantation = « Densité tacons pêchée » / « Densité d'alevins déversés »*100

Avec : La densité tacons pêchée est égale à : a*IA (individus. 0+/5 minutes) avec :

pour le bassin de l'Allier, a = 0,592. Il est estimé d'après un modèle historique renforcé par de nouvelles pêches de calibration réalisées en 2015, 2016 et 2017,
La densité d'alevins déversés est le nombre d'alevins déversés/surface d'habitats favorables à proximité de la station.

Le nombre d'alevins déversés est fourni par le Conservatoire National du Saumon Sauvage prestataire des déversements (EPL, 2020). La densité d'alevins déversés préconisée par le cahier des charges du marché de repeuplement sur le bassin de la Loire est de 1 alevin/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, s. d.). 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, s. d.). C'est donc à partir de ces références bibliographiques que vont être évalués les taux d'implantation des alevins déversés sur les différents axes du bassin de la Loire.

11.5.1. Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier

Sur le bassin de l'Allier, en 2022, 275 992 alevins ont été déversés dont 249 574 par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et 26 418 par l'Association Protectrice du Saumon (produits par les

incubateurs de l'Arçon, de la Prade et de Blassac (Sauvadet, 2022). Ces déversements sont répartis sur l'Allier et la Cronce (aucun autre affluent aleviné en 2022). La grande majorité des alevins sont déversés sur l'Allier (97,5 %).

En termes de répartition des alevins déversés, les particularités ou adaptations singulières du plan d'alevinage mis en œuvre en 2022 par rapport aux dernières années, dans un contexte de réduction significative des quantités déversées (275 992 alevins déversés en 2022 contre 1 022 264 +/- 250 708 alevins déversés par an sur l'ensemble du bassin de l'Allier, hors année 2007, sur la période 2000-2019), sont les suivantes :

- Sur l'Allier, pour la quatrième année consécutive, des alevins ont été déversés sur le secteur S2 (132 184 alevins répartis sur 92 points entre Saint-Etienne-du-Vigan et Alleyras, soit 49,1 % des déversements de l'Allier et 53 % du bassin) (Figure 399). 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 à 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 de 2022 dès lors que l'ouvrage est géré avec 91 jours de transparence minimum ;
- **Parmi les 92 points déversés, 4 pour 4 554 alevins déversés se situent sur des habitats ayant accueilli des pontes attribuées aux saumons en décembre 2021, ce qui est pourtant proscrit par le PLAGEPOMI. La production de 4 frayères (18 % des frayères du secteur S2) a donc potentiellement été impactée.**
- Les quantités déversées par le CNSS sur le secteur S4, après une diminution observée depuis 2019, ont été revues à la hausse (109 719 alevins sur 78 points soit 40,8 % des déversements de l'Allier et 39,8 % du bassin contre 55 638 en 2021).
- **Parmi les 78 points déversés, 10 pour 14 525 alevins déversés se situent sur des habitats ayant accueilli des pontes attribuées aux saumons en décembre 2021, ce qui est pourtant proscrit par le PLAGEPOMI. La production de 11 frayères (22,5 % des frayères du secteur S4) a donc potentiellement été impactée.**
- 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 2022 par rapport à 2021 (30 575 œufs dont 12 159 dans l'incubateur de l'Arçon, 12 170 dans l'incubateur de La Prade-Cronce et 6 246 dans l'incubateur de Blassac en 2022 contre 25 500 dont 10 500 dans l'incubateur de l'Arçon et 15 000 dans l'incubateur de La Prade-Cronce en 2021).
- La majeure partie des alevins produits par ces trois incubateurs (19 537 alevins pour 26 418 produits) a été directement déversée manuellement dans l'Allier (20 points sur le secteur S4) pour la deuxième année consécutive par l'APS (Sauvadet, 2022). **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, 12 des 20 points déversés par l'APS ont également fait l'objet de déversements d'alevins en provenance du CNSS. Pour certains**

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. Enfin, un de ces déversements a été réalisé à l'endroit même où une frayère avait pu être observée en décembre 2021, ce qui a potentiellement pu nuire à la production naturelle (concurrence artificielle par ailleurs proscrite par le PLAGEPOMI).

- Cet apport d'alevins porte le nombre d'alevins total déversés sur le secteur S4 de l'Allier à 129 256 individus soit 48 % des déversements de l'Allier et 46,8 % du bassin contre 70 466 en 2021 ;
- Tout comme pratiqué sur l'Allier, des déversements d'alevins produits dans l'incubateur de la Prade ont été réalisés manuellement pour la deuxième année consécutive par l'APS sur la Cronce (petit affluent rive gauche de l'Allier situé dans le secteur S4 sur lequel est implanté le dit incubateur) : 3 points sur la Cronce pour 6 881 alevins (2,5 % des déversements du bassin) (Sauvadet, 2022).
- Après avoir été délaissé en 2021, le secteur S5 a de nouveau été aleviné en 2022 avec 7 671 alevins répartis sur 9 points sur les 1 400 premiers mètres de l'extrémité amont du secteur (entre le seuil de la Bageasse et le stade de Brioude). La quantité déversée en 2022 est toutefois nettement inférieure à la moyenne observée entre 2010 et 2020 (212 522 +/- 85 181 alevins) ;
- Aucun autre affluent n'a été aleviné. Parmi les axes historiquement alevinés, après l'Alagnon et la Dore, c'est au tour de la Sioule d'être délaissée 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 2022 alors que les taux d'implantation y étaient les meilleurs.

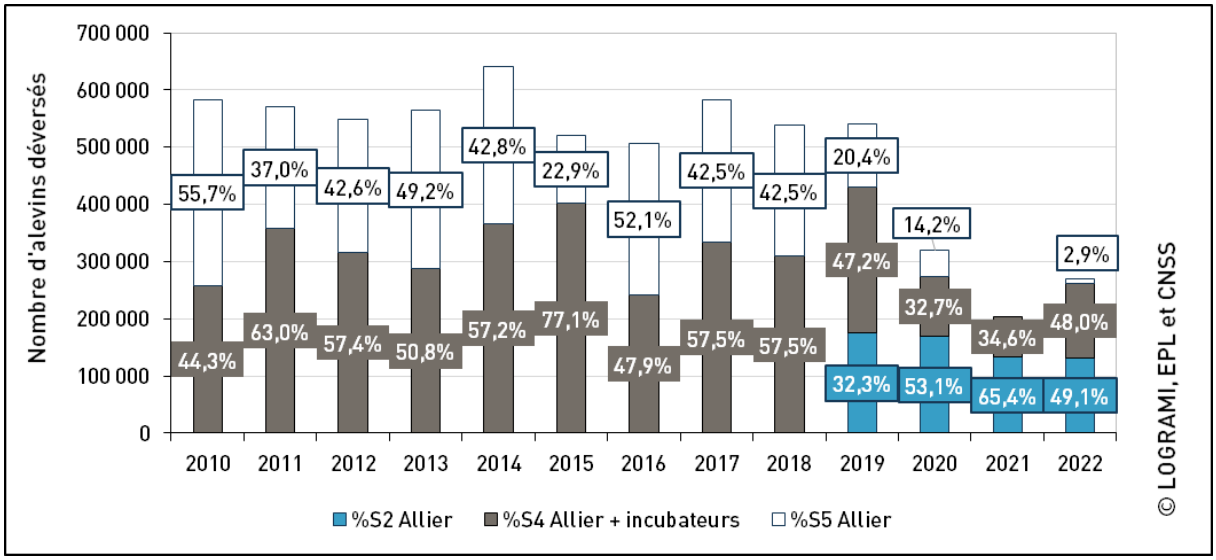


Figure 399 : Evolution des quantités d'alevins de pisciculture déversés sur les secteurs de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, EPL et CNSS)

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 400).

Les densités moyennes déversées sont comprises entre 2,3 alevins déversés/m² d'ERR sur la Cronce et 0,5 alevin déversé/m² d'ERR sur le secteur S5 de l'Allier (Figure 400). **La densité résultante des déversements réalisés par l'APS sur la Cronce correspond au double des préconisations du marché qui encadre les déversements d'alevins de pisciculture sur le bassin de l'Allier (1 alevin déversé/m² d'ERR).**

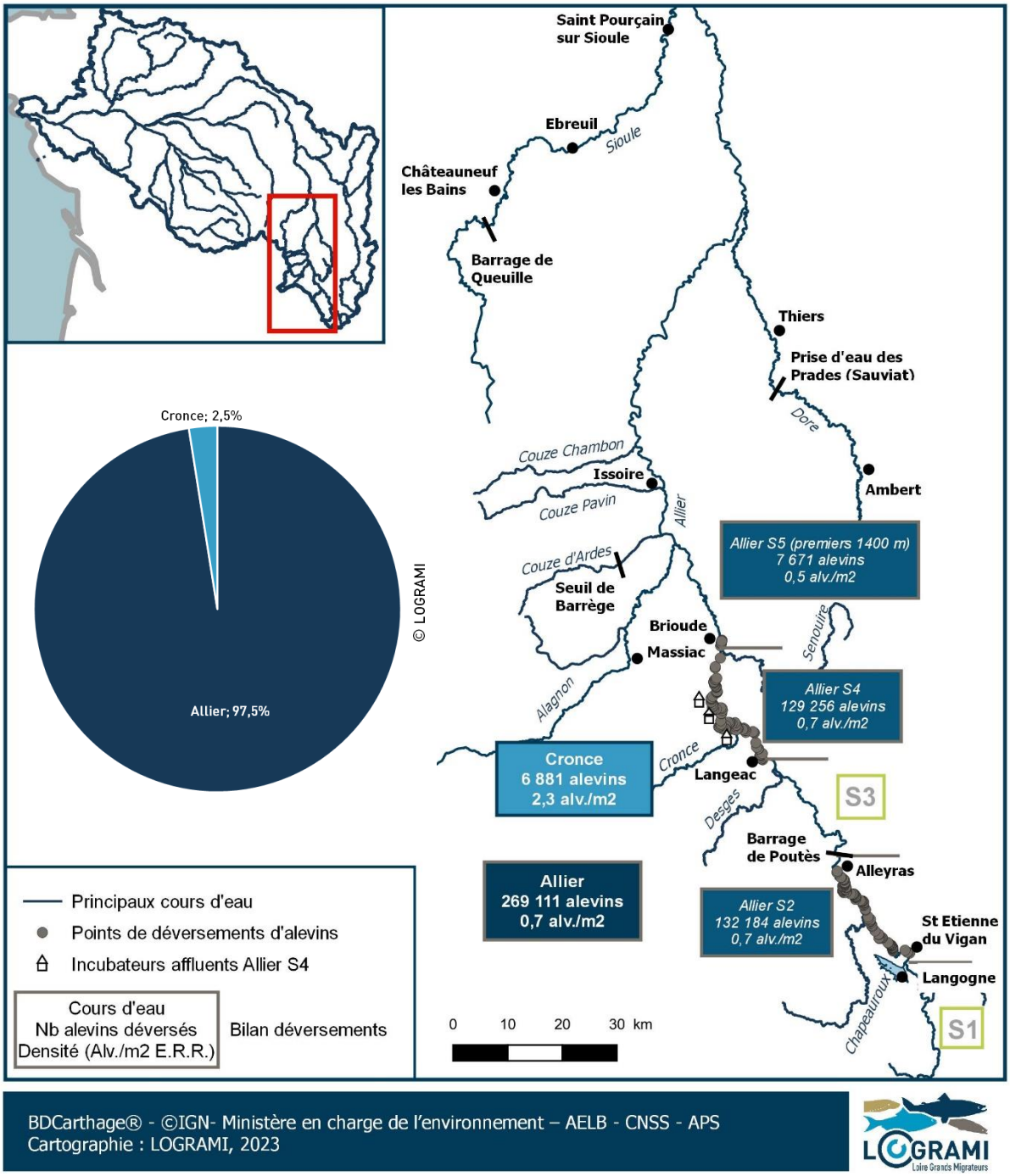


Figure 400 : Répartition des quantités et des densités d'alevins de saumon de pisciculture et d'incubateurs déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2022 (Source : LOGRAMI)

11.5.1.1 Production estimée et taux d'implantation moyens

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 (en 2021 notamment 22 nids comptabilisés sur le secteur S2 de l'Allier et 49 sur S4). Ces valeurs doivent donc être considérées comme des valeurs maximales.

A l'échelle du bassin de l'Allier

La production de tacons 0+ d'automne issus des déversements d'alevins de pisciculture sur l'ensemble du bassin de l'Allier est estimée à 63 318 tacons soit une implantation globale de 22,9 %, ce qui peut être considéré comme une bonne survie (Richard, s. d.). Cette production est principalement assurée par l'Allier (63 123 tacons 0+ d'automne soit 99,7 %) et dans une moindre mesure par la Cronce (195 tacons 0+ d'automne soit 0,3 %) (Figure 401). Avec 23,4 % le taux d'implantation moyen de l'Allier, au regard des classes définies par (Richard, s. d.), souligne de bonnes survies. Avec 2,8 % celui de la Cronce paraît plutôt mauvais.

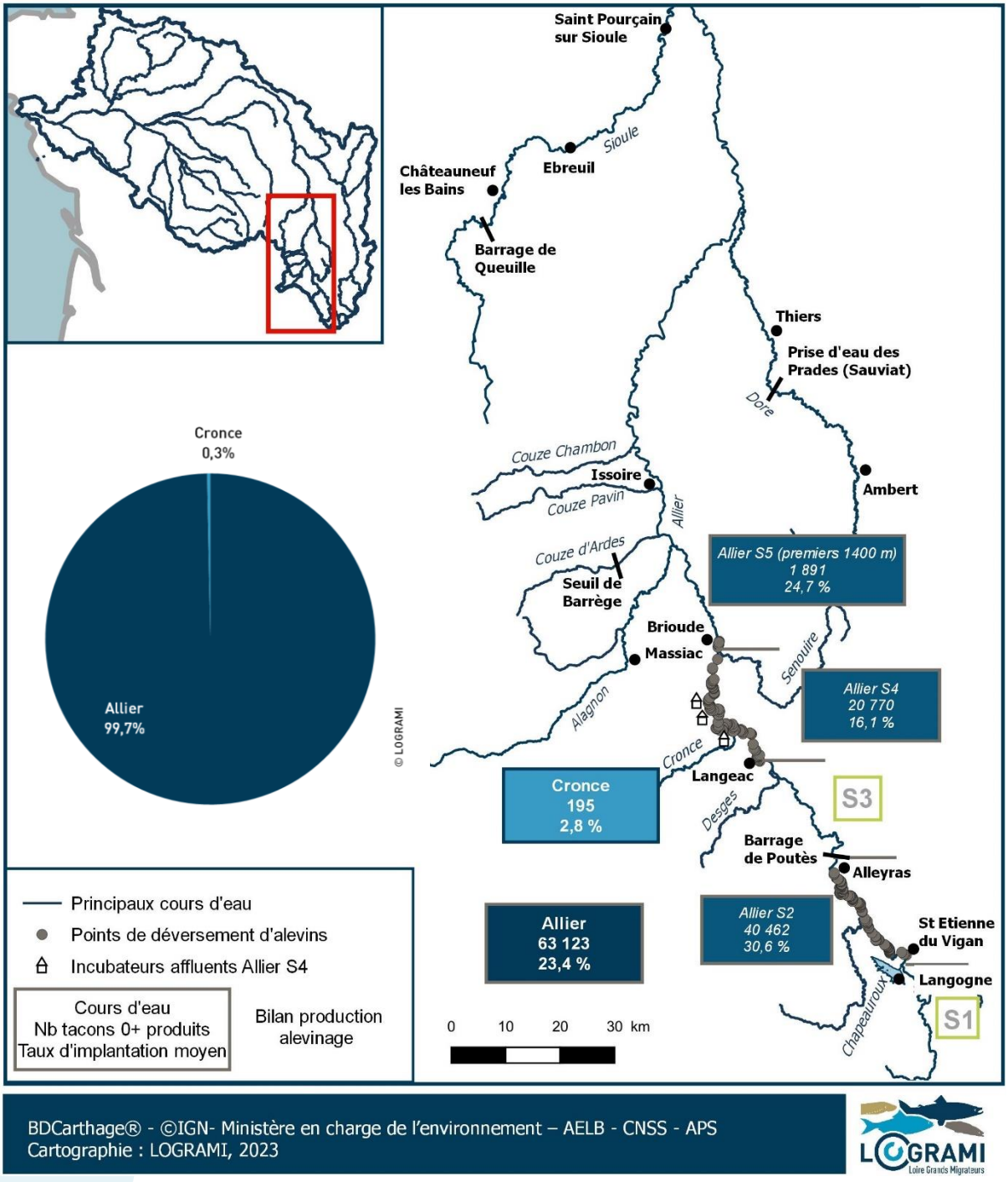


Figure 401 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2022 et taux d'implantation moyens correspondants (Sources : LOGRAMI)

Sur l'Allier

Le secteur S5 ayant été aleviné seulement sur les premiers 1 400 mètres amont et les informations concernant la localisation des points de déversement ayant été fournis à LOGRAMI après les échantillonnages, aucune donnée n'a pu être acquise sur ce secteur pour permettre de calculer un taux d'implantation précis. La production d'alevins de ce secteur a été estimée en utilisant la densité moyenne observée sur le secteur S4 (secteur aleviné le plus proche). Le taux d'implantation de ce secteur est donc donné à titre indicatif.

Les 15 échantillonnages réalisés sur les secteurs S2 et S4 de l'Allier ont permis d'estimer la production totale de l'Allier à 63 123 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture dont 40 662 sur S2, 20 770 sur S4 et 1 891 sur S5.

Les taux d'implantation moyens décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (30,6 % sur S2, et 16,1 % sur S4) (taux du secteur S5 non considéré pour les raisons citées plus haut).

Secteur S2 : Langogne - Poutès

Les 9 échantillonnages réalisés sur le secteur S2 ont permis d'estimer sa production à 40 462 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture (Figure 401). Comme rappelé en introduction, la présence probable d'individus natifs dans les captures réalisées sur ce secteur peut engendrer une surestimation du taux d'implantation moyen.

Afin de caractériser le taux d'implantation moyen observé en 2022 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 30,6 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S2 de l'Allier en 2022 est légèrement inférieur à la moyenne observée depuis 2001 (36,8 % +/- 12,6) (Figure 402). Après une année 2020 marquée par l'impact d'une crue morphogène, phénomène non observé en 2022, le taux d'implantation du secteur S2 retrouve un niveau plus habituel quasi équivalent à celui de 2021.

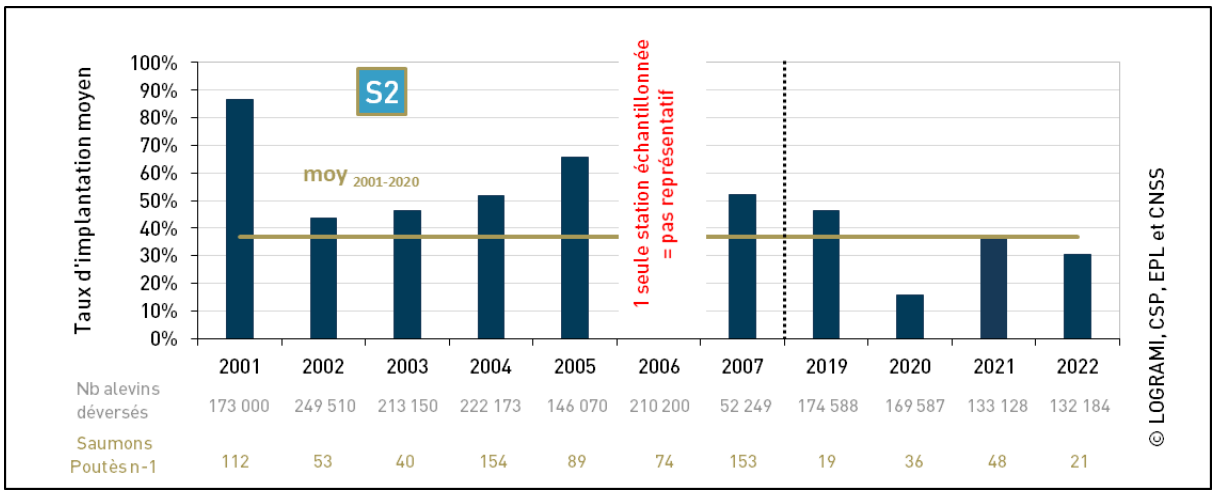


Figure 402 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S2 de l'Allier pendant les périodes 2001-2007 et 2019-2022 (Sources : LOGRAMI, Conseil Supérieur de la Pêche, Etablissement Public Loire et CNSS)

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, avec seulement 21 géniteurs estimés ayant franchi le

barrage de Poutès en 2021 et 22 nids comptabilisés sur le secteur S2 en décembre 2021, le risque de surestimation du taux d'implantation en 2022 par la présence de tacons natifs dans la production est probablement le plus restreint de la chronique.

Secteur S4 : Langeac – Vieille-Brioude

Les 6 échantillonnages réalisés sur le secteur S4 ont permis d'estimer sa production à 20 770 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture. Cette production ne correspond qu'à 18,4 % 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 16,1 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S4 de l'Allier en 2022 est légèrement inférieur à la moyenne observée depuis 2010 (21,1 % +/- 8,8). 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 2010-2022. Avec 49 nids comptabilisés sur ce secteur en décembre 2021, l'estimation du taux d'implantation 2022 est probablement quelque peu surestimée par la présence de tacons natifs dans la production.

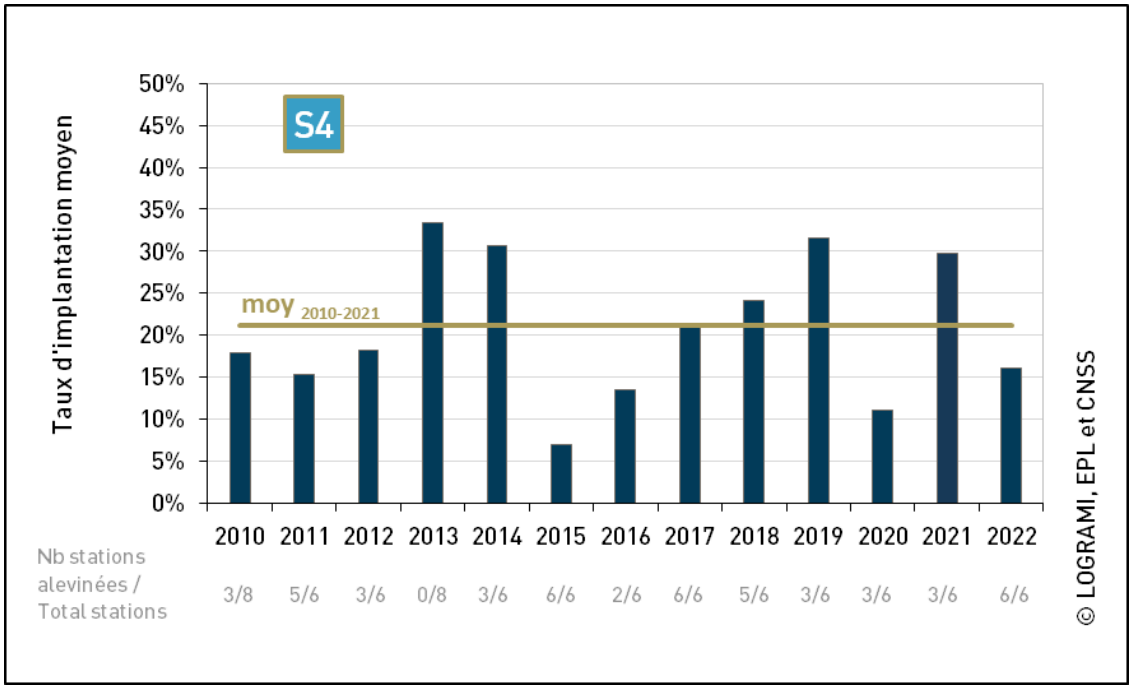


Figure 403 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, Etablissement Public Loire et CNSS)

Sur la Cronce

L'échantillonnage réalisé sur le secteur aleviné a permis d'estimer la production totale de la Cronce à 195 tacons 0+ issus d'alevins produits dans l'incubateur de la Prade et déversés par l'APS (Figure 401). Avec une valeur de 2,8 %, le taux d'implantation résultant est très réduit. Il est nettement inférieur à celui constaté en 2021 (16,7 %) (Figure 404). Il est fort probable que l'étiage très sévère (débit moyen journalier le plus faible observé en 2022 : 9 l/s le 13/8/2022 = limite de la rupture d'écoulement soit 10 fois moins que le minimum observé en 2021 : 80 l/s le 14/9/2021) couplé à la territorialité des individus a contraint les tacons à gagner l'Allier voisin pour trouver plus de surfaces favorables à leur développement. **Les déversements manuels dans ce cours d'eau apparaissent inopportuns.**

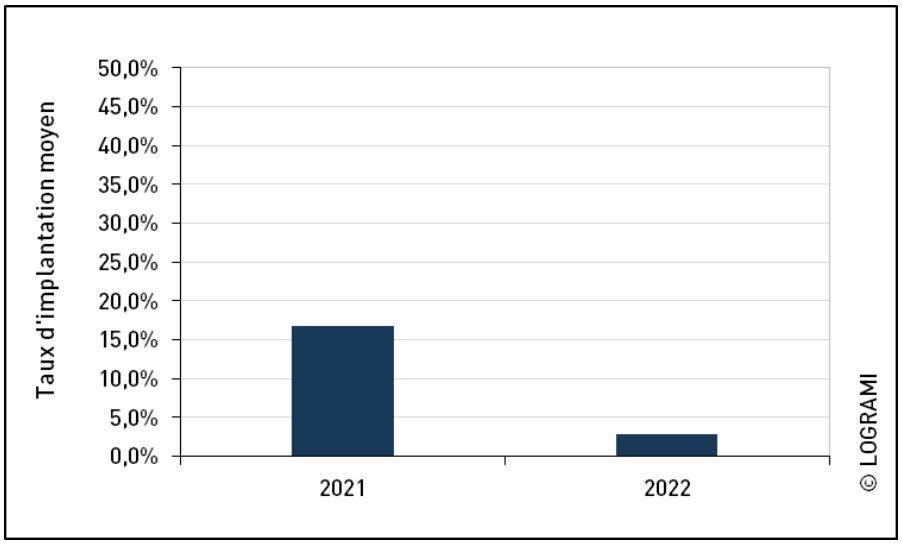


Figure 404 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Cronce depuis 2021 (Sources : LOGRAMI et APS)

11.6. Taux de retours des saumons déversés

11.6.1. Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt

Des déversements de smolts ont eu lieu sur l'Allier, la Gartempe et l'Arroux. L'ensemble des individus déversés étaient marqués par ablation de la nageoire adipeuse. Le vidéo-comptage permet de déterminer si un saumon adulte possède une nageoire adipeuse ou non (Figure 405). 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.

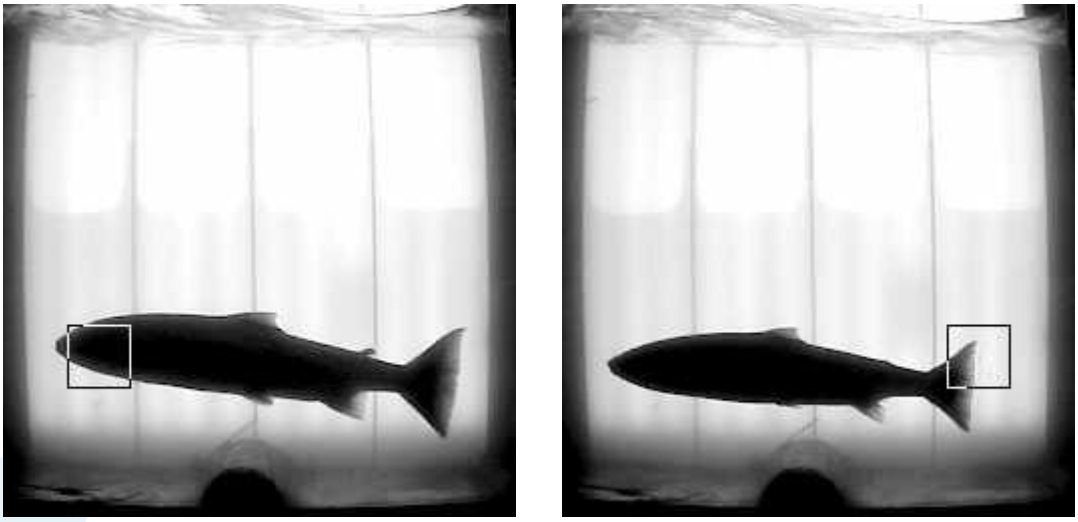


Figure 405 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence (à gauche) ou de l'absence (à droite) de nageoire adipeuse (Sources : LOGRAMI)

Deux « modes » de déversements de smolts étaient réalisés sur le bassin de la Loire. Les individus « mode haut » étaient déversés au début du printemps tandis que les individus « mode bas » l'étaient à l'automne. Les smolts appartenant au mode haut ayant une croissance plus rapide dévalaient l'année de leur déversement. Concernant le mode bas, la dévalaison des smolts se faisait l'année suivante.

Les déversements de smolt ont été réalisés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage 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**. 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, 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.

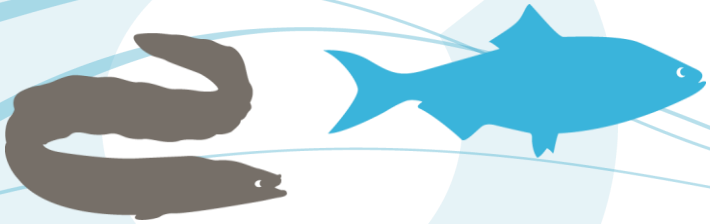
La totalité des individus était issue de la salmoniculture du CNSS. En moyenne depuis 2003, 231 831 smolts marqués +/- 66 000 ont été déversés chaque année sur le bassin de l'Allier. Le taux moyen de retour des smolts deversés depuis 2005 est en moyenne de 0,02 % +/- 0,01. Environ **2 saumons sont revenus à Vichy pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Allier**. 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 probablement également sur les alevins déversés et natifs.

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** (J. M. Bach et al., 2018).

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 12 % +/- 6 des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy (depuis 2006), 30 % +/- 13 sur la Creuse à Descartes (depuis 2009) et 8 % +/- 8 sur l'Arroux à Gueugnon (entre 2012 et 2016).



Le calcul des taux de retour permet d'évaluer l'efficacité du repeuplement vis-à-vis du nombre de smolts déversés. Pour les dévalaisons de 2009 à 2017, ce taux de retour est en moyenne de 0,02 % sur l'Allier, 0,09 % sur le bassin Creuse-Gartempe. Pour les dévalaisons de 2009 à 2013, il est en moyenne de 0,01 % sur l'Arroux.

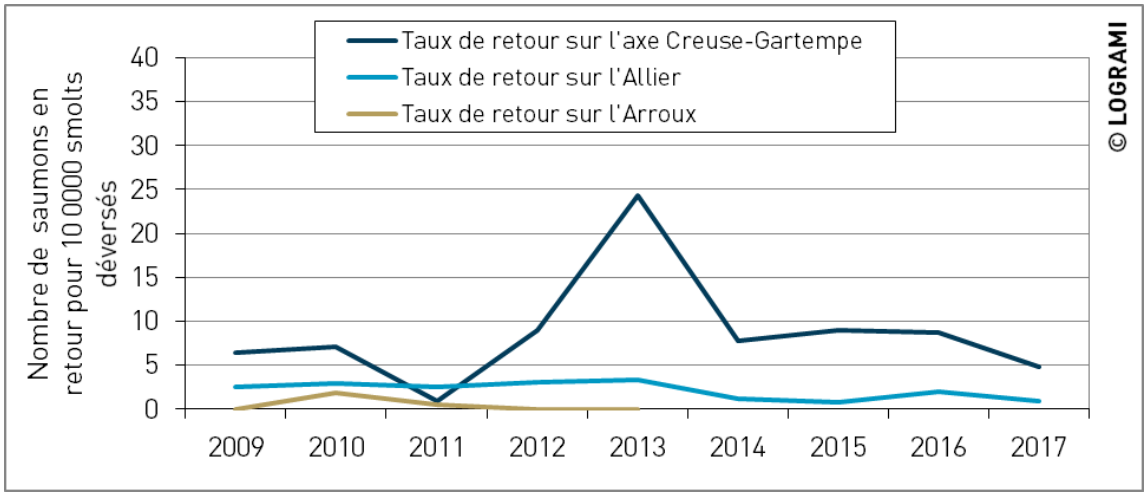


Figure 406 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2017 (Sources : LOGRAMI)

En dehors de l'année 2011 (année durant laquelle les conditions de dévalaison et la localisation des déversements ont eu un effet négatif sur la survie), les taux de retours au stade smolt sont 2 à 4 fois plus importants sur le bassin Creuse-Gartempe que sur l'Allier. Ainsi, les très faibles taux de retours enregistrés sur l'Arroux et l'Allier ont poussé à l'arrêt des déversements de smolts sur ces axes respectivement depuis 2014 et 2017.

Les taux de retour plus élevés en 2013 sont liés aux conditions hydrologiques favorables rencontrées pendant la dévalaison des smolts et à la modification des zones de déversement sur la Gartempe situées dorénavant en aval des principales usines hydroélectriques.

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 deux hypothèses :

- la reproduction naturelle, très faible, ne participe pas ou peu au renouvellement de la population sur la Gartempe et sur l'Arroux,
- l'existence d'un homing 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 sous la maîtrise d'ouvrage de l'Etablissement Public de la Loire.

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**. Au regard des références bibliographiques, ce taux est particulièrement bas. Le taux de retour est dit faible pour des taux compris entre 0,05 à 0,1 % (Richard, s. d.).

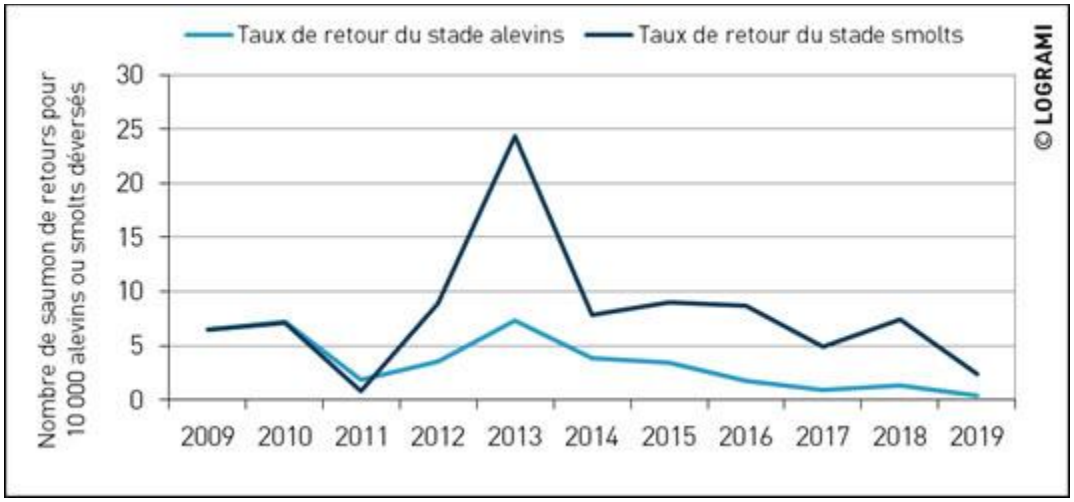


Figure 407 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe de 2009 à 2018

Ces taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière (Figure 407). 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 pour 10 000 alevins déversés au lieu de 24 saumons 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 +/- 12 839 alevins de saumons ont été répartis sur l'Arroux par le CNSS. Les déversements ont eu lieu sur quatre affluents de l'Arroux situés aux alentours d'Autun (le Mechet, la Celle, la Canche et le Ternin).

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 2017, **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, s. d.) met en évidence une efficacité minime du programme de déversement sur ce sous-bassin.

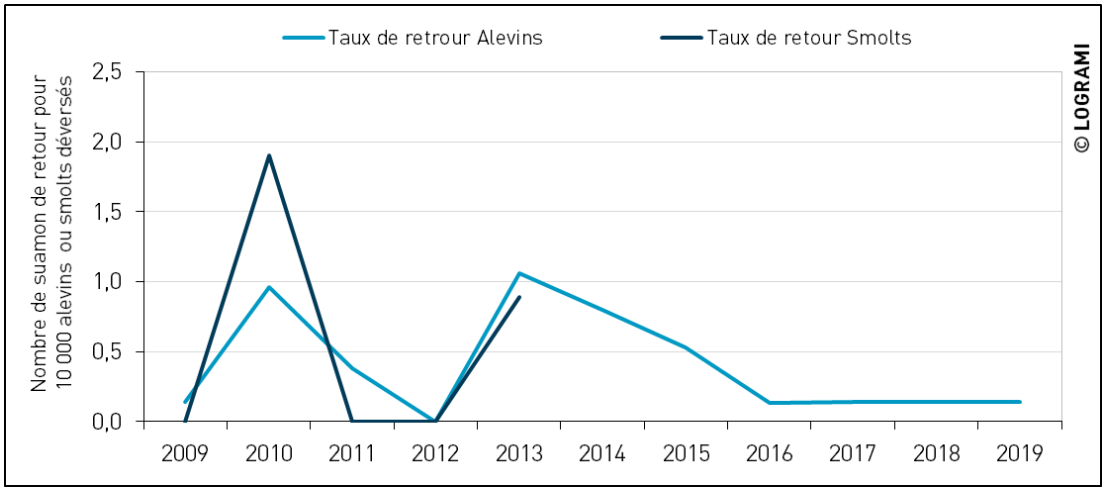


Figure 408 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2019 (Sources : LOGRAMI)

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 408).

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 saumon de 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.

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.

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 (J. M. Bach et al., 2016, 2017, 2018). Cette dernière peut être utilisée pour extrapoler la proportion des individus de retour issus des déversements au stade alevins annuellement à Vichy.

Des analyses de dynamique migratoire selon l'origine peuvent être établies pour les saumons de retour issus des déversements au stade smolt comparativement aux autres saumons (natifs ou déversés au stade alevins).

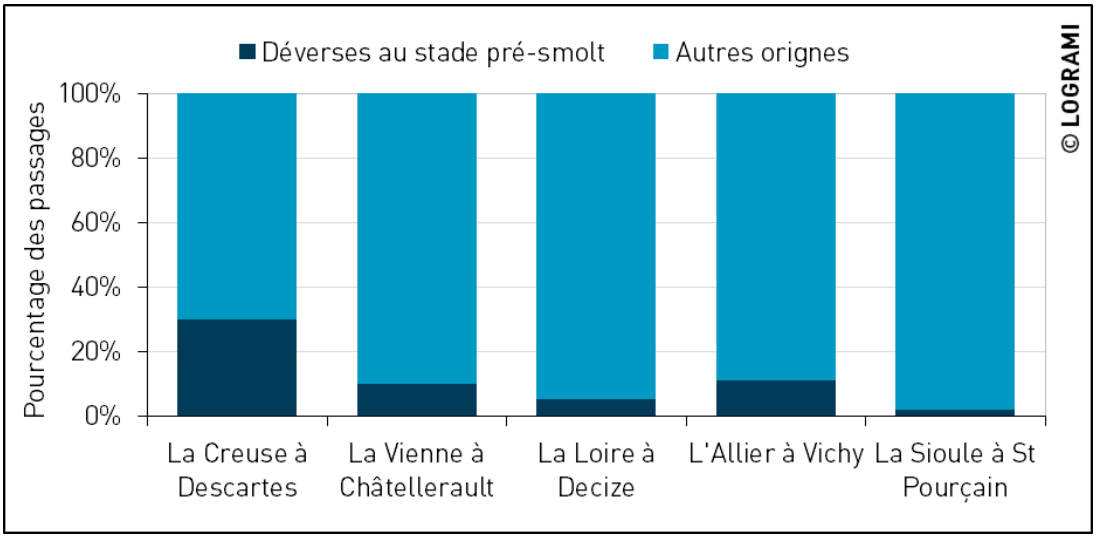


Figure 409 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis les premiers retours de saumons sans adipeuse jusqu'en 2021 (Sources : LOGRAMI)

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables. Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente en moyenne 30 % de l'effectif annuel alors que sur l'Allier, il ne représente que 11 %. Ces variations peuvent entre autres s'expliquer par des niveaux de reproduction naturelle différents entre les axes et au regard des quantités de smolts déversés sur chaque cours d'eau.

En 2022, un total de 258 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. **Un seul d'entre eux n'avait pas d'adipeuse (soit 0,3 % de l'effectif annuel)**. Ce poisson sans adipeuse a été dénombré à Vichy sur l'Allier.

Au regard des deniers déversements de smolts sur la Gartempe en 2019, 2022 constitue la dernière année où des retours de saumons sans adipeuse peuvent être attendus sur cet axe (3 ans de mer), si on fait l'hypothèse que tous les poissons déversés dévalent l'année N. Il est cependant possible que certains aient besoin d'une année supplémentaire en rivière avant de dévaler, ce qui pourrait expliquer le retour de cet individu de 2 ans de mer avec ablation de la nageoire adipeuse à Vichy en 2022.

Quoi qu'il en soit, cet individu met en évidence l'existence d'un phénomène de divagation puisqu'aucun smolt n'est déversé sur cet axe depuis 2017. **Ce dernier pourrait ainsi provenir soit d'un smolt déversé sur la Gartempe et ayant retardé sa dévalaison d'une année, soit d'un plan de déversement issu d'un autre bassin français ou encore, il pourrait s'agir d'un individu présentant une malformation de la nageoire adipeuse, qui aurait rendu impossible l'identification de celle-ci à la station de comptage.**

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 liés au repeuplement (au stade pré-smolt ou alevins nourris). La reproduction naturelle sur l'axe Creuse-Gartempe est actuellement trop faible pour participer activement à ces retours.

Il est cependant probable que certains individus divagants soient issus de l'Allier ou de bassin versant plus lointain. Cette dernière hypothèse a été vérifiée par la présence de géniteurs sans adipeuse comptabilisés sur le bassin alors que l'ablation d'adipeuse n'était pas pratiquée (1,7 % de l'effectif en 2008 et 2009). Le même constat a été effectué à la station de Châtellerault sur la Vienne où, depuis 2004, 14 saumons sur les 143 comptés ne possédaient pas d'adipeuse (soit 9,8 % de l'effectif total). Ces résultats montrent les limites de la notion de homing et l'existence d'un phénomène de divagation entre sous bassins.

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 ainsi de 2012 (premier retour complet des poissons marqués) à 2021, les individus sans adipeuse représentent en moyenne 30 % (+/- 13) de l'effectif annuel (Figure 410). Depuis 2015, cette proportion est plus élevée et relativement stable (moyenne de 38 % +/- 4).

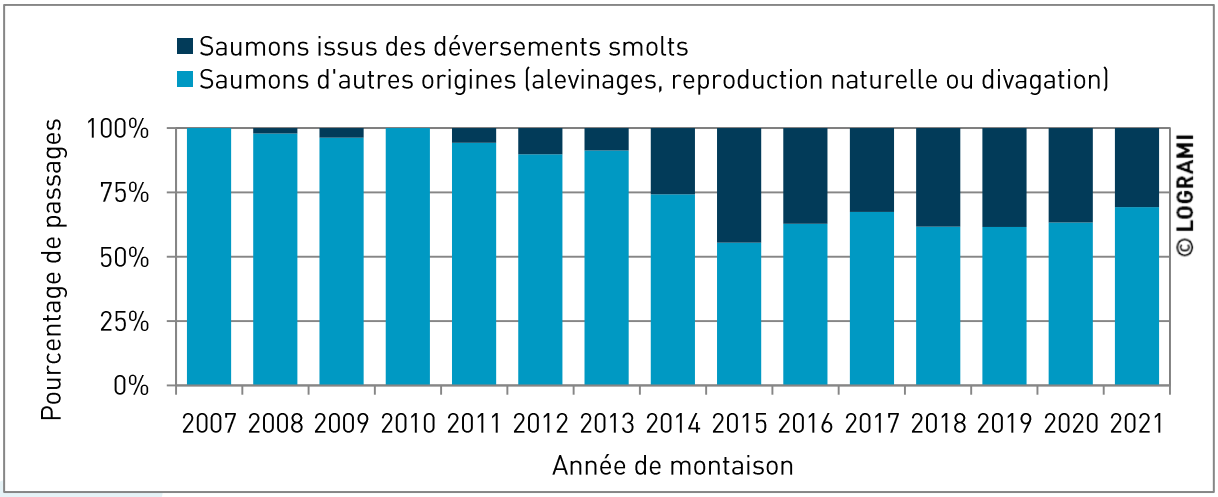


Figure 410 : Evolution de la composition de la population de saumon atlantique (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007. Suite à une crue intervenue en juillet 2021, plus aucun comptage n'a lieu à la station (Sources : LOGRAMI)

Ceci peut s'expliquer par un nombre plus conséquent de smolts déversés, une modification de la localisation des déversements (depuis 2013, à l'aval des principales usines hydroélectriques) et une modification de l'origine de la production (depuis 2013 exclusivement à la salmoniculture du CNSS à Chanteuges). L'absence de déversement en 2020 et 2021 n'a pas encore impacté les retours de saumons sans adipeuse, puisque très peu de smolts déversés reviennent après un an en mer (moins de 5 % des saumons sans adipeuse observés à Descartes).

Les stratégies de soutien passées portées de 2007 à 2013 artificialisaient les retours avec environ 4 +/- 4 saumons issus de smolts et 69 +/- 28 saumons issus d'alevins pour l'ensemble du bassin Creuse-Gartempe (Figure 411). 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 +/- 22 individus 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 +/- 11 des géniteurs issus des déversements entre 2018 et 2021 contre 76 individus +/- 42 en moyenne).

Depuis 2020, tous les déversements ont été stoppés. Les retours de saumons devraient donc être logiquement de moins en moins nombreux sur le bassin Creuse – Gartempe. **Seulement quelques individus sont attendus lors des remontées 2023 et 2024.**

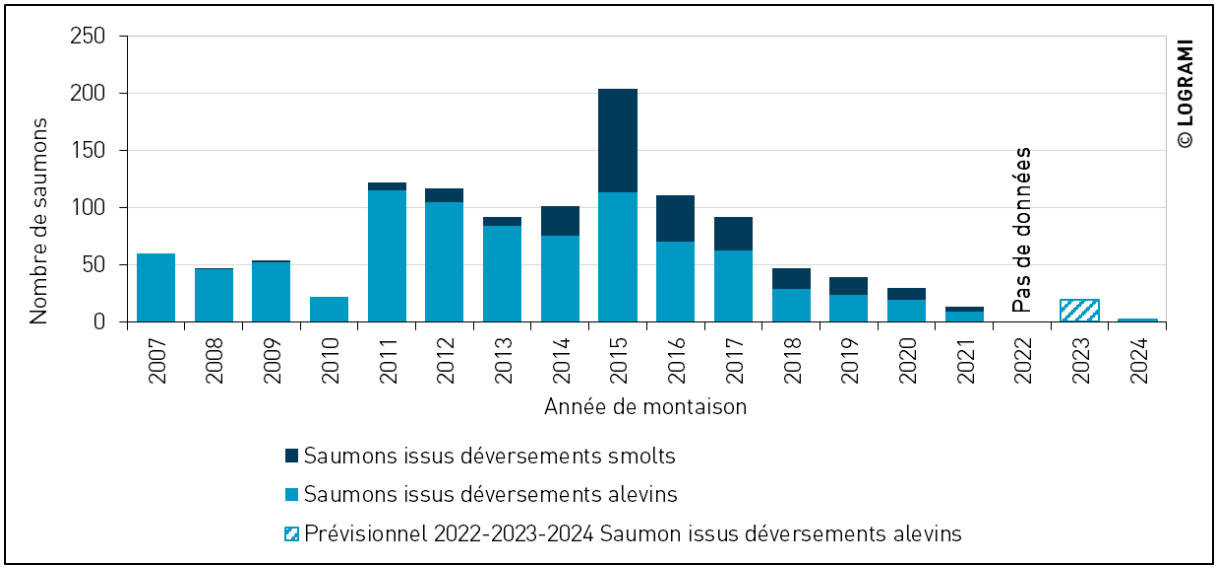


Figure 411 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2021 et estimation des retours selon leur origine pour les années 2023 et 2024 (Sources : LOGRAMI)

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 en 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 2022, un individu sans adipeuse de 2 ans de mer 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. **Depuis 2005, 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 et de smolts, **la part d'individus issus de la reproduction naturelle s'élève annuellement en moyenne à 60 % (+/- 11)** (Figure 412).

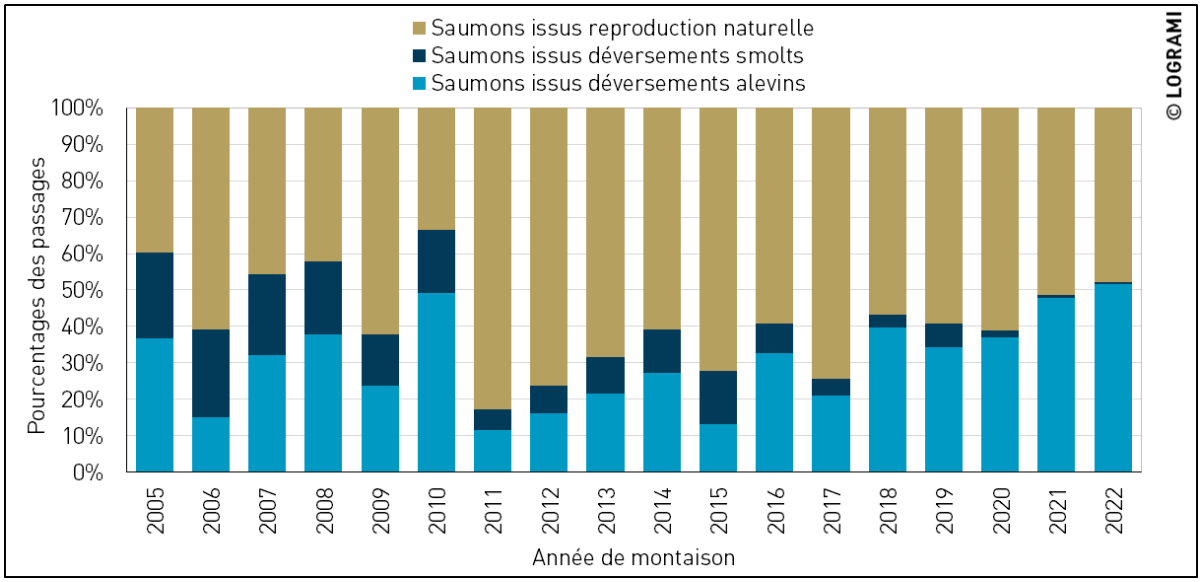


Figure 412 : Evolution des proportions de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy depuis 2005 (Sources : LOGRAMI)

Les stratégies de soutien passées portées de 2005 à 2016 artificialisaient les retours avec environ 243 +/- 60 saumons issus de smolts et d'alevins déversés pour l'ensemble du bassin de l'Allier (hormis l'axe Sioule) (Figure 413). **Ainsi, depuis 2017, l'arrêt complet des déversements de smolts et la réduction des quantités déversées des alevins réduisent ces retours de géniteurs issus des déversements de près de 30 %** (166 +/- 20 géniteurs attendus issus des déversements entre 2017 et 2020). Ceux-ci sont encore plus réduits à partir de 2021 avec moins de 130 géniteurs de retour des déversements. Une étude génétique réalisée à partir des captures effectuées à Vichy pourrait mesurer l'exactitude de la proportion de saumons issue de la reproduction naturelle.

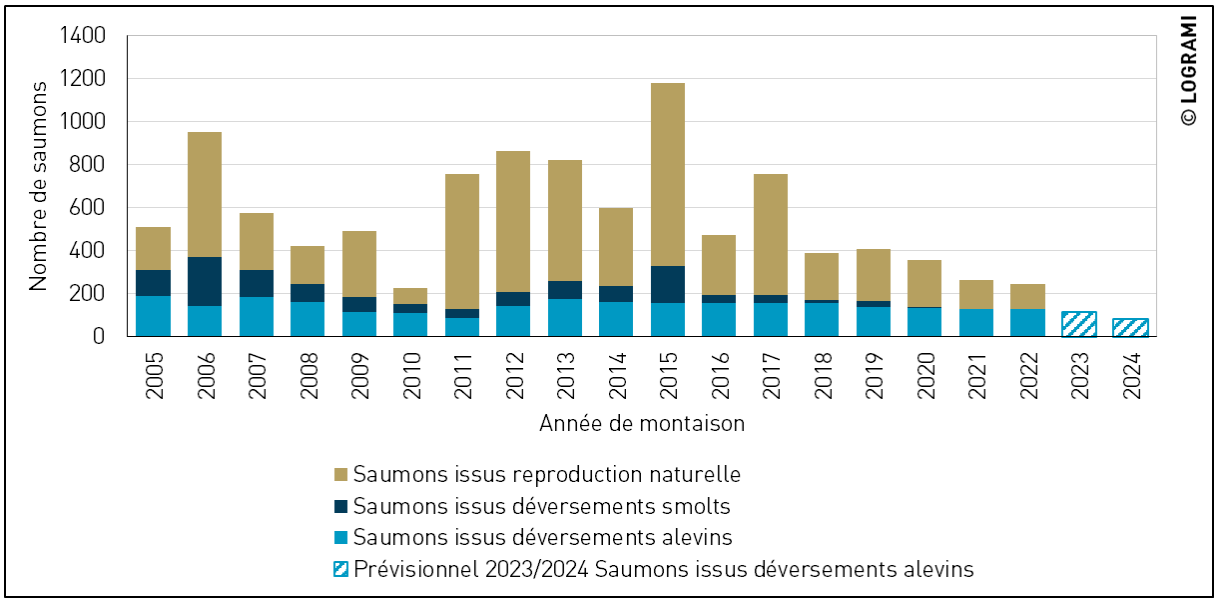


Figure 413 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy de 2005 à 2022 et estimation du nombre de saumons issus des déversements au stade alevin en 2023 et 2024 (Sources : LOGRAMI)

Ces tendances soulignent cependant que le différentiel est dû au retour des natifs. 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.

2022 constitue, en théorie, la dernière année où des saumons sans adipeuse peuvent être attendus sur le bassin Creuse-Gartempe (3 ans de mer – sauf année supplémentaire passé en rivière avant la dévalaison).

11.8.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe à Descartes

Les déversements des smolts ablationnés de la nageoire adipeuse ayant été réalisé à partir 2009 sur la Gartempe, les premiers retours de saumons marqués ont été enregistrés en 2011 pour les 2 ans de mer et en 2012 pour les 3 ans de mer.

L'analyse des passages montre un décalage de migration important entre les saumons ablationnés et les autres. Ainsi, des retards de 15 jours pour les saumons de trois ans de mer et de 12 jours pour les saumons de deux ans de mer sont observés à 50 % de la migration. **Les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt sur la Gartempe, sont donc en retard par rapport aux saumons d'autres origines** (Figure 414).

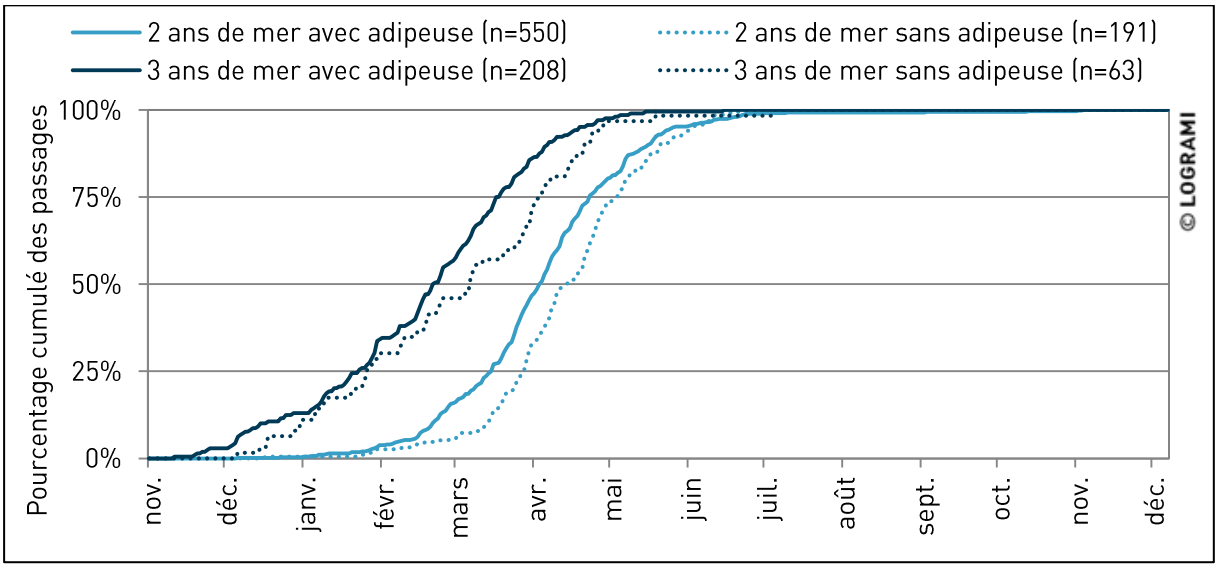


Figure 414 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes sur la Creuse entre les saumons issus des déversements au stade pré-smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) depuis 2007 (Sources : LOGRAMI)

11.8.2. Sur le bassin de l'Allier

Le marquage par ablation de la nageoire adipeuse des smolts n'ayant été réalisé qu'à partir 2003 sur l'Allier, les premiers retours de saumons marqués ont été enregistrés en 2005 pour les 2 ans de mer et en 2006 pour les 3 ans de mer.

11.8.2.1 Vichy

L'analyse de l'ensemble des passages à Vichy, depuis les premiers retours de saumons issus de déversements de smolts, montre un décalage de migration important entre les saumons ablationnés et les autres.

En effet, depuis les premiers retours des saumons issus des déversements de smolts, le retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 6 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 8 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population en migration (Figure 415).

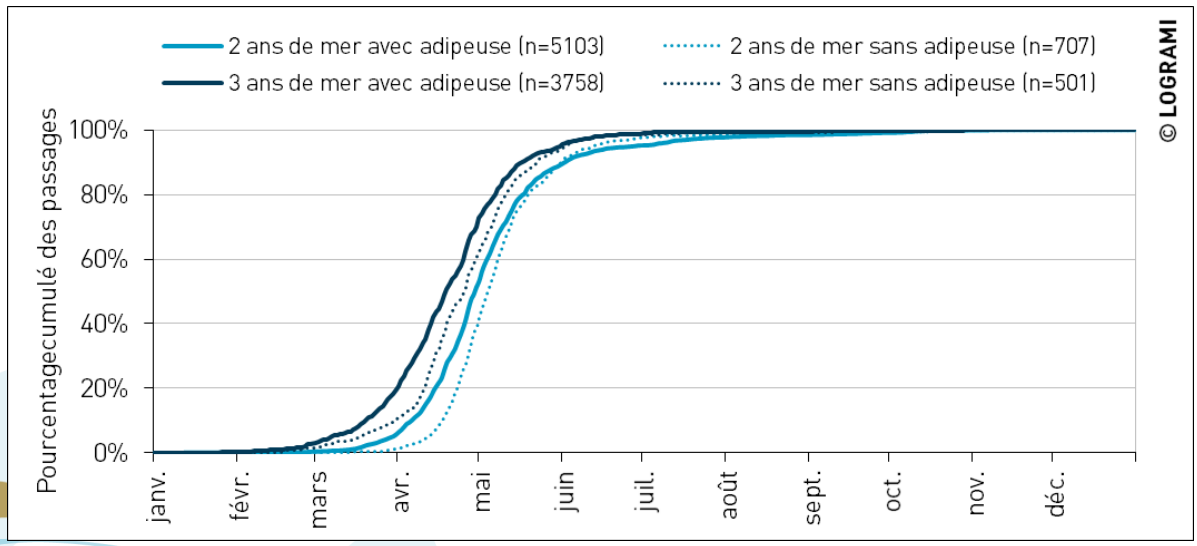


Figure 415 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy sur l'Allier entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2022 (2 ans de mer) / 2006-2022 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI)

11.8.2.2 Langeac

À Langeac, un retard de migration des individus sans adipeuse plus important est constaté. Le retard migratoire atteint 10 jours chez les saumons quel que soit leur âge de mer (2 ou 3 ans) pour 50 % des passages de la population en migration (Figure 416).

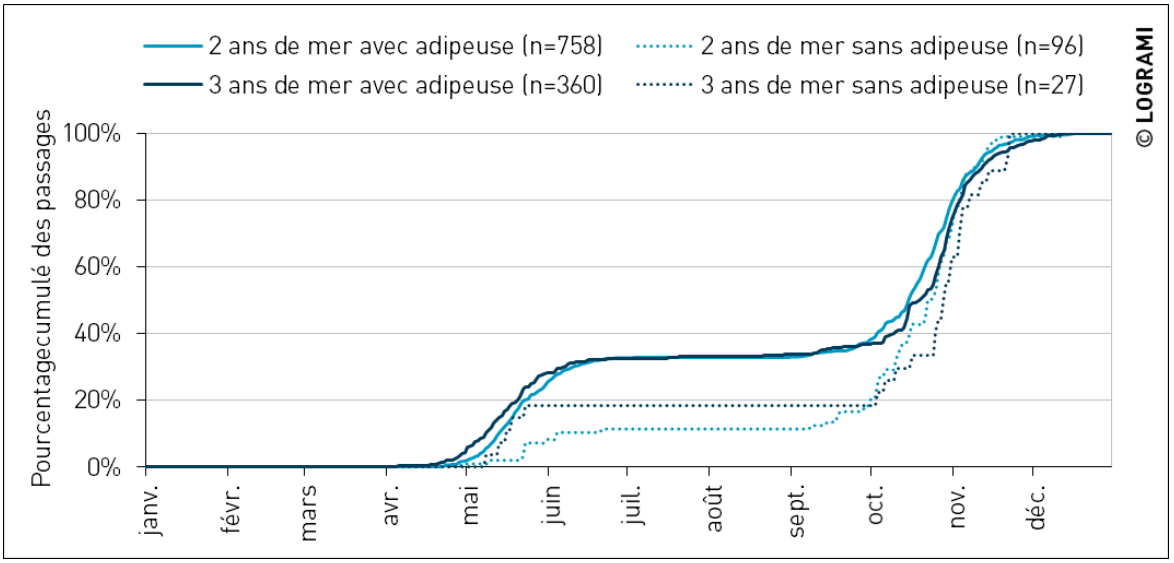


Figure 416 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Langeac entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2022 (2 ans de mer) / 2006-2022 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI)

Les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt sur l'Allier sont en retard par rapport aux saumons d'autres origines.

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 2022, l'opération de piégeage a induit un retard moyen de franchissement de 1h44 et a augmenté de 28 % les comportements d'allers-retours avant le passage. 2022 est l'année de piégeage la plus impactante depuis 2009. Ces retards peuvent amoindrir significativement les chances de survie estivale de ces individus. En effet, entre 71,5 % (J. M. Bach et al., 2011) et 100 % des saumons marquant leur arrêt estival dans la zone Vichy-Pont du Château ne survivent pas pendant la période estivale. La température de l'eau y est généralement trop élevée (supérieure à 25°C : température létale pour le saumon (Elliott, 1991).

En moyenne, depuis 1997, 37 individus (+/- 17) par an sont extraits de la rivière pour participer au programme de soutien d'effectifs. L'opération de piégeage des saumons est assurée par le CNSS

depuis 2009. Depuis 2017, le nombre de captures annuelles autorisées est de 100 individus maximum sans excéder 15 % de remontées constatées à Vichy l'année N.

Suite aux recommandations de LOGRAMI, à partir de 2014, les opérations de piégeage ont été modifiées afin d'augmenter la représentativité de l'échantillon et les chances de captures au cours d'une même journée permettant de réduire le nombre 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. Grace à cette recommandation, depuis 2017, 29 % des captures ont été réalisées entre 14h et 16h.

En 2022, 26 saumons ont été prélevés par le CNSS. Les captures représentent 11,8 % de la population migrante. L'échantillon piégé par le CNSS représente de manière satisfaisante le rythme de la migration de la population en migration à Vichy et s'approche significativement de sa composition en classes d'âge de mer.

Dans le cadre de ces opérations de soutien d'effectifs, des déversements 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 (Commune de Riorges, 42), un affluent en rive gauche de la Loire situé à l'aval du barrage de Villerest. Contrairement au bassin de l'Allier, ce cours d'eau est dépourvu de reproduction de saumon. Il est alors possible d'estimer la production de cet incubateur. En 2022, une implantation de 5,1 % de la mise en charge en œufs fécondés est constatée (moyenne 7,7 %), Ne disposant pas de relevés hydrologiques pour ce cours d'eau en 2022, 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 exceptionnellement sec de l'année 2022 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 les mêmes raisons qui ont conduit à l'arrêt des déversements d'alevins sur la Gartempe en 2020, la quantité d'alevins déversés a fortement diminuée depuis 2021. 275 992 alevins de pisciculture ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2022 par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et l'APS (quasiment le quart de la moyenne sur la période 2010-2019). 14 points déversés sur l'Allier se situent sur des habitats ayant accueilli des pontes attribuées aux saumons en décembre 2021, ce qui est pourtant proscrit par le PLAGEPOMI. La production de 14 frayères (18 % secteur S2 et 22,5 % secteur S4) a donc potentiellement été impactée. 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 2022.

Ces déversements sont répartis sur l'Allier (S2 et S4 seulement) ainsi que sur la Cronce sur laquelle l'APS a déversé une partie des alevins produits par l'incubateur de la Prade. La production de tacons 0+ d'automne issus de ces déversements d'alevins de pisciculture sur l'ensemble du bassin de l'Allier a été estimée à 63 318 tacons soit une implantation globale de

22,9 %. En raison d'apports de tacons natifs potentiels sur certains secteurs, ces valeurs doivent être considérées comme des valeurs maximales.

- Sur l'Allier, en concordance avec ce qui a pu être mis en évidence en 2019, les taux d'implantation moyens décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (30,6 % sur S2, et 16,1 % sur S4). Ces taux d'implantation sont plutôt bons au regard des classes définies par la bibliographie (Richard, s. d.)

- L'échantillonnage réalisé sur le secteur aleviné a permis d'estimer la production totale de la Cronce à 195 tacons 0+ issus d'alevins produits dans l'incubateur de la Prade et déversés par l'APS. En 2022, le taux d'implantation résultant est très réduit (2,8 %). Il est nettement inférieur à celui constaté en 2021 (16,7 %). Les déversements manuels dans ce cours d'eau apparaissent inopportuns. À l'avenir, si cette pratique est reconduite, peut-être faudrait-il diminuer la densité déversée sur cet affluent dont la surface favorable se réduit à l'étiage car en 2021 et 2022, celle-ci correspondait au double de la densité préconisée habituellement sur le bassin de l'Allier.

Respectivement 2 et 4 saumons sont de retour à Vichy et à Descartes pour 10 000 alevins déversés contre seulement 0,5 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 % (Richard, s. d.). Ces taux laissent sous-entendre une efficacité « minime » de ces programmes de déversement sur ces trois axes. Pour comparaison, sur le Gave de Pau, les alevins estivaux déversés annuellement entre 2011 à 2014 avaient fait l'objet d'un marquage par ablation de la nageoire adipeuse. Les taux de retour calculés sur cet axe étaient de 0,15 % (MIGRADOUR, 2019).

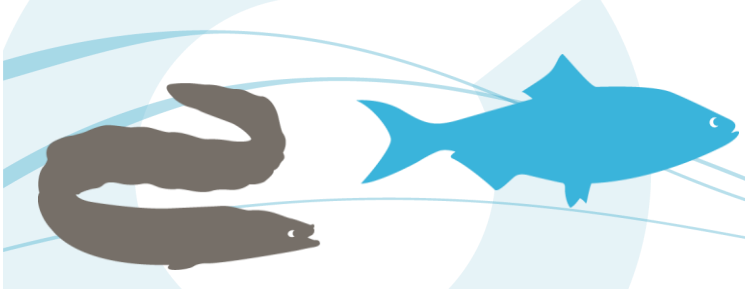
Depuis 2020, les déversements d'alevins ont été stoppés sur la Gartempe et diminués sur l'Allier. Les retours de saumons issus de ces déversements devraient donc être logiquement de moins en moins nombreux sur ces deux axes (seulement quelques individus sont attendus sur la Gartempe et moins de 130 géniteurs sur l'Allier lors des remontées 2023 et 2024).

Sur les bassins Creuse-Gartempe et Arroux où très peu ou pas de reproduction naturelle est observée, l'action doit prioritairement être portée sur l'amélioration de la survie en phase de montaison des géniteurs, de croissance des alevins et de dévalaison des smolts.

Le stade smolts :

Les taux de retour calculés pour ce mode de déversement sur les trois sous-bassins (Creuse-Gartempe, Allier et Arroux) sont très largement en dessous des préconisations (0,007 à 0,09 %). D'après Lachance & Caron (2003), lorsque les taux de retour sont inférieurs à 0,2 %, les avantages de l'ensemencement des smolts (liés à la très grande survie de l'œuf au smolt en pisciculture) sont perdus pour une rivière qui ne présente pas de problèmes d'habitat. Pour qu'il existe un gain net appréciable de cet ensemencement, les taux doivent dépasser 0,45 %, soit environ 20 fois plus que les taux moyens observés actuellement sur 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. 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.



Le seul individu sans adipeuse remontant l'Allier en 2022 met en évidence le caractère erratique de l'espèce puisqu'aucun smolt n'est déversé sur ces axes depuis 2016. Ce dernier proviendrait soit du dernier déversement de smolt sur la Gartempe (en faisant l'hypothèse que l'individu a passé une année supplémentaire en rivière avant de dévaler), soit d'un plan déversement issu d'un autre bassin français. Enfin, l'hypothèse que l'individu en question présentait une malformation de la nageoire adipeuse la rendant inobservable lors de son passage devant la vitre de comptage, ne peut être écartée.

La comparaison des taux de retours des alevins et des smolts sur la Gartempe met en évidence qu'en absence de restauration de la fonctionnalité de la rivière et en absence d'arrêt de turbinage pour les usines non équipées de dispositifs 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 arrivant tardivement ont de grands risques d'effectuer des arrêts migratoires dans des zones de survie estivale réduite (J. M. Bach et al., 2011; Marcon et al., 2020). Il est ainsi probable que la mortalité estivale des saumons issus du plan de déversement au stade smolt (voire alevin) soit plus élevée que celle des saumons issus d'autres origines. La date d'arrivée des individus aux stations de comptage est donc un facteur primordial pour optimiser la survie estivale des géniteurs et donc augmenter le pool d'individus participant au renouvellement de la population.

L'avenir semble être moins favorable à des retours conséquents de saumons mais cependant une part plus importante d'individus sauvages devrait être constatée sur le bassin de la Loire. Il s'agit maintenant de donner toutes les chances à ces géniteurs en leur favorisant l'atteinte rapide de leurs zones de frai fraîches, l'accès aux affluents pour un refuge en cas de crue et permettre une bonne dévalaison de leurs progénitures par des systèmes adaptés au niveau des ouvrages. L'ensemble 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 des silures transitant chaque année dans les passes à poissons. Afin de donner une tendance générale de présence interannuelle au niveau des passes à poissons du Silure glane (*Silurus glanis*), les données de comptage collectées au niveau de 7 ouvrages (Descartes, Châtellerault, Decize, Vichy, Saint-Pourçain-sur-Sioule, Gueugnon et Roanne) ont été analysées (Figure 417). Ces ouvrages, munis d'un dispositif de comptage présentent des passages de silures à la différence des autres stations du bassin (Châteauponsac, Jenzat, Langeac et Poutès) au niveau desquelles l'espèce n'est pour le moment pas répertoriée.

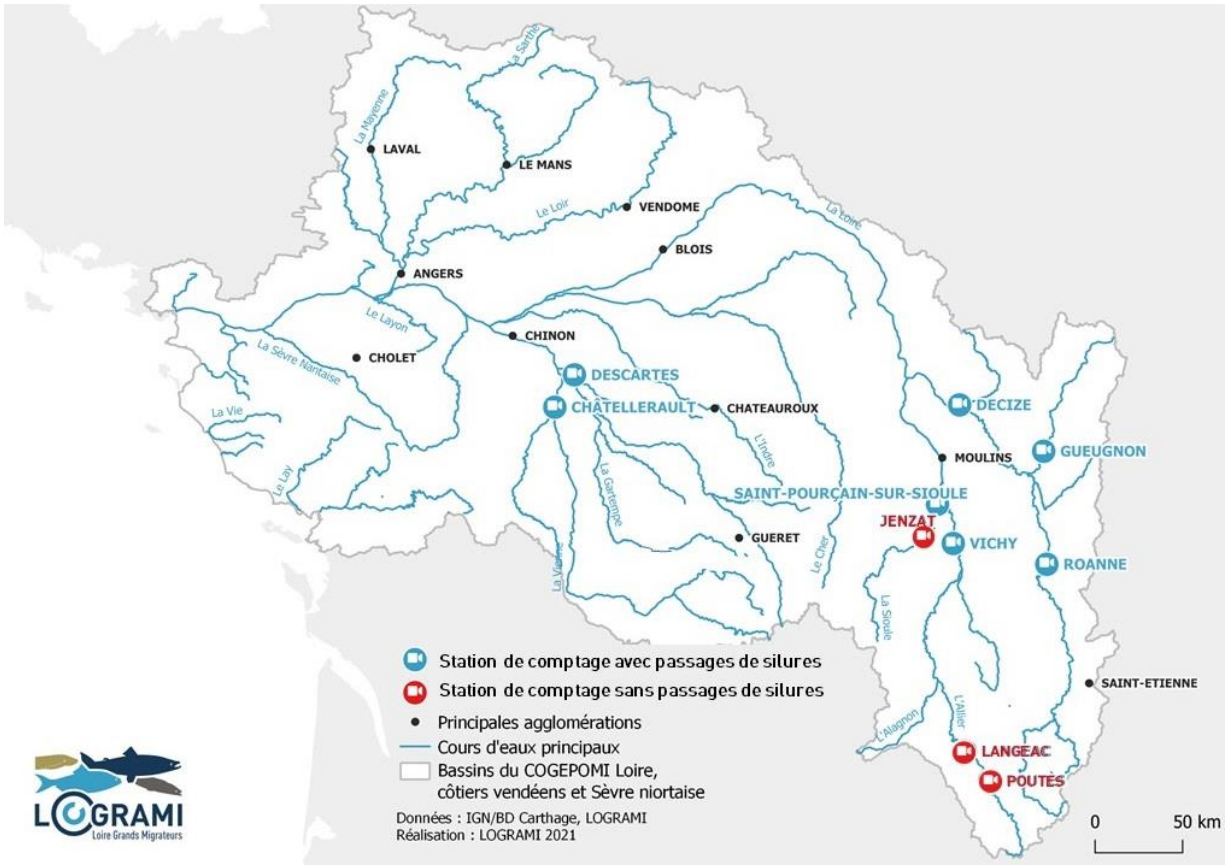


Figure 417 : Stations de comptage du bassin de la Loire avec des passages de silures (Sources : LOGRAMI)

12.1. Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin

En 2022, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 200 individus. La moyenne interannuelle des passages de silures sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2021 est de 815 individus (+/- 257). 2022 enregistre le plus faible nombre de passages de silures depuis 2012 (mise en service de la station de Roanne).

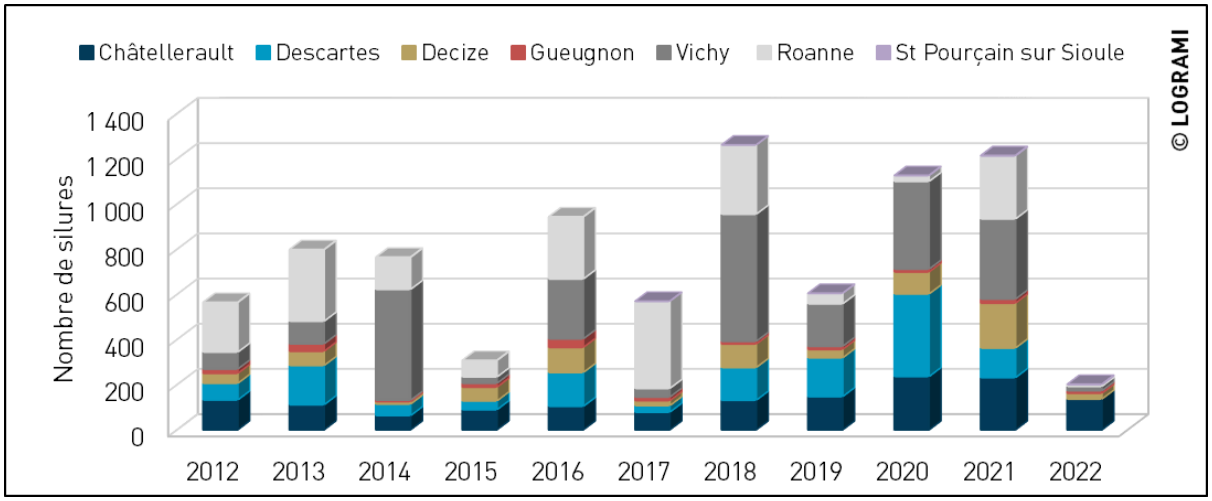


Figure 418 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012 (Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 et aucun comptage à Descartes en 2022) (Sources : LOGRAMI)

Sur la Creuse, aucun individu n'a été compté puisque la station de comptage n'est plus en eau depuis l'abaissement de la retenue amont. Ceci fait suite à l'arrachage d'un clapet lors de la crue de juillet 2021. Pour autant grâce aux données de Châtellerault depuis 2007, une estimation statistique est possible entre les moyennes de chaque station (Mann Whitney : p-value = 0,58 > 0,05 ; alpha 0,05). Depuis 2007, les effectifs de Silure glane se répartissent sur le bassin de la Vienne avec 51% +/-27 à Châtellerault sur la Vienne et 49% +/- 43 sur la Creuse. Ainsi statistiquement, 130 silures auraient franchi Descartes sur la Creuse en 2022.

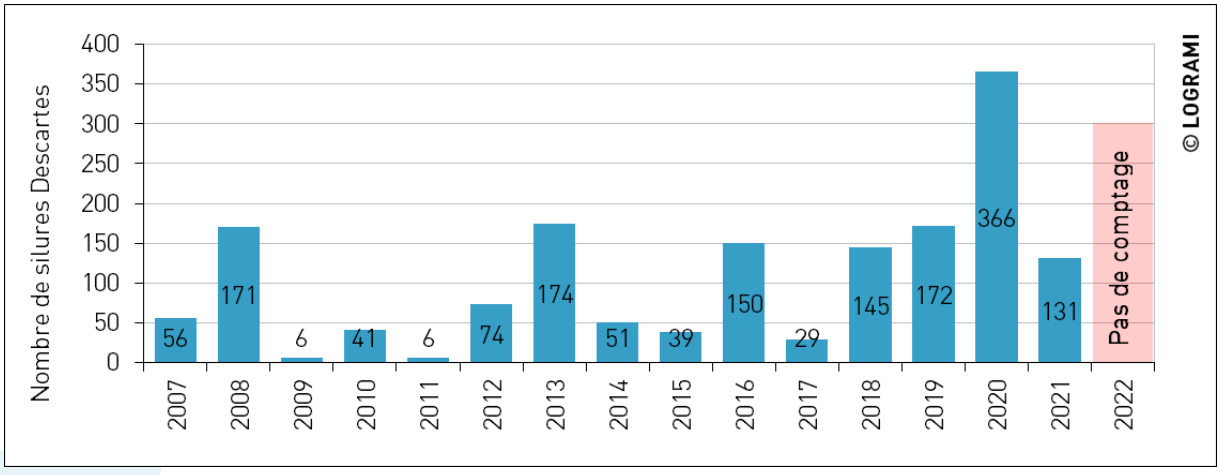


Figure 419 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (Sources : LOGRAMI)

Sur la Vienne, 136 silures ont franchi l'ouvrage de Châtellerault en 2022. Cet effectif est supérieur à la moyenne des 18 dernières années (100 individus +/- 60), mais plus faible que la moyenne des deux dernière années (233 individus +/-4).

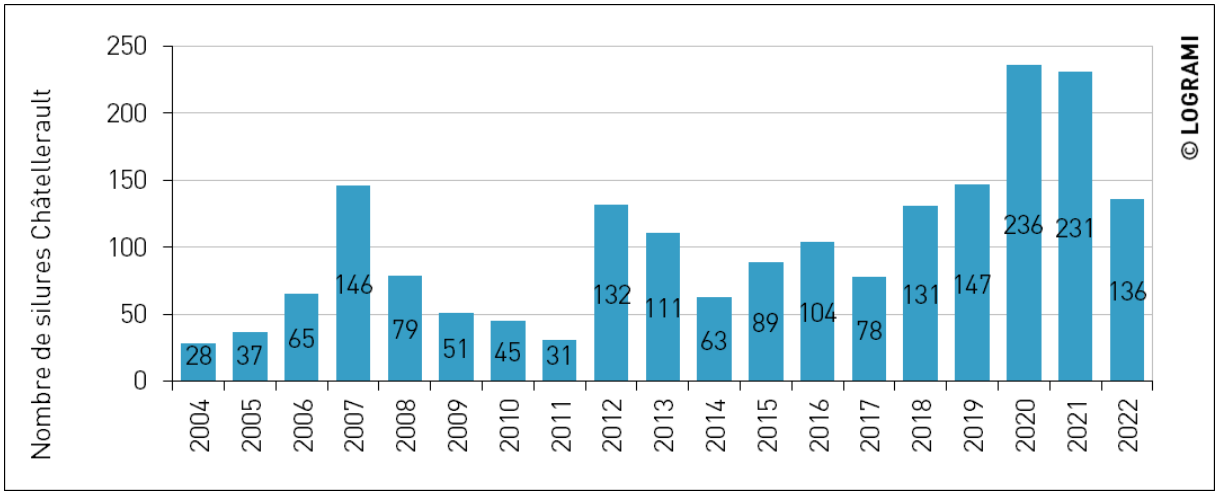


Figure 420 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (Sources : LOGRAMI)

Sur l'Allier, 18 silures ont été comptabilisés en 2022. Cet effectif est très faible au regard de la moyenne calculée depuis 1997 à la station de Vichy (145 individus +/- 173).

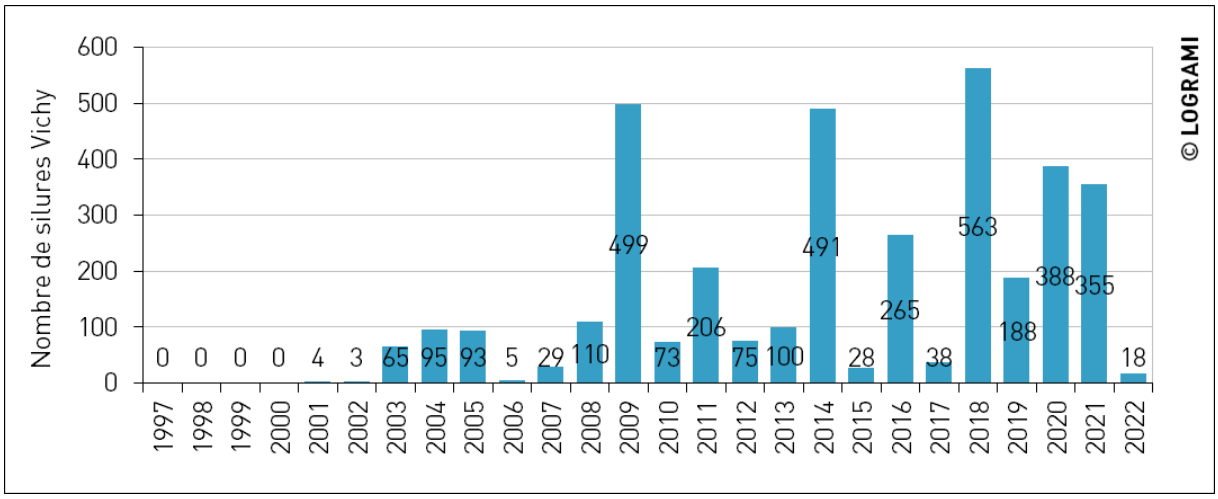


Figure 421 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI)

Sur l'Arroux, 11 silures ont été comptabilisés à Gueugnon en 2022. Les faibles effectifs obtenus chaque année mettent en évidence une moindre colonisation des silures à ce niveau du bassin.

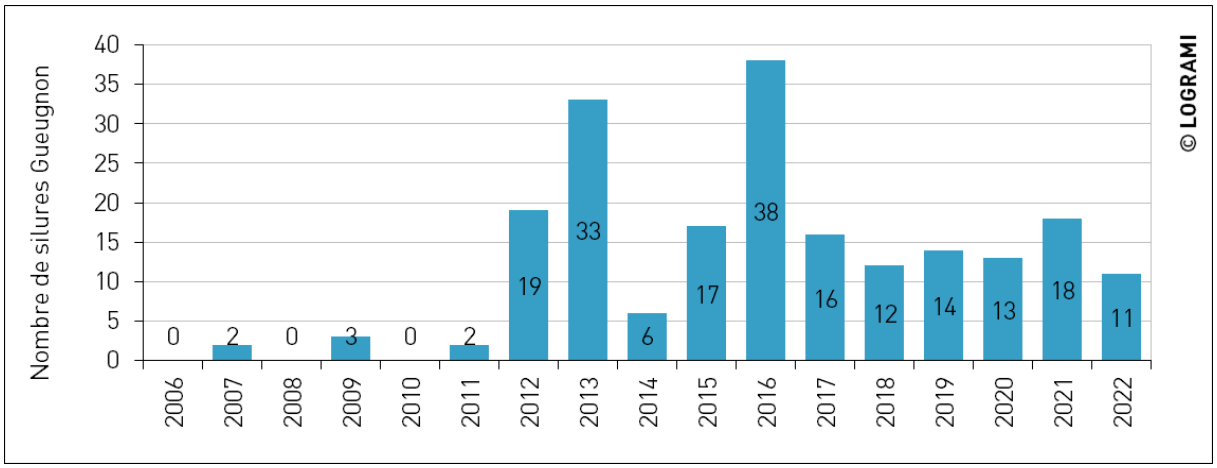


Figure 422 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

Sur la Loire amont, 26 silures ont été comptabilisés au seuil de Decize en 2022. Cet effectif est près de deux fois inférieur à la moyenne des douze dernières années (59 individus +/- 54).

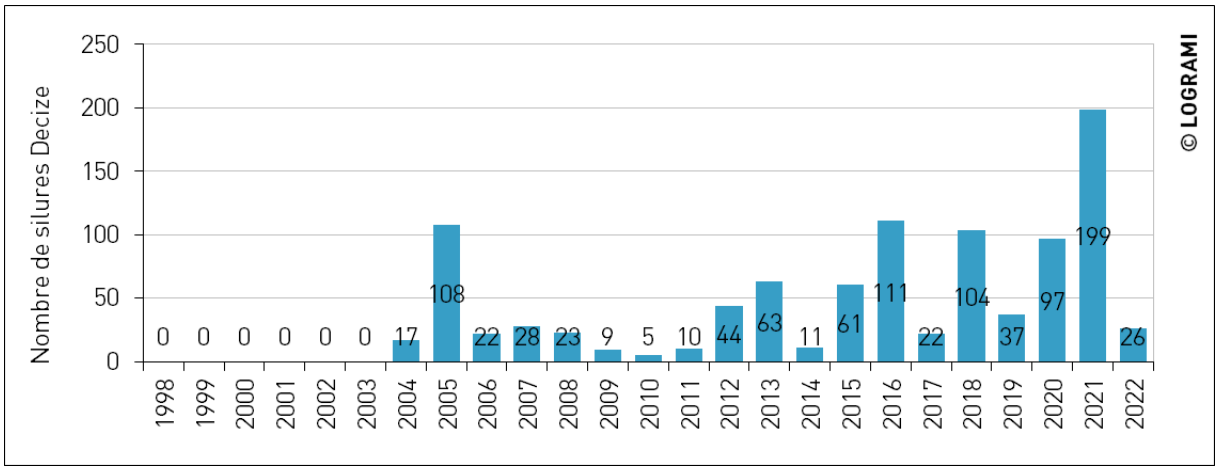


Figure 423 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI)

A Roanne, 8 silures ont été comptabilisés en 2022. C'est le plus faible effectif enregistré depuis le début du suivi de la station de comptage en 2012. La moyenne interannuelle des effectifs comptabilisés est de 207 individus (+/- 120). 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.

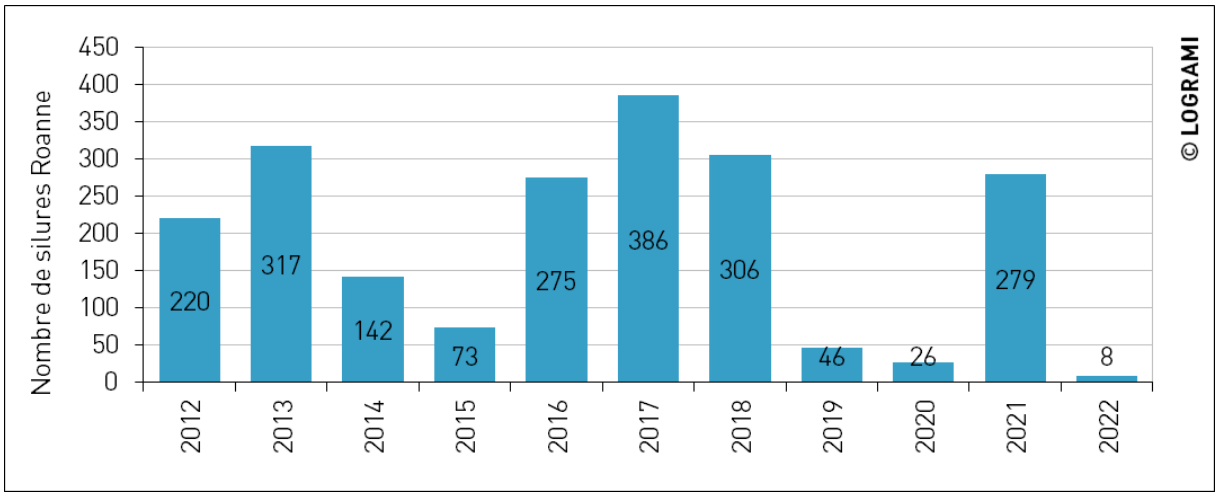


Figure 424 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (Sources : LOGRAMI)

Sur la Sioule, pour la deuxième fois depuis le début du suivi de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017, un silure de 130 cm a été observé en montaison le 23 juin 2022. Pour rappel, un individu de 58 cm avait été observé en dévalaison en 2020 et un autre de 124 cm en montaison en 2021. Des individus ont été capturés par des pêcheurs à la ligne dans la retenue de cet ouvrage. Cette nouvelle observation révèle une fois de plus une colonisation avérée sur la partie aval de la Sioule.

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 425). 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 à Decize début mai. La période de migration est très proche sur ces trois stations de comptage. 50 % de la migration a lieu en moyenne le 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. A l'amont, la migration devient tardive. 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-octobre-novembre) qui représente en moyenne 17 % (+/- 10) de l'effectif annuel.

En 2022, les rythmes migratoires observés aux différentes stations de comptage suivent la même logique que les années précédentes hormis pour la station de Descartes.

La faiblesse des effectifs enregistrés en 2022 sur chaque station (inférieurs à 30 individus) ne permet pas de comparer les rythmes migratoires annuellement hormis pour celle de Châtellerault. Pour cette dernière, la migration est plus précoce avec 50 % des passages observés le 10 mai contre le 20 mai +/- 13 jours en moyenne.

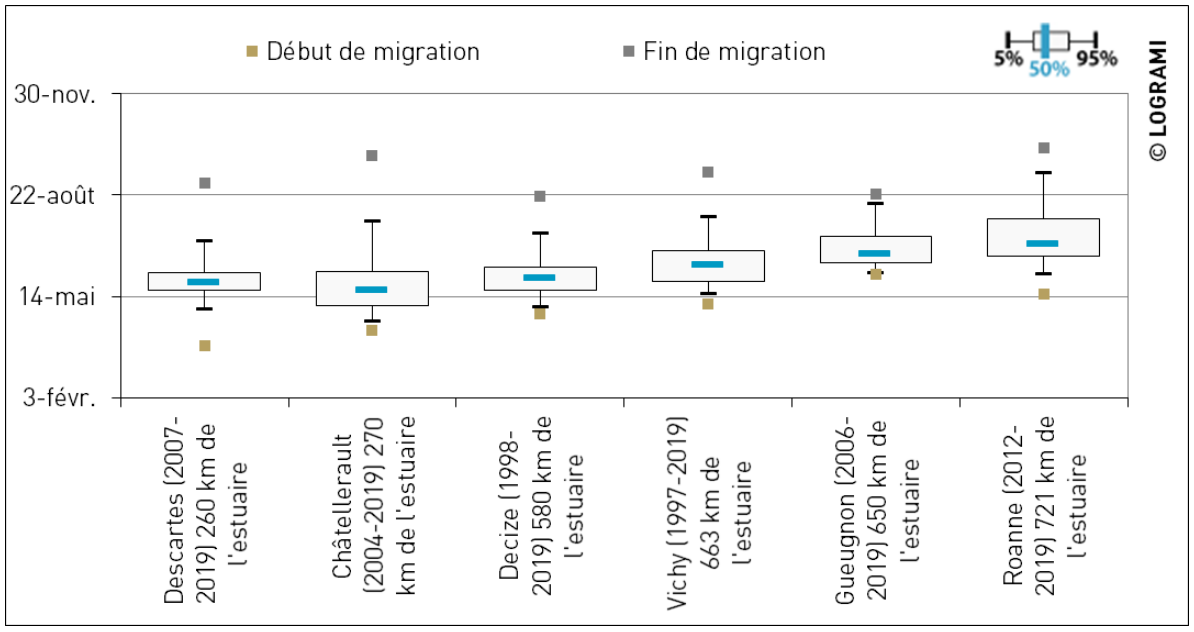


Figure 425 : Comparaison des périodes de passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations (Sources : LOGRAMI)

12.3. Comportement nycthéméral de migration aux stations de comptage

Les rythmes horaires de migration sont dépendants du cycle biologique de l'espèce concernée. Ils varient donc peu d'une station de comptage à l'autre. Les historiques de passages de toutes les stations ont ainsi été compilés pour décrire les migrations nycthémérales du silure.

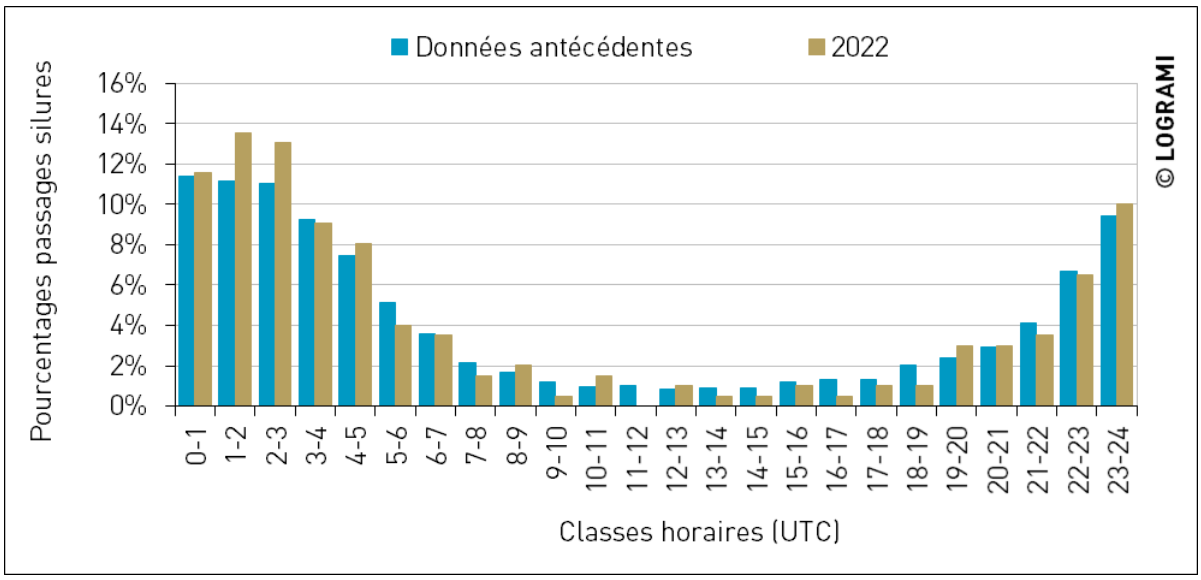


Figure 426 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=10 316) et en 2022 (n=200) (Sources : LOGRAMI)

La migration des silures est souvent décrite comme nocturne dans la littérature (Keith et al., 2011b). Mais depuis le début des suivis, seuls 79 % des passages ont lieu entre 20h et 5h UTC. Ces tendances sont confirmées en 2022 avec 82 % des passages pour cette même fenêtre horaire. La migration n'est

donc pas strictement nocturne. La tombée de la nuit est accompagnée par une augmentation progressive de l'activité. Les passages sont ensuite plus soutenus dans la deuxième partie de la nuit entre 0-3 h UTC, ils avoisinent les 11,2 % par heure. Un pic d'activité est observé pour la tranche horaire 0-1 h UTC durant laquelle 11,4 % de l'effectif total a franchi l'ouvrage. Le pic horaire est constaté en 2022 entre 1h et 2h avec 13,6 % des passages. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée (Figure 426).

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 a tendance à baisser depuis 2007 (0-80 cm). 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 427).

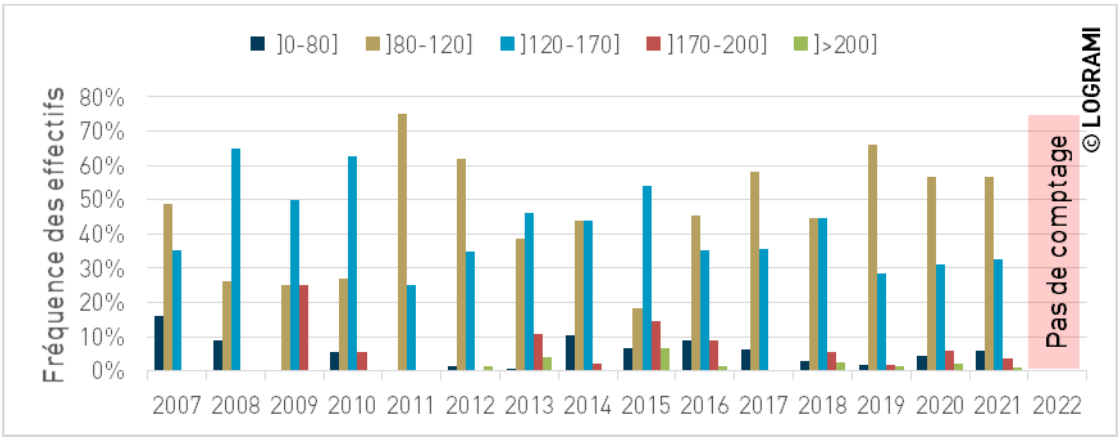


Figure 427 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2007 à la station de comptage de Descartes (Creuse) par classes de taille (Source : Logrami)

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 428). 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 l'abondance des populations de silures semble être réalisée par les grands silures eux-mêmes (Faure & Tanzili, 2016).

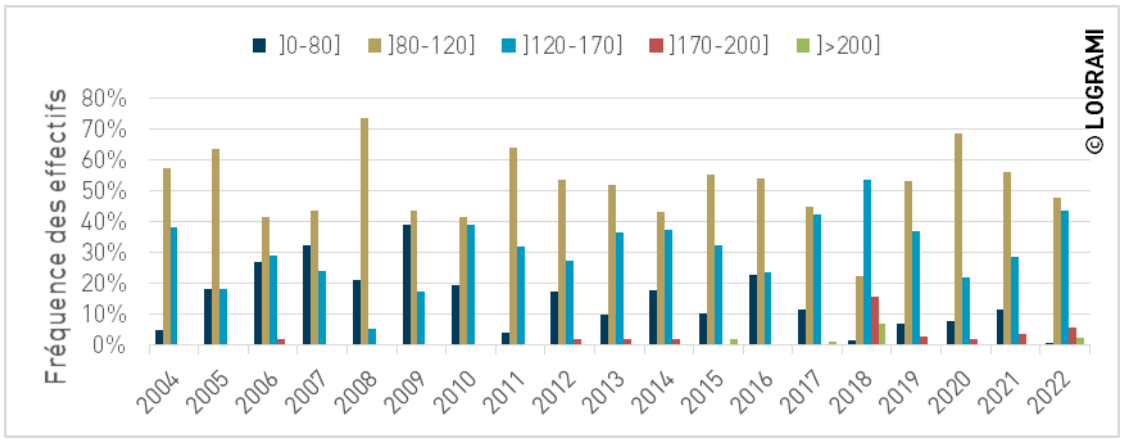


Figure 428 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2004 à la station de comptage de Châtellerault (Vienne) par classes de taille (Source : Logrami)

La station de Vichy présente des effectifs de juvéniles en diminution depuis 2009 alors qu'ils étaient largement majoritaires lors 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). Toutes les autres classes de tailles sont en augmentation jusqu'en 2022 avec l'apparition des individus dépassant 170 cm en 2016 (Figure 429). A noter que 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 km²), 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 la source de la Lozère. Avec une eau à 22,3°C +/-2 en moyenne au mois de juillet depuis 2009, la température n'est pas limitante, tout comme les autres paramètres hydromorhpologiques. Cette population semble encore en expansion au vue 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.

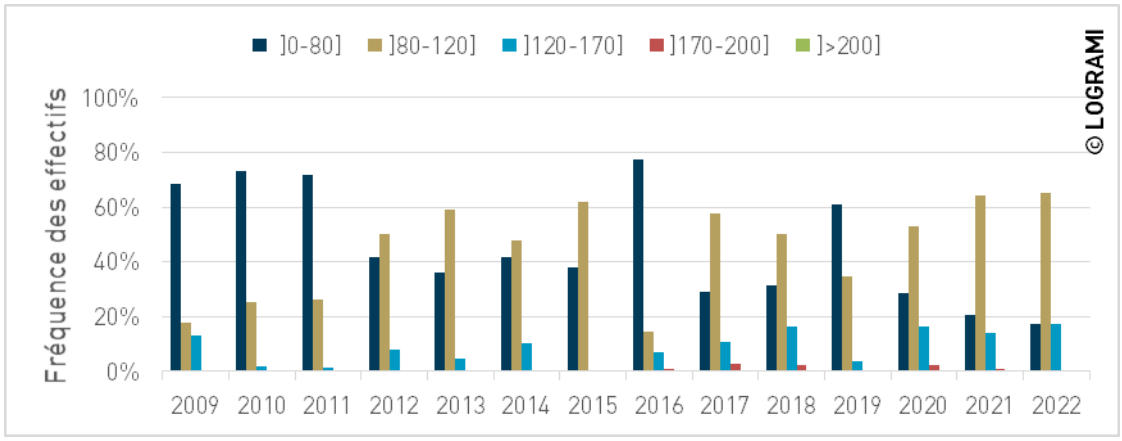


Figure 429 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Vichy (Allier) par classes de taille (Source : Logrami)

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 la classe de 120 à 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 430). 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 de la part 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.

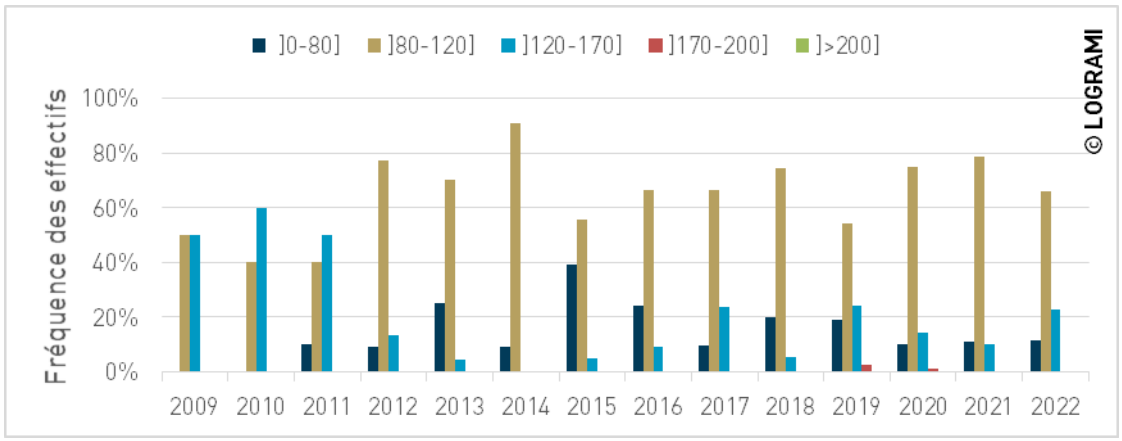


Figure 430 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Decize (Loire) par classes de taille (Source : Logrami)

Les effectifs de la station de Roanne sont essentiellement composés par des individus d'une taille comprise entre 80 et 120 cm. 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 plus proche (250 km) ou encore les ressources trophiques qui sont peut-être moins abondantes limitant la vitesse de croissance.

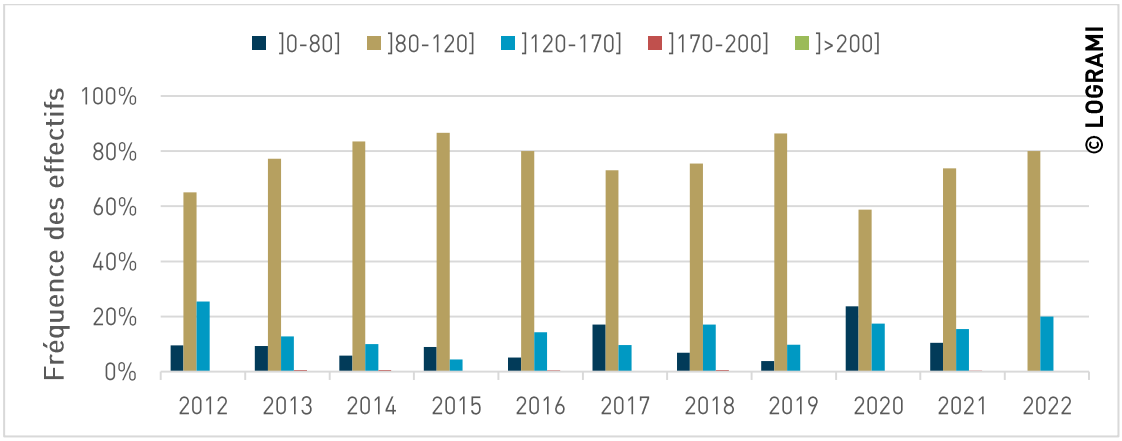


Figure 431 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2012 à la station de comptage de Roanne (Loire) par classes de taille (Source : Logrami)

A Gueugnon sur l'Arroux, la part de juvéniles qui représentaient au moins 40 % +/-11 des effectifs jusqu'en 2016 a diminué au profit de silures d'une taille supérieure à 120 cm (Figure 432). 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 en termes de gabarit. Avec un lit d'environ 30 m au niveau de la station de Geugnon là où le silure apprécie les rivières possédant une largeur supérieure à 39 m (Valadou, 2007). Même si le silure parait être en expansion au vue de l'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.

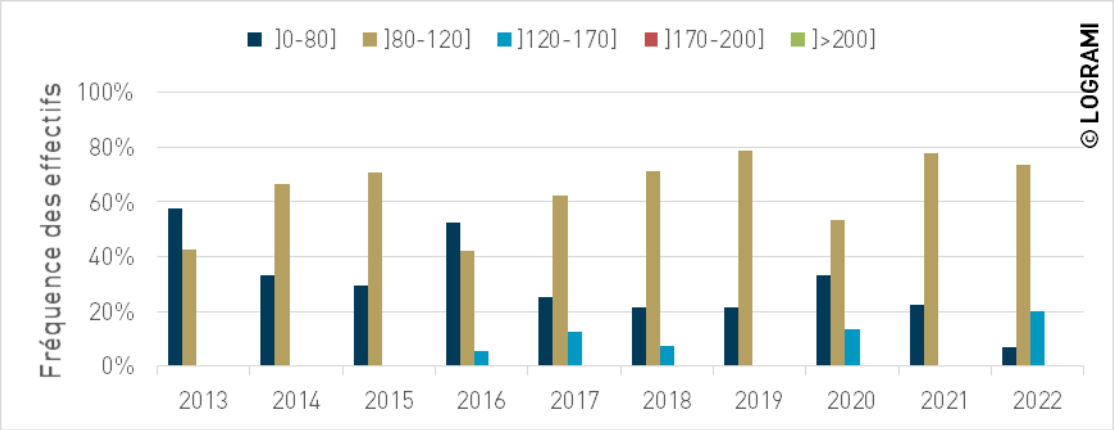


Figure 432 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2013 à la station de comptage de Geugnon (Arroux) par classes de taille (Source : Logrami)

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, c'est 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 le Rhône (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 2022 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.

L'analyse de la chronologie des effectifs comptabilisés aux diverses stations montre que les comptages de silures se répartissent selon trois groupes sur le bassin de la Loire : la Loire amont avec Roanne, l'Allier avec Vichy et le bassin de la Vienne avec Descartes et Châtellerault. Les données semblent montrer une variabilité annuelle des effectifs sur l'ensemble des stations mais également une augmentation des effectifs à compter de 2012 sur certaines d'entre elles (Châtellerault, Decize, Gueugnon). Les plus forts effectifs annuels sont enregistrés à la station de Vichy avec des valeurs avoisinant les 500 individus (2009, 2014 et 2018). La présence du silure sur l'Arroux à Gueugnon à plus

de 30 km de la confluence avec la Loire met en avant un besoin de colonisation de cette espèce. Des études de télémétrie montrent que ce poisson s'adapte facilement à tout type d'habitat pourvu que l'eau y soit assez chaude en période de reproduction et assez riche en nourriture (Guillerault et al., 2015).

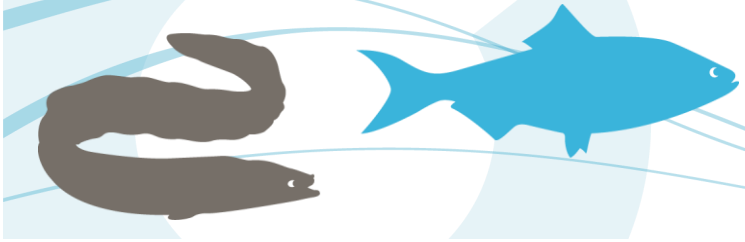
En 2022, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 200 individus. Alors que la moyenne interannuelle des passages de silures sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2021 est de 815 individus (+/- 257). 2022 enregistre le plus faible nombre de passages de silures depuis 2012 (mise en service de la station de Roanne). La chute de ces effectifs est globale aux stations de comptage et est d'autant plus marquée sur la partie amont du bassin de la Loire.

L'amplitude de migration du silure sur le bassin de la Loire est elle aussi variable d'une station à l'autre avec des passages centrés sur fin mai pour les stations du bassin de la Vienne et de Decize et plus tardive sur l'amont du bassin avec notamment une migration centrée sur début juillet pour les silures comptabilisés à Roanne. Dans le bassin de la Loire, le silure fréquente les passes à poissons après le réchauffement des eaux au printemps avec un optimum de migration entre 15 et 22 °C. Ces températures sont rencontrées en moyenne de mai à août. Le décalage temporel de migration observé pour les stations de Vichy, Gueugnon et Roanne semble lié à la thermie de l'eau. L'optimum de température de migration du silure arrive plus tardivement dans la saison sur l'amont du bassin (température plus « froide » car plus proche de la source).

En 2022, les rythmes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, suivent la même logique 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.

Afin d'appréhender l'impact que pourrait avoir le silure sur les poissons migrateurs de Loire, il semble nécessaire de s'intéresser au comportement des individus en période de migration, à l'aval des ouvrages et au niveau des dispositifs de franchissement. Un suivi télémétrique au niveau des passes à poissons pourrait apporter des informations supplémentaires.

L'analyse interannuelle 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 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) (Faure & Tanzili, 2016). Certains facteurs abiotiques peuvent ralentir la croissance des populations de silure en amont des stations de Vichy, Roanne et Gueugnon (altitude, distance à la source, largeur du lit, profondeur ou encore la pente moyenne). Les prochaines années confirmeront si l'année 2022 caractérise le début d'une baisse des effectifs durable. 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 (Faure & Tanzili, 2016). Ainsi, la diminution d'observation en station pourrait témoigner d'une stabilisation de la population localement.



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.

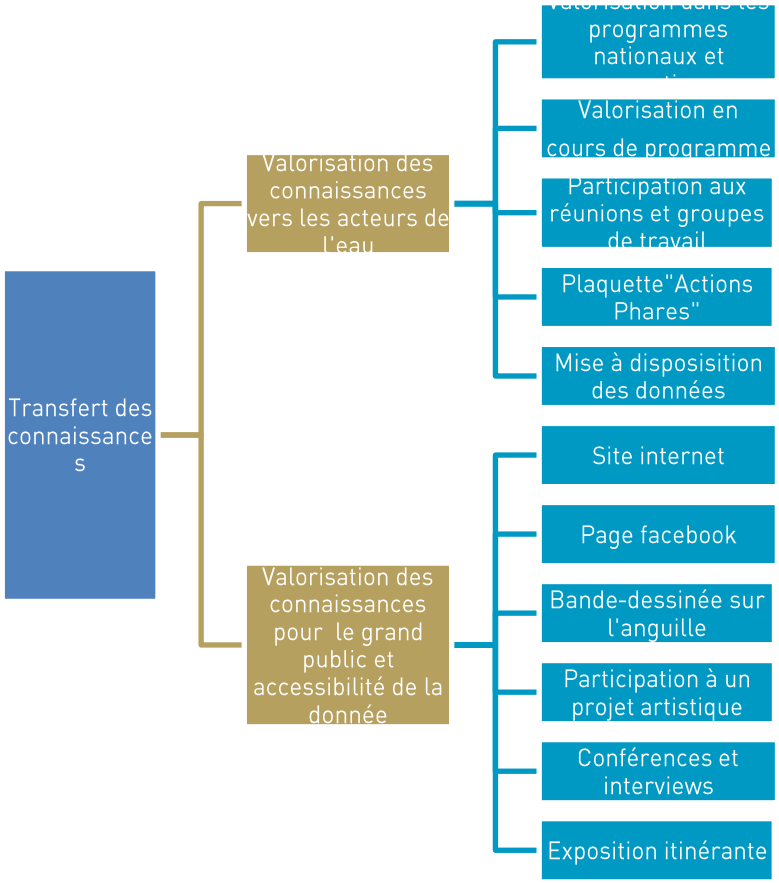


Figure 433 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre du PLAGEPOMI en 2022 : transfert des connaissances

13.2. La valorisation vers les acteurs de l'eau

13.2.1. La valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux

13.2.1.1 Intégration des informations dans les programmes nationaux

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.

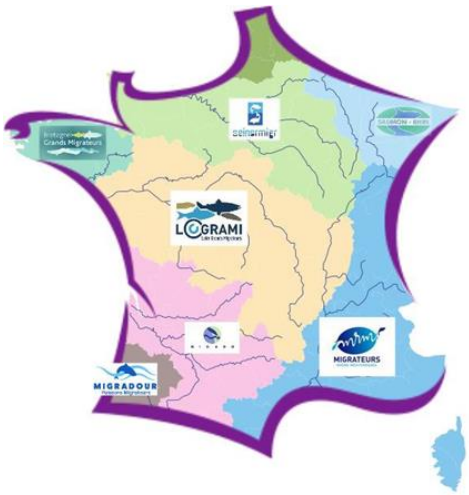


Figure 434 : Répartition et logos des Associations Migrateurs en 2022

13.2.1.2 Co-organisation d'un colloque européen sur l'alose

Après avoir accueilli la délégation anglaise de l'Agence de l'Environnement sur le bassin de la Loire en 2017 pour les visites des stations de comptage du bassin de la Loire, LOGRAMI, membre de l'organisation, a mis en œuvre le symposium des 24 et 25 mai 2022 à Worcester (Angleterre). Nous avons alors mobilisé les associations migrateurs de France pour y participer et l'association Migrateurs Rhône Méditerranée nous a accompagné. Ce colloque, réunissant plus de 100 scientifiques européens, avait pour objectif de présenter les travaux de recherches réalisés en vue d'améliorer la connaissance des aloses.

Les travaux de recherches sur les phénologies migratoires de l'alose ont été présentés par Marion Legrand et Aurore Baisez a décliné toutes les opérations de suivis portés en Loire sur l'espèce.

Ce séminaire avait également pour objectif de présenter le programme Unlocking the Severn qui consiste en l'équipement de six ouvrages et qui a permis très rapidement le retour et la reconquête de l'alose sur près de 250 km de la Severn. La station de comptage de Diglis Island calquée sur le modèle de Vichy pour une ouverture au public a fait l'objet d'une visite. La délégation française est le seul groupe à avoir vu passer des aloses en direct !

Ces journées d'échanges entres scientifiques nous ont permis de mieux appréhender les suivis par radio télémétrie sur l'alose couramment pratiquée dans d'autres pays alors que la France est assez craintive à les mettre en place en raison de la fragilité de l'espèce.



Figure 435 : Photographies de la conférence et de la visite des installations de la Severn (Sources Legrand M. 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.

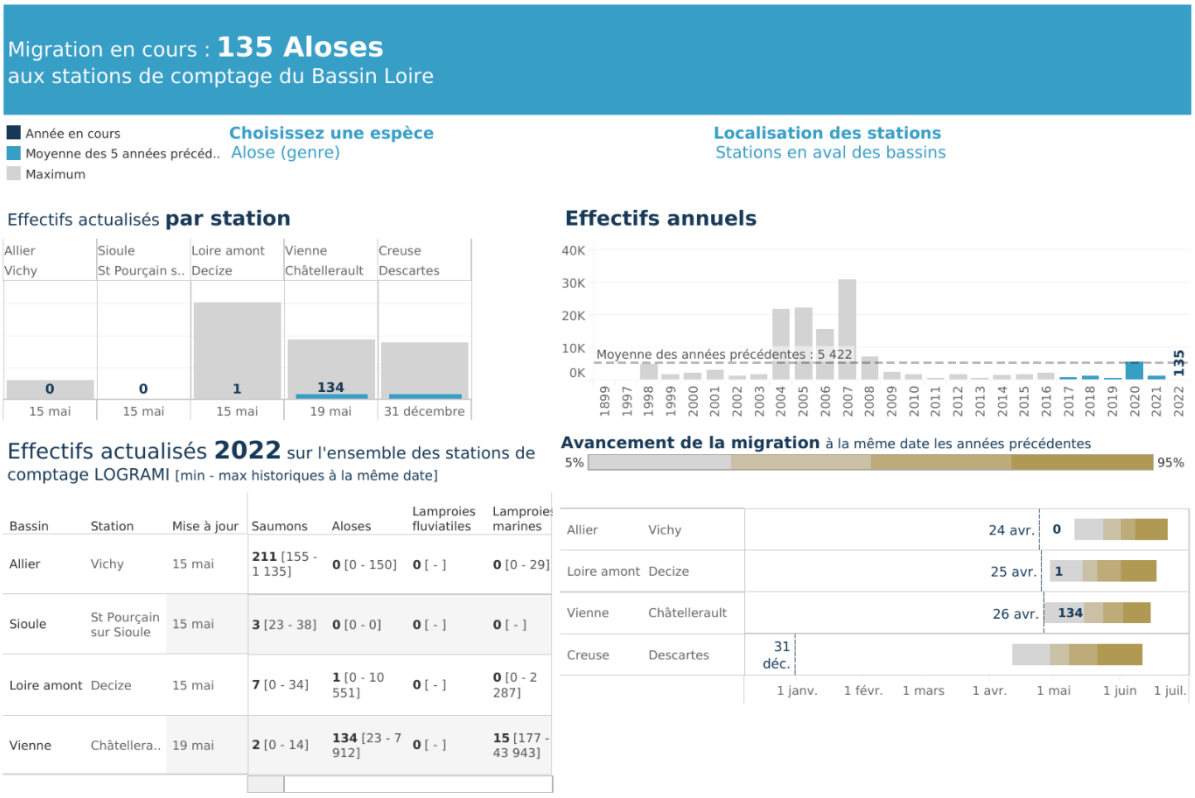


Figure 436 : Exemple d'une page du site web en cours d'étude pour les données de stations de comptage sur les aloses le 20 mai 2022 (Sources LOGRAMI)

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 2022 est dans la continuité des années précédentes avec cependant 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 avec 189 en 2022 contre en moyenne 80 les années précédentes (80+/-11). Pour 64% d'entre elles, les agents ont participé en visio-conférence.

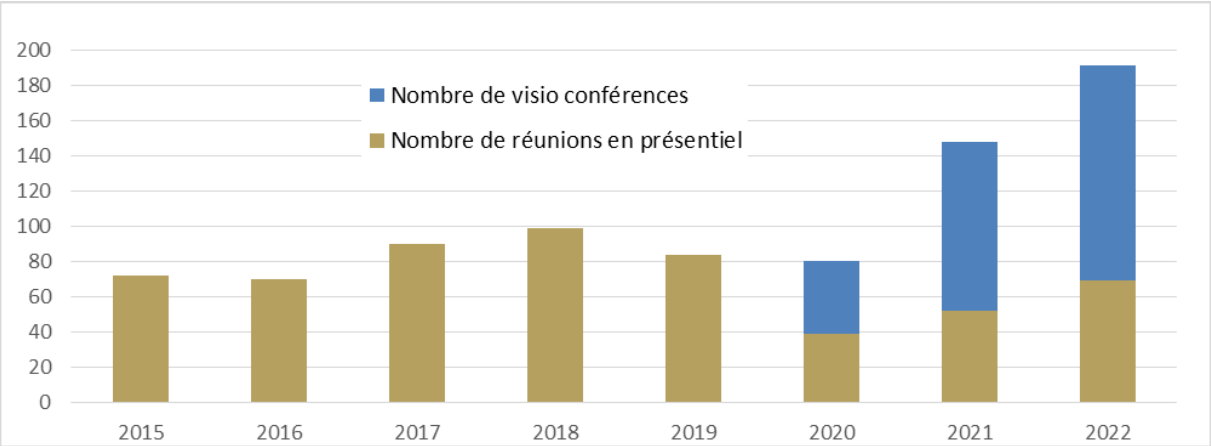


Figure 437 : Nombre de réunions d'un ou plusieurs jours réalisées par les agents de LOGRAMI dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire de 2015 à 2022

Ces restitutions et participations aux groupes de travail concernent particulièrement la chargée de programme gestion territoriale et continuité (Sénécal) et la directrice (Baisez) dont le nombre de réunions a augmenté d'année en année depuis 2015 et se situe en 2022 entre 60 et 80 réunions chacune. Pour permettre la présence des agents, 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

Valorisation par public cible

Comme les années précédentes, le public concerné en 2022 est essentiellement constitué des acteurs du bassin (60%). Enfin, une quarantaine de réunions concerne l'organisation des opérations, le traitement et la bancarisation des données. L'année 2022 se particularise par un plus grand nombre de réunions dites grand public (26%) développée dans la partie dédiée.

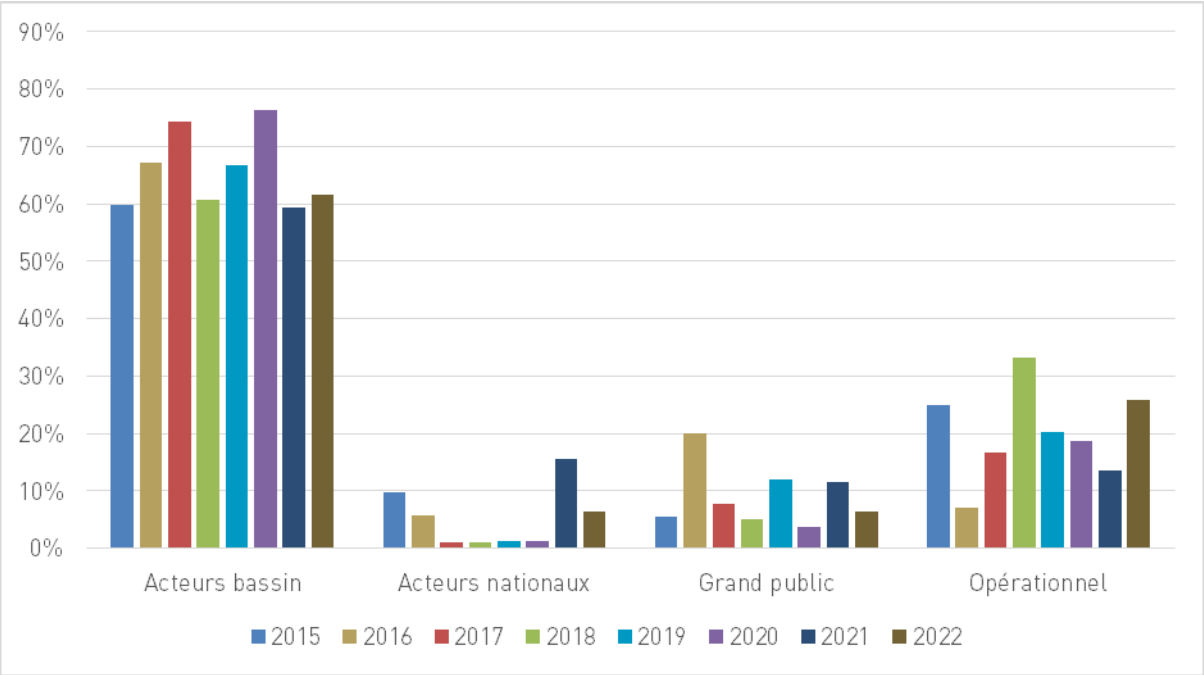


Figure 438 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par les agents de LOGRAMI de 2015 à 2022

Types de réunions

De nombreuses réunions (41 soit 22%) 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 (35%) 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 22 réunions ciblées sur la transmission des résultats des études (12%).

En 2022, des réunions revêtent un caractère scientifique (25%) avec des réflexions sur les techniques de suivis, le traitement des données et les groupes de travail nationaux sur les espèces. Ce nombre de réunions est plus élevé que les années précédentes.

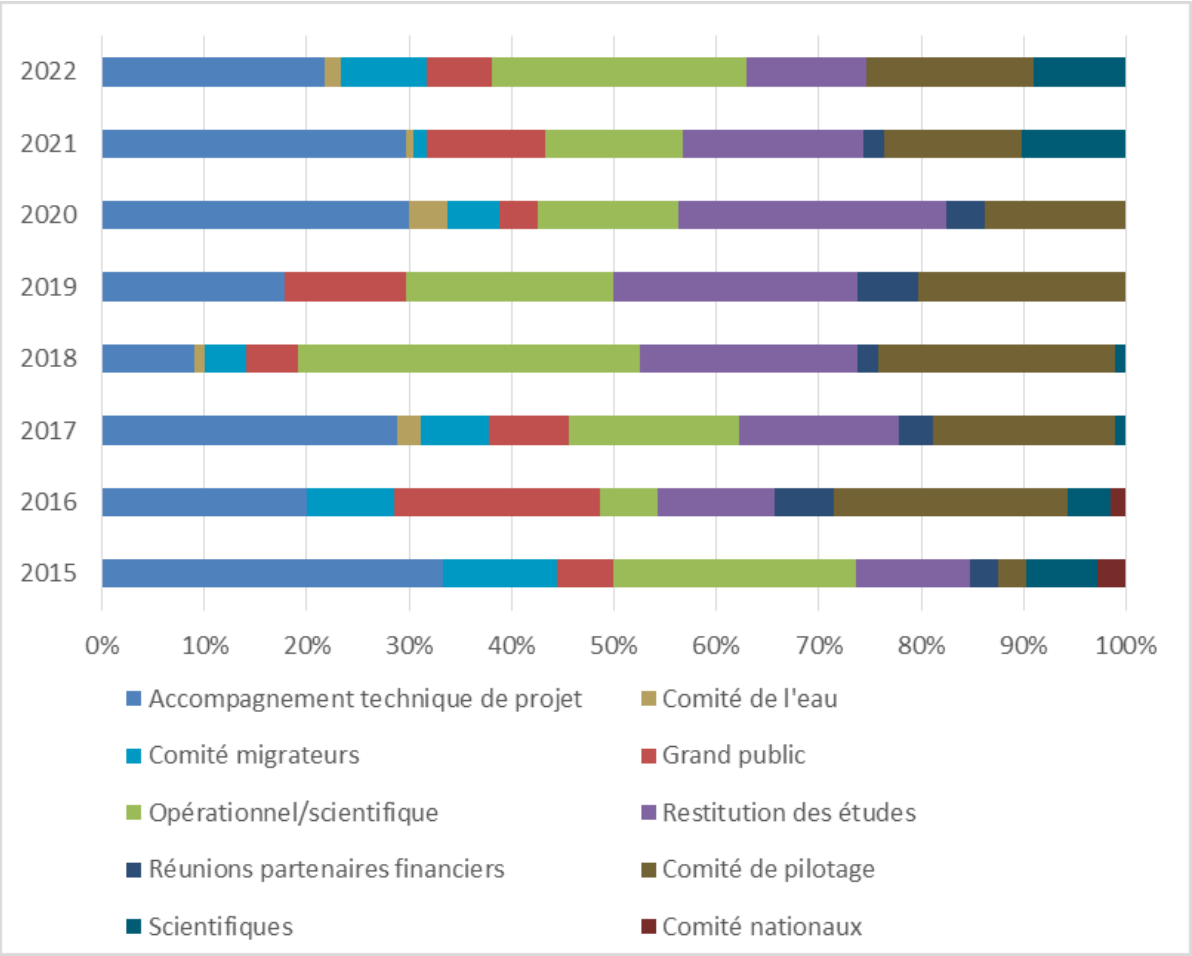


Figure 439 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2022

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 (accueillie par la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique de Maine et Loire) et Loire amont-Allier (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 440 : Capture d'écran des restitutions sous forme de visio-conférences (Sources : LOGRAMI)

En 2022, les deux restitutions totalisent 95 participants de 69 organismes différents répartis sur 21 départements. Ces restitutions ont rassemblé plus de participants que les années précédentes (40+/-20). 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.

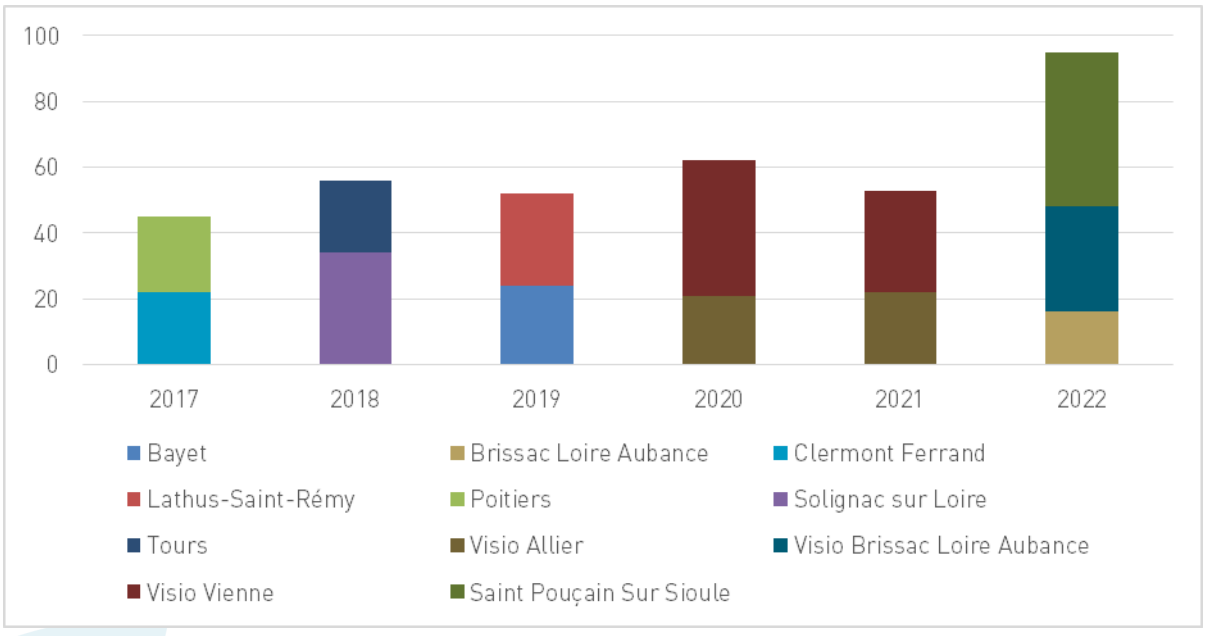


Figure 441 : Nombre de participants présents aux restitutions de LOGRAMI organisées depuis 2017 et en visio-conférence depuis 2020 (Sources LOGRAMI)

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, les structures GEMAPI, les Associations environnementales, l'OFB, les Etablissements publics de bassin, l'Agence de l'Eau ainsi que d'autres collectivités territoriales. 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.

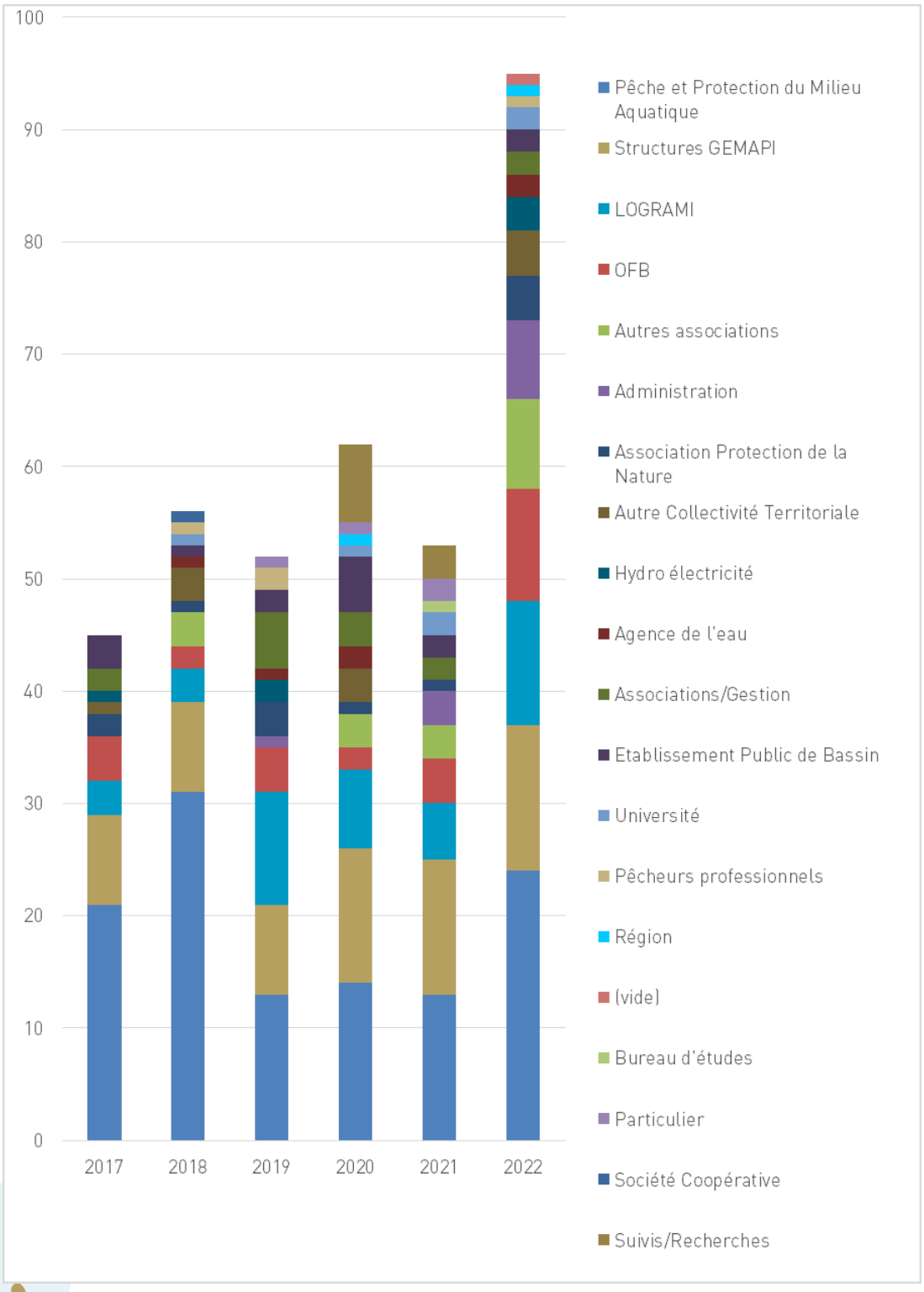


Figure 442 : Nombre de participants par principaux organismes présents lors des restitutions par année (Sources LOGRAMI)

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 443 : Visuel de la plaquette Actions phares 2021 réalisée et publiée en 2022 (Source : LOGRAMI)

En 2022, 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). Il a été téléchargé 115 fois en 2022. Les exemplaires des années précédentes sont également en ligne et 35 téléchargements « d'Actions Phares 2020 » ont été effectués en 2022 mais également 57 anciens numéros.

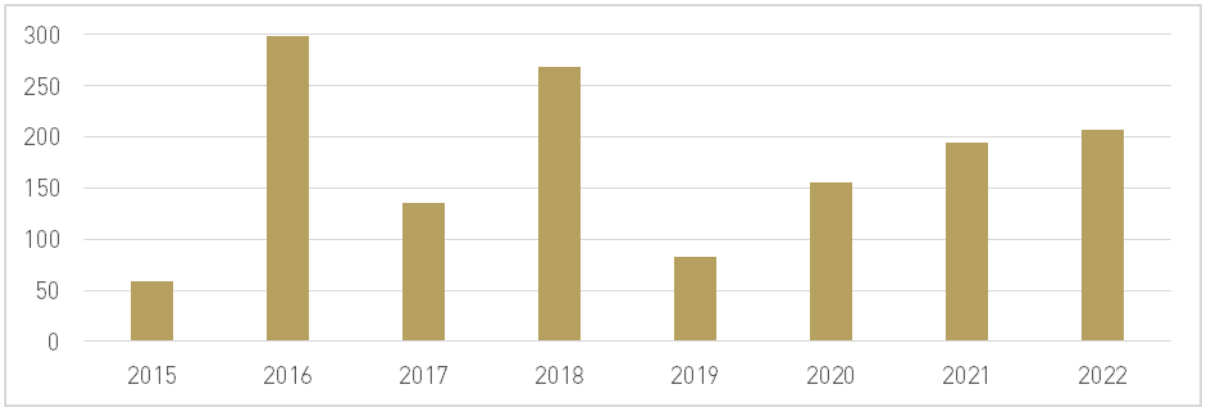


Figure 444 : Nombre de téléchargements des plaquettes Actions phares sur le site web de LOGRAMI (Source : LOGRAMI)

En 2022, cette plaquette de 8 pages s'est focalisée sur la nécessaire pédagogie autour des comptages de saumons constatés actuellement. Les effectifs sont en berne mais les modifications de gestion et

les conditions environnementales exacerbant les problèmes de continuité et détruisant les nids en sont responsables. Tout s'explique donc...Les difficultés rencontrées par les saumons sont identifiées, reste donc désormais à agir.

La situation catastrophique de l'alose est telle qu'elle a été classée en danger critique d'extinction en 2019. Un soubresaut a été constaté en 2020 probablement en lien avec l'absence de pêcherie en raison du COVID et les conditions hydrologiques favorables mais, en 2021, le retour de chiffres extrêmement alarmants a été observé. L'alose qui fréquentait les zones de frayères de très bonne qualité en amont de Decize sur la Loire et sur l'axe Allier régresse et pousse notre structure à aller la chercher encore plus en aval. Aussi, des suivis ont été réalisés en Loire Moyenne entre le Bec d'Allier et Tours où une cinquantaine de zones potentielles de reproduction avaient préalablement été identifiées. Malgré un effort d'échantillonnage conséquent de LOGRAMI, les niveaux de reproduction modestes confirment la précarité majeure de l'espèce révélée depuis plus de dix ans par les stations de comptage.

La dévalaison des smolts sur l'axe Gartempe, après avoir mis en lumière les voies de passage différenciées entre les ouvrages hydroélectriques équipés de dispositifs de dévalaison ou non (études 2017-2018), a été étudiée sur l'ensemble du parcours depuis les zones amont de la Gartempe jusqu'à Descartes en 2019 et 2021. Ces 14 jours de dévalaison sont un chemin semé d'embuches et le résultat est sans appel avec seulement moins de 15% des smolts qui continuent leur trajet vers la mer.

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 »[1]. 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

[1] Loi n° 2015-1779 du 28 décembre 2015 parue au JO n° 0301 du 29 décembre 2015

recensées. Il est vrai que les données issues de ce travail sont de « simples » données chiffrées, lesquelles pourraient être considérées comme des données brutes. Néanmoins, tel n'est pas le cas, ces données font l'objet d'un traitement afin d'obtenir des données chiffrées lesquelles apparaissent dès lors être qualifiées de **données élaborées**.

Conformément à la propriété intellectuelle de l'information, toute publication ou communication d'informations portant sur les résultats ou savoir-faire issus de l'étude doit faire mention des auteurs et de la source d'information : © LOGRAMI.

Afin de faciliter cette obligation, le logo de l'association est mis à disposition des partenaires réalisant des présentations avec un support visuel.

13.2.5.2 Evaluation de la mise à disposition des données

Une information si elle revêt un caractère préparatoire, n'est pas une information publique au sens de l'article 10. Selon l'étude juridique du Cabinet Lamy & associés, avocats pour les associations migrateurs (juillet 2014), en l'espèce, les associations migrateurs peuvent refuser à toute personne qui le demanderait, la communication d'informations lorsque celles-ci sont encore provisoires. Les documents concernés par la communication doivent être effectivement achevés et donc exploitables eux-mêmes.

Données des stations de comptages

Ainsi, sur le seul site web de LOGRAMI, **les données des stations de comptages ont été utilisées en 2022 avec 150 téléchargements (6% des téléchargements).** L'ensemble des stations fait l'objet d'un chargement de la donnée mais les stations de comptage pour lesquelles les données sont les plus recherchées sont **Vichy (51%), Châtellerault (21%), Roanne (9%) et Decize (9 %).** Les données ont été directement chargées en format .csv.

Publications

En 2022, **2 372 éléments ont été téléchargés dont 773 documents** (Publications, Actions phares, Rapport) depuis le site web de LOGRAMI (33%). L'essentiel des téléchargements de documents concerne les rapports d'études. Durant l'année, les rapports du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs ont été téléchargés 315 fois dont 162 fois le rapport le plus récent (2021) mais également 137 celui de l'année précédente (2020) et 16 fois les plus anciens. Ces nombres de téléchargement montrent l'intérêt porté à ce document permettant de présenter l'ensemble des résultats des suivis sur les poissons grands migrateurs. Il est observé chaque année et constitue à lui seul lors de sa mise en ligne un évènement important de connexion. Depuis 2015, 416+/-203 téléchargements des rapports du programme de recherches appliquées ont été effectués par an.

Les outils de sensibilisation sont très téléchargés avec 1 132 téléchargements (48%) dont la plupart concerne le kit pédagogique, les jeux de cartes et es posters des espèces. De même, les données des stations de comptage constituent 150 téléchargements.

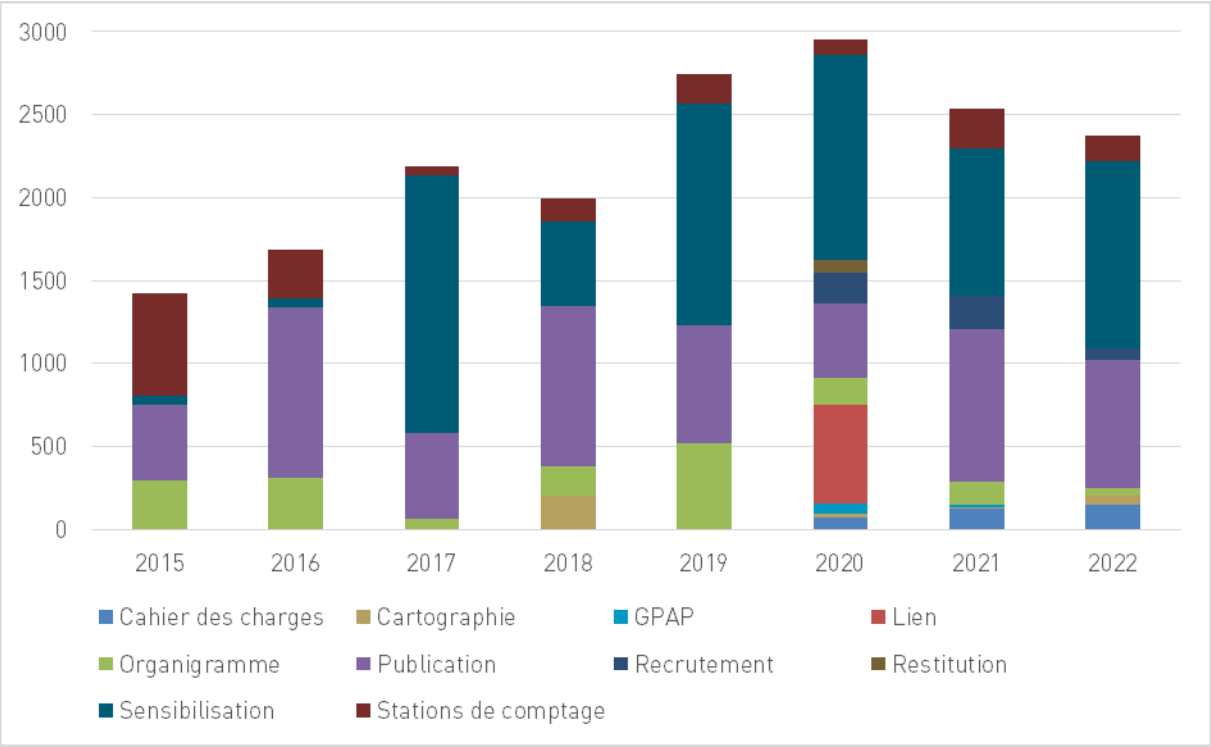


Figure 445 : Téléchargements des publicatons sur le site web de LOGRAMI par thème et par an (Sources LOGRAMI)

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 en plusieurs étapes :

- identification précise des données demandées,
- extraction des données de nos bases,
- réalisation du fichier,
- envoi et suivi des données fournies.

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/.



Températures moyennes journalières de la Vienne à Nouâtre de 2011 à juin 2022

Producteur des données : LOGRAMI
Auteur requête : Portafaix Pierre (pierre.portafaix@logrami.fr)
pierre.portafaix@logrami.fr

Date : 11/08/2022

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 "données"

Rivière	Cours d'eau où se situe la sonde température
Localisation	Commune où se situe la sonde température
Année	Année de la donnée
Date	Date de la donnée
Moyenne	Valeur moyenne des données enregistrées sur la journée au pas de temps horaire
	NR : donnée non renseignée (manquante)

Métadonnées Données

Figure 446 : Onglet de métadonnées issu d'un des fichiers de données envoyé en 2022

En 2022, onze demandes de données ont généré l'envoi de fichiers à des partenaires. Les structures demandeuses concernaient à 48 % des Etablissements publics (notamment dans le cadre des études Hydrologie, Milieux, Usages, Climat) et autres collectivités. Quatre autres demandes, soit 36 %, concernaient des Etablissements publics de recherche (CETE Elmis Ingénieries-Université Tours, INRAe et Pôle Ecohydraulique de Toulouse). Les autres demandes étaient en provenance de bureau d'études (1) et d'EDF (1).

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.

13.3.1.1 Public cible et fréquentation

Audience

Comparativement au site historique de LOGRAMI, 2022 est dans une dynamique un peu plus élevée avec 61 149 visites pour une moyenne historique de 2009 à 2021 de 50 816 (+/-9682) visites.

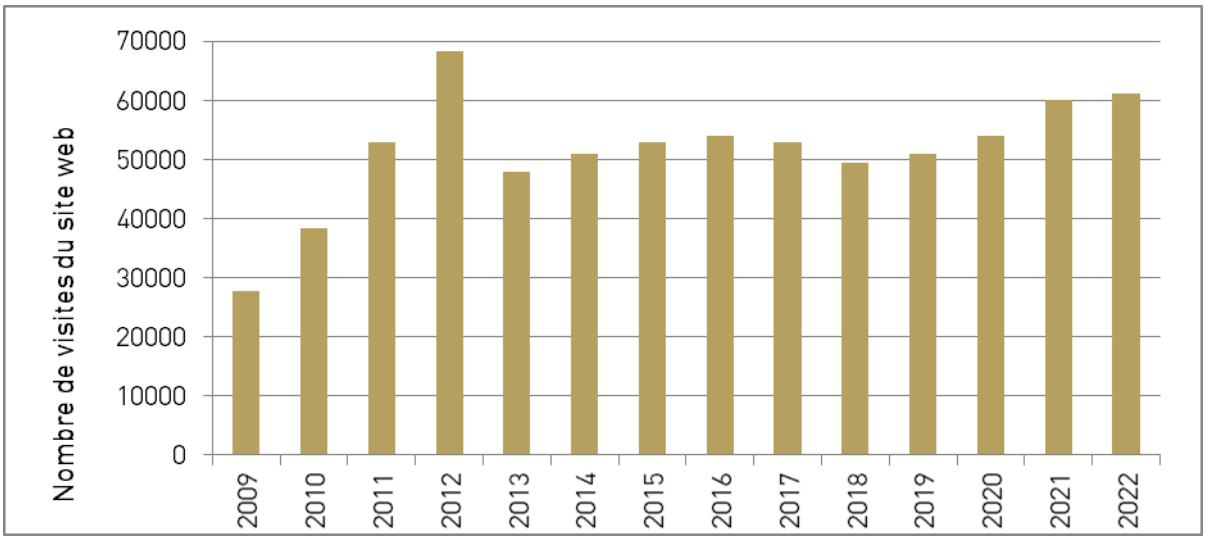


Figure 447 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2022 (Source : LOGRAMI)

En 2022, les statistiques moyennes de visites par jour sont de 208 (+/-69). Cette moyenne est assez stable d'une année sur l'autre (moyenne 2015-2022 = 140+/-72).

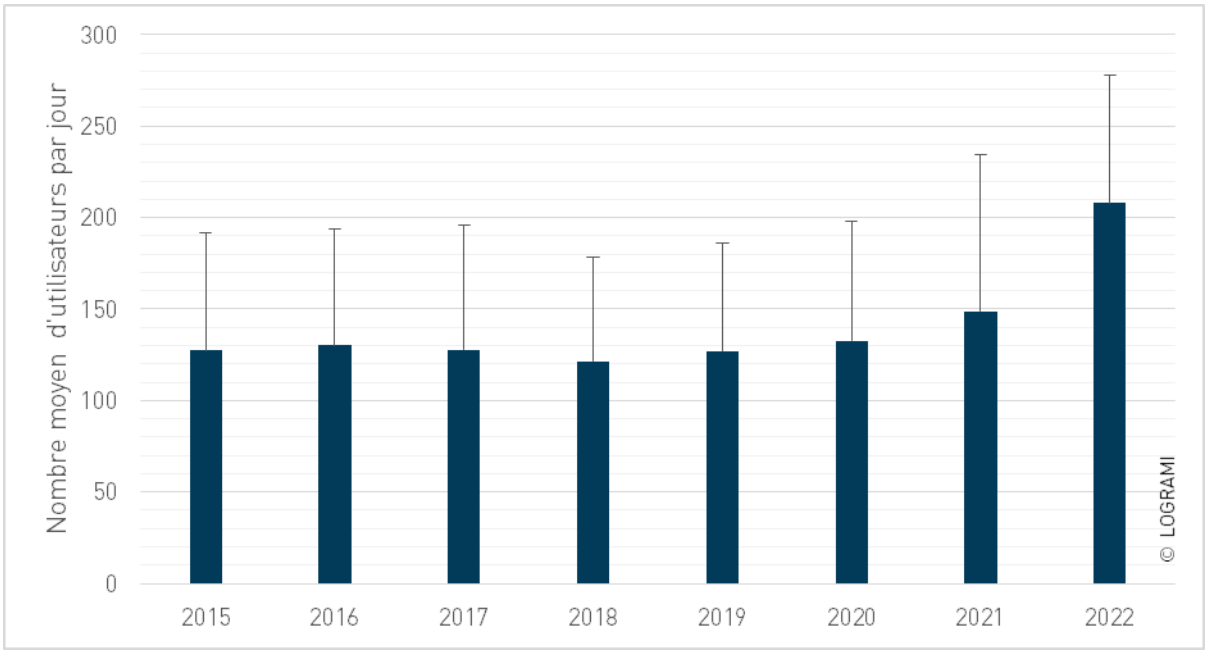


Figure 448 : Statistiques du nombre moyen de visites par jour du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2022 (Source : LOGRAMI)

Cependant, contrairement aux années précédentes, il apparaît nettement que le phénomène saisonnier avec plus de 49 % +/-3 des visites en 120 jours (de mars à juin) n'est pas retrouvé en 2022 (seulement 40%). La différence réside dans un nombre de connexions plus important durant l'été avec 25 % des visites annuelles entre juillet et août.

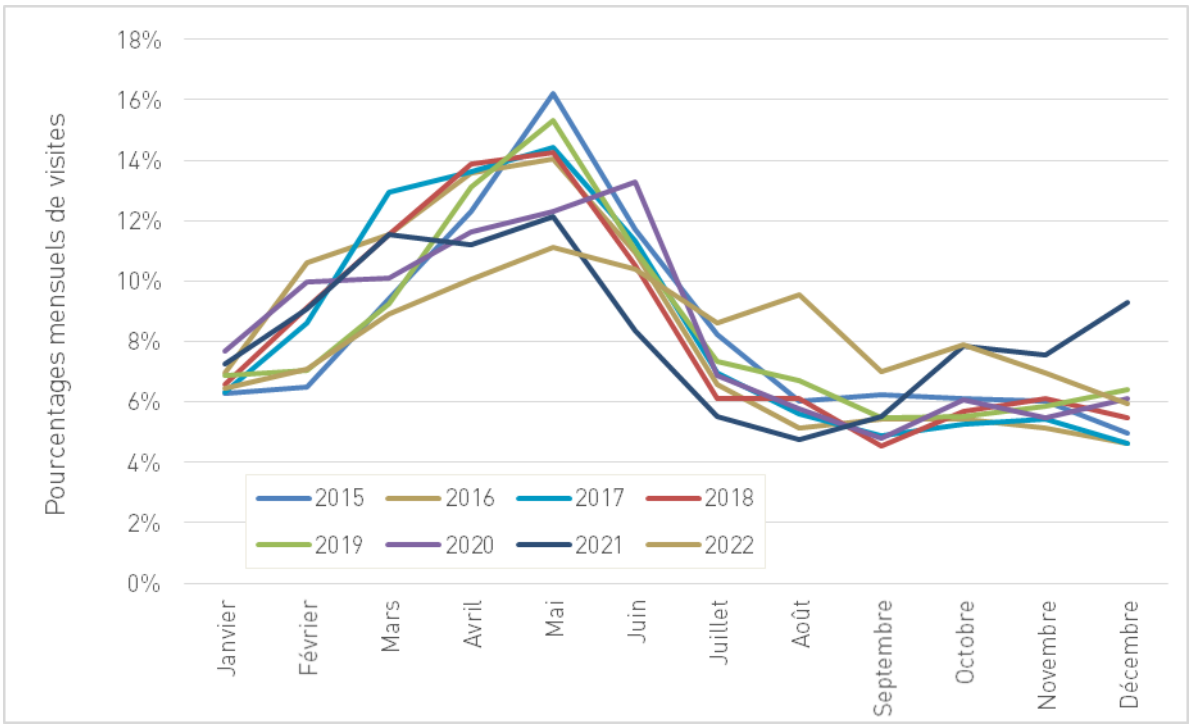


Figure 449 Pourcentages mensuels de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI)

Public cible

En termes de public, la répartition hommes/femmes présente quasiment la parité (43% de femmes en 2022). 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 plus jeunes (18 à 24 ans) en 2022 mais une diminution des 25 à 34 ans.

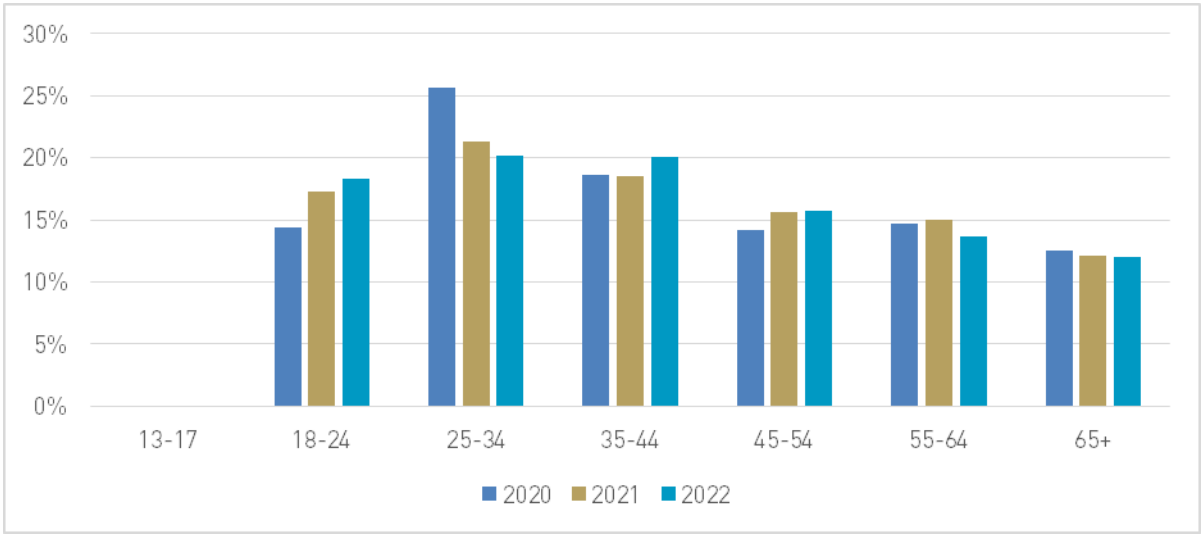


Figure 450 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI de 2020 à 2022 (Source : LOGRAMI)

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 64 ans. A contrario,

Facebook sensibilise les 25-34 en majorité. Ces deux réseaux de communication semblent bien se compléter pour couvrir toutes les tranches d'âge.

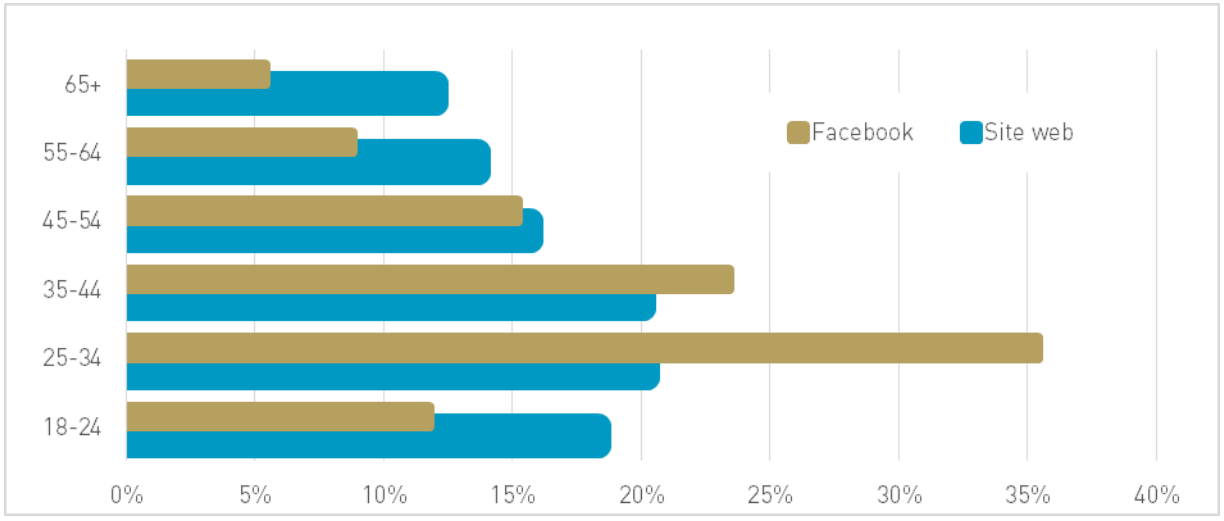


Figure 451 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI et de la page Facebook en 2022 (Source : LOGRAMI)

Origines des visiteurs

L'année 2022 se particularise par une fréquentation du site liée au référencement de l'adresse par les internautes (57% des connexions). La plupart des autres connexions sont issues de recherches internet (plus de 38%).

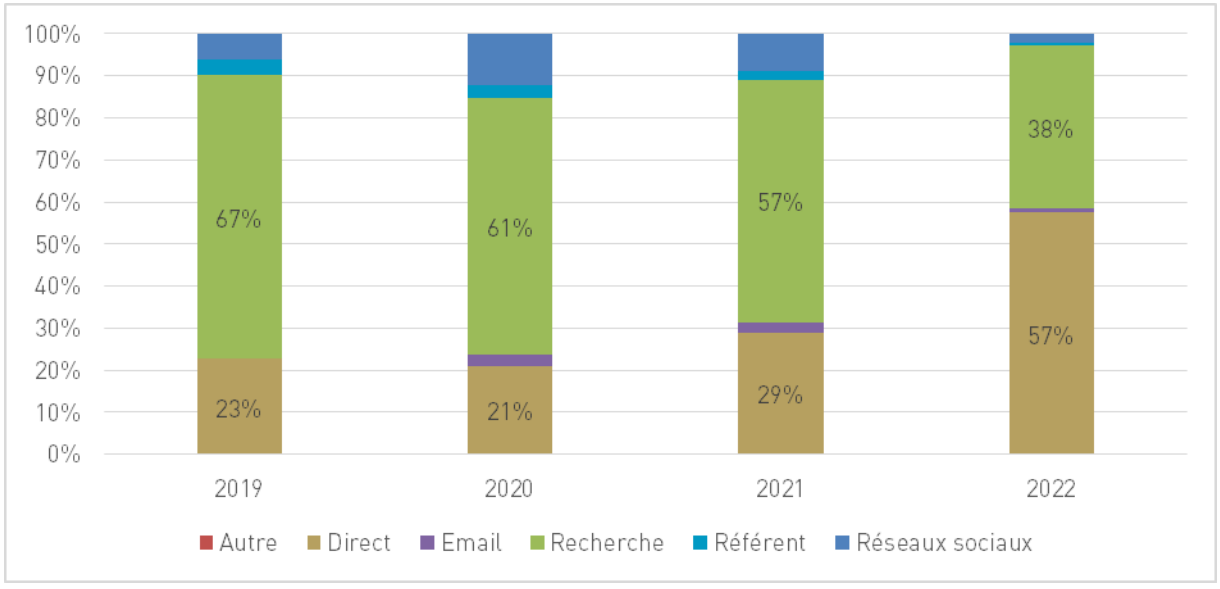


Figure 452 : Proportion du nombre de connexions par type de connexion du site internet de LOGRAMI de 2019 à 2022 (Source : LOGRAMI)

Les ordinateurs sont délaissés au bénéfice des téléphones portables qui représentent 72% des connexions. Le site doit donc être adapté pour la visualisation sur ce type de support.

D'un point de vue géographique, 12 régions sont représentées dans les visites du site Web. Le bassin de la Loire correspond à 49% des visiteurs (moyenne 2015 à 2021 de 55%+/-4). Comme les années précédentes, il y a une forte représentation de la région Auvergne-Rhône-Alpes mais ce pourcentage

diminue régulièrement de 30 en 2015 à 18% en 2022 des visiteurs au profit de l'Ile-de-France (28%), de la région Nouvelle-Aquitaine (15%). Les régions Pays de la Loire (8%) et Centre-Val de Loire (5%) sont également dans les plus fortes représentations.

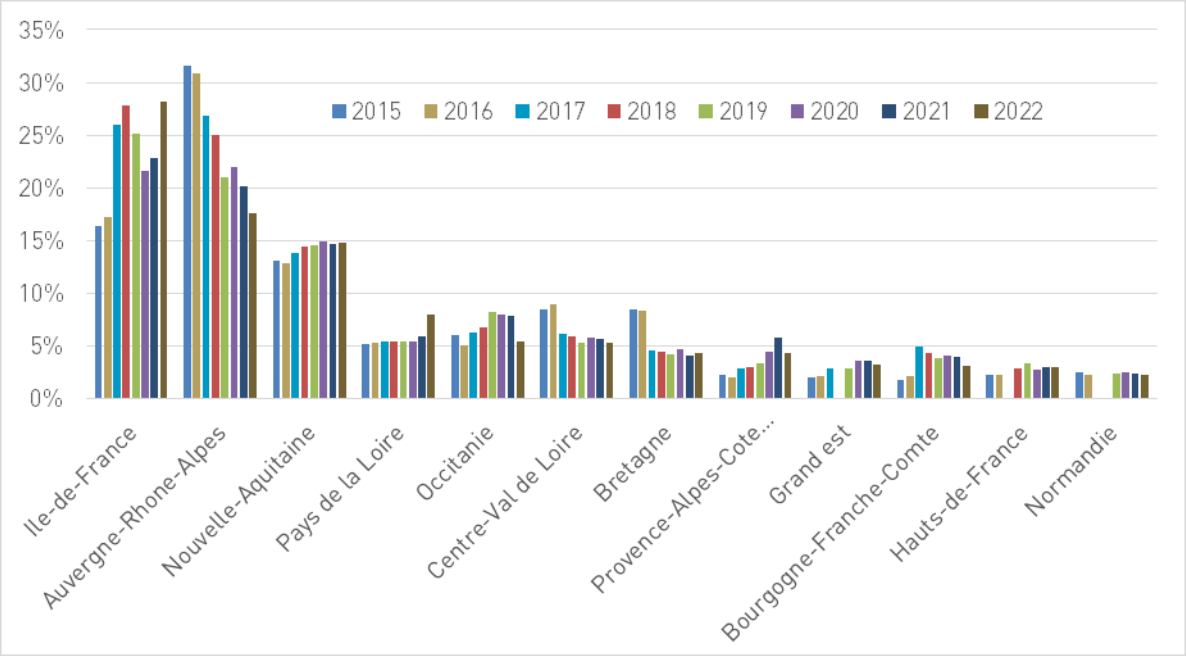


Figure 453 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI)

13.3.1.2 Pages visitées

En 2022, près de 93 000 pages ont été ouvertes. Ces chiffres de fréquentation sont dans la moyenne des années précédentes. De manière récurrente, les pages les plus visitées sont celles de nos actions de suivis avec en moyenne 55 % des pages +/- 24 et les outils de sensibilisation (25 +/- 26%). Les internautes visitent également les pages qui présentent notre structure et notre organigramme (7%).

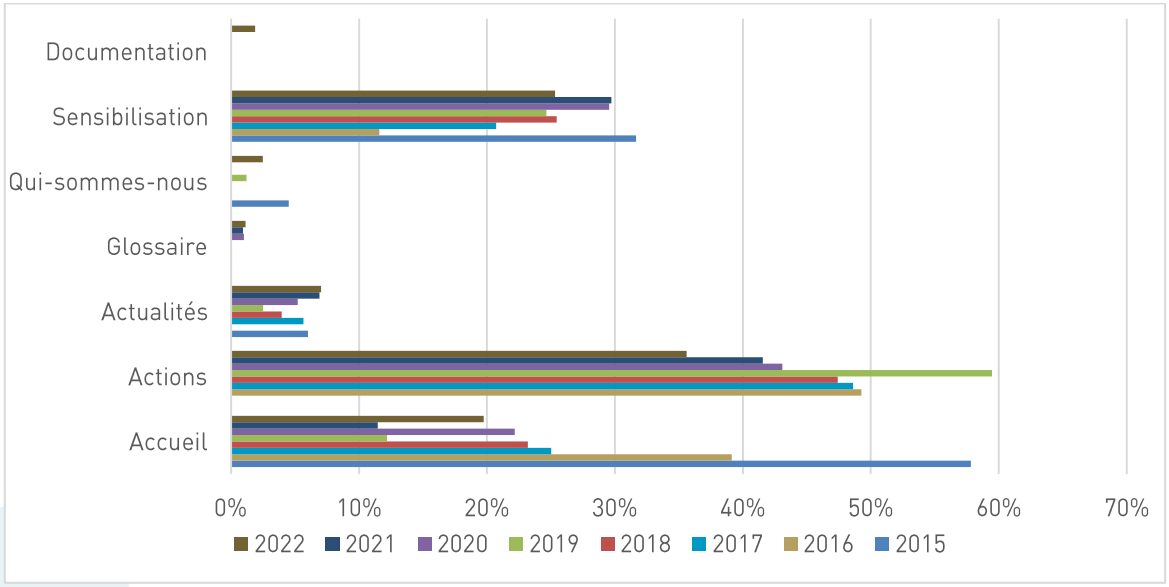


Figure 454 : Pourcentages des pages visités par page du site web de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI)

La rubrique sensibilisation semble progresser d'année en année avec de plus en plus de visites. Certaines engendrent le téléchargement des supports de communication pour la sensibilisation aux poissons migrateurs (1 132 téléchargements en 2022). Ils concernent une cinquantaine de fois chaque poster pour la quasi-totalité des espèces.

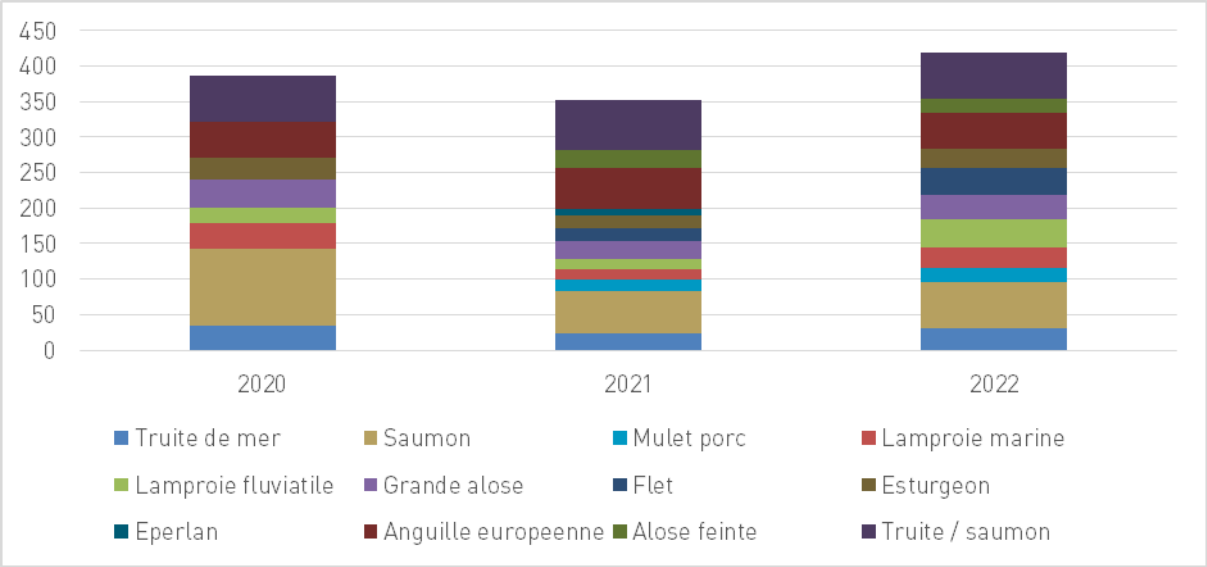


Figure 455 : Nombre de téléchargements des posters par espèce et par an de 2020 à 2022 (Source : LOGRAMI)

Les jeux de plateau et cartes rencontrent également le succès notamment en 2022 avec 530 téléchargements qui concernent l'ensemble des outils disponibles.

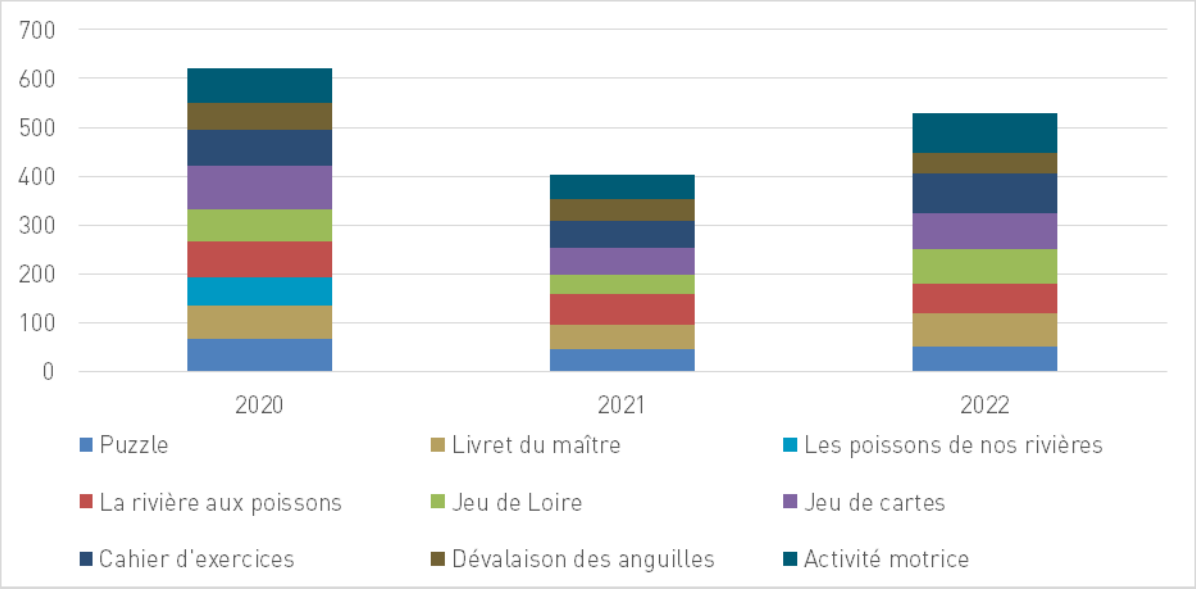


Figure 456 : Nombre de téléchargements de jeux par an de 2020 à 2022 (Source : LOGRAMI)

13.3.1.3 Actualités

Des actualités régulières sur les opérations de mesures du volet recherches appliquées ont été mises en place. Ainsi, 28 articles d'actualités ont été publiés au cours de l'année 2022.

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 2022, 13 « LOGRAMI Actu' » ont été envoyées automatiquement par messagerie aux inscrits. Celles-ci ont été complétées par des « posts » sur le site Facebook.

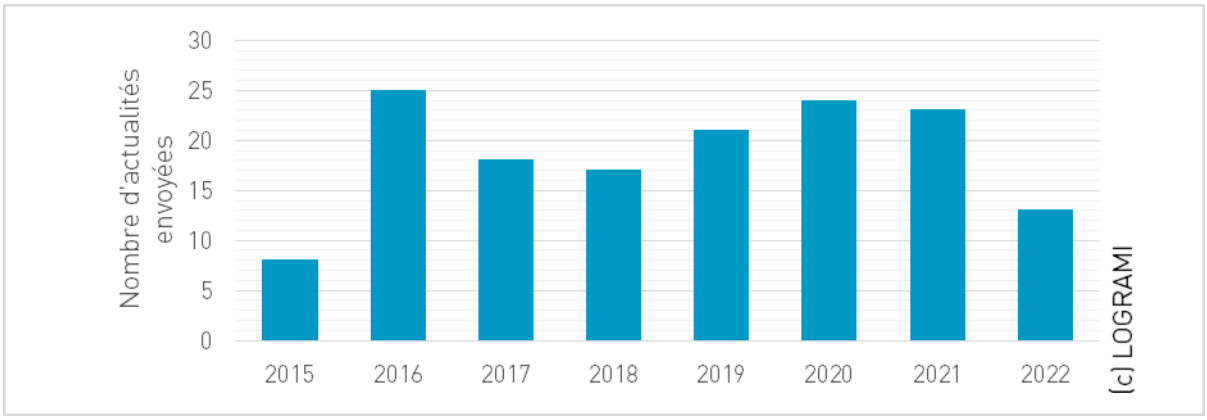


Figure 457 : Nombre de lettres « LOGRAMI Actu' » envoyées par mail de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI)

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 5 564 envois. En moyenne, 428 +/-6 destinataires ont reçu les actualités en 2022.

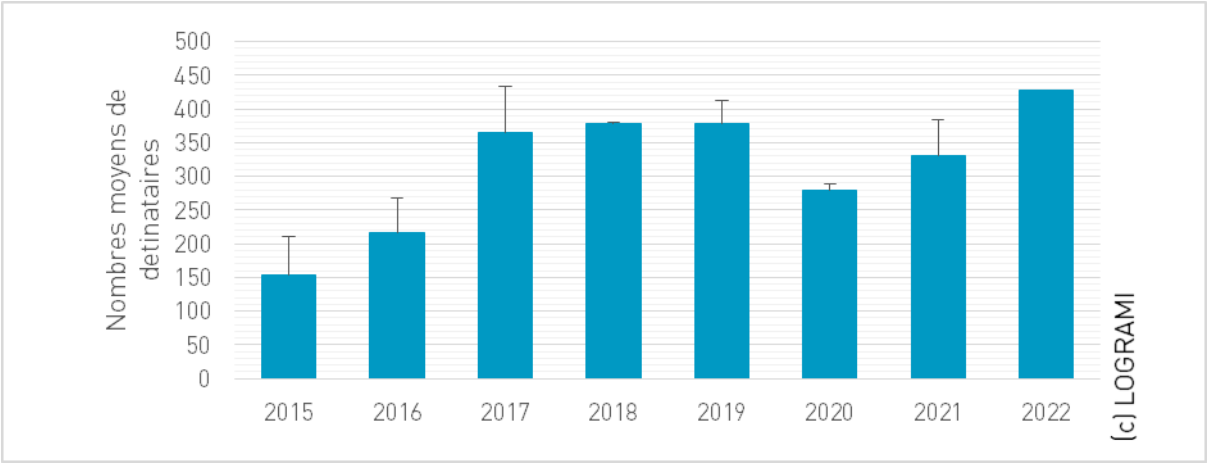


Figure 458 : Nombre moyen de destinataires par lettre « LOGRAMI Actu' » de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI)

Les courriers sont globalement ouverts par la moitié des destinataires et cette tendance est observée chaque année (en moyenne 53% +/-12). L'année 2022 est dans les proportions avec près de 57% des lettres électroniques qui ont été ouvertes.

Ces actualités et les lettres électroniques associées permettent d'inviter les destinataires à lire l'information et aller chercher plus de détails sur notre site web. Elles sont à l'origine de connexions plus intenses sur certaines périodes.

13.3.2. La page Facebook

13.3.2.1 Impressions

En 2022, il y a eu 39 233 vues correspondant au nombre de fois où nos 28 actualités ont été vues sur notre mur et dans les actualités de nos fans. Les posts ayant généré le plus de vues de personnes sont :

- Les premiers saumons de l'année 2022 à Vichy La vidéo = 18 700 vues ;
- Les premiers saumons de l'année 2022 à Decize La vidéo = 3 200 vues ;
- Le premier saumon (mâle) de l'automne 2022 à Langeac La vidéo = 1 700 vues ;
- Les mulets se regroupent pour entamer leur migration d'avalaison : 1 300 vues ;
- Au côté de Christian Guyot, vice-président du Parc Naturel Régional du Morvan, notre directrice Aurore BAISEZ a participé au webinaire "La continuité écologique à quoi ça sert ?". Cet événement, organisé par Eau TV des élus et des rivières, rappelle l'état des connaissances sur la continuité écologique et ses enjeux : 1 200 vues ;
- Le premier saumon de l'année 2022 a été observé à Gueugnon La vidéo = 1 100 vues.

13.3.2.2 Le profil des visiteurs

La page Facebook semble intéresser davantage les hommes avec 77 % des visiteurs. Ces résultats sont constatés régulièrement (75% d'hommes en moyenne +/-2%). La grande majorité, que ce soient les femmes (84%) ou les hommes (86%), ont moins de 55 ans.

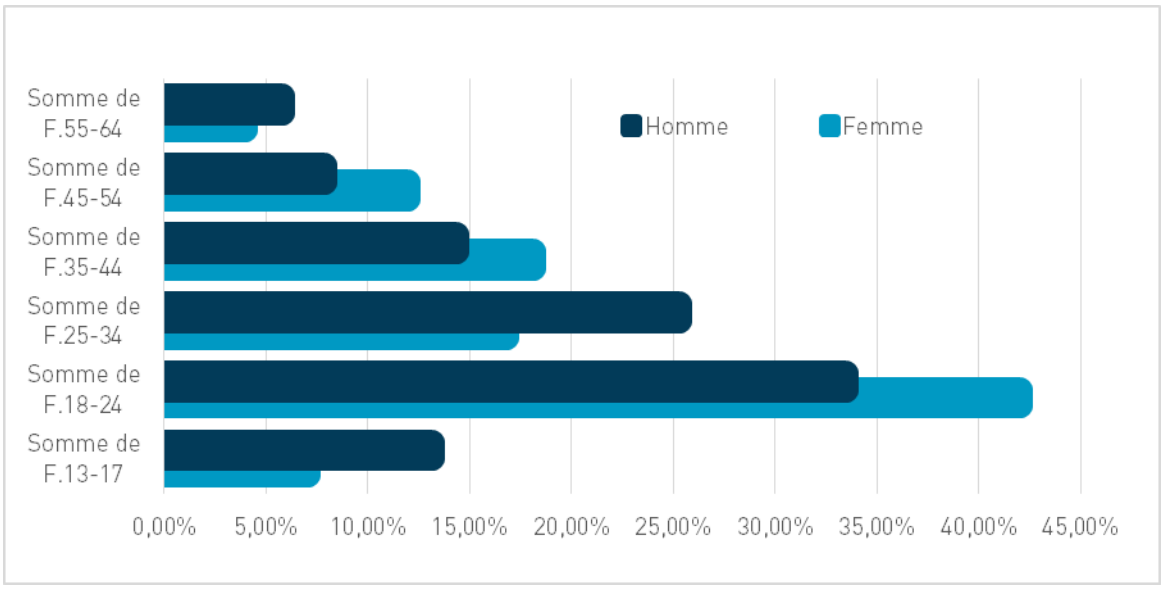


Figure 459 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2022 (Source : LOGRAMI)

13.3.2.3 La portée des messages par thème

Au cours de l'année 2022, 28 messages de publication ont été édités sur la page. Ils ont généré 1 396 réactions, 283 commentaires et 187 partages.

13.3.3. Suivi projet bande-dessinée sur l'anguille

En matière de communication, l'association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI) innove et multiplie les formats de vulgarisation des connaissances biologiques des poissons grands migrateurs par la pédagogie. En attestent les jeux de société, les films, les posters, les sentiers pédagogiques entièrement dédiés à ces étonnants poissons au destin si prodigieux...

Après l'aventure vraie des grands saumons du bassin de la Loire racontée en bande dessinée, et poussée par l'exaltation pour l'Anguille européenne, Aurore Baisez, directrice de l'association, a écrit un carnet de voyages. Années après années de suivis et de connaissances rassemblées par l'association, les différents parcours empruntés par les anguilles jusqu'au but ultime de leur voyage ont contribué à la colonne vertébrale de ce carnet qui rassemblent les aventures des anguilles du bassin de la Loire.

L'année 2022 a donc consisté à donner corps aux dialogues et story-board en collaborant avec une illustratrice, Mme Beauché (AD production), pour mettre en aquarelle toute l'histoire. Les crayonnés ont donc été soigneusement réalisés, puis un encrage à la plume a été effectué avant de passer à l'aquarelle. Au final, les dialogues et textes ont été ajoutés sur la version informatisée.

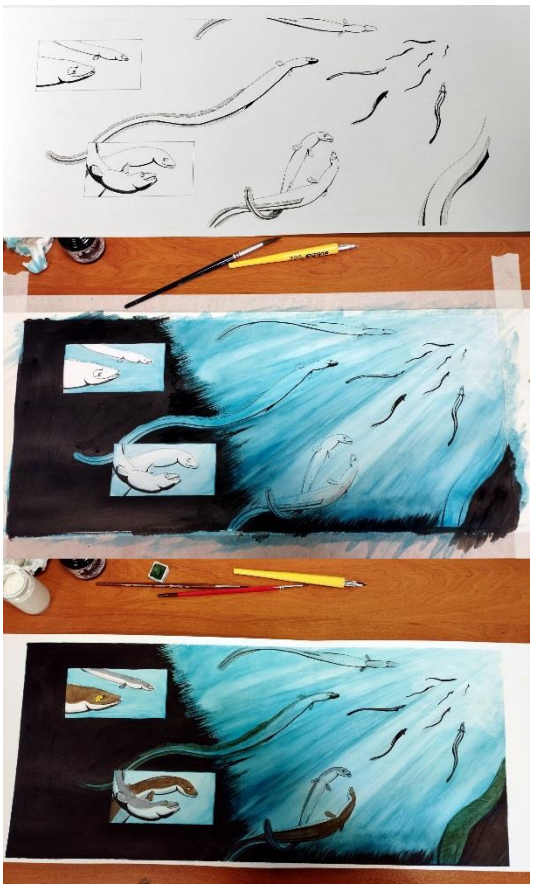


Figure 460 : Etapes de réalisation du carnet de Voyage avec les anguilles (Source Beauché, AD Production)

L'anguille est une très vieille espèce qui a toujours intrigué, encore aujourd'hui, l'homme ignore sa zone exacte de reproduction dans la mer des Sargasses. C'est le point de rencontres de toutes les anguilles européennes car l'espèce est panmictique, cela signifie qu'un mâle peut se reproduire avec n'importe qu'elle femelle d'un autre pays de la zone de répartition de l'Anguille européenne. Tout naturellement cela ne pouvait être que le rendez-vous idéal pour raconter leurs histoires....

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 par Aurore 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 sera donc disponible en 2023 grâce à un imprimeur ligérien !



Figure 461 : Mokup de la bande dessinée « Voyage avec les anguilles » (Source LOGRAMI)

13.3.4. Participation à un projet artistique

Depuis plusieurs années, LOGRAMI a été contacté par le comité des fêtes des Ponts-de-Cé et des membres de l'association « L'Outil en Main » d'Angers au sujet d'un projet de réalisation d'une œuvre représentant une alose dans ses dimensions proportionnelles à la réalité. LOGRAMI les a accompagnés dans ce projet original.

Ainsi, une sculpture d'Alose Feinte a été installée depuis le mois de mai 2022 dans un parc près de la Loire, elle mesure 5,2 mètres pour un poids de 480 kg. Elle a été réalisée en inox pour la tête, la queue et les nageoires. Les 1 300 écailles ont été effectuées en découpes d'aluminium. Cette sculpture est le résultat d'un travail de retraités bénévoles et de la participation d'enfants du centre de loisir pour réaliser quelques écailles.





Figure 462 : Sculpture d'Alose feinte réalisée par l'association « l'outil en Main » d'Angers (Source non déterminée, internet images)

13.3.5. Les 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 2022, ce sont 12 jours qui ont été consacrés spécifiquement à une information vers le grand public.

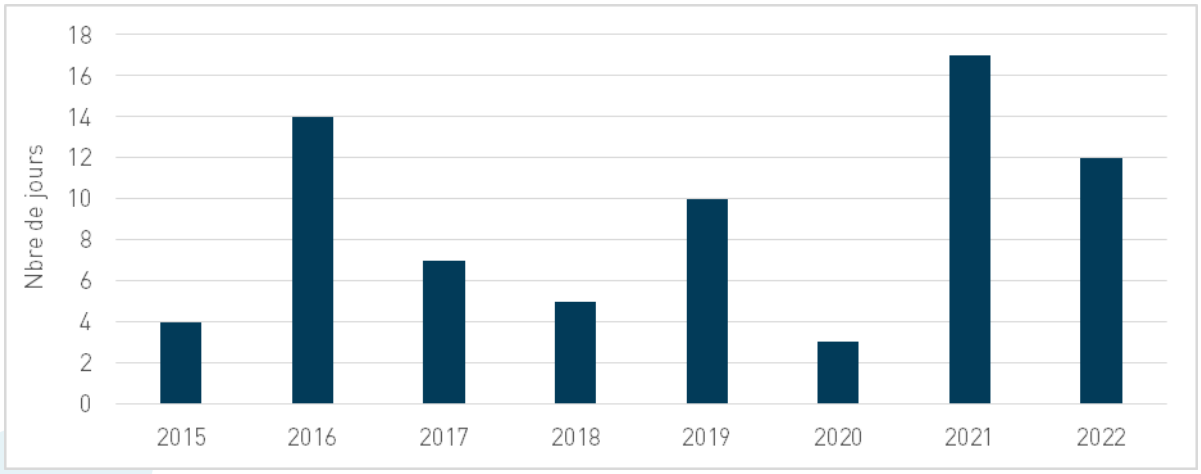
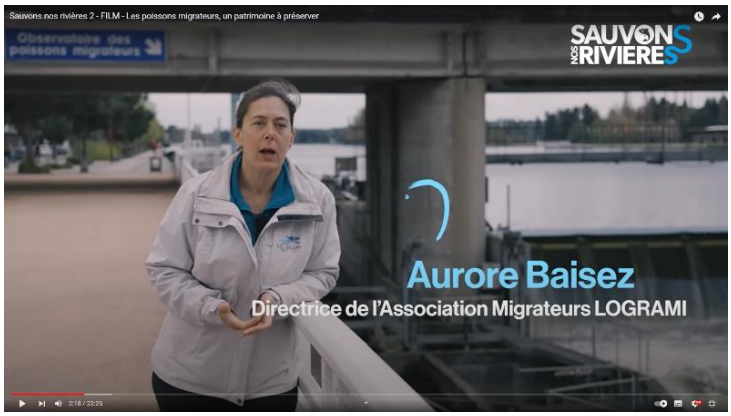


Figure 463 : Nombres de jours d'informations à destination spécifiquement du grand public consacrés par les agents de LOGRAMI en 2022 (Source : LOGRAMI)

5 clips vidéo (propriété LOGRAMI, Auteur prestataire) présentant les opérations d'acquisitions biologiques et de restitution de l'information par LOGRAMI réalisées dans le cadre du Plan Loire ont été réalisés en 2017. Les clips sont complémentaires et se déclinent en 5 épisodes marquants dans le processus de connaissance et de prise de décision de gestion.

Les épisodes peuvent être visionnés sur le site web de LOGRAMI ou directement sur YouTube. A ce jour, ils totalisent 6 560 vues.

13.3.5.1 Sauvons nos rivières



La Fédération Nationale de la Pêche en France (FNPF) a lancé en 2022 le second acte de sa campagne « Sauvons Nos Rivières » avec pour thématique : « Les poissons migrateurs » dits « amphihalins » car partageant leur vie entre milieu marin et eau douce. Une campagne collective nationale faite de vidéos thématiques, balades pédagogiques, campagnes sur les réseaux sociaux, un dispositif complet, porté par la Fédération Nationale de la Pêche en France (FNPF) et les structures associatives, a été mis en place pour informer le public, lui faire découvrir ces espèces extraordinaires parfois méconnues et l'inciter à soutenir la cause ainsi qu'à participer au combat.

Un documentaire basé sur des interviews (voir https://www.youtube.com/watch?v=CJN0AOzlVg8) a été réalisé. Aurore BAISEZ et Timothé PAROUTY ont participé à sa réalisation en traitant des questions de continuité écologique et de changement climatique. Ce reportage a connu, à ce jour, 16 000 vues sur You tube.

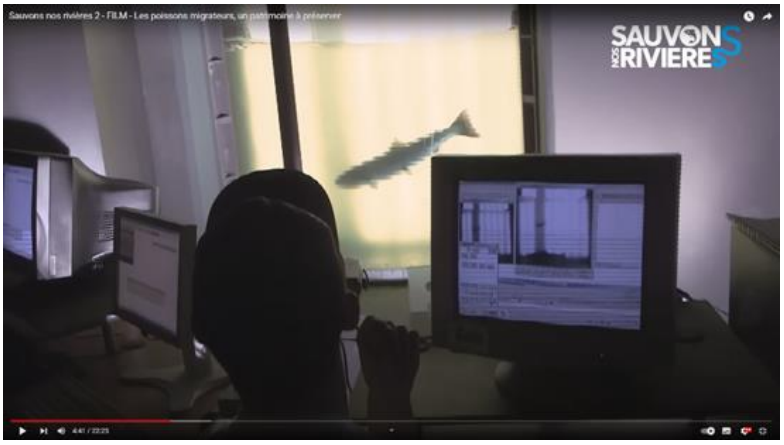


Figure 464 : Extraits du documentaire Sauvons nos rivières acte 2 (Source FNPF)

13.3.5.2 Animation poissons migrateurs à Chécy



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 18 mai 2022 (visite du sentier pédagogique, tables de jeux et conférence) était 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.

13.3.5.3 Rendez-vous de l'histoire à Blois

Dans le cadre du projet Regards sur le Val de Loire Agglopolys, la communauté d'agglomération de Blois et ses partenaires (Mission Val de Loire et Polau-pôle arts et urbanisme) cherchent à appréhender toutes les facettes du fleuve dans le but de mettre en valeur ses bords de Loire. A l'occasion des rendez-vous de l'histoire, une table-ronde « carte blanche » offrait l'opportunité d'explorer le fleuve dans sa grande échelle en allant jusqu'à l'océan, et d'évoquer les sujets qu'ils ont en commun comme les micro-plastiques ou les poissons migrateurs le 6 octobre 2022 de 16h30 à 18h (Salle des Mariages – Hôtel de Ville de Blois).



Parmi quatre conférenciers, Aurore BAISEZ (LOGRAMI) a présenté les thèmes principaux régissant la gestion des poissons grands migrateurs en définissant qui ils sont, quelles études sont menées sur ces espèces et les leviers d'action pour restaurer les populations de poissons diadromes.

Figure 465 : Participants aux Rendez-vous de l'histoire en attente de la conférence à la salle des Mariage de Blois (Source : Nouvelle République Jérôme Duta)

13.3.5.4 « Les pieds dans l'eau » à Decize

En 2022, pour la seconde édition de la manifestation « Les pieds dans l'eau », **le Parc Naturel Régional du Morvan a choisi de mettre en avant la biodiversité et les poissons grands migrateurs**. Dans ce cadre, **une visite de la passe à poissons et station de comptage du seuil de Decize suivie d'une soirée-débat** à 18h : « Entre l'Aron et la Loire : quelle biodiversité et comment la préserver ? » ont été animées par Timothé PAROUTY et Quentin MARCON le 12 juillet 2022.



Figure 466 : Conférence « Entre l'Aron et la Loire : quelle biodiversité et comment la préserver ? » et visite de la station de comptage de Decize sur la Loire animées par Timothé PAROUTY et Quentin MARCON le 12 juillet 2022 (Sources : Syndicat Mixte du Parc Naturel Régional du Morvan)

13.3.5.5 Autres interventions

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.

Documentaires et reportages

Un reportage sur le silure, filmé le 5 mai 2022 et **diffusé au Journal télévisé de 20h** sur France 2 le 2 juillet 2022, a été réalisé avec la participation de Thomas LESNE qui est intervenu sur la question de la prédation du silure sur les poissons migrateurs : https://www.france.tv/france-2/journal-20h00/3578968-edition-du-samedi-2-juillet-2022.html (27 min 45).



Figure 467 : Capture d'écran de l'interview de Thomas LESNE de LOGRAMI lors du reportage de France 2 sur le silure diffusé le 2 juillet 2022

Un documentaire Arte sur la lamproie "La beauté cachée des laids « Délit de sale gueule»" a été diffusé le 28 octobre 2022 avec la participation de Pierre PORTAFAIX de LOGRAMI lors du **tournage au niveau de la station de comptage de Descartes sur la Creuse.**

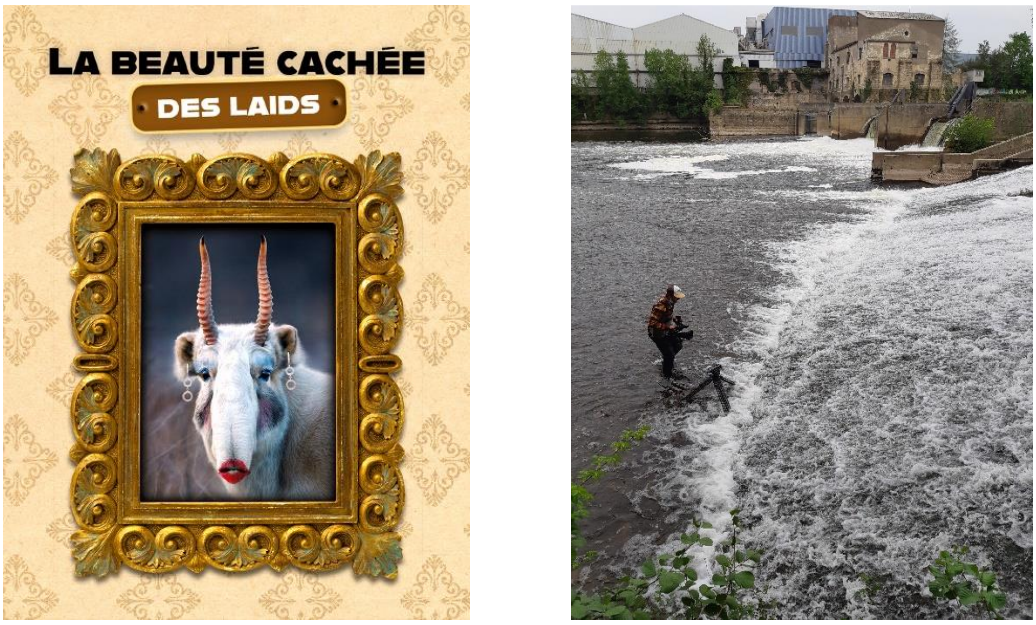


Figure 468 : Affiche du documentaire Arte « La beauté cachée des laids » (à gauche) et prise de vue à Descartes sur la Creuse (à droite)

Enfin, **une interview radio** d'Angéline SENECAL sur France Bleu Poitou autour de la problématique des faibles débits et des conséquences sur les poissons migrateurs a eu lieu le 26 juillet 2022.

Animations

En juin 2022, **une animation vers les enfants scolarisés à l'école primaire de Cayres (43)** en classe de CE2-CM1-CM2 a été réalisée par Quentin MARCON à Poutès. Celle-ci était orientée sur la découverte du saumon et de son cycle de vie.



Figure 469 : Quentin MARCON en animation auprès des scolaires de l'école primaires de Cayres (43) le 5 juin 2022

En 2022, **quatre visites de la station de comptage de Roanne** ont été effectuées les 20 juin, 18 juillet, 26 juillet et 18 août 2022 par Cédric LEON et Alexandre GAUGIRARD. Le 20 juin, il s'agissait d'une visite dans le cadre d'une randonnée pédagogique avec quatre classes de primaire sur le fleuve Loire avec la Ligne d'enseignement de la Loire. Les trois autres animations ont concerné trois groupes de 10

personnes de tout âge avec la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique de la Loire dans le cadre du Contrat Vert et Bleu en Roannais.



Figure 470 : Animations à Roanne avec la Ligue d'enseignement de la loire (à gauche) et la Fédération de la Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique (à droite) (Sources : Ligue d'enseignement de la Loire et FDPPMA de la Loire)

13.3.6. L'exposition itinérante

L'exposition itinérante « Grands Migrateurs de Loire » réalisée par LOGRAMI dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature a pour objectif de sensibiliser le plus grand nombre aux poissons migrateurs, à leurs problématiques ainsi qu'à l'état des populations sur le bassin versant de la Loire.

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 471 : 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 2022

Nombre d'emprunts

En 2022, l'exposition a été empruntée à 3 reprises, avec pour deux d'entre elles deux lieux d'exposition consécutifs différents.

Les deux jeux d'exposition ont été mobilisés pour une durée totale de 93 jours dont 59 jours d'exposition au public et 34 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 plus faible que la moyenne 2010-2021 (165 jours) (Figure 472).

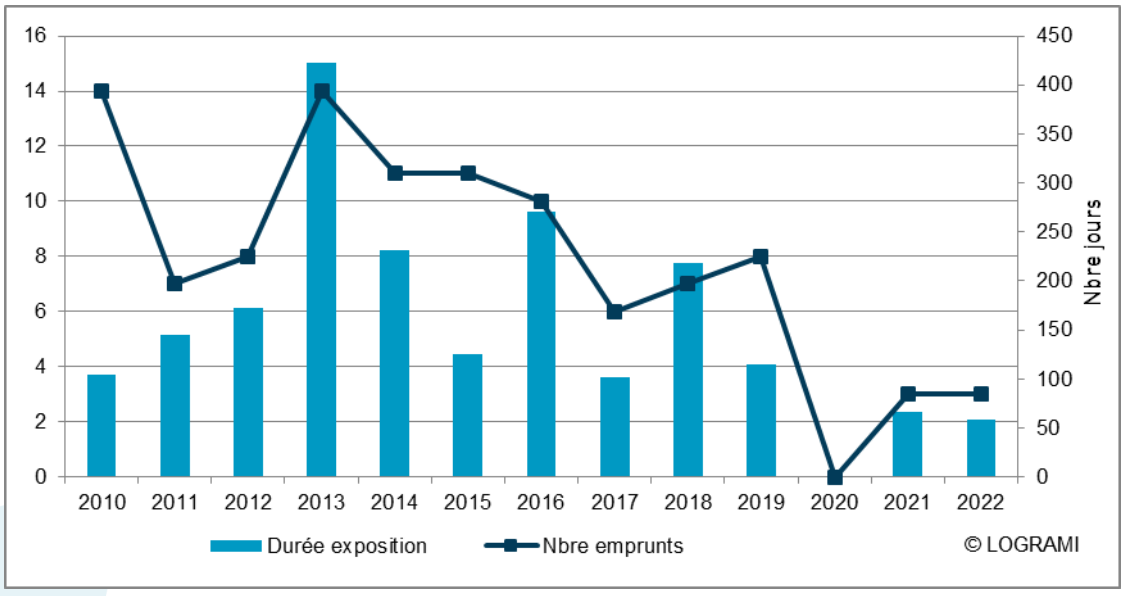


Figure 472 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2022 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. En 2022, les 3 emprunts ont concerné une moyenne de 11 visuels sur une moyenne de 12 visuels disponibles (14 pour un jeu d'exposition et 10 pour le second).

Lieux d'exposition

L'exposition a été accueillie dans deux départements différents en 2022 : le Maine-et-Loire et la Nièvre.

Dans le Maine-et-Loire, les totems ont été exposés en trois lieux différents : tout d'abord empruntée par la Mairie de Cheffes, ils étaient visibles à la bibliothèque de Cheffes puis au lycée Joachim du Bellay à Angers où elle a été le support d'animations auprès des lycéens. Ensuite, elle a été empruntée par la Fédération du Maine-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique pour une exposition et des animations à la Maison Pêche Nature.

Dans la Nièvre, l'exposition faisait partie du programme de l'édition 2022 de « Les pieds dans l'eau » organisée par le Parc Naturel Régional du Morvan avec deux lieux d'exposition consécutifs : à la médiathèque de Decize puis à la bibliothèque de Cercy-la-Tour.

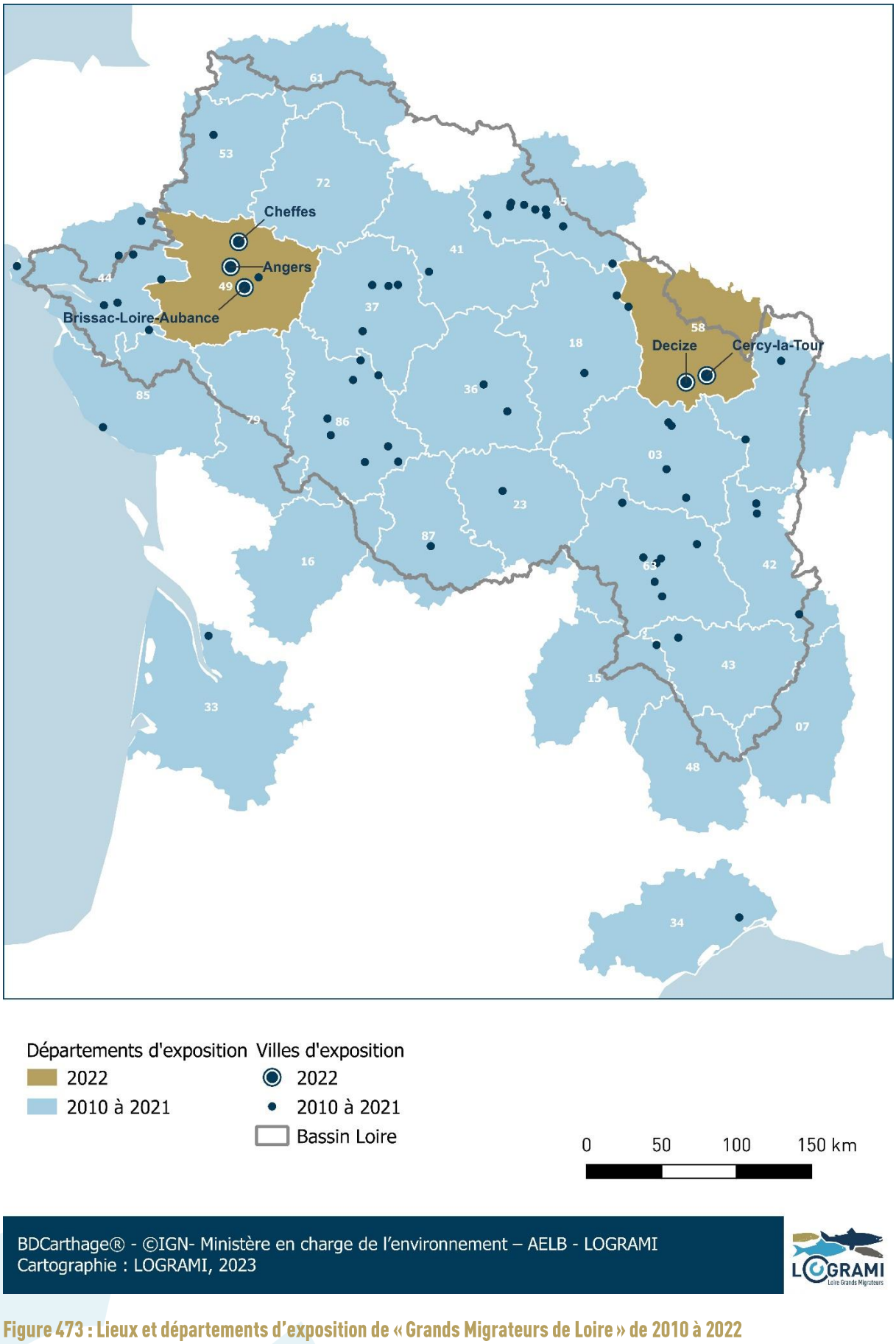


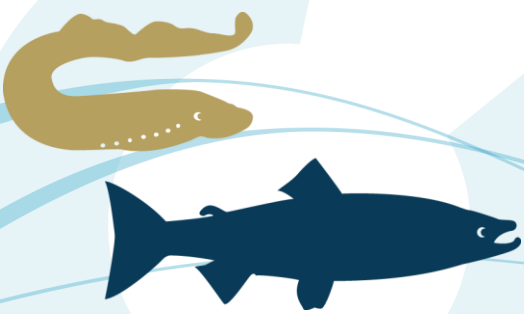
Figure 473 : Lieux et départements d'exposition de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2022

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 2022, la valorisation vers les acteurs et gestionnaires a été accomplie aux plans national et international notamment par l'intégration des données dans la cadre de la révision des plans de gestion français du saumon et de l'anguille, la mise à jour des indicateurs par le groupe DATAPOMI, la mise à jour du portail national PONAPOMI et la rédaction du Plan National Migrateurs Amphihalins. 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 (189 en 2022 contre en moyenne 80 les années précédentes). 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 2022, les deux journées de restitutions techniques organisées à la fois en présentiel et en visio-conférence par LOGRAMI ont totalisé 95 participants de 69 organismes différents répartis sur 21 départements. La plaquette « Actions Phares » synthétisant les grands résultats du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs de 2021 a été imprimée et diffusée à 2 300 exemplaires et téléchargée 115 fois depuis le site www.logrami.fr. Les données des stations de comptages ont été utilisées en 2022 avec 150 téléchargements (6% des téléchargements). Outre les données de comptage mises à jour et à disposition régulièrement sur le site de LOGRAMI, 2 797 éléments ont été téléchargés dont 773 documents (Actions phares, Rapport, Documents). Enfin, chaque année, des données issues des suivis et études sont transmises aux partenaires qui en font la demande. Ainsi, en 2022, 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. Le premier a été visité 61 149 fois (contre en moyenne 50 816 (+/-9682) visites). La majorité des connexions (57 %) sont liées au référencement de l'adresse par les internautes. En termes d'origines géographiques, elles sont dominées par l'Ile-de-France, l'Auvergne-Rhône-Alpes et la Nouvelle-Aquitaine. Sur la page Facebook, il y a eu 39 233 vues en 2022 correspondant au nombre de fois où nos 28 actualités ont été vues sur notre mur et dans les actualités de nos fans. 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 2022 concernant sept agents de LOGRAMI et totalisant 12 jours consacrés à cette activité pour 3 conférences, 4 interviews-reportages et 5 animations. Pour finir, l'exposition itinérante a été empruntée à trois reprises en 2022 et présentée en cinq lieux différents dans les départements du Maine-et-Loire et de la Nièvre.



14. Discussion et aide à la gestion

14.1. Les particularités de l'année 2022

Sur l'ensemble de l'année 2022, le cumul de précipitations affiche des valeurs inférieures à la normale de 10 à 50 % sur la totalité du territoire français (www.eaufrance.fr). Sur le bassin de la Loire, un déficit en pluviométrie est constaté tout au long de l'année. Seules quelques crues notables sont enregistrées lors du début du mois de janvier sur la Loire, le Cher, la Sioule et la Dore.

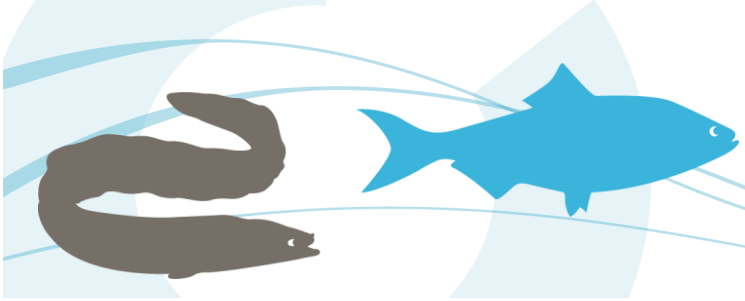
En 2022, les **indices hydrologiques calculés sur chaque station pour chaque saison sont tous déficitaires avec des valeurs en moyenne 2 à 3 fois inférieures aux données antérieures** sur ces différents sites de référence. Les mois de mai et novembre enregistrent les plus faibles indices hydrologiques avec une valeur de 0,3. Ce manque d'eau important n'a pas permis de reconstituer à leur niveau optimal les nappes du bassin de la Loire.

Le soutien des débits par les barrages réservoirs de Naussac (sur l'Allier) et Villerest (sur la Loire) a été réalisé avec des objectifs réduits par rapport à la normale, pour garantir des volumes de réserve suffisants sur toute la période de soutien d'étiage. Ainsi, il a été décidé de fixer un objectif de soutien d'étiage de la Loire mesuré à Gien de 46 m³/s (contre 60 m³/s en année normale) et de 10 m³/s de l'Allier mesuré à Vic le Comte (contre 12 m³/s en année normale).

L'année 2022 est définie par un hiver dans les normales de saison sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire (moyenne = + 0,3 °C +/- 0,4). **Un temps estival anormalement chaud, sec et très ensoleillé s'est installé sur le bassin de de la Loire dès la saison printanière et ce jusqu'au la fin de l'été.** Les températures sont restées supérieures aux valeurs de saison avec une vague de chaleur intense et extrêmement précoce à compter de mi-juin. Sur l'ensemble des principaux axes, les températures ont été particulièrement élevées entre mai et août (en moyenne mensuelle + 2,8 °C +/- 0,9). Le plus fort écart positif enregistré est de + 4,7 °C à la station de Vichy sur le bassin de l'Allier et de Contigny sur la Sioule au mois de mai. La fin d'année 2022 est caractérisée par un automne chaud avec des températures supérieures de + 1,7 °C +/- 0,4 au regard des valeurs de références.

Un différentiel de température est constaté sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Loire, Renaison, Allier, Sioule) modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraiche. Cependant, en 2022, la sonde de Châteauneuf les Bains en aval du barrage de Queuille sur la Sioule a enregistré un écart positif moyen mensuel de + 1,8 °C +/- 0,6 sur l'ensemble de l'année. Ces valeurs sont toutefois compatibles avec la survie des géniteurs et des juvéniles de saumons.

En 2022, le déficit de pluviométrie 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 donc probablement causé une faiblesse des remontées, la réduction de la progression des migrateurs sur les différents axes et une importante mortalité estivale des géniteurs de saumons en autres. Ce scénario se reproduit plus fréquemment ces dernières années. **Il est urgent d'agir sur la continuité écologique et sur les débits biologiques.**



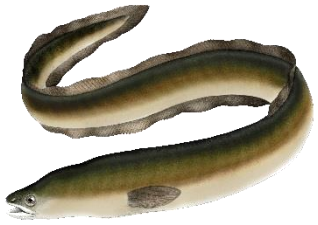
14.2. Bilan des espèces au sein du bassin de la Loire

14.2.1. L'Anguille européenne

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) (Linné, 1758) est une espèce migratrice amphihaline thalassotoque, c'est-à-dire qu'elle est obligée, pour réaliser son cycle biologique, de vivre en eau saumâtre comme en eau douce et de rejoindre son lieu de reproduction situé en mer.



Les anguilles argentées quittent les rivières et entament leur migration vers la mer pour se reproduire à 7 500 km dans la mer des Sargasses. Les potentialités de survie des géniteurs après la ponte restent encore inconnues, mais il est supposé qu'ils meurent après s'être reproduits (espèce sémelpare).



Les différents suivis portés par le programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs et le réseau Anguille montrent :

- **Des effectifs très faibles** dans le bassin versant mais une **colonisation assez large des habitats** (individus présents en amont de Poutès à plus de 850 km de la mer).
- **Un effectif global sur le bassin Loire en augmentation légère ces dernières années** (mais reste très en-deçà de la capacité d'accueil du bassin).
- **Une avancée du front de colonisation** des jeunes stades ces dernières années en **concordance avec les indicateurs** station de comptage et réseau de suivi des anguilles (=échantillonnage sur les juvéniles).
- **En 2022,** les conditions hydrologiques ont été très défavorables à la montaison des anguilles jaunes sur l'ensemble du bassin de la Loire. Par conséquence, les effectifs aux stations de comptage ont été faibles.
- **Le diagnostic de la population d'anguilles jaunes effectué au sein de trois marais du marais** de la Vie est sans appel. Si ces marais ne font pas l'objet d'une reconnexion et d'un curage, dans quelques années ils posséderont des populations relictuelles. Les travaux de reconnexion sont indispensables dans ces marais à fort potentiel d'accueil pour l'Anguille européenne.
- **Le constat de mauvais résultats** en termes de réponse au **règlement européen sur la reconstitution de la population d'anguille**. Le **bassin de la Loire**, avec le bassin Garonne-Dordognne, sont **les plus mauvais élèves** français en termes d'objectif **d'échappement en anguilles argentées**.
- **La pêche est autorisée sur tous les stades** (exception au règlement européen), avec par exemple **25 tonnes de civelles** capturées chaque année et environ **20 000 anguilles argentées capturées** (taux d'exploitation estimé à 20% - Boisneau, 2020).

Les enjeux pour cette espèce sont :

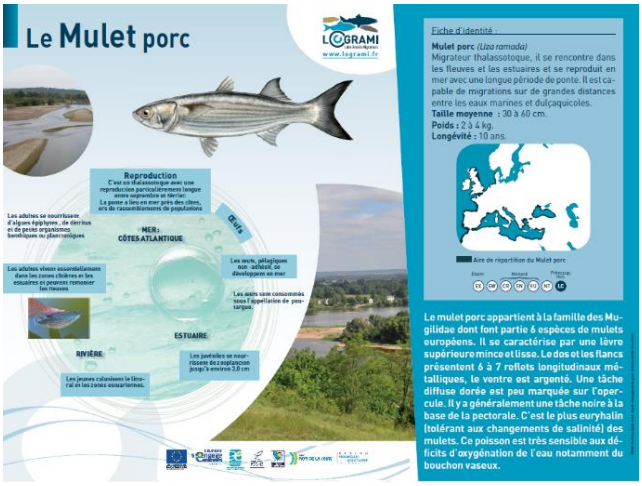
- La mise en place des quotas sur la civelle qui soient en adéquation avec l'état de la population. Le quota règlementaire n'a jamais été atteint ces 8 dernières années. Cette

mesure de gestion est donc en l'état inefficace. De nouvelles modalités de gestion impulsées par l'Europe en 2023 devraient permettre une meilleure gestion des pêcheries sur chacun des stades.

- L'amélioration de la dévalaison des anguilles argentées (trop d'individus dévalent par des voies de dévalaison non adaptées).
- L'impact de la qualité de l'eau sur le cycle de vie (individus présents dans les bassins entre 5 et 12 ans et présentant donc une forte bio-accumulation).
- La restauration des marais qui sont des habitats extrêmement productifs s'ils sont en bon état et accessibles à la montaison et dévalaison.

14.2.2. Le Mulet porc

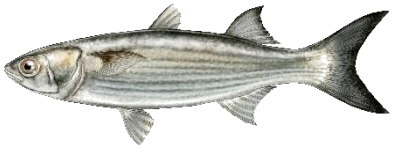
Le Mulet porc est une espèce amphihaline thalassotoque, capable de migrations sur de grandes distances entre les eaux marines et dulçaquicoles à des fins trophiques, voire de maturation sexuelle. Il se rencontre dans les fleuves, les estuaires et les zones intertidales, et aux stades les plus jeunes dans les zones humides littorales (marais et lagunes). Les déplacements des adultes sont d'amplitude et de durées supérieures à ceux des jeunes. La migration anadrome s'effectue du printemps au début de l'été et la migration catadrome en automne. La ponte se déroule en mer de l'automne à l'hiver. Le recrutement des juvéniles en zones littorales s'étend de l'hiver au printemps, à l'âge de 3 à 4 mois.



Compte tenu de la pêche commerciale existant sur cette espèce et des connaissances encore parcellaires à son sujet, les priorités concernant cette espèce sont :

- l'acquisition de connaissances, en particulier dans les estuaires et les cours aval des fleuves, en Loire aval, dans la Sèvre niortaise et les côtiers vendéens ;
- le suivi de l'activité de pêche qui s'exerce sur cette espèce.

Les différents suivis portés par le programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs montrent :



- **Des effectifs relativement faibles** observés quasi-exclusivement aux stations de comptages du bassin de la Vienne, avec une tendance à la diminution des effectifs depuis 2015 ;
- Depuis 2012, **l'espèce est observée à Decize** alors qu'elle n'avait jamais été observée entre 2009 et 2012.

Les enjeux pour cette espèce sont :

- **L'amélioration de la dévalaison des mulets** (trop d'individus dévalent par les passes de montaison à défaut de systèmes prévus pour leur dévalaison) ;
- **La diminution de la perte en ligne liée à la prédation** ;

- **L'amélioration des conditions de migrations estuariennes** (arrêt de dragages aux périodes non appropriées et paramètres environnementaux pour éviter les mortalités liées à l'anoxie).

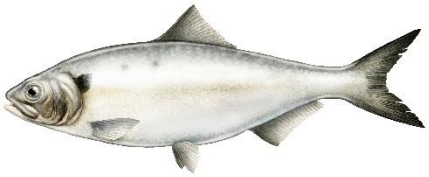
14.2.3. Les aloses

La Grande alose (*Alosa alosa*) est un poisson de la famille des Clupéidés. Elle peut mesurer à l'âge adulte entre 50 et 60 cm avec un poids de 1 à 2 kg pour la Grande alose. C'est un poisson amphihalin et potamotoque. Sa reproduction à lieu entre mai et juillet (si la température de l'eau dépasse 16 °C).



Les aloses se reproduisent sur des sites répondant à des exigences physiques précises. La fraie des aloses s'effectue dans des cours d'eau d'une largeur comprise entre 50 et 200 m. La reproduction s'effectue sur des plats courants profond (oscillant entre 0,5 et 3 m de profondeur) avec une vitesse d'écoulement supérieure à 1 m/s directement suivis de radiers. Les frayères se situent dans des secteurs à « fond mobile » possédant une couche superficielle composée de substrat grossier de 0,2 à 18 cm de diamètre avec une proportion de gravier, de sable et de vase très faible.

L'acte de reproduction chez l'alose est appelé « bull » et est nocturne. Les aloses se réunissent en surface et tournent en claquant la surface de l'eau avec leur nageoire caudale, créant ainsi un bruit caractéristique. Dans le tourbillon créé, la semence du mâle et les ovules de la femelle se mélangent. Les œufs fécondés partent dans le courant et se déposent dans le substrat du radier situé en aval.



Les différents suivis portés par le programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs montrent :

- **Une diminution des effectifs depuis 2009** : exceptée l'année exceptionnelle de 2020 (arrêt de la pêche liée au COVID). **Les effectifs 2009-2021** (hors 2020) **sont plus de 7 fois moins importants** que la moyenne 1998-2008.
- **Une désertion des aloses** dans le bassin de la Loire à l'exception du bassin de la Vienne : **90% des effectifs comptabilisés** concentrés **dans ce bassin**.
- Le suivi de la reproduction des aloses montre une **rupture avant/après 2009** avec un **nombre de bulls par nuit** sur la frayère de référence de Châtellerault **divisé par 3,5. Il y a concordance des indicateurs** stations de comptage et suivi de la reproduction.
- **Des zones de frayères** existantes **en aval des stations de comptage mais peu fréquentées** (hors frayère en aval immédiat de Châtellerault – Vienne) : **division respectivement par 2, 3 et 5** du nombre moyen de bulls par nuit pour la Loire entre le bec d'Allier et l'aval de Decize, la Loire moyenne entre Blois et Belleville, et l'Allier en aval de Vichy, comparativement à la frayère en aval de Châtellerault.
- En 2022, des données obtenues par la méthode de **l'ADN environnemental confirment la présence d'aloses mais très en aval sur les principaux axes à migrateurs :** Vienne, Creuse, Cher, Sarthe. Néanmoins, cette méthode a permis d'attester la présence des aloses sur des

axes peu suivis et notamment où il n'y a pas de station de comptage. Par ailleurs, les travaux de NATEXPLORERS ont permis de détecter l'alose sur la Loire jusqu'en amont de Nevers.

Les enjeux pour cette espèce sont :

- **Une perte en ligne trop importante depuis l'estuaire** due à des prélèvements par la pêcherie professionnelle et amateur, des problèmes de continuité écologique, de prédation par le silure (qui est exacerbée lorsqu'il y a des zones de blocage).
- Après **plus de 10 ans d'effondrement des populations**, nous considérons que l**a pêche n'est aujourd'hui plus durable sur cette espèce.**
- **L'amélioration des conditions de migrations estuariennes** (arrêt de dragages aux périodes non appropriées et paramètres environnementaux pour éviter les mortalités liées à l'anoxie).
- **L'élévation des températures** (changement climatique) et une **diminution importante des débits** : une réflexion est à mener sur les débits biologiques.

Il est urgent d'agir. **La baisse du nombre d'aloses se reproduisant dans la Loire est très alarmante.** Classée depuis 2019 « en danger critique d'extinction » au niveau national, l'alose ne cesse de se raréfier depuis 2007. La redondance de ces mauvais résultats ne s'explique pas exclusivement par les facteurs environnementaux, puisque durant ces quinze dernières années les données hydrologiques et thermiques ont alterné entre conditions favorables pour une migration sur le bassin (2014, 2016, 2018 et 2020) et conditions très défavorables (2009, 2011, 2012, 2017, 2019 et 2022). D'autres facteurs, comme les problèmes liés à la continuité écologique, la pêche (révélée par l'année 2020) ou encore la prédation, mériteraient **des mesures ambitieuses si l'on ne veut pas voir disparaitre définitivement les populations d'aloses de Loire.**

14.2.4. La Lamproie marine



La migration de montaison des géniteurs de lamproies marines, s'étend du mois de décembre à la mi-juin avec un pic en mars-avril et s'effectue essentiellement de nuit. La température de l'eau et les niveaux d'eaux sont des facteurs importants de déclenchement de leur migration. De forts débits favoriseraient l'arrivée massive de migrants au sein des bassins versants ainsi que leur migration.

Une absence de homing (retour sur le lieu de naissance pour la reproduction) chez les lamproies marines a été constatée. Elles sont attirées, grâce à leur système olfactif, par les cours d'eau dans lesquels se trouve une quantité importante d'ammocètes (larves de lamproies). En effet, les ammocètes libèrent, via leurs fèces, des phéromones migratoires attractives. Une eau contenant des larves est très attractive car une seule larve peut « activer » près de 4 000 litres d'eau par heure. Ces phéromones s'avèrent donc induire le choix de l'axe migratoire des géniteurs. La concentration élevée du fer chez les ammocètes pourrait également jouer un rôle dans l'attraction des géniteurs, avec ou sans les phéromones.



Les différents suivis portés par le programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs montrent :

- **La diminution des effectifs depuis 2017** : exceptée l'année exceptionnelle de 2020 (notamment arrêt de la pêche liée au COVID), **les effectifs ont été divisés par plus de 12** par rapport à la moyenne 2017-2021 (hors 2020) à la moyenne 2007-2016.
- **La désertion de la Lamproie marine** dans le bassin de la Loire amont à l'exception du bassin de la Vienne : **100% des effectifs** comptabilisés sont concentrés **dans ce bassin depuis 5 ans.**
- Les suivis des juvéniles (ammocètes) confirment le **déficit de production de juvéniles ces dernières années suite aux faibles remontées de géniteurs sauf suite à la reproduction de 2020**. Il existe une totale **concordance entre les indicateurs** issus des stations de comptage et les suivis des juvéniles réalisés en aval des stations.
- L'année 2022 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 très défavorables en 2022 pour la montaison, la reproduction et la survie des ammocètes à l'échelle du bassin de la Loire.

Les enjeux pour cette espèce sont :

- **Une perte en ligne trop importante depuis l'estuaire** due à des prélèvements par la pêcherie professionnelle et amateur, des problèmes de continuité écologique, de refroidissement des centrales (pompage), de prédation par le silure (qui est exacerbée lorsqu'il y a des zones de blocage).
- **La pêche est-elle aujourd'hui encore durable** sur cette espèce ? Evaluer la durabilité de la pêche sur cette espèce notamment en ayant accès aux données de pêche.
- **L'élévation des températures** (changement climatique) et **diminution importante des débits** : réflexion à mener sur les débits biologique.
- **La dévalaison dans les ouvrages hydroélectriques :** question liée à la taille réduite des ammocètes et à leur possibilité de franchir les grilles d'évitement des turbines (exemple avec des espacements inter-barreaux de 2 cm).

14.2.5. La Lamproie fluviatile

En Europe de l'Ouest, la reproduction débute fin avril et se termine fin mai. Les lamproies fluviatiles pondent dans des nids de galets, cailloux, sable et graviers, semi-circulaire d'un diamètre pouvant mesurer de 50 cm à 2 m, sur des faciès de plat-courant et généralement plutôt profonds (plus de 50 cm).



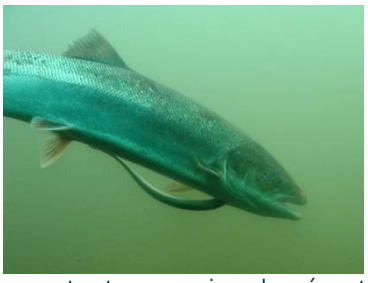


Figure 474 : Lamproie fluviatile ventousée sur un saumon à Vichy en 2009 (Source LOGRAMI)

En France, ce « poisson » était au XIX^{ème} siècle réputé le plus fréquent ou le plus facile à pêcher dans le bassin de la Loire et sa pêche s'est presque industrialisée.

Aujourd'hui, l'espèce est considérée comme globalement en régression sur toute son aire de répartition, et figure sur la liste rouge des espèces menacées au stade de « vulnérable » selon l'IUCN.

Les suivis portés par ce programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs montrent :

- **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.
- **Une étude génétique** (menée pour la première fois sur le bassin), à partir de prélèvements de nageoires de 83 individus du genre *Lampetra,* a permis de distinguer la répartition et les effectifs entre la Lamproie fluviatile et la Lamproie de Planer. Les résultats obtenus attestent de la **présence de lamproies fluviatiles sur le cours de la Loire au moins jusqu'à 210 km de la mer et dans le bassin Vienne-Creuse et de son hybridation avec la Lamproie de Planer** normalement plus inféodée à l'amont des bassins versants.

14.2.6. La Truite de mer

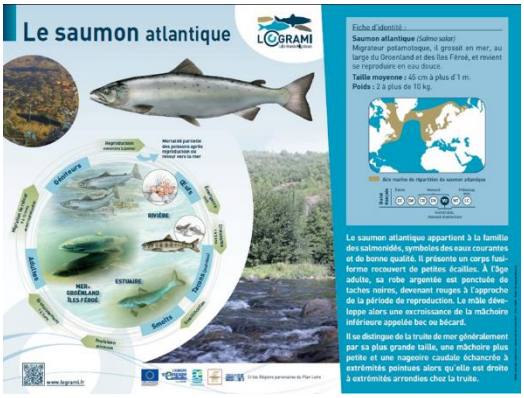
La Truite de mer est la forme migratrice de la Truite fario et non une espèce différente.



La Truite de mer est un migrateur amphihalin anadrome. Sa biologie est très proche de celle de la forme rivière à l'exception de la phase adulte qui se déroule en mer.

Les faibles effectifs de Truite de mer observés depuis le début des comptages montrent que le bassin Loire est peu adapté à son cycle de vie. Ces informations permettent toutefois de valider la présence de l'espèce au sein de la Loire. Il apparaît opportun au sein du territoire du PLAGEPOMI Loire de se focaliser pour cette espèce sur les bassins versants plus côtiers et à axes migratoires plus courts telle que la Sèvre Niortaise pour mieux mesurer la capacité productive et d'accueil de cette espèce. En comparaison, au sein du bassin Seine Normandie bénéficiant actuellement d'une population stable et intéressante avec presque 9 000 individus dénombrés en 2018, la localisation la plus apicale est à 430 km de la mer.

14.2.7. Le Saumon atlantique



Salmo Salar (Linnaeus, 1758) ou Saumon atlantique est l'espèce migratrice par excellence, il est qualifié de poisson amphihalin de type potamotoque.

De retour en eau douce, le saumon se reproduit de novembre à janvier sur l'amont des cours d'eau. Les alevins émergent au printemps et se dispersent dans des zones courantes de faibles profondeurs. Les juvéniles passent 1 à 2 ans en rivière, plus rarement 3, avant de rejoindre la mer pour y grossir. Après une série de modifications leur permettant de s'adapter à la vie en mer, la smoltification, ils migrent vers les aires d'engraissement marines situées au large du Groenland et des îles Féroé.

Les différents suivis portés par le programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs montrent :

- **Une relative stabilité des effectifs** liée en partie au soutien des effectifs : en moyenne 640 saumons de retours dans le bassin mais les **retours des cinq dernières années** se situent **en dessous de cette moyenne** (liée en partie à la diminution de l'effort de soutien des effectifs et aux années de conditions environnementales difficiles). Seulement 246 saumons ont été comptés à Vichy sur l'Allier en 2022 (moyenne interannuelle de 564 individus +/- 211) ;
- **Une disparité des phénotypes selon les axes de migration** : il y a moins de 1 % de saumons d'1 an de mer à Vichy alors qu'ils représentent 12 à 20 % respectivement sur la Creuse et la Vienne ;
- **Une difficulté de diversification des axes de migration** avec **86% des géniteurs en montaison comptabilisés sur l'axe Allier** contre 12 % dans le bassin Vienne-Creuse. La Loire amont et la Sioule ne représentant que 2 % des saumons comptés.
- **Les habitats historiques favorables à la reproduction et à la croissance des juvéniles ont été** très largement **condamnés** par l'édification de grands barrages infranchissables, ainsi **seuls 24%** de ces habitats sont **aujourd'hui accessibles** ;
- **Un gradient de survie et de productivité est constaté** sur l'axe Allier avec **100 % de survie estivale en amont de Langeac,** contre 0% à 77% en aval. **Les habitats** en amont de Langeac **produisent 2,5 fois plus** de **juvéniles natifs,** et la **survie des juvéniles déversés** y est **1,4 fois plus élevée** ;
- Sur le basisn de l'Allier, **la production de juévniles** est partagée entre les juvéniles issus de pisciculture et déversés et ceux issus de reproduction naturelle. Avec la diminution significative des quantités d'alevins de pisciculture déversées et l'abandon progressif de cette pratique sur certains cours d'eau, le voile se lève peu à peu sur la capacité des habitats de certains secteurs à produire des juvéniles natifs. Ainsi, avec 117 256 tacons 0+ natifs produits sur le bassin de l'Allier en 2022, ce qui correspond peu ou prou à la moyenne observée depuis 2001, **la proportion d'individus natifs de la population globale (64,9 %) est la plus importante observée** depuis que la distinction "natif/aleviné" par secteur est possible (2009).

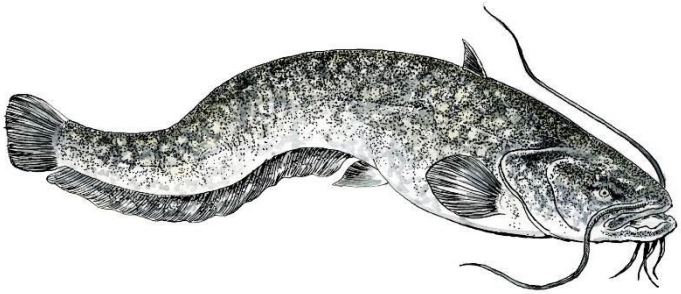


- **Le taux de transfert entre Vichy et l'amont de Langeac est peu élevé** : en moyenne **seuls 28 %** des saumons **migrant à Vichy franchissent Langeac.** En 2022, avec un chiffre de 10 %, ce taux a été particulièrement bas ;
- **La population sauvage ne se renouvelle pas, ainsi le** taux de renouvellement naturel est en moyenne de 0,45.

Les enjeux pour cette espèce sont :

- D'éviter l'extinction de la population (souche unique en Europe) ;
- De limiter au maximum les mortalités anthropiques en particulier entre le juvénile et l'adulte de retour avec l'amélioration de la continuité écologique à la montaison et à la dévalaison (27% de juvéniles tués par les turbines dans le bassin de la Loire), le contrôle du braconnage (représente au minimum 10 % des poissons franchissant Vichy), la suppression des interactions entre juvéniles sauvages et déversés (protection intégrale des zones de frayères) ;
- De prendre en compte l'impact de la qualité de l'eau et de la diminution des débits sur le cycle de vie. Il faut s'assurer de l'adéquation de la gestion avec les besoins de débits pour les poissons migrateurs dans les études Hydrologie Milieux Usages Climat et les documents de cadrage ;
- De limiter au maximum la domestication des saumons en évitant qu'une part trop importante de poissons d'élevage supplante la population native et en limitant le temps passé en pisciculture au minimum. Il faut produire des poissons dans les conditions les plus analogues aux conditions naturelles, ne pas sélectionner les individus lors de la capture, conserver une part de capture modérée pour laisser le maximum de chances à la reproduction naturelle ;
- De diversifier au maximum les axes utilisés par le saumon pour migrer. Il faut éviter une stratégie 100 % Allier qui appauvrit les phénotypes de la population, qui reste un des outils d'adaptation au changement climatique ;
- De mettre en place des systèmes efficaces permettant la dévalaison des ravalés (saumon s'étant déjà reproduit une fois) afin de permettre leur survie jusqu'à la mer (en cas de deuxième remontée ces individus, en général des femelles, seront les plus productifs) ;
- Mener une réflexion sur les niveaux de débits biologiques dans un contexte d'élévation des températures (changement climatique) et de la diminution importante des débits.

14.2.8. Le Silure glane



Il n'est pas un amphihalin mais fréquente les eaux calmes, turbides et profondes. Cette espèce rustique et thermophile effectue de grands déplacements dans les cours d'eau. C'est un carnivore opportuniste.

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.

L'analyse de la chronologie des effectifs comptabilisés aux diverses stations montre que les comptages de silures se répartissent selon trois groupes sur le bassin de la Loire : la Loire amont avec Roanne, l'Allier avec Vichy et le bassin de la Vienne avec Descartes et Châtellerault. Les données semblent montrer une variabilité annuelle des effectifs sur l'ensemble des stations mais également une augmentation des effectifs à compter de 2012 sur certaines d'entre elles (Châtellerault, Decize, Gueugnon). Les plus forts effectifs annuels sont enregistrés à la station de Vichy avec des valeurs avoisinant les 500 individus (2009, 2014 et 2018). La présence du silure sur l'Arroux à Gueugnon à plus de 30 km de la confluence avec la Loire met en avant un besoin de colonisation de cette espèce. Des études de télémétrie montrent que ce poisson s'adapte facilement à tout type d'habitat pourvu que l'eau y soit assez chaude en période de reproduction et assez riche en nourriture (Guillerault et al., 2015).

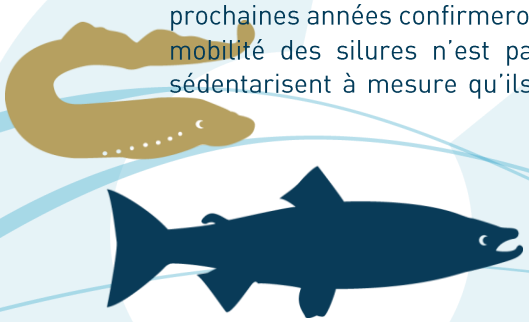
En 2022, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 200 individus. Alors que la moyenne interannuelle des passages de silures sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2021 est de 815 individus (+/- 257). 2022 enregistre le plus faible nombre de passages de silures depuis 2012 (mise en service de la station de Roanne). La chute de ces effectifs est globale aux stations de comptage et est d'autant plus marquée sur la partie amont du bassin de la Loire.

L'amplitude de migration du silure sur le bassin de la Loire est elle aussi variable d'une station à l'autre avec des passages centrés sur fin mai pour les stations du bassin de la Vienne et de Decize et plus tardive sur l'amont du bassin avec notamment une migration centrée sur début juillet pour les silures comptabilisés à Roanne. Dans le bassin de la Loire, le silure fréquente les passes à poissons après le réchauffement des eaux au printemps avec un optimum de migration entre 15 et 22 °C. Ces températures sont rencontrées en moyenne de mai à août. Le décalage temporel de migration observé pour les stations de Vichy, Gueugnon et Roanne semble lié à la thermie de l'eau. L'optimum de température de migration du silure arrive plus tardivement dans la saison sur l'amont du bassin (température plus « froide » car plus proche de la source).

En 2022, les rythmes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, suivent la même logique 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.

Afin d'appréhender l'impact que pourrait avoir le silure sur les poissons migrateurs de Loire, il semble nécessaire de s'intéresser au comportement des individus en période de migration, à l'aval des ouvrages et au niveau des dispositifs de franchissement. Un suivi télémétrique au niveau des passes à poissons pourrait apporter des informations supplémentaires.

L'analyse interannuelle 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 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) (Faure & Tanzili, 2016). Certains facteurs abiotiques (altitude, distance à la source, etc.) peuvent ralentir la croissance des populations de silure en amont des stations de Vichy, Roanne et Gueugnon. Les prochaines années confirmeront si 2022 est le début d'une baisse des effectifs durable. 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 (Faure & Tanzili, 2016). Ainsi, la diminution d'observation en station pourrait témoigner d'une stabilisation de la population localement.

14.3. La diffusion de l'information

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.

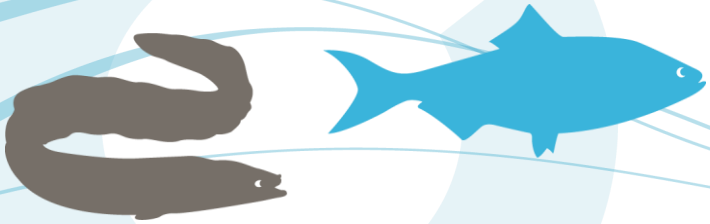
En 2022, la valorisation vers les acteurs et gestionnaires a été accomplie aux plans national et international notamment par l'intégration des données dans la cadre de la révision des plans de gestion français du saumon et de l'anguille, la mise à jour des indicateurs par le groupe DATAPOMI, la mise à jour du portail national PONAPOMI et la rédaction du Plan National Migrateurs Amphihalins. 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 (189 en 2022 contre en moyenne 80 les années précédentes). 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 2022, les deux journées de restitutions techniques organisées à la fois en présentiel et en visio-conférence par LOGRAMI ont totalisé 95 participants de 69 organismes différents répartis sur 21 départements. La plaquette « Actions Phares » synthétisant les grands résultats du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs de 2021 a été imprimée et diffusée à 2 300 exemplaires et téléchargée 115 fois depuis le site www.logrami.fr. Les données des stations de comptages ont été utilisées en 2022 avec 150 téléchargements (6% des téléchargements). Outre les données de comptage mises à jour et à disposition régulièrement sur le site de LOGRAMI, 2 797 éléments ont été téléchargés dont 773 documents (Actions phares, Rapport, Documents). Enfin, chaque année, des données issues des suivis et études sont transmises aux partenaires qui en font la demande. Ainsi, en 2022, 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. Le premier a été visité 61 149 fois (contre en moyenne 50 816 (+/-9682) visites). La majorité des connexions (57 %) sont liées au référencement de l'adresse par les internautes. En termes d'origines géographiques, elles sont dominées par l'Ile-de-France, l'Auvergne-Rhône-Alpes et la Nouvelle-Aquitaine. Sur la page Facebook, il y a eu 39 233 vues en 2022 correspondant au nombre de fois où nos 28 actualités ont été vues sur notre mur et dans les actualités de nos fans. 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 2022 concernant sept agents de LOGRAMI et totalisant 12 jours consacrés à cette activité pour 3 conférences, 4 interviews-reportages et 5 animations. Pour finir, l'exposition itinérante a été empruntée à trois reprises en 2022 et présentée en cinq lieux différents dans les départements du Maine-et-Loire et de la Nièvre.

14.4. L'aide à la gestion

14.4.1. La continuité écologique

En termes d'accessibilité des habitats, les aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés en 2022 ont été recensés sur les principaux cours d'eau à migrateurs. Quatre ouvrages ont été aménagés pour assurer la montaison sur le secteur Loire amont-Allier. Sur le bassin Vienne-Creuse, une usine hydroélectrique a fait l'objet d'aménagements complets pour la montaison et la dévalaison.



La Vienne a fait l'objet d'arrêtés d'arrêts de turbinage pour assurer la dévalaison de l'anguille européenne sans mortalité certaines nuits dans l'attente d'aménagements sur trois usines hydroélectriques. Par ailleurs, l'ouvrage de Descartes a été dans un état abaissé et franchissable durant la saison de migration 2021. Une étude pour une ouverture durable est en cours. Sur le Cher, l'ouvrage de Saint-Aignan a été aménagé. Sur la Mayenne (bassin de la Maine), l'aménagement de l'ouvrage de Chenillé-Changé a eu lieu également en 2022.

Au cours des six dernières années (2016-2022), 45 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 43 % 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 7,3 % 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 52 % sont aménagés à la montaison, mais ce chiffre a progressé de 4 % par rapport à 2021, et 41 % de ces aménagements sont considérés comme non fonctionnels. Parmi les 48 ouvrages à enjeux essentiels ayant un usage hydroélectrique, 35 % sont aménagés pour la dévalaison (contre 31 % en 2021) dont 13 % sont considérés comme non fonctionnels.

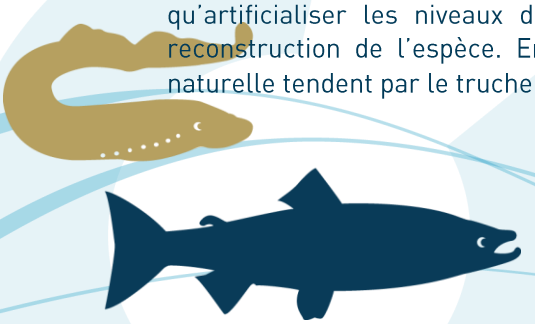
14.4.2. La gestion quantitative de l'eau

Ces dernières années, la raréfaction de l'eau et les déficits des débits printaniers conjointement à l'augmentation des températures apportent des contraintes extrêmement fortes sur les processus migratoires des espèces. Des études sont actuellement engagées dans le cadre de l'article R. 211-21- 2 du code de l'environnement. Ainsi, les conditions peuvent être définies pour l'évaluation des volumes dont le prélèvement serait théoriquement possible dans un bassin, compte tenu des statistiques hydrologiques permettant de déterminer les débits nécessaires au fonctionnement du cours d'eau. La stratégie d'évaluation des volumes disponibles pour les usages anthropiques, doit être effectuée dans le respect des équilibres naturels et en conformité avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Aussi, il semble indispensable de prendre en considération lors des évaluations, le maintien d'un fonctionnement naturel des cours d'eau et notamment permettre les crues printanières salvatrices pour la régénération de la qualité des eaux et les migrations anadromes des poissons migrateurs.

Les résultats de nos études soulignent également l'impact de la gestion des grands barrages tant sur la quantité que sur la température de l'eau. Une réflexion semble nécessaire pour harmoniser la gestion de ces ouvrages avec les cycles de vie des espèces et leurs exigences écologiques. En outre, le remplissage de ces ouvrages a probablement des conséquences sur la gestion des flux hydrologiques et sur les déficits d'eau au moment théorique de grandes hausses perturbant le fonctionnement naturel des rivières. Si l'ambition est la proclamation d'une Loire vivante, la modification des pratiques et l'usage de l'eau de façon plus parcimonieuse semblent être plus efficaces que le stockage de l'eau. Les difficultés réelles pour le remplissage des retenues montrent d'ailleurs que le système n'est aujourd'hui pas durable.

14.4.3. Les mesures de gestion des pêcheries

Compte tenu de la situation critique du saumon, la pêche est interdite sur l'ensemble du bassin Loire. L'éventualité d'une réouverture est conditionnée par l'atteinte des objectifs cibles des indicateurs du PLAGEPOMI et notamment l'assurance d'un renouvellement naturel de l'espèce. Les suivis nous enseignent que ces critères sont malheureusement loin d'être obtenus. Le soutien d'effectifs ne faisant qu'artificialiser les niveaux d'abondances de retour de géniteurs mais ne participant pas à la reconstruction de l'espèce. En outre, les déversements effectués sur les zones de reproduction naturelle tendent par le truchement de la compétition intra spécifique à faire diminuer les proportions



de la population sauvage et éloignent encore davantage l'objectif d'ouverture de la pêche qui nécessite d'avoir une population se renouvelant naturellement et en capacité de dégager un surplus d'individus qui pourrait alors être prélevable.

L'anguille fait l'objet d'un règlement européen depuis 2007. L'ensemble des pays de l'union accueillant l'espèce ont mis en œuvre des plans de gestion afin d'obtenir un objectif cible d'échappement de 40% de géniteurs produits à minima calculé sur une valeur de référence (dite pristine) en général établie autour des années 1980. Même si les abondances et la présence de l'espèce sont encore modestes sur le bassin de la Loire au regard des données historiques, il semble que les mesures de restriction de la pêche, notamment prises dans les autres bassins versants français voire européens, commencent à porter leurs fruits et soulignent que ces actions ne sont efficaces que dans la durée puisque les premiers signes de remontées s'établissent plus de dix ans après les mesures. Aujourd'hui, seuls les deux plus grands bassins français (Garonne et Loire) semblent profiter de ces recrutements et sont les seuls bénéficiaires de ces mesures collectives européennes à l'échelle de la France. Les mesures prises sur les pêcheries doivent donc être solidairement maintenues. De nouvelles règles de restriction de capture devraient être mise en place sous l'impulsion de l'Europe qui consisteraient en 6 mois d'arrêt de captures de chaque stade biologique (anguilles moins de 12 cm = civelles, anguilles jaunes et anguilles argentées) dont au moins 2 mois sur le pic d'activité.

Les aloses et la Lamproie marine ne font l'objet d'aucune mesure de limitation de la pêche sur le bassin de la Loire, excepté quelques interdictions locales déjà en place depuis de nombreuses années. Les effectifs de ces deux espèces sont pourtant dangereusement en diminution à l'échelle de la France et encore plus marquée sur les deux plus grands bassins versants producteurs que sont la Garonne et la Loire. Au sein de la Garonne, des problématiques d'habitat, de reproduction et de prédations, en plus de mesures de gestion prises très tardivement, expliquent la difficulté de restauration des aloses malgré un moratoire mis en place il y a plus de 10 ans. Sur la Loire, de nombreuses zones de frayères de qualité sont accessibles, les chances de restauration de ces espèces sont donc plus élevées.

En état actuel, les populations d'aloses et de lamproies marines ne sont pas durables. L'année 2020, frappée par le COVID et l'arrêt des pêcheries, a montré une augmentation significative des effectifs d'aloses aux stations de comptages comparativement aux 14 dernières années et à 2021 et 2022. Il semble donc indiscutable qu'un arrêt temporaire (sur une ou plusieurs années ou un ou plusieurs mois dans une année) aurait un impact significatif sur le pool de géniteurs et serait susceptible de donner une chance de maintenir les espèces au sein du bassin de la Loire. L'exemple de la Gironde montre que si la décision est prise trop tardivement, les chances de restauration sont faibles. Aujourd'hui, les pêcheries s'établissent au sein de la zone résiduelle de présence de ces deux espèces et les zones amont du bassin sont désertées. En outre, les niveaux de reproduction sur ces secteurs sont dangereusement bas.

14.4.4. Les mesures de soutien d'effectifs

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 2022, l'opération de piégeage a induit un retard moyen de franchissement de 1h44 et a augmenté de 28 % les comportements d'allers-retours avant le passage. 2022 est l'année de piégeage la plus impactante depuis 2009. 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 (J. M. Bach et al., 2011). La température de l'eau y est généralement trop élevée (supérieure à 25°C : température létale pour le saumon (Elliott, 1991).

En moyenne, depuis 1997, 37 individus (+/- 17) par an sont extraits de la rivière pour participer au programme de soutien d'effectifs. L'opération de piégeage des saumons est assurée par le CNSS depuis 2009. Depuis 2017, le nombre de captures annuelles autorisées est de 100 individus maximum sans excéder 15 % de remontées constatées à Vichy l'année N.

Suite aux recommandations de LOGRAMI, à partir de 2014, les opérations de piégeage ont été modifiées afin d'augmenter la représentativité de l'échantillon et les chances de captures au cours d'une même journée permettant de réduire le nombre 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. Grace à cette recommandation, depuis 2017, 29 % des captures ont été réalisées entre 14h et 16h.

En 2022, 26 saumons ont été prélevés par le CNSS. Les captures représentent 11,8 % de la population migrante. L'échantillon piégé par le CNSS représente de manière satisfaisante le rythme de la migration de la population en migration à Vichy et s'approche significativement de sa composition en classes d'âge de mer.

Dans le cadre de ces opérations de soutien d'effectifs, des déversements 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.

14.4.4.1 Le stade œufs

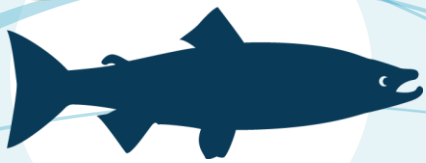
Des incubateurs de terrain ont été mis en service en 1995. Certains de ces dispositifs sont gérés notamment par l'Association Protectrice du Saumon (APS). Plus récemment en 2015, un incubateur à saumons a vu le jour sur le Renaison (Commune de Riorges, 42), un affluent en rive gauche de la Loire situé à l'aval du barrage de Villerest. Contrairement au bassin de l'Allier, ce cours d'eau est dépourvu de reproduction de saumon. Il est alors possible d'estimer la production de cet incubateur. En 2022, une implantation de 5,1 % de la mise en charge en œufs fécondés est constatée (moyenne 7,7 %), Ne disposant pas de relevés hydrologiques pour ce cours d'eau en 2022, 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 exceptionnellement sec de l'année 2022 ait limité la colonisation par l'aval tout en réduisant la surface des habitats disponibles en aval immédiat de l'incubateur.

14.4.4.2 Le stade alevins

Sur le bassin de l'Allier, pour les mêmes raisons qui ont conduit à l'arrêt des déversements d'alevins sur la Gartempe en 2020, la quantité d'alevins déversés a fortement diminuée depuis 2021. 275 992 alevins de pisciculture ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2022 par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et l'APS (quasiment le quart de la moyenne sur la période 2010-2019). 14 points déversés sur l'Allier se situent sur des habitats ayant accueilli des pontes attribuées aux saumons en décembre 2021, ce qui est pourtant proscrit par le plan de gestion (PLAGEPOMI). La production de 14 frayères (18 % secteur S2 et 22,5 % secteur S4) a donc potentiellement été impactée. 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 2022.

Ces déversements sont répartis sur l'Allier (S2 et S4 seulement) ainsi que sur la Cronce sur laquelle l'APS a déversé une partie des alevins produits par l'incubateur de la Prade. La production de tacons 0+ d'automne issus de ces déversements d'alevins de pisciculture sur l'ensemble du bassin de l'Allier a été estimée à 63 318 tacons soit une implantation globale de 22,9 %. En raison d'apports de tacons natifs potentiels sur certains secteurs, ces valeurs doivent être considérées comme des valeurs maximales.





- Sur l'Allier, en accord avec ce qui a pu être mis en évidence en 2019, les taux d'implantation moyens décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (30,6 % sur S2, et 16,1 % sur S4). Ces taux d'implantation sont plutôt bons au regard des classes définies par la bibliographie (Richard, s. d.).
- L'échantillonnage réalisé sur le secteur aleviné a permis d'estimer la production totale de la Cronce à 195 tacons 0+ issus d'alevins produits dans l'incubateur de la Prade et déversés par l'APS. En 2022, le taux d'implantation résultant est très réduit (2,8 %). Il est nettement inférieur à celui constaté en 2021 (16,7 %). Les déversements manuels dans ce cours d'eau apparaissent inopportuns. A l'avenir, si cette pratique est reconduite, peut-être faudrait-il diminuer la densité déversée sur cet affluent dont la surface favorable se réduit à l'étiage car en 2021 et 2022, celle-ci correspondait au double de la densité préconisée habituellement sur le bassin de l'Allier.

Respectivement 2 et 4 saumons sont de retour à Vichy et Descartes pour 10 000 alevins déversés contre seulement 0,5 à Gueugnon. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe et de l'Allier est 4 à 8 fois plus élevée que sur le bassin de l'Arroux. La bibliographie fait état de retour « faible » pour des taux compris entre 0,05 à 0,1 % (Richard, s. d.). Ces taux laissent sous-entendre une efficacité « minime » de ces programmes de déversement sur ces trois axes. Pour comparaison, sur le Gave de Pau, les alevins estivaux déversés annuellement entre 2011 à 2014 avaient fait l'objet d'un marquage par ablation de la nageoire adipeuse. Les taux de retour calculés sur cet axe sont de 0,15 % (MIGRADOUR, 2019).

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 130 géniteurs sur l'Allier lors des remontées 2023 et 2024).

Sur les bassins Creuse-Gartempe et Arroux où très peu ou pas de reproduction naturelle est observée, l'action doit prioritairement être portée sur l'amélioration de la survie en phase de montaison des géniteurs, de croissance des alevins et de dévalaison des smolts.

14.4.4.3 Le stade smolts

Les taux de retour calculés pour ce mode de déversement sur les trois sous-bassins (Creuse-Gartempe, Allier et Arroux) sont très largement en dessous des préconisations (0,007 à 0,09 %). D'après (Lachance & Caron, 2003), lorsque les taux de retour sont inférieurs à 0,2 %, les avantages de l'ensemencement des smolts (liés à la très grande survie de l'œuf au smolt en pisciculture) sont perdus pour une rivière qui ne présente pas de problèmes d'habitat. Pour qu'il existe un gain net appréciable de cet ensemencement, les taux doivent dépasser 0,45 %, soit environ 20 fois plus que les taux moyens observés actuellement sur 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. Toutefois, les résultats sur l'axe Creuse-Gartempe mettent en évidence l'importante contribution de ce mode de déversement sur les retours de saumons dans un contexte de plus grande proximité avec la mer pour la dévalaison des smolts et de contraintes pour les alevins sur les conditions de dévalaison avec la présence de nombreux ouvrages hydroélectriques non équipés à la dévalaison.

Le seul individu sans adipeuse remontant l'Allier en 2022 met en évidence le caractère erratique de l'espèce puisqu'aucun smolt n'est déversé sur ces axes depuis 2016. Ce dernier proviendrait soit du dernier déversement de smolt sur la Gartempe (en faisant l'hypothèse que l'individu a passé une année

supplémentaire en rivière avant de dévaler), soit d'un plan déversement issu d'un autre bassin français. Enfin, l'hypothèse que l'individu en question présentait une malformation de la nageoire adipeuse la rendant inobservable lors de son passage devant la vitre de comptage, ne peut être écartée.

La comparaison des taux de retours des alevins et des smolts sur la Gartempe met en évidence qu'en absence de restauration de la fonctionnalité de la rivière et en absence d'arrêt de turbinage pour les usines non équipées de dispositifs 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.

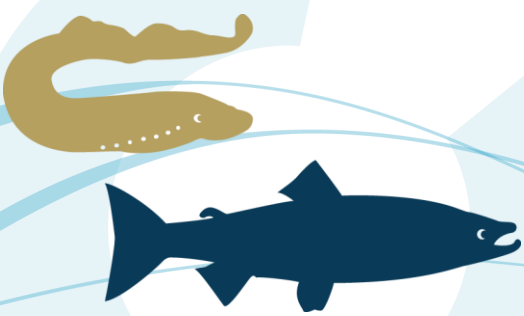
Depuis 2017, l'arrêt complet des déversements de smolts et la réduction des quantités déversées des alevins réduisent les retours de géniteurs issus des déversements de près de 30 % sur l'Allier et de 40 % sur la Creuse sur la période 2018-2021

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 paraître minimes mais ont des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet, les saumons arrivant tardivement ont de grands risques d'effectuer des arrêts migratoires dans des zones de survie estivale réduite (J. M. Bach et al., 2011; Marcon et al., 2020). Il est ainsi probable que la mortalité estivale des saumons issus du plan de déversement au stade smolt (voire alevin) soit plus élevée que celle des saumons issus d'autres origines. La date d'arrivée des individus aux stations de comptage est donc un facteur primordial pour optimiser la survie estivale des géniteurs et donc augmenter le pool d'individus participant au renouvellement de la population.

L'avenir semble être moins favorable à des retours conséquents de saumons mais cependant une part plus importante d'individus sauvages devrait être constatée sur le bassin de la Loire. Il s'agit maintenant de donner toutes les chances à ces géniteurs en leur favorisant l'atteinte rapide de leurs zones de frai fraîches, l'accès aux affluents pour un refuge en cas de crue et permettre une bonne dévalaison de leurs progénitures par des systèmes adaptés au niveau des ouvrages. L'ensemble de ces mesures de gestion pourrait 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.



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, 17*, 432-442.

AEAG. (2018). *Etat ecologique de la Garonne et impact sur les poissons migrateurs—Exigences physico-chimiques des poissons migrateurs et qualité des de la Garonne.*

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. (2016). *Rapport d'activité du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs du 01/01/15 au 31/12/15*. LOGRAMI.

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).

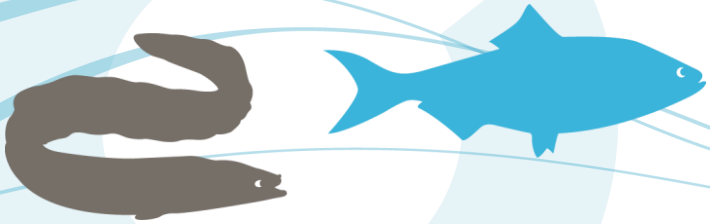
Bach, J. M., Baisez, A., Léon, C., & Parouty, T. (2011). *Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009* (p. 156). LOGRAMI.

Bach, J. M., 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. (2015a). *Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2014* (p. 291). Association LOGRAMI.

Bach, J.-M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., Portafaix, P., Cloastre, T., Defours, A., & Baisez, A. (2015b). *Recueil de données biologiques sur les poissons migrateurs du bassin Loire 2014* (p. 291) [Rapport d'activité du 01/01/14 au 31/12/14]. LOGRAMI.

Bachelier, R. (1963). L'histoire du saumon en Loire. *Bulletin Français de Pisciculture*, *211*, 49-70. https://doi.org/10.1051/kmae:1963002

Baglinière, J. L., & Champigneulle, A. (1982). Densité des populations de truite commune (Salmo trutta L.) et de juvéniles de saumon atlantique (Salmo salar L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : Preferendums physiques et variations annuelles (1976-1980). *Acta Oecologica*, *3*, 241-256.

Baran, P. (2012). *Gestion des débits : Comment concilier tous les intérêts et usages ? La gazette officielle de la pêche et de l'eau. P. 4.*

Bardonnet, A., & Baglinière, J.-L. (2000). Freshwater habitat of Atlantic salmon (Salmo salar). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(2), 497-506.

Beall, E., & Marty, C. (1983). Reproduction du saumon atlantique (Salmo salar L.) en milieu semi-naturel contrôlé. *Bulletin Français de Pisciculture*, *289*, Article 289.

Bhattacharya, C. G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into gaussian componants. *biometrics*, 115-135.

Boisneau, C. (2020). *Suivi des aloses en basse Loire et Loire moyenne 2018 et 2019* (p. 57). Université de tours.

Boisneau, C., Ruaux, B., & Boisneau, P. (2011). *Reconstitution des cohortes de grande alose (Alosa alosa L.) en Loire de 1980 à 2005, liens entre indice d'abondance et facteurs environnementaux.*

Boisneau, P., Mennesson-Boisneau, C., & Baglinière, J.-L. (1990). Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande Alose (Alosa alosa L.) dans le cours supérieur de la Loire. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, *316*, 15-23.

Boulêtreau, S., Fauvel, T., Laventure, M., Delacour, R., Bouyssonnié, W., Azémar, F., & Santoul, F. (2021). "The giants' feast" : Predation of the large introduced European catfish on spawning migrating allis shads. *Aquatic Ecology*, *55*(1), 75-83.

Bousquet, B. (1979). *Biologie et migration des smolts de saumon atlantique (Salmo salar L.) dans les bassins Loire-Allier et Adour-Gave d'Oloron* [PhD Thesis].

Briand, C., Chapon, P.-M., Beaulaton, L., Drouineau, H., & Lambert, P. (2018). *Eel density analysis (EDA 2.2.1). Escapement of silver eels (Anguilla anguilla) from French rivers. 2018 report*. EPTB Vilaine, AFB-INRA, IRSTEA.

Carle, F. L., & Strub, M. R. (1978). A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics*, *34*, 621-630.

Cassou-Leins, F., & Cassou-Leins, J. J. (1981). *Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'alose : Alosa alosa L.* Institut national polytechnique.

Caudal, A. L., & Prévost, E. (2018). *Bilan du suivi du stock de saumon sur le Scorff. Synthèse 1994-2016.Volet Poissons Migrateurs 2015-2021* (p. 25 p.) [Research Report]. FEDERATION DU MORBIHAN POUR LA PECHE ET LA PROTECTION DES MILIEUX AQUATIQUES. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01705842

Chapuis, J., & Réthoré, B. (en préparation). *Loire Sentinelle : Évaluation à grande échelle de la biodiversité ligérienne, des sources à l'estuaire, à l'aide de l'ADN environnemental aquatique. Article en préparation.*

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). *Report of the scientific committee—Chanteuges—24-25 May 2007.*

Cosyns, A., Sénécal, A., & Baisez, A. (2013). *Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique.* Association LOGRAMI.

Crisp, D. T. (1993). *The environmental requirements of salmon and trout in fresh water* [Article]. http://aquaticcommons.org/4542/

Crisp, T. (1993). *The environnemental requirements of salmon and trout in fresh water*. 30.

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.

Décaux, 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*. SMMVLJ.

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. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023398

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.

Elliott, J. M. (1991). Tolerance and resistance to thermal stress in juvenile Atlantic salmon, Salmo salar. *Freshwater Biology*, *25*(1), 61-70.

EPL. (2020). *Rapport d'exécution Opérations temporaires de soutien d'effectif en saumons dans le bassin de la Loire du 1er novembre 2019 au 31 octobre 2020*.

Falatas, Y., Roche, P., & Deschamps, E. (2007). *« Opération de suivi des populations de grande alose et de lamproie marine campagne 2006 fleuve Loire et aflluents. Entre le barrage de Villerest et la limite du département de Saôn-et-Loire ». Entre le barrage de Villerest et la limite du département de Saôn-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 Pêche de la Lozère pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques. (2009). *Contrôle de l'efficacité de la passe à poissons de la microcentrale Paulin sur le Chapeauroux* (p. 18).

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).

Guillerault, N., Delmotte, S., Santoul, F., & Poulet, N. (2015). *Etudes des interactions du Silure glane (Silurus glanis) avec l'ichtyofaune métropolitaine*. ONEMA, ECOLAB.

Hansen, M. J., Adams, J. V., Cuddy, D. W., Richards, J. M., Fodale, M. F., Larson, G. L., Ollilla, D. J., Slade, J. W., Steeves, T. B., Young, R. J., & 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.

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*.

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. (2011a). *Les Poissons d'eau douce de France* (Muséum national d'Histoire naturelle). Biotope.

Keith, P., Persat, H., Feunteun, E., & Allardi, J. (2011b). *Les poissons d'eau douce de France*.

Lachance, & Caron. (2003). *Performance des ensemencements de smolts pour le saumon atlantique* (p. 21).

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.

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.

Lasne, E., Sabatié, M.-R., & Evanno, G. (2010). Communal spawning of brook and river lampreys (Lampetra planeri and L. fluviatilis) is common in the Oir River (France) : Communal spawning of river and brook lampreys. *Ecology of Freshwater Fish*, *19*(3), 323-325.

Le Brech, D. (2009). *Synthèse bibliographique sur le saumon atlantique (de la reproduction au stade du tacon)* (p. 26). FDPPMA 35.

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. (1999a). *Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumons atlantique. Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur les bassins de l'Allier et de l'Arroux* (p. 66). LOGRAMI, CSP.

Minster, A. M., & Bomassi, P. (1999b). Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumons atlantiques. *Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur les bassins de l'Allier et de l'Arroux. Rapport LOGRAMI/CSP DR6.*

MNHN. (2015). *Fiche Espèce Lamproie Marine* (p. 4).

PH, Jatteau., & Fraty, R. (2012). *Etude de la tolérance à l'hypoxie des juvéniles de grande alose (Alosa alosa).*

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. (s. d.). *Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles.* (Collection Mise au point, p. 256). CSP.

Rodriguez-Muncoz, R., Nicieza, A. G., & Brana, F. (2001). Effects of temperature on developmental performance, survival and growth of sea lamprey embryos. *Journal of fish biology*, *58*(2), 475-486.

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. (2022). *Suivi des incubateurs de l'Arçon, de Blassac et de Laprade pour 2022* (p. 13). Association protectrice du saumon.

Souchon, Y., & Valentin, S. (1991). *L'Allier du barrage de St-Etienne du Vigan jusqu'à Langeac, Simulation de l'habitat physique des salmonidés* (p. 73 pages). Cemagref, groupement de Lyon.

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., Dhamelincourt, M., Rives, J., & Beaulaton, L. (s. d.). *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 : Catégories de statuts pour l'évaluation et le classement des espèces par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)....11
Figure 2 : Rappel des opérations du programme d'actions....12
Figure 3 : Opérations de suivi des poissons migrateurs du programme de recherches appliquées identifiées par axe fluvial (Source LOGRAMI)....13
Figure 4 : Informations issues du programme d'actions en faveur des poissons migrateurs du bassin Loire....14
Figure 5 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)....16
Figure 6 : Indices hydrologiques 2022 durant la période hivernale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)....17
Figure 7 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques références du bassin de la Loire durant l'hiver 2022 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)....18
Figure 8 : Indices hydrologiques 2022 durant la période printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)....19
Figure 9 : Indices hydrologiques 2022 durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)....20
Figure 10 : Indices hydrologiques 2022 durant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)....21
Figure 11 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrométriques de référence en 2022 (Données hydro : DREAL Pays de Loire / Hydro – MEDD/DE)....23
Figure 12 : Localisation des sondes de températures de l'eau suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)....24
Figure 13 : Amplitudes des températures journalières sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur les cours d'eau du bassin de la Loire en 2022 (Sources : LOGRAMI)....27
Figure 14 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 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 15 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 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 16 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 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 17 : Ecarts de températures de l'eau (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2022 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 18 : Rampe en enrochements jontifs créée au niveau du seuil du pont de Règemortes sur l'Allier en 2022 (Source : LOGRAMI)....34
Figure 19 : Rivère de contournement réalisée en 2022 au niveau du seuil de l'usine de Moulin Infernal sur la Sioule (Source : LOGRAMI)....35
Figure 20 : Système de dévalaison avec un des pertuis et grille (à gauche) et goulotte de dévalaison (à droite) de l'usine du Moulin Infernal I sur la Sioule (Source : LOGRAMI)....35
Figure 21 : Prébarrage réalisé en 2022 en aval de la passe à ralentiseurs en rive gauche de l'ouvrage d'Aubeterre sur la Sioule (Source : LOGRAMI)....36
Figure 22 : Passe à anguilles réalisée en 2022 en rive gauche de l'ouvrage d'Aubeterre sur la Sioule (Source : LOGRAMI)....36
Figure 23 : Passe à poissons au niveau du seuil de l'usine hydroléectrique d'Aurouze sur l'Alagnon réalisée en 2022 (Source : SIGAL)....37

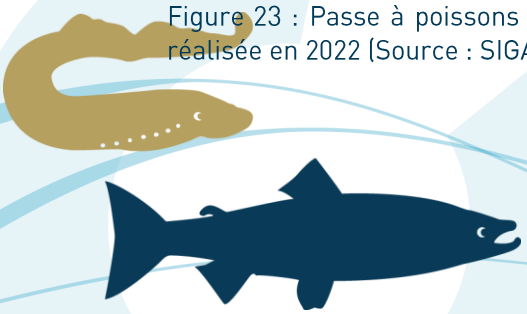


Figure 24 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du Loire amont-Allier....38
Figure 25 : Ouvrage de Descartes sur la Creuse en configuration ouverte début mai 2022 (Source : LOGRAMI) 39
Figure 26 : Travaux au niveau du seuil de l'usine hydroélectrique de La Chaise sur la Gartempe (de gauche à droite : ancienne chambre des turbines, nouvelle chambre des turbines, seuil, passe à poissons en construction) (Source : LOGRAMI)....40
Figure 27 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Vienne-Creuse....41
Figure 28 : Passe à seuils successifs du seuil de Noyers-sur-Cher Saint-Aignan sur le Cher (Source : Nouvel Espace du Cher)....42
Figure 29 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Cher....43
Figure 30 : Passe à poissons en enrochements à Chenillé-Changé (à gauche) et passe à anguilles sur l'ouvrage de Grez-Neuville (à droite) sur la Mayenne (source : D. Maffre-EP Loire)....43
Figure 31 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur les axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Maine....44
Figure 32 : Aménagements des ouvrages hydroélectriques pour la dévalaison réalisés sur l'axe Mayenne....45
Figure 33 : Ouvrages à enjeux essentiels (PLAGEPOMI), ouvrages prioritaires (PAPARCE) et ouvrages aménagés sur la période 2016-2022 sur les principaux cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire 46
Figure 34 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2022 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin versant de la Loire....47
Figure 35 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la montaison....48
Figure 36 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements et fonctionnalité connue des aménagements pour la montaison 49
Figure 37 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la dévalaison....50
Figure 38 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement et fonctionnalité connue des aménagements pour la dévalaison....51
Figure 39 : Répartition des stations de comptage des poissons sur le bassin de la Loire suivies en 2022 54
Figure 40 : Périodes de fonctionnement des dispositifs de franchissement et de comptage de Châtellerault en 2022....57
Figure 41 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022....57
Figure 42 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Jenzat en 2022....58
Figure 43 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive gauche en 2022....59
Figure 44 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Vichy rive droite en 2022....59
Figure 45 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Langeac au barrage en 2022....60
Figure 46 : Périodes de fonctionnement de l'ascenseur et de la station de comptage de Poutès en 2022 61
Figure 47 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Decize en 2022....62
Figure 48 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Roanne en 2022....63

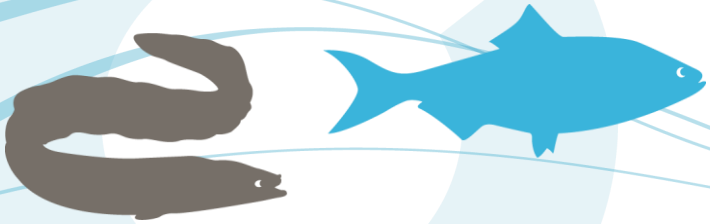


Figure 49 : Périodes de fermeture de la passe à poissons et fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2022 63
Figure 50 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'anguille jaune entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire 64
Figure 51 : 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 2022 et les données antérieures 65
Figure 52 : Indices hydrologiques 2022 durant la migration des anguilles jaunes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 66
Figure 53 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 67
Figure 54 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (comptage non exhaustif) 67
Figure 55 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (comptage non exhaustif) 68
Figure 56 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (comptage non exhaustif) 68
Figure 57 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Jenzat depuis 2021 69
Figure 58 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 69
Figure 59 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 70
Figure 60 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier depuis l'automne 1986 70
Figure 61 : Comparaison des amplitudes totales de migration des anguilles jaunes aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis 71
Figure 62 : Comparaison de la période de migration des anguilles aux stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis (pour effectif annuel > 20 ind.) 72
Figure 63 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtellerault en 2022 par rapport aux années antérieures 72
Figure 64 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2022 (n=674) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) 73
Figure 65 : Passages journaliers d'anguilles à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2022 (n=78) (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 73
Figure 66 : Passages horaires des anguilles jaunes aux stations de comptage du bassin de la loire en effectif cumulé depuis le début des suivis (n=73 463) et en 2022 (n=764) 74
Figure 67 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées aux différentes stations du bassin de la Loire depuis le début des suivis 75
Figure 68 : 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) 76
Figure 69 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (n=43 793) 76
Figure 70 : 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) 77
Figure 71 : Répartition des stades biologiques de l'ensemble des anguilles échantillonnées par nasses au sein des marais de Plessis, du Fenouiller et de la Gâtine (Décaux, 2022) 79
Figure 72 : Structures de taille des populations d'anguilles échantillonnées par nasses standardisées (Sources : d'après Auteurs cités & Baisez A., 2022) 80
Figure 73 : Comparaison du nombre de coups d'eau en 2022 par rapport aux années antèrieures durant la période de dévalaison des anguilles argentées (de janvier à mars et d'août à décembre) 81
Figure 74 : Effectifs d'anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire 82

Figure 75 : Périodes de migration des anguilles argentées observées aux stations de comptage du bassin de la Loire (n >20 individus) (Sources : LOGRAMI) 83
Figure 76 : Passages horaires des anguilles argentées aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=928) 84
Figure 77 : Distribution de tailles des anguilles argentées en fonction des stations de comptage du bassin de la Loire (n=772) 84
Figure 78 : 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 85
Figure 79 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 87
Figure 80 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 88
Figure 81 : 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 : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) 89
Figure 82 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs en 2022 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations 89
Figure 83 : Passages journaliers de mulets porcs à la station de comptage de Châtellerault en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2022 (n=114) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) 90
Figure 84 : Passages horaires des mulets porcs en montaison aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 938) et en 2022 (n=114) 91
Figure 85 : Distribution des tailles de mulet porcs montants par année à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne (pas de données en 2010 et 2011) 91
Figure 86 : Distirbution des tailles de mulets porcs montants aux stations de comptage du bassin de la Loire en fonction des mois de passage (n=4 050) 92
Figure 87 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le Mulet porc en 2022 93
Figure 88 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'alose entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI) 95
Figure 89 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (période janvier à juin) entre 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 96
Figure 90 : 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 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 96
Figure 91 : Indices hydrologiques 2022 pendant la migration des aloses sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 97
Figure 92 : 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) 98
Figure 93 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 99
Figure 94 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2021 99
Figure 95 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (effectifs estimés en 2022) 100
Figure 96 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 101
Figure 97 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 102
Figure 98 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 103
Figure 99 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 .. 104

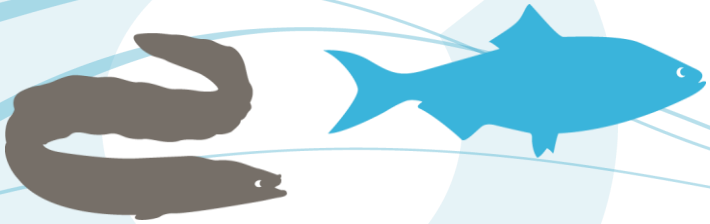


Figure 100 : Distribution en tailles par classes d'âges des aloses (n = 5 121) en Loire moyenne (Données issues du programme ALOSA produites par l'Université de Tours (CITERES IPAPE) et l'AAPPBLB).. 104
Figure 101 : Répartition par classes d'âges des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2010 105
Figure 102 : Répartition par classes d'âges des aloses à la station de Châtellerault en 2022 et les années précédentes 106
Figure 103 : 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 106
Figure 104 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis 107
Figure 105 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations... 108
Figure 106 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2022 par rapport à la période 2004-2021 aux stations de comptage de Decize sur la Loire et de Châtellerault sur la Vienne..... 108
Figure 107 : 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 2022 (n=158) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)..... 109
Figure 108 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 109
Figure 109 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé de 1997 à 2021 (n=131 835) et en 2022 (n=161)..... 110
Figure 110 : Comparaison des conditions optimales de température (14 à 23 °C) pour la reproduction de l'alose (période 15 avril au 31 juillet) entre 2022 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI)..... 111
Figure 111 : Dispositif d'enregistrement audionumérique employé pour le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin de la Loire en 2022 (de gauche à droite : détail du dispositif, mise en place du dispositif, détail du spectre audio d'un bull depuis le logiciel Audacity®)..... 112
Figure 112 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur le bassin de la Loire 113
Figure 113 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls)..... 114
Figure 114 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur deux périodes sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls)..... 114
Figure 115 : Localisation de la frayère d'alose suivie en 2022 sur la Vienne à Châtellerault..... 115
Figure 116 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l'alose en 2022 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) 116
Figure 117 : 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..... 116
Figure 118 : Nombre de jours durant lesquels la Vienne a eu un attrait supérieur à la Loire du 1er février au 31 mai 117
Figure 119 : Nombre moyen de bulls d'aloses par nuit suivie durant la période 2001-2008 et après 2009 (hors 2020) sur la frayère du centre ville de Châtellerault sur la Vienne..... 118
Figure 120 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur la Creuse..... 119
Figure 121 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l'alose en 2022 sur la Creuse en relation avec la température à Descartes et le débit à Leugny (Source hydro : SPCVCA Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)..... 120
Figure 122 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur l'Allier..... 121
Figure 123 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur l'Allier dans le secteur « aval Moulins » en relation avec la température et les débits de l'Allier à Moulins (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 123

Figure 124 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère en aval du pont de Régemortes à Moulins sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy 123
Figure 125 : Contextualisation de la nuit de suivi de la reproduction des aloses en 2022 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) 124
Figure 126 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère en aval de Vichy sur l'Allier mis en relation avec les effectifs d'aloses à la station de comptage de Vichy 125
Figure 127 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur la Loire en aval de Decize 126
Figure 128 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 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) 127
Figure 129 : Cadavre d'alose retrouvé le 31 mai 2022 sur la commune de Germiny-sur-Loire (Source : Félix Pointeau) 127
Figure 130 : 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 128
Figure 131 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2022 sur la Loire moyenne ... 129
Figure 132 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur la Loire moyenne en relation avec la température à Saint-Laurent-Nouan et les débits de la Loire à Blois (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 130
Figure 133 : Représentation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur la Loire moyenne selon la température de l'eau et les débits (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 130
Figure 134 : Activité moyenne de reproduction des frayères d'aloses suivies en Loire moyenne en 2022 133
Figure 135 : Bilan de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les différents secteurs du bassin de la Loire en 2022 135
Figure 136 : Nombre de bulls d'aloses par heure et par axe sur le bassin de la Loire de 2001à 2022 136
Figure 137 : Évolution interannuelle du nombre de sites de reproduction de l'alose suivis par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2022 137
Figure 138 : Évolution interannuelle du nombre de nuits suivies pour la reproduction de l'alose par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2022 137
Figure 139 : Nombre de bulls dérangés par le silure sur les différentes frayères actives suivies en 2021 et 2022 sur le bassin de la Loire 138
Figure 140 : Sites de prélèvement ADNe en 2022 sur les cours d'eau du bassin de la Loire (n=12) 140
Figure 141 : Prélèvement d'ADNe à l'aide d'une pompe péristaltique (à gauche) et conservation de l'ADN grâce à la solution tampon VigiDNA® CL1 Buffer (à droite) 141
Figure 142 : Schéma des étapes de l'analyse d'un échantillon ADNe en métabarcoding de l'extraction jusqu'à la liste de taxons (Source : Spygen©) 142
Figure 143: Résultats de présence des grands migrateurs en 2022 par la détection ADNe à l'échelle du bassin de la Loire (Source : prélèvements LOGRAMI et Loire Sentinelle, séquençage et détermination Spygen) 143
Figure 144 : Nombre de séquences ADN identifiées par espèce via les bases « Téléosteens » et « Vertébrés », confondues pour chaque station selon le gradient amont-aval (Source : prélèvements LOGRAMI et Loire Sentinelle, séquençage Spygen) (Les données précisées ne sont pas à l'échelle) 145
Figure 145 : Richesse spécifique détectée par analyse métabarcoding pour 5 stations en fonction de la méthode d'échantillonnage ADNe et de la taille du cours d'eau (grand cours d'eau > 40 mètres de large) (Sources : Logrami et Natexplorers) 146
Figure 146 : Nombre de séquences d'ADN détectées pour l'anguille en fonction du type de test de recherche, Téléostéens ou Vertébrés, par station en 2022 depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin de la Loire (Source : Loire Sentinelle) (Les données précisées ne sont pas à l'échelle) 147
Figure 147 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2022 148

Figure 148 : Comparaison des conditions optimales de température (13,5 a 25 °C) pour le développement des alosons (période du 15 mai au 30 septembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations de températures de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 149
Figure 149 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2022 dans l'ancienne retenue du seuil de Descartes sur la Creuse (Sources : LOGRAMI) 152
Figure 150: Débits moyens journaliers 2022 et débits de référence de la Creuse à la station de Leugny lors de la cartographie des faciès d'habitat dans l'ancienne retenue de Descartes (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE) 153
Figure 151 : Saisie d'un polygone « faciès »sur tablette (©LOGRAMI) 154
Figure 152 : Répartition des surfaces de faciès dans l'ancienne retenue de l'ouvrage de Descartes en 2022 155
Figure 153 : Faciès d'écoulement et frayères potentielles de Lamproie marine et d'aloses identifiés sur la Creuse dans l'ancienne retenue de l'ouvrage de Descartes après abaissement du seuil (Sources : LOGRAMI) 156
Figure 154 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la Lamproie marine entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI) 160
Figure 155 : 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 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 161
Figure 156 : 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 2022 et les données antérieures en fonction de la période (précoce : mi-février à mi-mars ; tardive : mi-avril à mi-juin) (Sources : LOGRAMI) 162
Figure 157 : Indices hydrologiques 2022 durant la migration des lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 163
Figure 158 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 (les effectifs à Descartes sur la Creuse ont été estimés) 164
Figure 159 : Proportion des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 comparativement à Chatellerault 164
Figure 160 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse de 2007 à 2022 165
Figure 161 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 165
Figure 162 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize sur la Loire de 1998 à 2022 (Sources : LOGRAMI) 166
Figure 163 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux de 2006 à 2022 (Sources : LOGRAMI) 166
Figure 164 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy sur l'Allier de 1997 à 2022 (Sources : LOGRAMI) 167
Figure 165 : Comparaison des amplitudes de migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis 168
Figure 166 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations 169
Figure 167 : Comparaison des rythmes de migration des lamproies en 2022 à la station de Châtellerault sur la Vienne par rapport aux données maximales et moyennes observées depuis 2004 à cette même station (source : LOGRAMI) 169
Figure 168 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mars à juin 2022 (n=15) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) 170

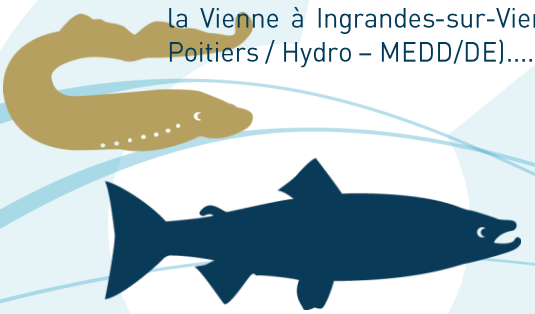


Figure 169 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=566 217) et en 2022 (n=15) 170
Figure 170 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (15 à 19 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (15 avril au 15 juin) pour la reproduction des lamproies marines entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Vichy, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 172
Figure 171 : Indices hydrologiques 2022 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) 173
Figure 172 : Comparaison du nombre de jours présentant des conditions optimales de température (10 à 21 °C) par rapport au nombre de jours totaux de la période (juillet à octobre) pour le développement des ammocètes entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Decize, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 174
Figure 173 : Indices hydrologiques 2022 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) 176
Figure 174 : Classification des habitats larvaires chez les lamproies (Slade et al., 2003 ; Taverny et al., 2005) 177
Figure 175 : Classification des méso-habitats des larves de lamproies (Taverny et al., 2005) 177
Figure 176 : Illustrations d'un échantillonnage par pêche électrique des juvéniles de Lamproie marine sur la Vienne 178
Figure 177 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch ; Gardinier, 2003) 178
Figure 178 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproies échantillonnés en 2022 sur le bassin de la Vienne 180
Figure 179 : Débits moyens journaliers 2022 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) 181
Figure 180 : Débits moyens journaliers 2022 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) 182
Figure 181 : Débits moyens journaliers 2022 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) 182
Figure 182 : Localisation des densités d'ammocètes échantillonnées en 2022 sur le bassin de la Vienne 184
Figure 183 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2022 sur le bassin de la Vienne (n=383) 185
Figure 184 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2022 sur le bassin de la Vienne selon la méthode de Bhattacharya (1967) (n=383) (Sources : LOGRAMI et FiSATII) 186
Figure 185 : Répartition des cohortes de *Petromyzon marinus* en fonction de leur taille d'après l'étude « Validation of a relationship between statolith size and age of larval Great Lakes sea lamprey (*Petromyzon marinus*) » (Sources : Potts et al., 2015 et LOGRAMI) 187
Figure 186 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014 188
Figure 187 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2022 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya (1967)) 188
Figure 188 : Localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2022 et de 2016 à 2021 sur le bassin de la Vienne 190
Figure 189 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la Lamproie marine en 2022 193

Figure 190 : 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) 196
Figure 191 : 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 196
Figure 192 : Nombre d'individus du genre *Lampetra* échantillonés de 2014 à 2022 et nombre de stations échantillonnées sur le bassin de la Vienne 197
Figure 193 : Densités d'ammocètes du genre *Lampetra* en 2022 et front de colonisation sur la Creuse de 2014 à 2022 sur le bassin de la Vienne (limite d'étude à Châtellerault sur la Vienne et Descartes sur la Creuse) 198
Figure 194 : Localisation des ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2021 et 2022 sur le bassin de la Vienne et de la Loire (LP : Lamproie de Planer, LF : Lamproie fluviatile, HYB : hybride, Indéfini : non identifié) 200
Figure 195 : Localisation des d'ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2021 sur le bassin de la Vienne 201
Figure 196 : Localisation des d'ammocètes du genre *Lampetra* par espèce en 2022 sur le bassin de la Vienne et de la Loire 202
Figure 197 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997 205
Figure 198 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration printanière du Saumon atlantique entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI) 207
Figure 199 : 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 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 208
Figure 200 : 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 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 208
Figure 201 : Indices hydrologiques 2022 durant la migration printanière des saumons (janvier à juin) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 209
Figure 202 : 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 1955-2022 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 210
Figure 203 : 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) 210
Figure 204 : Amplitude des préférendums thermiques pour la survie estivale du Saumon atlantique en 2022 sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI) 211
Figure 205 : Saumons retrouvés morts sur le Sichon à Vichy (gauche) et sur l'Allier à Bessay-sur-Allier (droite) le 22 juin 2022 (Sources : LOGRAMI) 212
Figure 206 : Indices hydrologiques 2022 durant la période estivale (juillet-août) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 216
Figure 207 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration automnale du Saumon atlantique entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI) 217
Figure 208 : 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 2022 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 218
Figure 209 : Indices hydrologiques 2022 de septembre à novembre sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE). 219

Figure 210 : Indices hydrologiques durant la migration automnale des saumons (septembre à novembre) sur la station hydrométrique de Prades depuis 2003 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 220
Figure 211 : Comparaison des amplitudes de migration automnales des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Ll'Allier en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis 220
Figure 212 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 (Sources : LOGRAMI) 221
Figure 213 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire de 2007 à 2021 (à gauche) et en 2022 (pas de comptage à Descartes) (à droite) (Sources : LOGRAMI) 222
Figure 214 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2005 (Sources : LOGRAMI) 222
Figure 215 : Passages journaliers de saumons à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2022 (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) 223
Figure 216 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (Sources : LOGRAMI) 223
Figure 217 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI) 224
Figure 218 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec les débits de la Loire à Nevers en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 225
Figure 219 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI) 225
Figure 220 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec les débits de la Loire à Nevers en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 226
Figure 221 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (Sources : LOGRAMI) 226
Figure 222 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI) 227
Figure 223 : Passages journaliers de saumons à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 228
Figure 224 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 228
Figure 225 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Jenzat sur la Sioule depuis 2021 (Sources : LOGRAMI) 229
Figure 226 : Passages journaliers de saumons à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 229
Figure 227 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis1997 (Sources : LOGRAMI) 230
Figure 228 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier et des captures pour le programme de repeuplement (tous sites de piégeage confondus) depuis 1997 (Sources : LOGRAMI et CNSS) 231
Figure 229 : 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 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 231
Figure 230 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Sources : LOGRAMI et CNSS) 232
Figure 231 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac (Source : DREAL ARRA) et les débits de l'Allier à Langeac en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 232
Figure 232 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986 (Sources : LOGRAMI) 233

Figure 233 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis 234
Figure 234 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations ... 236
Figure 235 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2022 avec les périodes observées depuis la mise en place des stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier 237
Figure 236 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectifs cumulés depuis 1997 (n=19 430) et en 2022 (n=261) 238
Figure 237 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages d'entrées d'axes du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne interannuelle 239
Figure 238 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages sur l'Allier en 2022 et en moyenne interannuelle 240
Figure 239 : Comparaison des effectifs de saumons d'un an de mer entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de commptage du bassin de la Loire 240
Figure 240 : Comparaison des effectifs de saumons de deux ans de mer entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de commptage du bassin de la Loire 241
Figure 241 : Comparaison des effectifs de saumons de trois ans de mer entre 2022 et les données antérieures sur les différentes stations de commptage du bassin de la Loire 242
Figure 242 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes sur la Creuse depuis 2006 et Indice hydrologique calculé à Montmorillon pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI) 243
Figure 243 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize sur la Loire depuis 2008 et Indice hydrologique calculé à Nevers pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI) 244
Figure 244 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy sur l'Allier depuis 1995 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI) 245
Figure 245 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Langeac sur l'Allier depuis 2001 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (années 2006 et 2013 incomplètes) (Sources : LOGRAMI) 246
Figure 246 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès sur l'Allier depuis 1985 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI) 246
Figure 247 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2022 et en moyenne depuis le début des suivis pour les 3 ans de mer, 2 ans de mer et 1 an de mer 247
Figure 248 : Rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2007 et 2021 249
Figure 249 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2022 et les données antécédentes 249
Figure 250 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Langeac entre 2022 et les données de la période 2003-2021 250
Figure 251 : Rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Poutès de 1986 à 2019 251
Figure 252 : Bilan des taux de transfert de Saumon atlantique entre les stations de comptage de Vichy, Langeac et Poutès sur l'Allier de 1998 à 2022 et en moyenne interannuelle (à droite) (Sources : LOGRAMI) 252
Figure 253 : Relation entre le taux de transfert de saumons atlantiques entre Vichy et Langeac et le débit moyen annuel d'avril à novembre à Langeac (sans juillet et août et sans les années 2008 et 2018) (Sources : LOGRAMI et Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 253
Figure 254 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux (Sources : LOGRAMI) 254
Figure 255 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI) 254



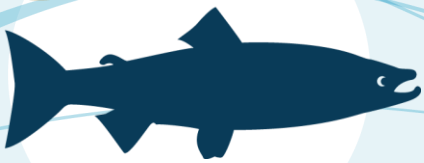


Figure 256 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Roanne sur l'axe Loire-amont depuis 2012 (Sources : LOGRAMI) (Sources : LOGRAMI).....255
Figure 257 : Taux de transfert des saumons de 2 et 3 étés de mer entre Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 et moyennes internannuelles.....256
Figure 258 : Relation entre l'écart de la proportion de saumons de 3 étés de mer entre Vichy et Langeac et la température moyenne journalière pendant l'été (juillet et août) à Vichy (sans 2017 et 2018).....257
Figure 259 : Comparaison des conditions de température (4,2 à 11,2 °C) pour la reproduction des saumons (période de novembre à décembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne (Sources : LOGRAMI) 258
Figure 260 : Dimorphisme sexuel à l'automne entre une femelle de Saumon atlantique (à gauche) et un mâle (à droite) 259
Figure 261 : Dymorphisme sexuel chez le Saumon atlantique observable à la station de comptage de Langeac sur l'Allier (femelle à gauche et mâle à droite) 260
Figure 262 : Proportions de mâles et de femelles de Saumon atlantique lors de la migration automnale à la station de comptage de Langeac sur l'Allier de 2016 à 2022 261
Figure 263 : Moyenne de la dynamique de construction des frayères de Saumon atlantique dans le tronçon court-circuité du barrage de Poutès de 2012 à 2022 (sans 2016 et 2021) (N= 187) 262
Figure 264 : Ratio entre le nombre de saumons à Vichy et le nombre de frayères comptabilisés sur l'Allier en amont de Vichy depuis 2000 et estimation en 2022. 263
Figure 265 : 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 à novembre (exprimé en proportion du module) de l'année de comptage par survol et ajout du débit de 2022 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE) 265
Figure 266 : Ratio entre le nombre de saumons à Langeac et le nombre de nids comptabilisées sur l'Allier en amont de Langeac depuis 2004 et estimation en 2022.....266
Figure 267 : Relation entre le nombre de frayères et de géniteurs de saumons comptabilisés à Langeac sur l'Allier depuis 2004.....266
Figure 268 : Ratio entre le nombre de saumons à Poutès et le nombre de frayères (frayères) comptabilisés sur l'Allier en amont de Poutès depuis 2000 et estimation en 2022 267
Figure 269 : Relation entre le nombre de frayères et de géniteurs de saumons comptabilisés à Poutès sur l'Allier depuis 2000.....268
Figure 270 : Nombre de jours durant lesquels l'Alagnon a eu un attrait supérieur à l'Allier à l'automne en 2022 et les années précédentes.....269
Figure 271 : Évolution de l'indice hydrologique d'attrait de l'Alagnon par rapport à l'Allier en 2022..269
Figure 272 : Moyenne de la dynamique de construction des frayères de Saumon atlantique dans le BEAL de Lempdes-sur-Allagnon de 2012 à 2020 (avant les travaux à l'ouvrage de Chambezon).....270
Figure 273 : Frayère de saumon dans le tronçon court-circuité du seuil de l'usine hydroélectrique de Moulin Infernal.....271
Figure 274 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le Saumon atlantique en 2022.....272
Figure 275 : Dates d'éclosion des œufs et d'émergence des alevins sur les zones de reproduction du saumon sur le bassin de la Loire en 2022 par rapport à l'historique des températures (Sources : LOGRAMI) 273
Figure 276 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles, Châteauponsac, Argenton-sur-Creuse, Châteauneuf-les-Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne (Sources : LOGRAMI).....276
Figure 277 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons en 2022 selon la période considérée (période globale de mai à septembre et période plus précise entre l'émergence médiane et les dates d'échantillonnages automnaux) pour les stations thermiques des cours d'eau échantillonnés sur le bassin de l'Allier : Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac et Langogne (Sources : LOGRAMI).....277



Figure 278 : Stations choisies pour l'échantillonnage du suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2022 sur la Gartempe (Sources : LOGRAMI) 280
Figure 279 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de Saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2022 282
Figure 280 : 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 283
Figure 281 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les 36 stations échantillonnées sur l'Allier en 2022. 287
Figure 282 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2001 288
Figure 283 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Allier depuis 2001 288
Figure 284 :Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2001 289
Figure 285 :Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2001 289
Figure 286 :Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2001 290
Figure 287 : Indices d'abondances tacons 0+ moyens sur les cinq secteurs de l'Allier en 2022 et comparaison avec les moyennes observées pour deux périodes distinctes sur l'aspect « stratégie alevinage » (2009-2018 et 2019-2021) 290
Figure 288 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Allier selon leur origine présumée depuis 2000 292
Figure 289 : Productions de tacons d'automne 0+ de l'Allier en 2022 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 293
Figure 290 : Productions de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Allier en 2022 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 294
Figure 291 : 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) 294
Figure 292 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Sioule en 2022 (23 stations) 295
Figure 293 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Sioule depuis 2000 296
Figure 294 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule depuis 2000 296
Figure 295 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 297
Figure 296 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Dore en 2022 (7 stations) 298
Figure 297 : Indices d'abondance tacons 0+moyens sur la Dore depuis 2004 299
Figure 298 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore depuis 2004 299
Figure 299 : Production de tacons 0+d'automne de la Dore en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 300
Figure 300 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Chambon en 2022 (3 stations) 300
Figure 301 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Chambon depuis 2017 301
Figure 302 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon depuis 2017 301
Figure 303 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Chambon en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 302
Figure 304 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Pavin en 2022 (3 stations) 303
Figure 305 : Indices d'abondance tacons 0+ moyens sur la Couze Pavin depuis 2017 304
Figure 306 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en aval du seuil de l'Hôpital d'Issoire depuis 2017 304
Figure 307 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Pavin en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 305
Figure 308 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze d'Ardes en 2022 (3 stations) 306
Figure 309 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Couze d'Ardes depuis 2017 306
Figure 310 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège depuis 2017 308
Figure 311 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en 2022 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) 308
Figure 312 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon en 2022 (17 stations) 309
Figure 313 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Alagnon depuis 2004 310

Figure 314 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Alagnon depuis 2004 310
Figure 315 : Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S3 de l'Alagnon depuis 2009 311
Figure 316 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S4 de l'Alagnon (Béal des Moulins) depuis 2010.....311
Figure 317 : Ouvrage de limitation du débit du Béal à l'étiage installé en 2021 (Crédit : LOGRAMI)....312
Figure 318 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Alagnon depuis 2004.....313
Figure 319 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Alagnon en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.....313
Figure 320 : Production de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Alagnon en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.....314
Figure 321 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Senouire en 2022 (2 stations).....315
Figure 322 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur la Senouire depuis 2017 316
Figure 323 : Production de tacons 0+ d'automne de la Senouire depuis 2017.....316
Figure 324 : Indice d'abondance tacons 0+ sur la Cronce en 2022 (1 station) et déversement d'alevins (APS) 317
Figure 325 : Production de tacons 0+ d'automne de la Cronce depuis 2021.....318
Figure 326 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Desges en 2022 (4 stations) 319
Figure 327 : Indices d'abondance moyens tacons 0+sur la Desges depuis 2017.....320
Figure 328 : Production de tacons 0+ d'automne de la Desges depuis 2017 321
Figure 329 : Production de tacons d'automne 0+ de la Desges en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.....321
Figure 330 : Indices d'abondance tacons 0+ sur le Chapeauroux en 2022 (3 stations) 322
Figure 331 : Indice d'Abondance tacons 0+ sur la station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" en 2012, 2013, 2015, 2021 et 2022 323
Figure 332 : Production de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux depuis 2012 323
Figure 333 : Production de tacons d'automne 0+ du Chapeauroux en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.....324
Figure 334 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Espezonnette en 2022 (3 stations).....324
Figure 335 : Indices d'abondance moyens tacons 0+sur l'Espezonnette depuis 2020 325
Figure 336 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Espezonnette depuis 2020.....326
Figure 337 : Production de tacons d'automne 0+ de l'Espezonnette en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.....326
Figure 338 : Production de tacons 0+ d'automne et part relative des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2022 327
Figure 339 : Production de tacons d'automne 0+ du bassin versant de l'Allier en 2022 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé. 328
Figure 340 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2000 328
Figure 341 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2009.....330
Figure 342 : Répartition des tacons 0+ d'automnes natifs produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017.....331
Figure 343 : Productivités moyennes des frayères de Saumon atlantique sur les secteurs S1, S3 et S5 de l'Allier depuis 2010 332
Figure 344 : Productivités moyennes des frayères de Saumon atlantique sur les secteurs S2, S3 et S4 (Béal) de l'Alagnon depuis 2018.....333
Figure 345 : Productivités moyennes des frayères de Saumon atlantique sur l'Alagnon depuis 2018 334
Figure 346 : Productivité moyenne des frayères de Saumon atlantique sur l'Alagnon en fonction du débit maximal observé sur la période comprise entre la reproduction (date médiane ponte 1/12) et les échantillonnages automnaux de tacons 0+ déclinée en 2 sous-périodes : vie sous graviers et après émergence.....335
Figure 347 : Productivités des frayères de Saumon atlantique des secteurs non alevinés de l'Allier (S1-S3) depuis 2010 et de l'Alagnon depuis 2018 335

Figure 348 : Processus de dévalaison des smolts en fonction de la photopériode et le la température (exemple de la Gartempe à Châteauponsac : Campagno, 2019).....336
Figure 349 : Estimation des périodes de smoltification et de dévalaison des smolts sur la Gartempe, l'Allier, l'Alagnon, la Sioule et la Dore en 2022.....337
Figure 350 : Comparaison des conditions optimales de température (7,5 à 13,5 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2022 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles, Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Contigny, Ambert, Puy Guillaume, Massiac, Lempdes sur Allagnon,Moulins, Vichy, Limons, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne et Riorges (Sources : LOGRAMI).....338
Figure 351 : Indices hydrologiques 2022 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).....339
Figure 352 : 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).....340
Figure 353 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (Sources : LOGRAMI).....341
Figure 354 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI) 341
Figure 355 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).....342
Figure 356 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).....343
Figure 357 : Bilan des passages de smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018.....343
Figure 358 : Comparaison des périodes de passages des smolts en 2022 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations...344
Figure 359 : 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 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....346
Figure 360 : Occurrence des passages journaliers de smolts et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 346
Figure 361 : 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 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 347
Figure 362 : 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 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 348
Figure 363 : Passages journaliers de smolts à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits à Langeac en 2022 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 349
Figure 364 : Passages horaires des smolts dans la goulotte de dévalaison du barrage de Poutès et aux stations de comptage Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy depuis le début des suivis.....349
Figure 365 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009) (Sources : LOGRAMI).....350
Figure 366 : Indices hydrologiques 2022 durant la période décembre n-1 à juin sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 351
Figure 367 : Saumons ravalés en dévalaison observés à la station de comptage rive droite de Vichy (à gauche) et à l'entrée de la goulotte de dévalaison de Poutès (à droite) (Sources : LOGRAMI).....352
Figure 368 : Pourcentages de saumons ravalés (n+1) par année de montaison (n) observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier (Sources : LOGRAMI).....353
Figure 369 : 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).....354

Figure 370 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2022 et niveau d'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de Saumon atlantique sur le bassin de l'Allier.....356
Figure 371 :Photographies des 2 géniteurs de saumons capturés dans la passe à poissons du seuil de la microcentrale Paulin sur le Chapeauroux les 6 et 7 novembre 2008 (Source : FDAAPPMA 48) 357
Figure 372 : Clé d'identification des faciès d'un cours d'eau d'après MALAVOI et SOUCHON (2002) ..358
Figure 373 : Saisie d'un point « faciès »sur tablette lors d'une cartographie des faciès d'un cours d'eau (©LOGRAMI).....359
Figure 374 : Classes de granulométrie utilisées pour la description de la granulométrie des faciès d'un cours d'eau (classification de WENTWORTH (1922) simplifiée par LOGRAMI (COSYNS *et al.*, 2013) ...359
Figure 375 : Aperçu de la couche "faciès" après digitalisation de polygones à partir de photographies aériennes (Google satellite /IGN 2022) et de points pris sur le terrain (limite amont faciès).....360
Figure 376 : Barrage d'Auroux sur le Chapeauroux, ouvrage ROE 49819.....362
Figure 377 : Profil en long du linéaire de Chapeauroux décrit en 2022 (LOGRAMI, 2021) 363
Figure 378 : Répartition des surfaces par faciès sur le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux en 2022.....364
Figure 379 : Comparaison de la répartition des différents faciès lotiques (en proportion de leur surface cumulée) décrits en 1999 en 2022 sur le Chapeauroux.....366
Figure 380 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 du PLAGEPOMI : Soutien d'effectifs (Source LOGRAMI) 374
Figure 381 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2009-2013 (Sources : LOGRAMI) 375
Figure 382 : 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 2014-2022 (Sources : LOGRAMI) 376
Figure 383 : 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 2022 (Sources : LOGRAMI) 377
Figure 384 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture du CNSS depuis 2009 (Sources : CNSS et LOGRAMI) 378
Figure 385 : Part de la population échantillonnée de saumon atlantique en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI).....380
Figure 386 : Rapport entre le nombre de jours de piégeage de saumons et le nombre de jours de migration printanière à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....380
Figure 387 : 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 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....381
Figure 388 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2022 (Sources : CNSS) 381
Figure 389 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Sources : CNSS).....382
Figure 390 : 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 2022 (Sources : LOGRAMI) 383
Figure 391 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2022 (Sources : LOGRAMI).....383
Figure 392 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2022 (Sources : LOGRAMI).....384
Figure 393 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2022 avec celles des individus piégés (Sources : LOGRAMI).....385
Figure 394 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2021 (Sources : LOGRAMI).....385

Figure 395 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2022 en fonction du piégeage (Sources : LOGRAMI).....386
Figure 396 : Retard moyen des saumons au droit de la vitre de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier depuis 2009 les jours avec et sans piégeage (Sources : LOGRAMI).....387
Figure 397 : Localisation des quatre stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2022 (Sources : LOGRAMI) 388
Figure 398 : Schéma du principe de 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 de conversion IA-densité du « bassin Allier ») (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012, Coefficient de conversion IA-densité : LOGRAMI)) 389
Figure 399 : Evolution des quantités d'alevins de pisciculture déversés sur les secteurs de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI, EPL et CNSS) 393
Figure 400 : 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 2022 (Source : LOGRAMI) 394
Figure 401 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2022 et taux d'implantation moyens correspondants (Sources : LOGRAMI) 395
Figure 402 : 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) 396
Figure 403 : 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).....397
Figure 404 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Cronce depuis 2021 (Sources : LOGRAMI et APS).....398
Figure 405 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence (à gauche) ou de l'absence (à droite) de nageoire adipeuse (Sources : LOGRAMI).....398
Figure 406 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2017 (Sources : LOGRAMI) 400
Figure 407 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe de 2009 à 2018.....401
Figure 408 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2019 (Sources : LOGRAMI) 402
Figure 409 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis les premiers retours de saumons sans adipeuse jusqu'en 2021 (Sources : LOGRAMI).....403
Figure 410 : 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. Suite à une crue intervenue en juillet 2021, plus aucun comptage n'a lieu à la station (Sources : LOGRAMI).....404
Figure 411 : 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 pour les années 2023 et 2024 (Sources : LOGRAMI) 405
Figure 412 : Evolution des proportions de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy depuis 2005 (Sources : LOGRAMI).....406
Figure 413 : 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 2023 et 2024 (Sources : LOGRAMI).....407
Figure 414 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes sur la Creuse entre les saumons issus des déversements au stade pré-smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) depuis 2007 (Sources : LOGRAMI) 408
Figure 415 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy sur l'Allier entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2022 (2 ans de mer) / 2006-2022 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI) 409



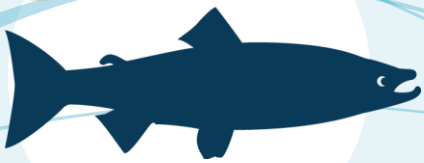


Figure 416 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Langeac entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2022 (2 ans de mer) / 2006-2022 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI) 409
Figure 417 : Stations de comptage du bassin de la Loire avec des passages de silures (Sources : LOGRAMI) 413
Figure 418 : 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 en 2022) (Sources : LOGRAMI) 414
Figure 419 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (Sources : LOGRAMI) 414
Figure 420 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (Sources : LOGRAMI) 415
Figure 421 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI) 415
Figure 422 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI) 416
Figure 423 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI) 416
Figure 424 : Effectifs de silures comptabilisés à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (Sources : LOGRAMI) 417
Figure 425 : Comparaison des périodes de passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations (Sources : LOGRAMI) 418
Figure 426 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=10 316) et en 2022 (n=200) (Sources : LOGRAMI) 418
Figure 427 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2007 à la station de comptage de Descartes (Creuse) par classes de taille (Source : Logrami) 419
Figure 428 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2004 à la station de comptage de Châtellerault (Vienne) par classes de taille (Source : Logrami) 420
Figure 429 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Vichy (Allier) par classes de taille (Source : Logrami) 420
Figure 430 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2009 à la station de comptage de Decize (Loire) par classes de taille (Source : Logrami) 421
Figure 431 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2012 à la station de comptage de Roanne (Loire) par classes de taille (Source : Logrami) 421
Figure 432 : Fréquence des effectifs de Silure glane observés depuis 2013 à la station de comptage de Geugnon (Arroux) par classes de taille (Source : Logrami) 422
Figure 433 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre du PLAGEPOMI en 2022 : transfert des connaissances 424
Figure 434 : Répartition et logos des Associations Migrateurs en 2022 425
Figure 435 : Photographies de la conférence et de la visite des installations de la Severn (Sources Legrand M. LOGRAMI) 426
Figure 436 : Exemple d'une page du site web en cours d'étude pour les données de stations de comptage sur les aloses le 20 mai 2022 (Sources LOGRAMI) 427
Figure 437 : 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 2022 428
Figure 438 : 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 2022 429
Figure 439 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2022 430

Figure 440 : Capture d'écran des restitutions sous forme de visio-conférences (Sources : LOGRAMI) 431
Figure 441 : Nombre de participants présents aux restitutions de LOGRAMI organisées depuis 2017 et en visio-conférence depuis 2020 (Sources LOGRAMI) 431
Figure 442 : Nombre de participants par principaux organismes présents lors des restitutions par année (Sources LOGRAMI) 432
Figure 443 : Visuel de la plaquette Actions phares 2021 réalisée et publiée en 2022 (Source : LOGRAMI) 433
Figure 444 : Nombre de téléchargements des plaquettes Actions phares sur le site web de LOGRAMI (Source : LOGRAMI) 433
Figure 445 : Téléchargements des publicatons sur le site web de LOGRAMI par thème et par an (Sources LOGRAMI) 436
Figure 446 : Onglet de métadonnées issu d'un des fichiers de données envoyé en 2022 437
Figure 447 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2022 (Source : LOGRAMI) 438
Figure 448 : Statistiques du nombre moyen de visites par jour du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2022 (Source : LOGRAMI) 438
Figure 449 Pourcentages mensuels de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI) 439
Figure 450 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI de 2020 à 2022 (Source : LOGRAMI) 439
Figure 451 : Proportion par tranches d'âges du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI et de la page Facebook en 2022 (Source : LOGRAMI) 440
Figure 452 : Proportion du nombre de connexions par type de connexion du site internet de LOGRAMI de 2019 à 2022 (Source : LOGRAMI) 440
Figure 453 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI) 441
Figure 454 : Pourcentages des pages visités par page du site web de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI) 441
Figure 455 : Nombre de téléchargements des posters par espèce et par an de 2020 à 2022 (Source : LOGRAMI) 442
Figure 456 : Nombre de téléchargements de jeux par an de 2020 à 2022 (Source : LOGRAMI) 442
Figure 457 : Nombre de lettres « LOGRAMI Actu' » envoyées par mail de LOGRAMI de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI) 443
Figure 458 : Nombre moyen de destinataires par lettre « LOGRAMI Actu' » de 2015 à 2022 (Source : LOGRAMI) 443
Figure 459 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2022 (Source : LOGRAMI) 444
Figure 460 : Etapes de réalisation du carnet de Voyage avec les anguilles (Source Beauché, AD Production) 445
Figure 461 : Mokup de la bande dessinée « Voyage avec les anguilles » (Source LOGRAMI) 446
Figure 462 : Sculpture d'Alose feinte réalisée par l'association « l'outil en Main » d'Angers (Source non déterminée, internet images) 447
Figure 463 : Nombres de jours d'informations à destination spécifiquement du grand public consacrés par les agents de LOGRAMI en 2022 (Source : LOGRAMI) 447
Figure 464 : Extraits du documentaire Sauvons nos rivières acte 2 (Source FNPF) 448
Figure 465 : Participants aux Rendez-vous de l'histoire en attente de la conférence à la salle des Mariage de Blois (Source : Nouvelle République Jérôme Duta) 449
Figure 466 : Conférence « Entre l'Aron et la Loire : quelle biodiversité et comment la préserver ? » et visite de la station de comptage de Decize sur la Loire animées par Timothé PAROUTY et Quentin MARCON le 12 juillet 2022 (Sources : Syndicat Mixte du Parc Naturel Régional du Morvan) 450
Figure 467 : Capture d'écran de l'interview de Thomas LESNE de LOGRAMI lors du reportage de France 2 sur le silure diffusé le 2 juillet 2022 450

Figure 468 : Affiche du documentaire Arte « La beauté cachée des laids » (à gauche) et prise de vue à Descartes sur la Creuse (à droite) 451
Figure 469 : Quentin MARCON en animation auprès des scolaires de l'école primaires de Cayres (43) le 5 juin 2022 451
Figure 470 : Animations à Roanne avec la Ligue d'enseignement de la loire (à gauche) et la Fédération de la Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique (à droite) (Sources : Ligue d'enseignement de la Loire et FDPPMA de la Loire) 452
Figure 471 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » 453
Figure 472 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2022 (deux jeux d'exposition à partir de 2013) 454
Figure 473 : Lieux et départements d'exposition de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2022 . 455
Figure 474 : Lamproie fluviatile ventousée sur un saumon à Vichy en 2009 (Source LOGRAMI) 463

Table des tableaux

Tableau 1 : Stations hydrométriques de référence et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2022 (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr) 16
Tableau 2 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2022 (Sources : LOGRAMI) 25
Tableau 3 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule, Monistrol d'Allier sur l'Allier, de Riorges sur le Renaison et d'Argenton sur la Creuse par rapport aux barrages situés en amont (Sources : LOGRAMI) 28
Tableau 4 : Bilan du suivi des stations de comptage par LOGRAMI sur le bassin de la Loire 55
Tableau 5 : Préféremdum de températures pour la migration de l'anguille (Elie et al., 1994) 64
Tableau 6 : Préféremdum de températures pour la migration de l'alose (AEAG, 2018) 95
Tableau 7 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses sur l'axe Creuse en 2022 119
Tableau 8 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur l'axe Allier 121
Tableau 9 : Récapitualtif du suivi de la reproduction des aloses en 2022 sur la Loire amont 126
Tableau 10 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2022 131
Tableau 11 : Détail des calculs de taux de réception 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 2022 131
Tableau 12 : Répartition de l'activité de reproduction des aloses sur les 2 points d'écoute de la frayère « Camping de l'amitié » sur la Loire lors de 4 nuits communes en 2022 132
Tableau 13 : Bilan de l'estimation de l'activité de reproduction des aloses sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2022 132
Tableau 14 : Bilan spatio-temporel de l'activité de reproduction des aloses sur les différents secteurs du bassin de la Loire suivis en 2022 134
Tableau 15 : Stations échantillonnées sur les cours d'eau du bassin de la Loire par la méthode de recherche ADNe en 2022 140
Tableau 16 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des faciès d'écoulement sur la Creuse dans l'ancienne retenue de l'ouvrage de Descartes en 2022 (CLE : chenaux lentiques, PLL : plats lentiques, CLO : chenaux lotiques, PC : plats courants et RAD : radiers) 155
Tableau 17: Préféremdum de températures pour la migration de la Lamproie marine (AEAG, 2018) 160
Tableau 18 : Nombre de jours avec une température de l'eau supérieure à 26°C au niveau des stations de mesures de Nouâtre, Vichy, Decize, Descartes et Châtellerault entre 2009 et 2022 (Sources : LOGRAMI) 174
Tableau 19 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de Lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2022 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI) 185
Tableau 20 : Préféremdum de températures pour la migration du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018) 206
Tableau 21 : Préféremdum de températures pour la survie estivale du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018) 211
Tableau 22 : Nombre de jours supérieurs à 25 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juillet-août) (Sources : LOGRAMI) 213
Tableau 23 : Nombre de jours supérieurs à 27,5 °C au niveau des sondes de température du bassin de la Loire durant la période estivale (juillet-août) (Sources : LOGRAMI) 214
Tableau 24 : Préféremdum de températures pour la migration du Saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018) 216
Tableau 25 : Proportion de saumons de 3 étés à Vichy et à Langeac sur l'Allier et delta de différence (Sources : LOGRAMI) 256
Tableau 26 : Récapitulatif des vidéos de passages de Saumon atlantique conservées à Langeac sur l'Allier entre 2016 et 2022 260

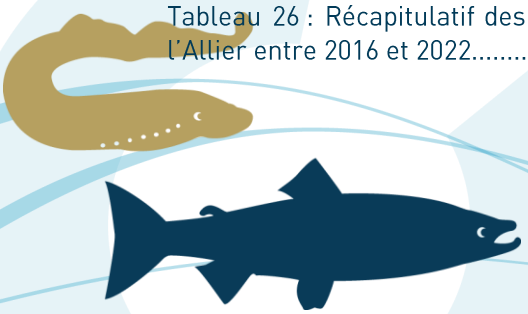


Tableau 27 : Récapitulatif du déroulement des prospections des zones de reproduction de Saumon atlantique sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2022 262
Tableau 28 : Synthèse des frayères de Saumon atlantique observées par LOGRAMI sur l'Allier en 2022 et ajout des obervations de s autres acteurs 264
Tableau 29 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours avec des débits cinq fois supérieurs au module des rivières sur les secteurs de reproduction des saumons en 2021-2022 (Sources : LOGRAMI) 274
Tableau 30 : Conditions hydrologiques maximales (hautes eaux : débit moyen journalier maximal en proportion du module) et minimales (basses eaux ; VCN3 : débit mojen journalier minimal observé calculé sur 3 jours) durant le développement des alevins de Saumon atlantique en 2022 sur l'ensemble des bassins étudiés équipés de stations hydrométriques (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr) . 278
Tableau 31 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de Saumon atlantique imparties en 2022 284
Tableau 32 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2022 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr) 285
Tableau 33 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Allier en 2022 292
Tableau 34 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège en 2022 307
Tableau 35 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Alagnon en 2022 312
Tableau 36 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Desges en 2022 ... 320
Tableau 37 : Nombre de jours où la température de l'eau a dépassé 21°C et température journalière maximale entre l'émergence médiane et les échantillonnages sur l'Alagnon en 2018, 2019, 2021 et 2022 (en gris : pas de mesure) 335
Tableau 38 : Crues hivernales observées en janvier 2022 sur l'Allier, l'Alagnon, la Dore, la Sioule, la Creuse, la Gartempe et l'Ardour (Sources : LOGRAMI) 352
Tableau 39 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur le Chapeauroux en 2022 (LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr) 362
Tableau 40 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de Saumon atlantique sur le Chapeauroux en aval du barrage d'Auroux en 2022 363
Tableau 41 : Surfaces des faciès lentiques induites par les 11 ouvrages recensés sur le linéaire du Chapeauroux décrit en 2022 365
Tableau 42 : Comparaison des quantifications d'habitats du Chapeauroux réalisées en 1999 et en 2022 366
Tableau 43 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI) 390
Tableau 44 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI) 390