

VOILET POISSONS MIGRATEURS 2015-2021

SUIVI DES MIGRATIONS D'ANGUILLES ET EVALUATION DES STOCKS EN PLACE SUR LE FREMUR EN 2021



Maître d'ouvrage :



**STATION MARINE
DINARD**



Maître d'œuvre :



SCIENCE ET INGÉNIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES

Edition : Avril 2022

Soutiennent les actions du volet "poissons migrateurs" :



Avec la participation de :



AVANT-PROPOS

Ce rapport présente les résultats du suivi des migrations d'anguilles et l'évaluation des stocks en place sur le Frémur en 2021.

La maîtrise d'ouvrage a été assurée par le Muséum National d'Histoire Naturelle et l'UAR PatriNat.

La maîtrise d'œuvre a été réalisée par le bureau d'études Fish-Pass qui effectue le suivi du stock d'anguilles par pêche électrique, le suivi des migrations, le marquage d'individus, le traitement et l'analyse des résultats.

Les opérations de terrain (relève des passes pièges pour le suivi des migrations) sont réalisées avec la participation du Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la Côte d'Emeraude (CCEUR Emeraude).

Des travaux de sécurisation du barrage de Pont Avet engagés depuis 2020 ont causé une rupture de la continuité écologique et une baisse importante de la ligne d'eau entre l'aval du Pont es Omnes et le Pont Avet. Dans ce contexte, Eau du Pays de Saint Malo a financé l'installation et le suivi d'une passe piège temporaire à l'aval du barrage de Pont Avet. De même, Eau du Pays de Saint Malo a également financé le transfert des anguilles argentées capturées en dévalaison à Pont es Omnes à l'aval du barrage de Pont Avet ainsi que la réparation du piège de dévalaison.

Le coût prévisionnel de l'étude en 2021 s'élève à 68 096.90 € (rapport financier réalisé en préparation), financée à hauteur de :

- 42,65 % par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne ;
- 27,74 % par le Conseil Départemental des Côtes d'Armor
- 10,00 % par le Conseil Régional de Bretagne ;
- 4,92 % par la Fédération de Pêche d'Ille et Vilaine
- 14,68 % par le MNHN et l'OFB (autofinancement)

REMERCIEMENTS

Les remerciements s'adressent au Muséum National d'Histoire Naturelle (CRESCO, Dinard) et l'UMS PatriNat qui ont permis la réalisation de cette étude. Nous remercions évidemment les partenaires financiers historiques (Conseil Régional de Bretagne, Agence de l'Eau Loire Bretagne, Fédération de Pêche d'Ille et Vilaine) et plus récents (Conseil Départemental des Côtes d'Armor) pour leur soutien indispensable à la réalisation de ce suivi 2021. Nous remercions également Eau du Pays de Saint Malo pour le suivi mis en place afin de maintenir une continuité piscicole lors des travaux sur le barrage de Pont Avet ainsi que pour les différentes données concernant la qualité de l'eau. La DREAL est également remerciée pour la mise à disposition des données hydrologiques du bassin versant.

Ces remerciements vont également à l'association CŒUR Emeraude qui participe aux relevés de terrain.

Le site du Frémur étant un « terrain » propice à de nombreuses études scientifiques, nous tenons également à remercier les scientifiques qui contribuent activement à l'apport de connaissances sur l'anguille.

RÉSUMÉ

Cette étude a débuté en 1995 dans le cadre d'un programme sur le suivi de la restauration des voies de migration de l'anguille. L'objectif de ce programme était de rétablir les voies de migration de l'anguille sur l'ensemble du bassin versant du Frémur, notamment sur les barrages de Pont es Omnès (équipé de passes-pièges de montaison et de dévalaison) et de Bois Joli (équipé d'une passe-piège de montaison) et d'estimer les effets du rétablissement de la migration sur la dynamique de la population d'anguilles.

Aujourd'hui, ce programme s'inscrit dans le cadre plus global du Plan de Gestion Anguille (PGA). Le PGA prévoit en effet la mise en place de suivis par « rivière index » pour chaque unité de gestion anguille (UGA) afin d'évaluer l'efficacité des mesures de conservation et de restauration de l'espèce. Pour l'UGA Bretagne-Pays de Loire, le monitoring réalisé sur le Frémur permet de donner une image représentative de la production d'un petit fleuve côtier fragmenté par de nombreux ouvrages.

Les données récoltées dans le cadre du suivi Frémur concernent l'ensemble du cycle biologique : de la colonisation du bassin au départ vers la mer en passant par la phase de croissance dans le bassin. Les données permettent ainsi de mesurer les trois grands compartiments du cycle continental que sont le recrutement fluvial, le stock et la dévalaison.

La campagne 2021 est la 26^{ème} année de suivi mené sur le Frémur. Ce suivi est actuellement l'un des plus anciens en France et permet une vision à moyen terme de l'évolution des densités en anguilles sur la façade de la Manche et la Bretagne Nord. Cette campagne 2021 a été assez particulière dans la continuité de l'année 2020, avec la mise en place pour la troisième année consécutive d'une passe piège temporaire à Pont Avet et une gestion contrainte de niveaux d'eau dans le cadre de travaux de mise en sécurité du barrage.

Le recrutement observé en 2021 a été excellent avec 44 245 individus dont 37 455 provenant de la passe de Pont Avet et 6 790 de la passe de Bois Joli, c'est ainsi le deuxième meilleur recrutement depuis le début du suivi. Pour la saison 2021, sur le site de Bois Joli, quelques migrations ont été observées entre janvier et mars, mais les premières migrations notables ont été observées début avril. Les migrations ont ensuite été soutenues de début à fin juillet, avec les pics les plus importants de migration début juillet lors de coups d'eau. Au niveau de la passe piège de Pont Avet, les migrations ont été faibles jusqu'à mi-mai et l'essentiel de la migration s'est déroulé en juin.

Le peuplement du Frémur est très fortement dominé par des espèces tolérantes. Le peuplement piscicole du Frémur met en évidence un milieu qui se dégrade depuis le début du suivi avec une diminution des densités des principales espèces. En 2021, l'anguille est la 4^{ème} espèce du peuplement avec 12,2 %. Les trois espèces qui dominent le peuplement en 2021 sont donc : la loche franche, première espèce en densité qui représente 41,7 % du peuplement, la perche, deuxième espèce qui représente 17 % du peuplement, suivi du gardon représentant 15,5 %. Ces trois espèces représentent 74,2 % du peuplement du Frémur en 2021.

La densité moyenne en anguilles sur le bassin versant du Frémur à l'amont de la retenue Bois Joli est de 0,163 ind/m² en 2021. Bien que cette densité reste éloignée de la moyenne interannuelle (0,273 ind./m²), c'est la valeur la plus élevée depuis l'année 2015. Un rebond notable est notamment observé à la fois pour la densité et la biomasse sur les secteurs de Villou, Trigavou et Motte Olivet. En

revanche, sur les secteurs les plus amonts du bassin versant (Ruffier, Trélat), les densités demeurent très faibles avec très peu de renouvellement. Sur l'aval du bassin versant, en aval de Pont es Omnès et Pont Avet, les densités restent très fortes, supérieures à 1 ind./m². Au cours de la campagne 2021, 235 anguilles ont été marquées par RFID lors des pêches d'automne. Concernant les recaptures, 44 anguilles marquées ont été recapturées. Ce nombre de recaptures est le deuxième plus important depuis le début du suivi.

La saison de dévalaison 2021-2022 n'est pas encore terminée à la rédaction de ce rapport. Au 28/02, 386 anguilles ont été capturées en dévalaison, respectivement 313 anguilles argentées, 55 anguilles jaunes argentées et 18 anguilles jaunes. Cela correspond à la 17^{ème} dévalaison en termes d'effectifs depuis le début du suivi. La biomasse totale des individus dévalants est de 123 kg. La dévalaison s'est essentiellement déroulée en une dizaine de jours entre le 31 décembre et le 10 Janvier. Le sex-ratio est nettement en faveur des femelles qui représentent 61,7% des effectifs. Concernant l'état sanitaire externe, 28% d'anguilles ne présentant pas de pathologies externes et une mortalité très faible, 0,2 % a été observée. Les principales pathologies observées pour les anguilles en dévalaison sont des érosions cutanées, des hémorragies et des masses/grosseurs et des altérations de la couleur. Parmi les anguilles dévalantes, 18 anguilles marquées ont été capturées au stade argenté dans le piège de dévalaison. Ce nombre est parmi le plus important sur les 20 dernières années alors que l'hydrologie du Frémur a été plutôt faible.

Mots clés : anguille - Frémur - barrages - passes - dynamique de population - stock - recrutement fluvial - dévalaison - marquage RFID



SUIVI DES MIGRATIONS D'ANGUILLES ET ÉVALUATION DES STOCKS EN PLACE SUR LE FRÉMUR EN 2021

CHARRIER F., BELHAMITI N., ALLIGNE M., BERTHELOT Y.



SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	ii
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	iv
SOMMAIRE	3
TABLE DES FIGURES	6
TABLE DES TABLEAUX	9
Introduction	10
Le Bassin Versant du Frémur	12
1.1 Présentation du site	12
1.2 Synthèse hydrologique	13
1.3 Qualité de l'eau du Frémur	17
1.3.1 Les phosphates (Ortho phosphates)	17
1.3.2 Le phosphore total	18
1.3.3 Les nitrates	19
1.3.4 Le carbone organique dissous	20
1.3.5 Les matières en suspension (MES)	21
1.3.6 Les pesticides	21
1.3.7 Bilan	22
Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2021	23
1.4 État initial	23
1.5 Présentation des ouvrages structurants du Frémur	23
1.6 Autres ouvrages aménagés sur le Frémur	25
1.7 Historique des actions menées sur le Frémur	25
1.7.1 Opérations réalisées en routine sur le Frémur	25
1.7.2 Opérations ponctuelles réalisées sur le Frémur	26
Méthodologie des suivis sur le Frémur	29
1.8 Évaluation des stocks	29
1.8.1 Milieu lentique	29
1.8.2 Milieu lotique	30
1.9 Quantification des flux migratoires	32
1.9.1 Présentation des dispositifs de franchissements et de piégeages installés	32
1.9.2 Fréquence de suivi des pièges	32
1.10 Biométrie	33
1.11 Marquage individuel	34
Montées (Suivi annuel)	35
1.12 Déroulement des montées	35
1.12.1 Bois Joli	35
1.12.2 Pont Avet	38
1.13 Effectifs des montées	42

1.14	Caractéristiques des individus en montée	43
1.14.1	Bois Joli	43
1.14.2	Pont Avet	46
Évaluation du stock (Suivi annuel)		50
1.15	Stations de pêche électriques	50
1.16	Conditions de pêche	52
1.17	Peuplement piscicole du Frémur	52
1.17.1	Peuplement de Pont es Omnès et Pont Avet	52
1.17.2	Peuplement à l'amont de Bois Joli	55
1.18	Paramètres de la population d'anguilles	62
1.18.1	Densité, biomasse	62
1.18.2	Répartition	64
1.18.2.1	Densités observées sur les différents secteurs en 2020 et 2021	64
1.18.2.2	Évolution interannuelle des densités sur les différents secteurs	69
1.18.3	Les tailles	70
1.18.3.1	Sur le bassin versant	71
1.18.3.2	Sur les différents secteurs	73
1.18.4	Coefficient de condition	76
1.18.5	Argenture	77
1.18.6	État sanitaire	78
Marquage individuel (Suivi annuel)		79
1.19	Test de mortalité et de perte de marque PIT-tags	79
1.20	Études du stock d'anguilles : recapture, croissance et déplacement	79
1.21	Recapture des individus marqués en dévalaison	82
Dévalaison (Suivi annuel)		83
1.22	Déroulement de la dévalaison	83
1.23	Effectifs et biomasses	85
1.24	Structure en classes de taille	87
1.25	Stade de maturité	89
1.26	Classification du degré d'argenture	89
1.27	Sex-ratio	90
1.28	Taille et Poids	91
1.29	Coefficient de condition	93
1.30	État sanitaire	94
Evènements et problèmes rencontrés en 2021-2022		96
Bilan des travaux de l'année 2021 et Discussion		98
Perspectives		101
Autres études en cours sur le Frémur		102
1.31	Étude de la dévalaison par système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe	102
1.31.1	Diversité	103
1.31.2	Caractéristique des anguilles et estimation de la mortalité	103
1.31.3	État sanitaire des anguilles	104

1.31.4	Temps nécessaire pour traverser la retenue de Pont es Omnès	106
Bibliographie		107
Annexes		108
1.32	Annexe 1 : Densité et biomasse de l'anguille de 1995 à 2021	108
1.33	Annexe 2 : Effectifs des montées	110
1.34	Annexe 3 : Effectifs des dévalaisons (à Pont es Omnès)	111
1.35	Annexe 4 : Codification des pathologies de l'anguille (Beaulaton et Pénil, 2009)	112
1.36	Annexe 5 : Valorisations du programme Frémur	113

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Bassin versant du Frémur (Source : BD-Carthage-ONEMA-BD-Carto, Fish-Pass)	12
Figure 2 : A et B, travaux de resserrement du lit du Frémur réalisés sur le secteur de Pleslin. C, travaux de reméandrage et de recharge granulométrique réalisés sur le secteur de Trélat. D, remise en talweg du Frémur sur le secteur Trélat Amont	13
Figure 3 : station de jaugeage de Pleslin Trigavou (Fish Pass).	14
Figure 4 : Débit moyen mensuel du Frémur à la station de Pleslin Trigavou sur la période 1991-2021 (Hydro.eaufrance)	14
Figure 5: Évolution des débits moyens mensuels du Frémur à Trigavou (Données Dreal, Mise en forme FISH PASS)	17
Figure 6 : Évolution temporelle des concentrations en ORTHOPHOSPHATES entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)	18
Figure 7 : Évolution temporelle des concentrations en phosphore total entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)	19
Figure 8 : Évolution temporelle des concentrations en nitrates entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou et de Bois-Joli)	19
Figure 9 : Évolution temporelle des concentrations en carbone organique dissous entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)	20
Figure 10 : Évolution temporelle des concentrations de matières en suspension entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)	21
Figure 11 : A gauche, vue aval du barrage de Pont Avet et à droite sa passe à anguilles (FISH-PASS)	23
Figure 12 : La passe piège de Pont Avet (FISH-PASS)	24
Figure 13 : Passe et piège sur le barrage de Pont-es-Omnès (FISH-PASS)	24
Figure 14 : Vue de l'ascenseur et de la passe à anguille du barrage de Bois Joli (FISH-PASS)	24
Figure 15 : Passe à anguilles sur la station de jaugeage de Pleslin-Trigavou (FISH-PASS)	25
Figure 16 : Pêche électrique sur le secteur de Villou en 2021 (FISH-PASS)	31
Figure 17 : Biométrie (mesure de la taille et du diamètre de l'œil) prise sur une anguille du Frémur (FISH-PASS).	33
Figure 18 : A gauche, injection d'un " PIT tag " dans la cavité abdominale d'une anguille. A droite, " PIT-tag " de 12 et 8 mm (FISH PASS)	34
Figure 19 : En haut, bac de capture de Pont Avet. En bas, à gauche, passe à anguilles de Pont Avet avec des anguilles en migration. A droite, pesée des anguillettes à Pont Avet (FISH-PASS)	35
Figure 20 : En haut, évolution des effectifs d'anguilles à la montée sur le piège de Bois Joli en 2020 et 2021, en grisé période de surverse du barrage du Bois Joli. En bas, débits journaliers observés sur le Frémur (données hydrologiques : DREAL, FISH-PASS)	36
Figure 21 : Comparaison des montées cumulées relatives observées au niveau du piège de Bois Joli, entre 2020, 2021 et la moyenne interannuelle calculée de 1997 à 2021. La forme en « escalier » des courbes représente des migrations par pics (FISH-PASS).	37
Figure 22 : Taux moyen mensuel de recrutement sur le Frémur à Bois Joli en 2021 (FISH-PASS)	38
Figure 23 : Évolution des effectifs d'anguilles à la montée sur le piège de Pont-Avet en 2020 et 2021. En vert, période de fonctionnement de la passe piège (FISH-PASS)	39
Figure 24 : Montées cumulées relatives à Pont Avet en 2019, 2020 et 2021 (FISH-PASS)	40
Figure 25 : Taux moyen mensuel de recrutement sur le Frémur à Pont Avet en 2021 (FISH-PASS)	40
Figure 26 : Bilan des montées brutes sur le Frémur de 1997 à 2021 et indice de recrutement européen (WGEEL, 2021). L'indice de recrutement étant pour les civelles, il a été décalé d'une année afin de correspondre au recrutement en anguillettes, pour exemple, l'indice de recrutement de 1997 apparait en 1998 sur ce graphique (FISH PASS). De 2019 à 2021, le recrutement amont de Bois Joli correspond à la somme des anguilles capturées aux passes de Pont Avet et Bois Joli.	43
Figure 27 : Évolution interannuelle de la taille des anguilles en montaison au piège de Bois-Joli (FISH-PASS)	44
Figure 28 : Distributions de la taille des anguilles capturées en 2020 et 2021 dans le piège de montaison de Bois Joli (Tailles <=250 mm) (FISH-PASS)	45
Figure 29 : Boxplot de la taille des anguilles en montée à Bois Joli en fonction du mois de l'année (FISH-PASS)	46
Figure 30 : Comparaison du nombre d'anguilles capturées à Pont Avet en 2020 et 2021 selon leur classe de taille. L'axe des ordonnées est en échelle logarithmique (FISH-PASS)	47
Figure 31 : Comparaison des classes de taille cumulées relatives des anguilles capturées à Bois Joli et Pont Avet. Attention pour des raisons de lisibilité, les anguilles de taille supérieure à 300 mm ne sont pas représentées (FISH-PASS).	48

Figure 32 : Comparaison du nombre d'anguilles capturées à Bois Joli et Pont Avet selon leur classe de taille. L'axe des ordonnées est en échelle logarithmique. (FISH-PASS)	48
Figure 33 : Boxplot de la taille des anguilles en montée à Pont Avet en fonction du mois de l'année (FISH-PASS)	49
Figure 34 : Bassin versant du Frémur : Localisation des passes à anguilles, des pièges de contrôle et des stations de pêche échantillonnées (source : BD-Carthage, réalisation V. MAZEL, Fish-Pass)	50
Figure 35 : Évolution annuelle de la densité moyenne et de la biomasse moyenne d'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 sur les secteurs de Pont Avet et Pont es Omnes (FISH PASS)	53
Figure 36 : Une station de pêche du secteur Trigavou, prise de vue 2021 (FISH-PASS)	55
Figure 37 : Évolution des densités des principales espèces sur le Frémur de 1995 à 2021 (FISH-PASS)	57
Figure 38 : Évolution des densités moyennes 2020 et 2021 des espèces capturées par pêches électriques de 1995 à 2021, Secteurs Pont Avet et Pont es Omnes non intégrés et secteur du Villou non pêché en 2007 (FISH-PASS)	58
Figure 39 : Évolution des biomasses moyennes en 2019 et 2021 des espèces capturées par pêches électriques de 1995 à 2021, Secteurs Pont Avet et Pont es Omnes exclus et Villou non pêché en 2007 (FISH PASS)	58
Figure 40 : Evolution annuelle de 1995 à 2021 des paramètres de l'anguille rapportés à ceux du peuplement du Frémur (secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Villou en 2007 exclus) (FISH PASS).	61
Figure 41 : Relation entre le recrutement observé à Bois Joli et la densité observée sur le secteur Villou à N+1 entre 2008 et 2021	62
Figure 42 : Évolution annuelle de la densité et de la biomasse d'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 (secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Villou en 2007 exclus) (FISH PASS)	63
Figure 43 : Évolution annuelle du "poids moyen" des anguilles sur le Frémur de 1995 à 2021 (secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Villou en 2007 exclus). Poids moyen calculé par le rapport de la biomasse sur la densité (FISH-PASS)	64
Figure 44 : Évolution des paramètres densités et biomasses d'anguille en fonction de la distance à la mer sur le Frémur en 2020, 2021 et moyenne depuis 1995 (FISH PASS)	66
Figure 45 : A gauche, ouvrage du moulin de la marche (R. Debroise). A droite, Amont du secteur de Motte Olivet au niveau du pont de la D28 (FISH PASS)	67
Figure 46 : Évolution des densités (ind/m ²) par secteur entre 1995 et 2021 (FISH PASS)	70
Figure 47 : Évolution du paramètre poids moyen (calculé par le rapport biomasse sur densité) par secteur pour 2020, 2021 et moyenne interannuelle depuis 1995 (FISH PASS)	70
Figure 48 : Structure en classes de taille de la population d'anguilles du Frémur en 2021 (Fish Pass)	71
Figure 49 : Évolution interannuelle des longueurs totales de l'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 (secteur de Pont Avet, Pont es Omnes et Villou 2007 exclus) (FISH PASS)	72
Figure 50 : Distribution des longueurs d'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 en pas de 2,5 mm (secteur de Pont Avet, Pont es Omnes et Villou 2007 exclus) (FISH PASS)	72
Figure 51 : Distribution des tailles d'anguilles par secteur sur le Frémur en 2021, pas de 25 mm (FISH PASS)	73
Figure 52 : Tailles moyennes des anguilles par année et par secteur sur le Frémur de 1995 à 2021 (FISH PASS)	75
Figure 53 : Distribution des coefficients de condition de l'anguille sur le Frémur en 2021 (FISH PASS)	76
Figure 54 : Évolution interannuelle de 1996 à 2021 des proportions d'anguilles selon leur stade (ag : argentées ; j/ag : jaune/argentées et j : jaune), secteur de Pont Avet, Pont es Omnes et Villou 2007 exclus (FISH-PASS)	77
Figure 55 : Pathologies des anguilles échantillonnées en pêche électrique sur le Frémur en 2021 (FISH-PASS)	78
Figure 56 : Nouvelle grille de dévalaison installée en Novembre 2020 (Fish-Pass)	83
Figure 57 : Haut : Évolution des effectifs (corrigés) d'anguilles tout stade sur le piège de Pont es Omnes pour les dévalaisons 2020/2021 et 2021/2022 avec les paramètres au niveau du piège. Bas : évolution des débits journaliers sur la station de Trigavou pour 2020-2022 (données DREAL, Réalisation FISH-PASS)	84
Figure 58 : Stade et effectif cumulé par années des anguilles capturées au piège de Pont es Omnes de 1996 à 2021, *effectifs corrigés (FISH-PASS)	86
Figure 59 : Nombre d'anguilles dévalantes vivantes et mortes par année, capturées au piège de Pont es Omnes de 1996 à 2021 (FISH PASS) Caractéristiques des dévalantes	87
Figure 60 : Distribution des tailles des anguilles dévalantes piégées à Pont Es Omnes de 1996 à 2021 (FISH PASS)	88
Figure 61 : Proportions relatives des anguilles par stade de maturité dans les dévalaisons annuelles du Frémur de 1996 à 2021 (taille>250 mm) (FISH-PASS)	89
Figure 62 : Stade d'argenteur selon la classification de Durif et al. (2009) pour la dévalaison 2020-2021 (N=361)	90
Figure 63 : Stade d'argenteur selon la classification de Durif et al. (2009) pour la dévalaison 2021-2022 (N=313).	90
Figure 64 : Haut : Sex-ratio anguilles dévalantes de stade J/AG et AG DE 1996 à 2020. Bas : effectifs des anguilles dévalantes de part et d'autre de la taille de 450 mm de stade J/AG et AG De 1996 à 2021 (FISH PASS)	91
Figure 65 : Taille et poids des anguilles en dévalaison au stade J/AG et AG de 1996 à 2021 (FISH PASS)	92
Figure 66 : Box plot des coefficients de condition des anguilles dévalantes sur le Frémur de 1996 à 2021 (FISH-PASS)	93

Figure 67 : État sanitaire des anguilles en dévalaison. A gauche, dévalaison 2020-2021. A droite, dévalaison 2021-2022. (FISH PASS)	94
Figure 68 : A gauche, anguille argentée présentant une érosion cutanée au niveau de la tête. A droite, une anguille présentant une absence d'organe, un morceau de la nageoire caudale étant absent (FISH PASS)	95
Figure 69 : Pathologie externe des anguilles en dévalaison. A gauche, dévalaison 2020-2021. A droite, dévalaison 2021-2022 (FISH PASS)	95
Figure 70: Passe à anguilles de Pont es Omnès non fonctionnelle compte-tenu des niveaux d'eau (Fish-Pass)	96
Figure 71: Barrage de Bois Joli avec un bidim de protection (Fish-Pass)	97
Figure 72 : A gauche, Filtre du système de pompage a Bois Joli (Fish Pass). A Droite, principe de fonctionnement du Filtre. (Timex)	102
Figure 73 : A gauche, Anguille échantillonnée en 2021 après son passage dans le filtre. A droite, une anguille marquée au dermojet (Fish Pass)	102
Figure 74 : Abondance relative des différentes espèces capturées dans le piège du filtre (Fish Pass)	103
Figure 75 : Nombre de pathologies observées sur les anguilles du filtre (Fish Pass)	105
Figure 76 : Types de pathologies observées sur les anguilles du filtre (Fish Pass)	105

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débit moyen toutes eaux, données calculées sur 31 ans (Hydro.eaufrance)	14
Tableau 2 : Débits caractéristiques, données calculées sur 31 ans (Hydro.eaufrance)	15
Tableau 3 : Crues (loi de Gumbel - Septembre à Août). A gauche, débit journalier moyen (QJ en m ³ /s). A droite, débit instantané maximum (QIX en en m ³ /s) (Hydro.eaufrance)	15
Tableau 4 : Basses eaux (loi de Galton - Janvier à Décembre). A gauche, Débit mensuel minimal moyen sur une année (QMNA). A droite, débit minimal moyen des cours d'eau enregistré pendant 3 jours consécutifs (VCN3), données calculées sur 31 ans (Hydro.eaufrance)	16
Tableau 5 : Minimum/Maximum connus (Hydro.eaufrance)	16
Tableau 7 : Synthèse des résultats concernant l'état physico-chimique sur le Frémur pour l'année 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)	22
Tableau 8 : Bilan annuel des opérations effectuées depuis le début du programme (FISH-PASS)	25
Tableau 9 : Bilan des marquages et recaptures aux verveux lors de l'étude BJ3D	30
Tableau 10 : Passage sur les pièges de capture, années 1996 à 2021 (FISH-PASS)	33
Tableau 11 : Passages en pêche électrique par station, de l'aval à l'amont, de 1995 à 2021 (FISH-PASS)	51
Tableau 12 : Densités moyennes par espèce obtenues en pêches électriques (1995 à 2021) sur les secteurs de Pont Avet (*non échantillonné en 2014) et Pont es Omnes (Fish-Pass)	54
Tableau 13 : Biomasses moyennes par espèce obtenues en pêches électriques (1995 à 2021) sur les secteurs de Pont Avet (*non échantillonné en 2014) et Pont es Omnes (Fish-Pass)	54
Tableau 14 : Densités moyennes par espèce obtenues par pêches électriques (de 1995 à 2021), secteurs Pont Avet et Pont es Omnes exclus, Villou exclu en 2007 (FISH-PASS)	59
Tableau 15 : Biomasses moyennes par espèce obtenues par pêches électriques (de 1995 à 2021), secteurs Pont Avet et Pont es Omnes exclus, Villou exclu en 2007 (FISH-PASS)	60
Tableau 16 : Pourcentage d'anguilles argentées (nombre d'individus) par secteur sur le Frémur en 2021 (FISH PASS)	77
Tableau 17 : Bilan des recaptures lors des pêches électriques (* années pour lesquelles 2 campagnes de pêches étaient réalisées), En 2017 et 2018 le nombre de marques posées inclues celle de BJ3D et BJ2D (FISH PASS).	79
Tableau 18 : Caractéristiques, croissance et déplacement des individus recapturés durant les pêches électriques de l'automne 2021 (FISH PASS)	80
Tableau 19 : Synthèse des croissances moyennes annuelles des individus marqués et recapturés sur le Frémur en 2021. Les croissances négatives probablement liées à des erreurs de mesure ne sont pas considérées (FISH-PASS)	81
Tableau 20 : Synthèse des croissances moyennes des individus recapturés à chaque campagne (FISH PASS)	81
Tableau 21 : Bilan des recaptures en dévalaison (FISH PASS)	82
Tableau 22 : Classification du degré d'argenture selon Durif et al. (2009)	89
Tableau 23 : Caractéristiques des anguilles capturées et estimation des mortalités (Fish Pass)	104
Tableau 24 : Nombre de jours mis par les anguilles argentées capturées dans le piège du filtre pour traverser la retenue de Pont es Omnes. Aucune anguille marquée n'a été recapturée sur la saison 2021-2022	106

Introduction

Cette étude a débuté en 1995 dans le cadre d'un programme sur le suivi de la restauration des voies de migration de l'anguille. L'objectif de ce programme était de rétablir les voies de migration de l'anguille sur l'ensemble du bassin versant du Frémur et d'estimer les effets du rétablissement de la migration sur la dynamique de la population d'anguilles.

Aujourd'hui, ce programme s'inscrit dans un cadre plus général sur la problématique de l'anguille à plusieurs échelles géographiques, tout d'abord à l'échelle régionale il est représentatif des petits fleuves côtiers bretons, ensuite à l'échelle nationale le Frémur fait partie des rivières index du Plan de Gestion Anguille, et enfin à l'échelle internationale le programme « Frémur » est reconnu à travers les nombreux travaux scientifiques sur l'ensemble du cycle biologique continental de l'espèce. Le suivi permet de recueillir des données concernant l'ensemble du cycle biologique dans sa partie continentale (de la colonisation du bassin au départ vers la mer en passant par la phase de croissance dans le bassin) de la population d'anguilles du Frémur.

Le suivi sur le Frémur prend une dimension internationale quand on sait qu'il est le seul de ce type sur le littoral de la Manche et qu'il est le seul à intégrer une mesure directe de la dévalaison (paramètre difficile à obtenir sur d'autres bassins). L'anguille est actuellement "en dehors de ses limites biologiques de sécurité" (WGEEL¹) et rien n'indique une amélioration de cette situation et encore à ce jour selon le WGEEL, "L'exploitation durable de l'espèce ne peut donc plus être garantie". Ainsi, le règlement européen 1100/2007 et le plan de gestion de l'anguille de la France qui en découle, déclinent des plans de gestion par bassin ou district hydrographique. Ces plans prévoient une évaluation des résultats, entre autres, par une mesure de l'échappement c'est-à-dire des anguilles dévalant pour se reproduire. A ce titre, le suivi mis en place sur le Frémur depuis 25 ans constitue un outil pertinent pour l'évaluation des plans de gestion. Le Frémur a été inscrit comme rivière « index » dans le cadre du Plan de Gestion national sur l'anguille. Il permet de mesurer les trois grands compartiments du cycle que sont le recrutement, le stock et la dévalaison. Il permet de mettre en relation ces trois compartiments, d'évaluer la production de géniteurs par rapport au recrutement, et donc de mieux appréhender la dynamique de la population d'anguilles. Enfin, la longue série de données acquise et la méthodologie d'inventaire éprouvée, permettent de s'affranchir des incertitudes liées à la variabilité des mesures et de distinguer des événements remarquables sur les longues chroniques d'évolution mesurées. Ces données sont ainsi régulièrement valorisées dans le cadre de publications scientifiques visant à une meilleure compréhension de la dynamique de la population d'anguilles européennes.

L'année 2021 a été dans la continuité de l'année 2020 compte tenu des mesures mises en place par Eau du Pays de Saint Malo depuis Octobre 2018 pour assurer la sécurisation du barrage de Pont Avet et réaliser les travaux nécessaires. La baisse de la retenue de Pont Avet a impacté d'une part la montaison pour les anguilles au niveau du barrage rendant inopérante la passe à anguilles par fonctionnement gravitaire et d'autre part le niveau d'eau à l'aval du barrage de Pont es Omnès, exondant ainsi le bas de la passe à anguilles de Pont es Omnès. Pour pallier cette rupture de la continuité écologique au niveau du barrage de Pont Avet, une passe piège temporaire a été mise en place depuis 2019 ainsi qu'un suivi entre mi-mars et mi-novembre 2021. Les anguilles capturées ont ainsi été déplacées dans Bois-Joli pour leur permettre de coloniser le bassin versant. Des modifications ont également été réalisées à Pont es Omnès, la passe de montaison a été rallongée

¹ Groupe scientifique de travail sur l'anguille. Groupe international à partir duquel la Commission européenne prend les avis scientifiques.

- Introduction -

jusqu'à toucher le substrat. Malgré ces aménagements, la passe de Pont es Omnès n'a pas été fonctionnelle une partie de l'été, le substrat étant exondé en bas de passe.

Le Bassin Versant du Frémur

1.1 Présentation du site

Le Frémur est un petit fleuve côtier du nord de la Bretagne (Côtes d'Armor) débouchant dans la Manche à Lancieux (10 km à l'Ouest de Saint Malo) (Figure 1). La superficie de son bassin versant est d'environ 60 km² pour un linéaire de cours d'eau atteignant près de 45 km, dont 17 km pour le cours principal. La pente n'est jamais très forte, avec des valeurs moyennes comprises entre 1 et 2 ‰ et 6 ‰ en moyenne.

En amont, le socle est essentiellement composé de schistes briovériens. Dans les parties médianes, sur les territoires de Pleslin et de Trémereuc, les micaschistes dominent. Puis, en aval et jusqu'à l'embouchure, le socle est composé de roches métamorphiques (granulite feuilleté).

Il prend sa source à une altitude de 100 m environ sur le territoire de la commune de Trélat.

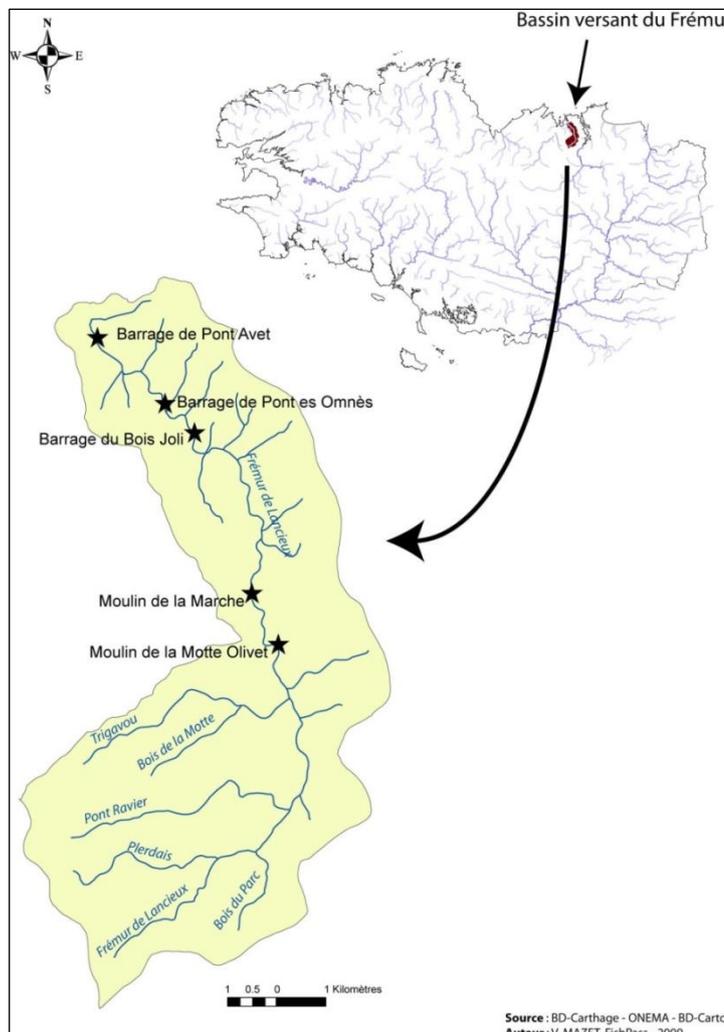


Figure 1 : Bassin versant du Frémur (Source : BD-Carthage-ONEMA-BD-Carto, Fish-Pass)

Le chevelu des sources est constitué de ruisseaux lotiques de largeur et de profondeur faibles. Le substrat est le plus souvent vaseux ou sablo-vaseux et la vitesse du courant est comprise entre 0,1 et 0,2 m/s. Cette zone amont présentait des marais qui sont aujourd'hui asséchés. Dans sa partie médiane, une rupture de pente (entre Pleslin et Trémereuc) provoque une accélération de la vitesse du courant (0,3 – 0,4 m/s), une augmentation de la largeur (2,5 à 4 m) et l'apparition de substrats composés essentiellement de graviers et de galets. Dans la partie aval, le cours se ralentit de nouveau (0 – 0,1 m/s) et la profondeur augmente (0,8 – 1,5 m). La largeur est alors comprise entre 3 et 5 m, sauf en aval du barrage de Pont Avet où elle n'est que de 2,5 m pour des vitesses de 0,4 m/s, en raison d'un profilage artificiel de la rive.

Le cours du Frémur est cloisonné par de nombreux barrages et obstacles de diverses natures. Les aménagements les plus anciens sont les chaussées de moulins créant un chapelet d'étangs entre Pleslin (Moulin de la Motte Olivet) et l'embouchure (Moulin de Roche Good). Aucun ne fonctionne et nombre d'entre eux ont disparu, emportés par une crue extrêmement violente en 1929. Ils figuraient pour la plupart sur la

- Le Bassin Versant du Frémur -

carte de Cassini ce qui indique une origine antérieure à 1780. Il reste aujourd'hui 2 barrages et leurs étangs dont la profondeur est comprise entre 0,8 et 1,5 m : il s'agit des étangs de la Marche et de la Motte Olivet faisant chacun moins de 5 ha de superficie. Plus récemment, le barrage du Pont Avet a été construit au début du siècle pour fournir la ville de Dinard en eau potable. Au cours de la dernière Guerre, les Allemands ont édifié 3 barrages stratégiques pour protéger l'aéroport de Pleurtuit et Saint Malo d'une éventuelle invasion terrestre. L'un d'entre eux existe toujours : le barrage du Pont es Omnès d'une hauteur de 4 m et qui crée un étang de 4 à 5 ha. Les deux autres ont été détruits et/ou noyés par le barrage du Bois Joli mis en eau en 1992. Ce dernier offre une capacité de stockage de 3 millions de m³ sur une surface de près de 59 ha. La retenue ainsi créée présente une profondeur maximale de 14 m ce qui en fait un milieu à part dans le bassin versant du Frémur. La retenue de Bois Joli sert à la production d'eau potable depuis Mars 2012 à la place de la retenue de Pont Avet. Ainsi, une station de pompage a été construite sur le site du Bois Joli. Dans la zone des sources, de nombreux petits étangs privés sont présents. Sur les 17 km de cours d'eau, près de 7 km sont impactés par les ouvrages soit près de 41 % du linéaire principal. Enfin, il faut mentionner de nombreux obstacles plus ou moins temporaires en fonction des conditions hydrauliques tels que des buses, stations de jaugeage et radiers sous pont.

Depuis 2016, un programme de restauration du Frémur est en cours de réalisation sous maîtrise d'ouvrage de la communauté de communes de la Côte d'Emeraude (Figure 2). Des travaux ont déjà été réalisés sur les secteurs de Trélat et Pleslin. Il s'agit notamment de remise en talweg, de reméandrage, de rétrécissement de lit et de diversification des écoulements avec ponctuellement de la recharge en granulat.



Figure 2 : A et B, travaux de resserrement du lit du Frémur réalisés sur le secteur de Pleslin. C, travaux de reméandrage et de recharge granulométrique réalisés sur le secteur de Trélat. D, remise en talweg du Frémur sur le secteur Trélat Amont

1.2 Synthèse hydrologique

Les mesures hydrologiques sont réalisées au niveau de la station de jaugeage de Trigavou en amont de la retenue de Bois Joli (FIGURE 3).

- Le Bassin Versant du Frémur -

LE FREMUR à PLESLIN-TRIGAVOU (Données BanqueHydro)

- Code station : J1004520
- Producteur : DREAL Bretagne
- Bassin versant : 37,5 km²
- Département : Côtes-d'Armor
- Mise en service le : 17/10/1991
- Type : station à une échelle
- Régime influencé : pas ou faiblement
- Altitude : 35 m
- Statut : station avec signification hydrologique
- Coordonnées : (LAMBERT II étendu) X = 274380 m Y = 2403800 m



Figure 3 : station de jaugeage de Pleslin Trigavou (Fish Pass).

Le module du Frémur au niveau de la station de Trigavou est de 235 l/s, la Figure 4 ci-dessous présente les débits moyens mensuels du cours d'eau et repositionne le module.

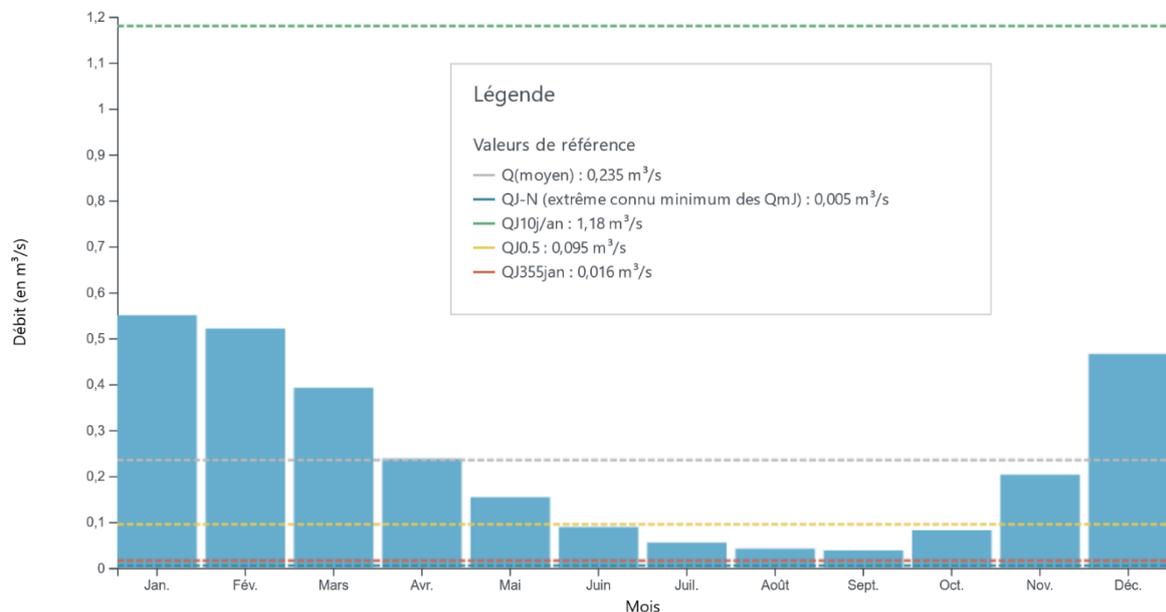


Figure 4 : Débit moyen mensuel du Frémur à la station de Pleslin Trigavou sur la période 1991-2021 (Hydro.eaufrance)

Les tableaux ci-dessous présentent les principales caractéristiques hydrologiques du Frémur calculées sur la période 1991-2022 soit 31 ans de données.

Tableau 1 : Débit moyen toutes eaux, données calculées sur 31 ans (Hydro.eaufrance)

- Le Bassin Versant du Frémur -

Nombre de points retenus	29
Biennale (médiane)	0,241 [0,199 ; 0,281]
Quinquennale	0,148 [0,0979 ; 0,197]
Décennale	0,0996 [0,0404 ; 0,155]
Vicennale	0,0595 [0,00 ; 0,123]
Cinquantennale	0,0143 [0,00 ; 0,0873]
Module	0,236

Tableau 2 : Débits caractéristiques, données calculées sur 31 ans (Hydro.euafrance)

	Valeur
QJ10j/an <i>Débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j/an (en m³/s)</i>	1,18
QJ0,5 <i>Débit moyen journalier dépassé en moyenne 1 fois sur 2 (en m³/s)</i>	0,0950
QJ355j/an <i>Débit moyen journalier non dépassé en moyenne 10j/an (en m³/s)</i>	0,0160

Tableau 3 : Crues (loi de Gumbel - Septembre à Août). A gauche, débit journalier moyen (QJ en m³/s). A droite, débit instantané maximum (QIX en m³/s) (Hydro.euafrance)

Nombre de points retenus	29	Nombre de points retenus	27
Biennale (médiane)	2,80 [2,22 ; 3,49]	Biennale (médiane)	4,45 [3,43 ; 5,57]
Quinquennale	4,44 [3,47 ; 5,58]	Quinquennale	7,17 [5,62 ; 9,02]
Décennale	5,52 [4,27 ; 6,97]	Décennale	8,96 [6,94 ; 11,4]
Vicennale	6,56 [5,02 ; 8,40]	Vicennale	10,7 [8,24 ; 13,8]
Cinquantennale	7,90 [5,97 ; 10,2]	Cinquantennale	12,9 [9,81 ; 16,8]

- Le Bassin Versant du Frémur -

Tableau 4 : Basses eaux (loi de Galton - Janvier à Décembre). A gauche, Débit mensuel minimal moyen sur une année (QMNA). A droite, débit minimal moyen des cours d'eau enregistré pendant 3 jours consécutifs (VCN3), données calculées sur 31 ans (Hydro.eaufrance)

Nombre de points retenus	30	Nombre de points retenus	30
Biennale (médiane)	0,0275 [0,0242 ; 0,0308]	Biennale (médiane)	0,0160 [0,0138 ; 0,0184]
Quinquennale	0,0204 [0,0176 ; 0,0236]	Quinquennale	0,0111 [0,00922 ; 0,0132]
Décennale	0,0175 [0,0146 ; 0,0207]	Décennale	0,00922 [0,00730 ; 0,0113]
Vicennale	0,0154 [0,0125 ; 0,0186]	Vicennale	0,00789 [0,00600 ; 0,00999]
Cinquantennale	0,0133 [0,0106 ; 0,0166]	Cinquantennale	0,00662 [0,00478 ; 0,00869]

Tableau 5 : Minimum/Maximum connus (Hydro.eaufrance)

	Minimum	Maximum
QmJ <i>Débit moyen journalier (en m³/s)</i>	0,00500 05/08/2011 00:00:00 (TU)	7,74 28/02/2010 00:00:00 (TU)
Qi <i>Débit instantané (en m³/s)</i>	0,00400 29/07/1992 13:57:00 (TU)	14,2 25/05/2010 23:06:00 (TU)

Après un mois de Décembre 2019 très humide, le mois de Janvier 2020 a présenté une hydrologie légèrement plus faible que la moyenne en opposition aux mois de Février et Mars, qui étaient légèrement supérieurs. A partir d'Avril, les débits ont nettement chuté restant en deçà de la moyenne interannuelle jusqu'en Septembre. Au mois de Novembre, l'hydrologie a été moitié plus faible que la moyenne. Le mois de Décembre a présenté une forte hydrologie liée à d'importantes précipitations entre le 11 et 12 décembre avec une crue d'ordre biennale (QJM de 3,48 m³/s) puis entre le 28 et le 30 Décembre avec une crue d'ordre vicennale (QJM de 6,28 m³/s).

L'année 2021 a débuté sur une hydrologie très forte dans la continuité des crues de fin décembre 2020. De petites crues ont ainsi été relevées ponctuellement (22/01/21) ou sur des durées de plusieurs jours (27/01/21 au 4/02/21). L'hydrologie a ensuite baissé très nettement au début du printemps avec des débits moyens mensuels pour les mois de mars, avril et mai bien plus faibles que la moyenne interannuelle. Ces faibles débits se sont poursuivis jusqu'au 17 juin. Après cette date, des précipitations régulières ont été observées jusqu'à fin Juillet. Les mois de juin et Juillet 2021 présentent ainsi les débits moyens mensuel les plus élevés comparativement aux mêmes mois des autres années depuis le début du suivi en 1996. Par la suite, les mois d'Août, Septembre et Octobre ont été proche de la moyenne interannuelle. Les mois de Novembre et Décembre ont par contre été plutôt sec avec des débits plus faibles que la moyenne interannuelle. Toutefois, en Décembre, ponctuellement des crues de faibles importances ont été observés les 4-5 Décembre et 10-11 Décembre. L'année 2022 a débuté avec des crues notables les 4-5 Janvier et du 9 au 11 Janvier avec de débit moyens journaliers supérieur à 2 m³/s.

- Le Bassin Versant du Frémur -

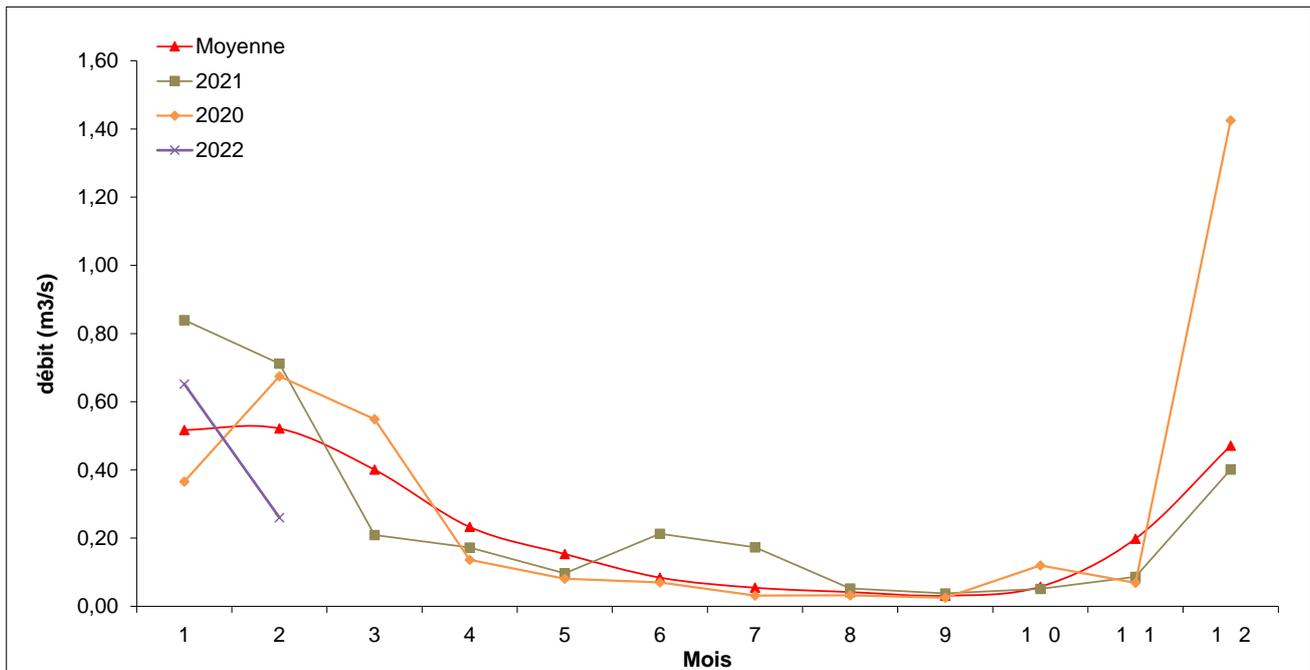


Figure 5: Évolution des débits moyens mensuels du Frémur à Trigavou (Données Dreal, Mise en forme FISH PASS)

1.3 Qualité de l'eau du Frémur

Les données de qualité d'eau présentées ci-après correspondent à la station Trigavou localisée sur le cours principal du Frémur en amont de la retenue de Bois-Joli, et suivie par la DREAL [code station : 04166250].

L'analyse est effectuée à partir des données transmises par le syndicat (SMPCE). Les analyses peuvent varier suivant les années et dépendent de la précision et la continuité des données réceptionnées. Comparativement au rapport précédent, les données de qualité d'eau ont pu être complétées avec les données de suivi physico-chimique 2020 (données SMPCE). Toutefois, pour l'année 2021, les résultats de suivis de cette station ne sont pas encore disponibles.

Les paramètres physico-chimiques, facteurs parfois explicatifs des conditions biologiques observées (Nisbet et Verneaux, 1970), sont pris en compte dans le diagnostic global du milieu. Un suivi mensuel et interannuel est mené par les différents acteurs en charge du suivi. Les données sont ensuite échangées et analysées afin de contrôler l'évolution de la qualité des eaux au niveau du complexe de Bois-Joli (les données décrites ci-après ont été transmises par le SMPEPCE).

Différents paramètres physico-chimiques ont été étudiés de manière régulière depuis 1997 sur la station Trigavou. En raison de l'absence de données brutes entre 2013 et 2016, ce rapport présente uniquement l'évolution des concentrations dans l'eau de certains de ces paramètres entre l'année 2016 et 2020. Les paramètres ciblés sont les Orthophosphates (Figure 6), le Phosphore total (Figure 7), les Nitrates (Figure 8), le Carbone Organique Dissous (Figure 9) et les Matières En Suspension (Figure 10). Enfin, le cas des pesticides est succinctement abordé ainsi que les résultats issus de l'analyse bactériologique.

1.3.1 Les phosphates (Ortho phosphates)

- Le Bassin Versant du Frémur -

Le phosphore total (Pt) provient principalement des rejets d'assainissement et des activités agricoles. Ces derniers se retrouvent dans l'eau sous plusieurs formes moléculaires, notamment sous forme d'Orthophosphates facilement assimilables pour la croissance des algues et des plantes aquatiques. De ce fait, ils peuvent être à la source de l'eutrophisation des milieux.

La concentration moyenne interannuelle observée pour les orthophosphates de 2016 à 2020 est de 0,2 mg/l pour la station Trigavou. La valeur seuil de 0,50 mg/l (limite entre l'indice de qualité bon et moyen) a été atteinte en Juin 2016 à Trigavou avec une concentration de 0,50 mg/l. Hormis ce dépassement ponctuel, l'eau du Frémur respecte le seuil de bon état fixé par la DCE pour ce paramètre. Sur l'année 2020, la moyenne est plus faible avec 0,12 mg/l. Les concentrations sont en diminution en 2020 par rapport aux années précédentes.

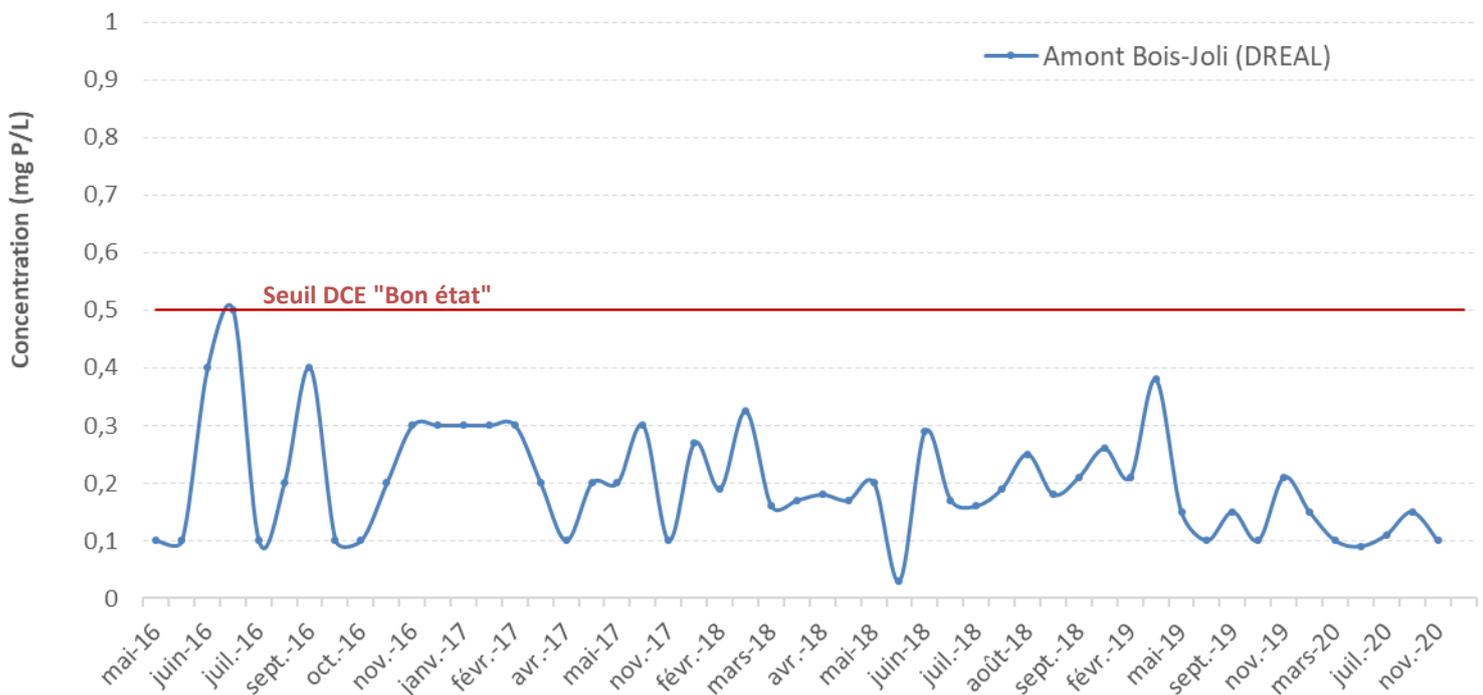


Figure 6 : Évolution temporelle des concentrations en ORTHOPHOSPHATES entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)

1.3.2 Le phosphore total

Le phosphore total (Pt) provient principalement des rejets d'assainissement et des activités agricoles. La figure ci-dessous présente l'évolution du phosphore total (dissous + particulaire) sur le Frémur, en amont de la retenue de Bois-Joli à Trigavou. Sur la période 2016-2020, la concentration moyenne interannuelle est de 0,18 mg/l pour la station de Trigavou. Concernant l'analyse des données mensuelles récoltées en 2020, la concentration moyenne (0,18 mg/l) est semblable à la valeur interannuelle. En 2020, le centile 90 est de 0,21 mg/l et dépasse donc légèrement la concentration fixée par les objectifs du SAGE, à savoir 0,20 mg/l pour le centile 90. Toutefois, les valeurs oscillent autour du seuil de 0,20 mg/l.

- Le Bassin Versant du Frémur -

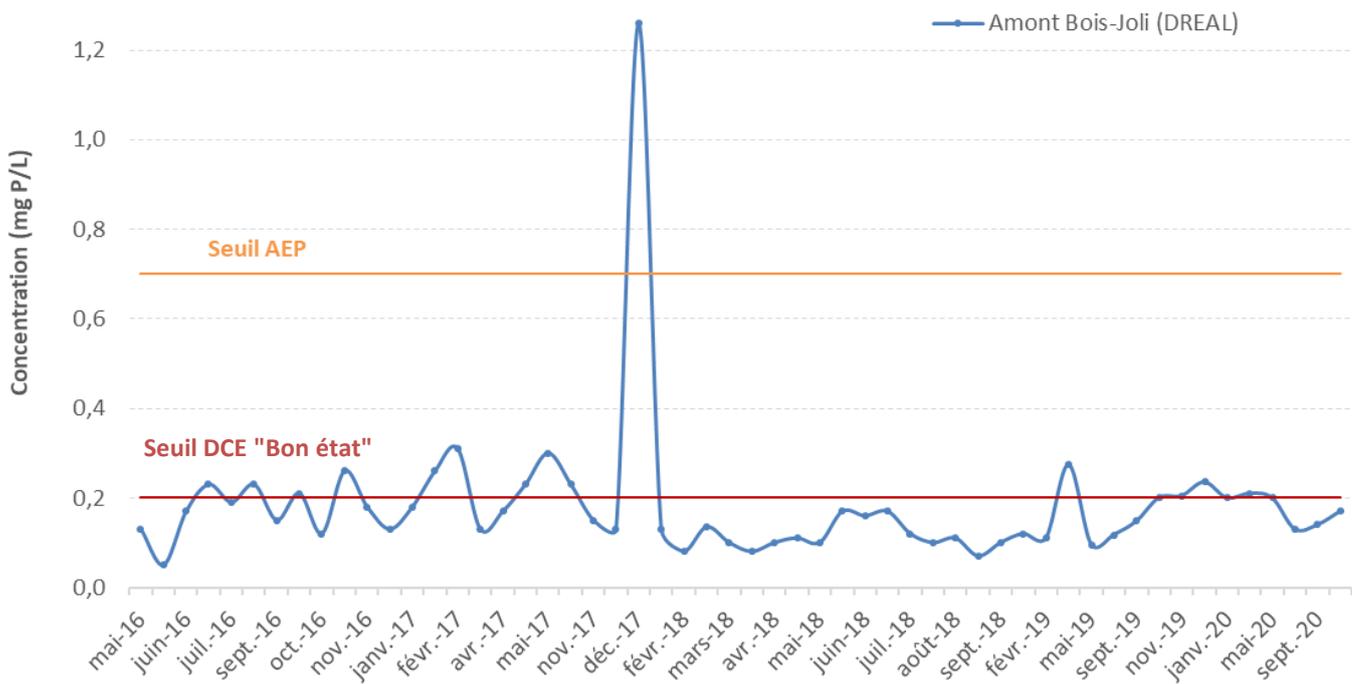


Figure 7 : Évolution temporelle des concentrations en phosphore total entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trégivou)

1.3.3 Les nitrates

Élément essentiel à la croissance des algues et des plantes aquatiques, les nitrates peuvent au même titre que les phosphates, être sources de déséquilibre biologique dans les cours d'eau en provoquant des phénomènes d'eutrophisation dans le milieu. Ils sont principalement issus des activités agricoles.

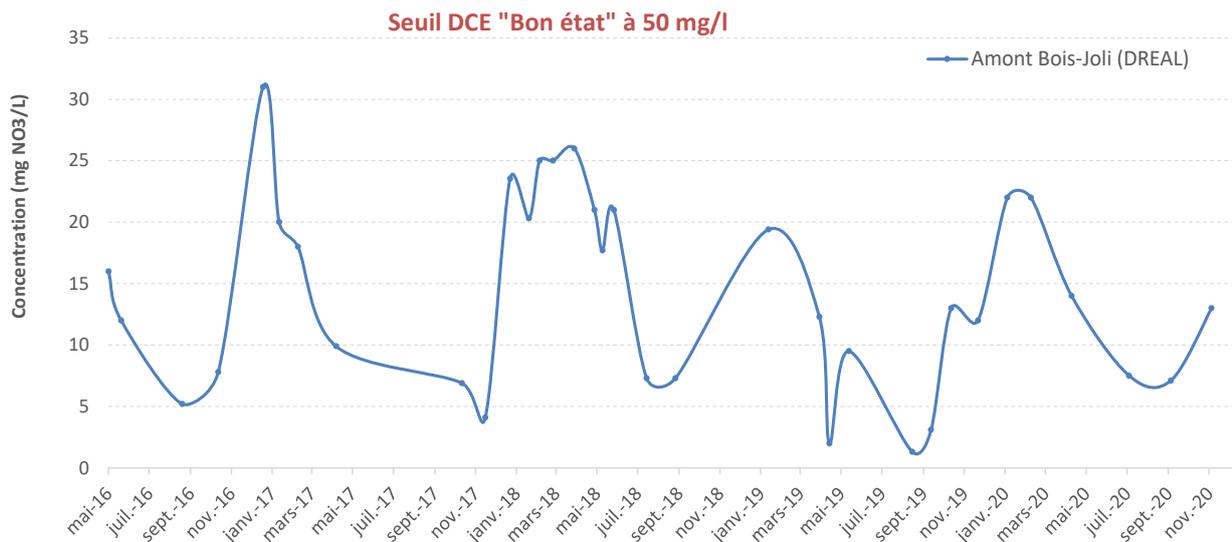


Figure 8 : Évolution temporelle des concentrations en nitrates entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trégivou et de Bois-Joli)

La Figure 8 présente l'évolution de la concentration en nitrates sur le Frémur entre 2016 et 2020. Sur cette période, la concentration moyenne interannuelle est de 14,2 mg/l. L'évolution des concentrations à une sinusoidale avec généralement des concentrations plus élevées en période hivernale et une baisse au

- Le Bassin Versant du Frémur -

printemps et l'été. La concentration moyenne en nitrates et le centile 90 sont légèrement plus élevés en amont avec respectivement, 14,27 mg/l et 22 mg/l. Ces valeurs correspondent à un indice de bon état écologique selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales (MEDDAT, 2019), et respectent les objectifs fixés par le SAGE, à savoir, 25 mg/L pour le centile 90.

Pour l'ensemble des stations situées sur le bassin versant du Frémur, la limite du seuil, fixée à 50 mg/l, n'ayant jamais été dépassée sur ces 4 dernières années, ce paramètre n'est pas déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur.

1.3.4 Le carbone organique dissous

Le carbone organique dissous (COD) permet de mettre en évidence la pollution organique du milieu aquatique. Cette pollution organique est liée aux activités agricoles, industrielles et à l'assainissement. Des concentrations trop élevées en COD peuvent altérer les réserves d'oxygène des cours d'eau, consommées par les micro-organismes aquatiques lors de la dégradation des molécules organiques.

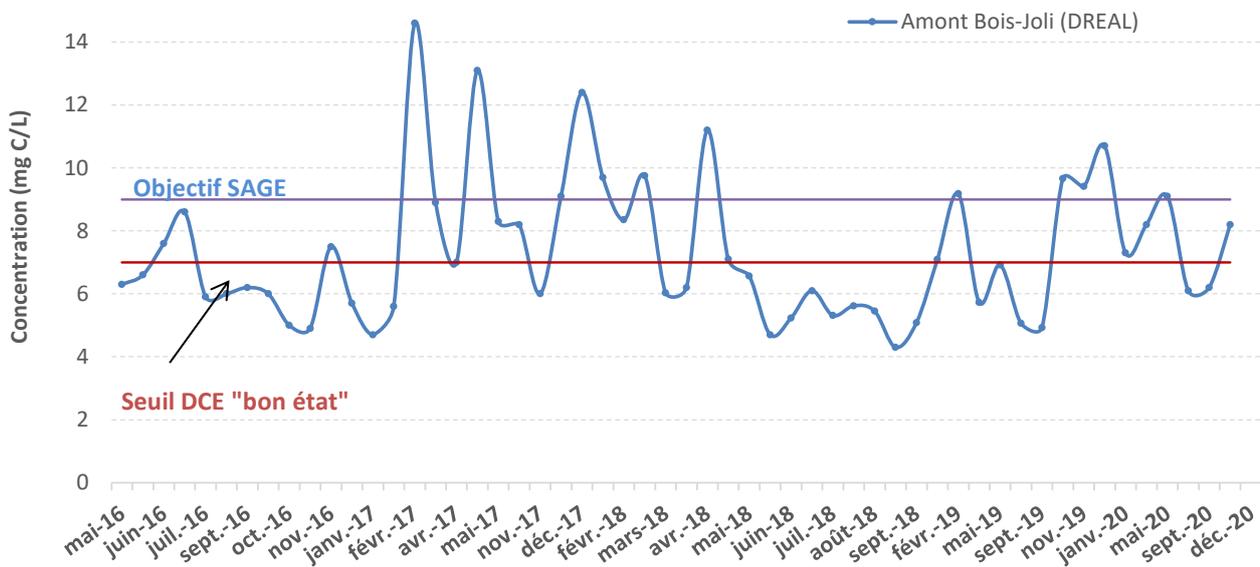


Figure 9 : Évolution temporelle des concentrations en carbone organique dissous entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)

La Figure 9 présente l'évolution de la concentration en carbone organique dissous sur le Frémur entre 2016 et 2020. Les concentrations sont très fluctuantes entre les mois et les années.

La concentration moyenne observée en 2020 est de 7,5 mg/l, valeurs dépassant la limite du bon état écologique (7 mg/l). Ces valeurs correspondent à un indice de qualité « moyen » selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales (MEDDAT, 2019). Malgré une concentration de 9,1mg/l en 2020, l'objectif du SAGE Rance Frémur Baie de Beaussais de 9 mg/l est globalement atteint.

1.3.5 Les matières en suspension (MES)

La concentration en particules fines dans l'eau est étroitement liée aux conditions hydrologiques puisqu'elle varie en fonction du lessivage des sols et de la remobilisation des sédiments. En diminuant la quantité de lumière qui pénètre dans l'eau, les matières en suspension induisent une diminution de la production primaire et par conséquent peuvent influencer sur la chaîne alimentaire du cours d'eau. De plus, dans certains milieux, la valeur de MES peut également être liée à la présence plus ou moins importante d'algues.

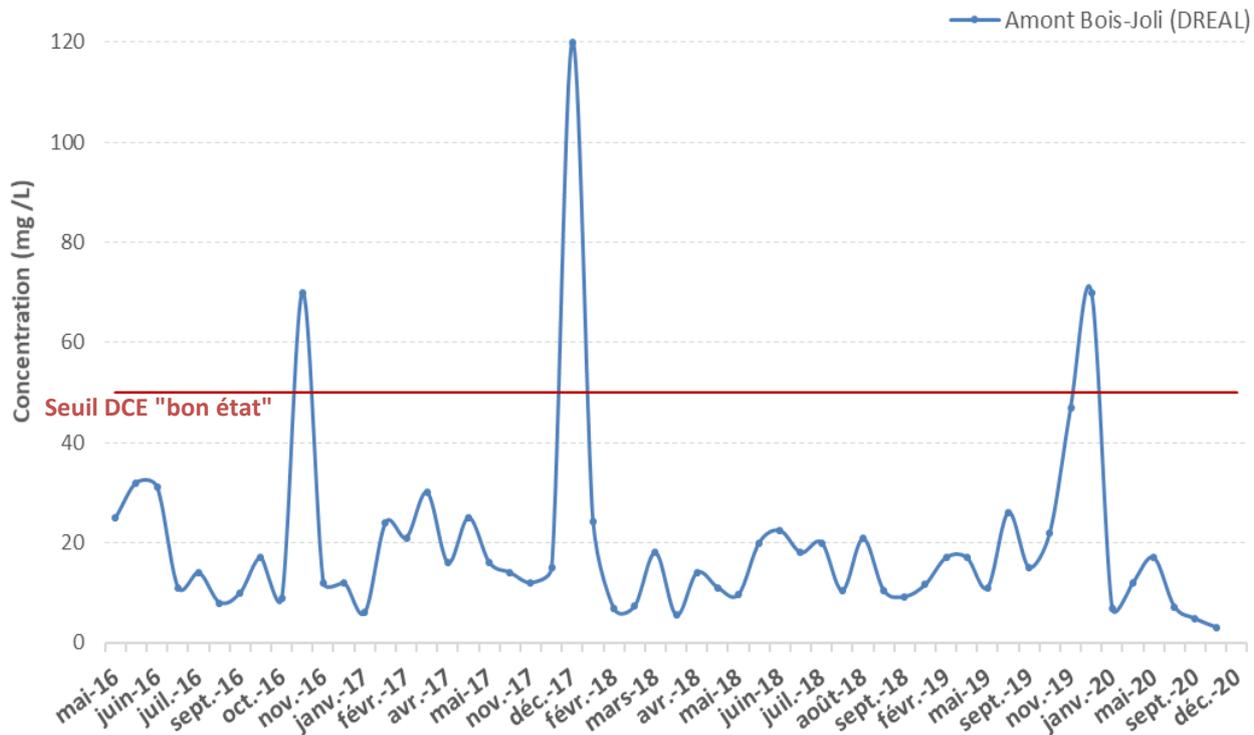


Figure 10 : Évolution temporelle des concentrations de matières en suspension entre 2016 et 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)

La Figure 10, ci-dessus, présente l'évolution de la concentration des matières en suspension (MES) sur le Frémur entre 2016 et 2020. Les variations saisonnières importantes observées sur le graphique peuvent être expliquées par des épisodes pluvieux en période automnale ou hivernale. Ces concentrations peuvent être en partie tamponnées (sédimentation) par les retenues sur le bassin versant en amont.

Sur la période 2016-2020, la concentration moyenne interannuelle est de 19,7 mg/l. Concernant l'année 2020, la concentration est faible avec une moyenne de 8,5 mg/l. Aucun dépassement du seuil de 50 mg/l (MEDDAT, 2019.), n'a été observé. La qualité de l'eau pour ce paramètre a donc été bonne sur le Frémur en 2020.

1.3.6 Les pesticides

Pour l'année 2020, pour la station Trigavou, la concentration moyenne tout pesticide a été de 0,27 µg/l. Toutefois, cette concentration a atteint ponctuellement la valeur de 0,53 µg/l en Août 2020, dépassant l'objectif du SAGE fixé à 0,5 µg/L.

Le deuxième objectif du SAGE, à savoir une concentration <0,1 µg/L par molécule, est dépassé à plusieurs reprises principalement pour les molécules suivantes : AMPA et glyphosate.

- Le Bassin Versant du Frémur -

1.3.7 Bilan

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau vise l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau. Les résultats récapitulatifs de la qualité de l'eau sur le Frémur pour l'année 2020 sont présentés ci-dessous. Ces derniers concernent seulement le cours principal du Frémur, sans prendre en compte les affluents situés en amont où la qualité de l'eau est généralement plus dégradée

Tableau 6 : Synthèse des résultats concernant l'état physico-chimique sur le Frémur pour l'année 2020 (Données SMPEPCE, Stations : DREAL Trigavou)

Paramètres	Bon état Écologique	Objectifs SAGE
Orthophosphate	Respect	Absence de données
Phosphore total	Non-respect	Respect
Nitrate	Respect	Respect
Carbone organique dissous (COD)	Respect	Respect
Matières en suspension (MES)	Respect	Absence de données

Légende :

- Respect
- Non-respect
- Absence de données

Le complexe de Bois-Joli (regroupant une succession de trois retenues dont la plus amont est utilisée pour la production d'eau potable) est une masse d'eau fortement modifiée (MEFM) méso-eutrophe dont l'objectif d'atteinte du bon état écologique est reporté à 2021. Globalement, les paramètres déclassant au titre de la DCE sont les macropolluants (Carbone organique dissous, MES) mais aussi le phosphate total. Dans le cadre du SAGE Rance Frémur Baie de Beaussais, les objectifs fixés ne sont pas atteints pour les pesticides avec des dépassements du seuil de 0,5 µg/l pour la somme des pesticides et pour certaine molécule du seuil de 0,1 µg/l.

Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2021

1.4 État initial

L'état initial de la population d'anguilles a été réalisé en 1995. Cet état initial a fait l'objet d'un rapport intitulé "Étude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : état initial. 1995" et remis au maître d'ouvrage de l'époque (FDAAPPMA 35).

1.5 Présentation des ouvrages structurants du Frémur

Sur le cours du Frémur, trois obstacles identifiés "**difficilement franchissables ou infranchissables**" ont été aménagés par la construction de dispositifs de franchissement spécifiques pour l'anguille.

Les obstacles identifiés sur le Frémur sont les barrages suivants (d'aval en amont):

1- Pont Avet (Figure 11): situé à 2 km de la mer, cette retenue était utilisée pour le fonctionnement de l'usine d'eau potable jusqu'en 2012.



Figure 11 : A gauche, vue aval du barrage de Pont Avet et à droite sa passe à anguilles (FISH-PASS)

Dans le cadre des travaux engagé sur le barrage de Pont Avet, une passe piège temporaire est installée depuis 2019 entre mi-Mars jusqu'à Octobre/Novembre et approvisionnée en eau grâce à l'amorçage d'un siphon. Le suivi des migrations de montaison est ainsi réalisé depuis cette date (voir l'installation sur la Figure 12 ci-dessous).

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2021 -



Figure 12 : La passe piège de Pont Avet (FISH-PASS)

2- Pont es Omnès : situé à 4,5 km de la mer, édifié par les allemands lors de la Seconde Guerre Mondiale et utilisé comme retenue et site de pêche très fréquenté (Figure 13).



Figure 13 : Passe et piège sur le barrage de Pont-es-Omnès (FISH-PASS)

3- Bois Joli : situé à 5,5 km de la mer, construit en 1992 (Figure 14). Le parement du barrage a été recouvert par un liner en 2021 par Eau du Pays de Saint Malo afin de limiter les érosions des anguilles dévalantes lors de leurs dévalaison le long de la paroi.



Figure 14 : Vue de l'ascenseur et de la passe à anguille du barrage de Bois Joli (FISH-PASS)

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2021 -

1.6 Autres ouvrages aménagés sur le Frémur

La station de Jaugeage de Pleslin-Trigavou, situé à 9,5 km de la mer, a été équipée d'une passe à anguilles dans le courant de l'été 2017. Sans remettre en cause la pertinence de cet équipement, un défaut de calage est présent sur cette passe à anguilles, l'aval de la passe n'étant pas dans l'eau en période d'étiage (voir Figure 15 ci-dessous).



Figure 15 : Passe à anguilles sur la station de jaugeage de Pleslin-Trigavou (FISH-PASS)

1.7 Historique des actions menées sur le Frémur

Depuis 1996, année d'installation des passes pièges, plusieurs opérations permettent de suivre l'évolution des différentes caractéristiques de la population d'anguilles du Frémur (Tableau 7).

Tableau 7: Bilan annuel des opérations effectuées depuis le début du programme (FISH-PASS)

Opérations	Année																									
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Paramètres caractérisant la population d'anguille sédentaire (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Opérations de marquage individuel (2)	X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Opération de recaptures individuelles (3)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Flux d'anguilles et caractéristiques des individus (4)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1.7.1 Opérations réalisées en routine sur le Frémur

1 : Estimation des paramètres caractérisant la population d'anguilles sédentaires (structure de taille, densité, biomasse) : De 1997 à 1999, le suivi du stock a été réalisé à la fois au printemps et à l'automne. Pour toutes les autres années, une seule campagne d'échantillonnage par pêche électrique est réalisée en automne.

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2021 -

En 2007, des essais de modifications des moyens de capture dans les milieux lenticques ont été effectués. Depuis 2007, seulement les zones lotiques sont suivies avec un protocole adapté.

2 : Opération de marquage individuel : En vue de l'estimation ultérieure de la dispersion dans le réseau hydrographique des anguilles et de leur croissance voire de leur survie, des marquages individuels sont effectués au cours des pêches électriques d'automne. Ce marquage s'est déroulé de 1996 à 2002 et est renouvelé depuis 2008. En 1996, toutes les anguilles capturées dans les différentes opérations de pêche et présentant une taille supérieure à 20 cm ont été marquées individuellement. Seules, les anguilles de dévalaison capturées sur le piège de Pont es Omnès n'ont pas été marquées en raison de la très faible probabilité de recapture. Entre 2001 et 2003, et depuis 2008, toutes les anguilles jaunes ou argentées de longueur supérieure à 250 mm capturées pendant les pêches électriques d'automne sont marquées individuellement. Depuis 2016, les anguilles de tailles comprises entre 200 et 250 mm sont marquées avec des Pit-Tag de 8mm. De même, depuis 2016, les anguilles des secteurs aval, Pont es Omnès et Pont Avet, sont marquées afin de suivre leur croissance sur ce compartiment aval *a priori* plus productif du Frémur.

3 : Opération de recapture individuelle : Les recaptures d'anguilles marquées s'effectuent lors des relèves du piège de dévalaison de Pont es Omnès qui ont lieu toute l'année, et au cours de l'échantillonnage automnal par pêche électrique. Les opérations de recaptures sont réalisées depuis 1996.

4 : Estimation des flux d'anguilles migrantes en montaison et dévalaison, et caractéristiques biométriques des individus.

1.7.2 Opérations ponctuelles réalisées sur le Frémur

Opération de marquage-recapture de masse sur les anguilles capturées en vue de l'estimation de la diffusion dans le réseau hydraulique, de la croissance et de la validation de l'âgeage. Le marquage de masse a eu lieu uniquement en 1998 au niveau des pièges de montée de Pont es Omnès et Bois Joli. Les recaptures ont été réalisées entre 1998 et 2003 sur le piège de Bois Joli ainsi qu'au cours des pêches automnales. L'exploitation des échantillons d'anguilles capturées en pêches et en dévalaison de 2001 à 2003, pour la détection des marquées par coloration et la détermination de l'âge, a été réalisée en 2004.

Évaluation de l'incidence du transit des anguilles par la conduite de débit réservé du barrage de Bois Joli : En 1998, en plus des suivis effectués en routine, un piégeage de dévalaison par la conduite de débit réservé de Bois Joli a été mis en place à l'automne en vue de capturer les anguilles dévalantes de l'hiver 1998-1999. Cette opération, non prévue dans le programme d'origine (1995), a été ajoutée au programme Frémur en 1998, suite aux résultats des années précédentes sur les problèmes de dévalaison. Dans ce cadre, les anguilles argentées capturées par pêche électrique en 1998 à l'amont de Bois Joli ont été marquées individuellement par PIT-tag pour caractériser la migration des dévalantes. Elles ont été recapturées dans le piège de dévalaison du Bois Joli (conduite de débit réservé exclusivement) et dans celui du Pont es Omnès (toutes les dévalantes). Le piège de dévalaison a été démonté fin Février 1999. Il a été remonté dans le cadre de l'étude spécifique de comptage 2000-2001 et les relèves ont été reconduites le temps de l'opération. Ce piège n'a pas été remis en fonctionnement par la suite.

Vidange du Barrage de Bois Joli : En 2006, la vidange décennale de la retenue du Bois Joli a eu lieu. Un volet "anguille" a été intégré à cette opération. Ainsi, les anguilles capturées lors de la vidange ont été dénombrées, leurs paramètres biométriques mesurés, puis elles ont été stockées lors de la vidange et remises dans la retenue du Bois Joli lors de sa remise en eau.

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2021 -

Évaluation du transit des anguilles par la conduite de pompage du barrage de Bois Joli : Depuis Mars 2012, une nouvelle usine de production d'eau potable a été mise en fonctionnement au niveau du barrage de Bois Joli. Afin de tester l'impact potentiel du pompage sur les anguilles, un système de capture a été mis en place fin Mars au niveau du système de rejet des effluents de lavage de la pompe. Ce système de capture permet de quantifier le nombre d'anguilles et qualifier les pathologies (blessures, etc.) des anguilles et de caractériser les périodes de dévalaison par ce système. Depuis le 8 Janvier 2014, les anguilles recapturées vivantes à la sortie du filtre font l'objet d'un marquage au dermojet afin d'étudier la mortalité différée.

Thèse : Le suivi réalisé depuis 15 ans sur le Frémur a été également valorisé dans le cadre de la thèse de Clarisse Boulenger : « *Ajustements dynamiques des sous populations d'anguilles européennes et traits d'histoires de vie : apport du marquage individuel par PIT-tag pour la conservation* » réalisée au Muséum National d'Histoire Naturelle. Cette thèse s'est intéressée à trois sites en France : le Frémur, l'Oir (affluent de la Sélune dans la baie du Mont-Saint-Michel) et le marais du Vigueirat en Camargue. Le bureau d'études Fish Pass a été associé à cette thèse et a apporté son soutien à Clarisse Boulenger pour sa réalisation. Une campagne de terrain avec pour objectif la recapture d'individus marqués dans les zones habituellement non échantillonnées a ainsi été réalisée en Juillet 2012. Clarisse Boulenger a soutenu sa thèse en Janvier 2015. Trois publications issues des travaux de sa thèse sont à ce jour publiées :

Boulenger, C., Crivelli, A. J., Charrier, F., Roussel, J. M., Feunteun, E., & Acou, A. 2016. Difference in factors explaining growth rate variability in European eel subpopulations: The possible role of habitat carrying capacity. *Ecology of Freshwater Fish*, 25: 281–294.

Boulenger, C., Acou, A., Gimenez, O., Charrier, F., Tremblay, J., & Feunteun, E. 2016. Factors determining survival of European eels in two unexploited sub-populations. *Freshwater Biology*, 61: 947–962.

Boulenger, C., Acou, A., Trancart, T., Crivelli, A. J., & Feunteun, E. 2015. Length-weight relationships of the silver European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), across its geographic range. *Journal of Applied Ichthyology*, 31: 427–430.

Étude de la migration des anguilles dans les retenues : Dans le cadre de leurs travaux de recherche, le Muséum National d'Histoire Naturelle et Fish-Pass ont mis en place, sur leurs fonds propres, un suivi acoustique afin d'étudier la migration des anguilles dans les retenues lors de la dévalaison 2012-2013. Cette étude a fait l'objet d'une publication dans une revue internationale :

Besson, M. L., Trancart, T., Acou, A., Charrier, F., Mazel, V., Legault, A., & Feunteun, E. 2016. Disrupted downstream migration behaviour of European silver eels (*Anguilla*, L.) in an obstructed river. *Environmental Biology of Fishes*, pp. 1–13.

Suivi de la migration anadrome dans la retenue de Pont es Omnès par marquage au VIE. En 2015, afin d'étudier la migration anadrome des anguilles, le piège de Pont es Omnès a été remis en fonctionnement de Mars à Août 2015. Une partie des anguilles capturées a été marquée au VIE (Visible Implant Elastomere) afin d'étudier la durée de migration dans la retenue, les facteurs influençant cette migration, la perte en ligne. Cette étude a fait l'objet d'un rapport de stage :

Abt C., 2015. Suivi de la migration anadrome de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) grâce à un marquage sous-cutané fluorescent. Stage de fin d'études Master Environnement Écotoxicologie Écosystèmes spécialité GEMAREC, Université de Lorraine.

Suivi du comportement des anguilles en dévalaison dans les retenues du Frémur, projet « Bois Joli 3D » (2017-2018) et « Bois Joli 2D » (2018-2019).

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2021 -

Dans le cadre de leurs travaux de recherche, le Muséum National d'Histoire Naturelle et Fish-Pass ont mis en place le projet « Bois-Joli 3D » comprenant un suivi acoustique haute-définition afin d'étudier la migration de dévalaison des anguilles dans les retenues de Bois-Joli, Pont es Omnès et Pont Avet jusqu'à la mer. En complément, un dispositif complémentaire d'hydrophones a été mis en place devant le barrage de Bois-Joli afin d'étudier le comportement en 3 dimensions des anguilles devant l'ouvrage de Bois-Joli. Ce projet a fait l'objet d'une présentation lors du colloque du GRISAM (27, 28 et 29 Mars 2018). Pour la saison 2018-2019, une deuxième année d'étude a été lancée avec une méthodologie allégée pour confirmer certains résultats de la première année de suivi. En plus des rapports destinés aux financeurs, deux publications scientifiques ont été réalisées :

Trancart, T., Carpentier, A., Acou, A., Danet, V., Elliott, S., & Feunteun, E. (2020). Behaviour of endangered European eels in proximity to a dam during downstream migration: Novel insights using high accuracy 3D acoustic telemetry. *Ecology of Freshwater Fish*, 29(2), 266-279.

Trancart, T., Carpentier, A., Acou, A., Charrier, F., Mazel, V., Danet, V., & Feunteun, E. (2020). When "safe" dams kill: Analyzing combination of impacts of overflow dams on the migration of silver eels. *Ecological Engineering*, 145, 105741.

2019-2020-2021 Suivi de la passe piège de Pont Avet

Depuis Octobre 2018, pour la mise en sécurisation du barrage de Pont Avet et la réalisation de travaux, le niveau d'eau de la retenue de Pont Avet a été abaissée rendant inopérante la passe gravitaire située sur ce barrage. Une passe piège temporaire a donc été installée en aval du barrage de Pont Avet afin de maintenir une continuité piscicole ainsi qu'un suivi financé par Eau du Pays de Saint Malo. Les périodes de fonctionnement ont été du 14 Mars au 26 Novembre en 2019, du 16 Mars jusqu'au 2 Octobre en 2020 et du 16 Mars au 12 Novembre 2021. Pendant cette période des relèves bi-hebdomadaires ont été réalisées par Fish-Pass et l'association Cœur Emeraude. Un comptage et une biométrie ont été réalisés sur les individus selon le même protocole de suivi que la passe de Bois-Joli. L'ensemble des anguilles capturées ont été relâchées en amont du barrage de Bois-Joli afin qu'elles puissent coloniser le bassin versant.

Méthodologie des suivis sur le Frémur

Plusieurs campagnes de suivi ont eu lieu dans l'année. Une campagne correspond à une technique de capture appliquée par période. Chaque engin de piégeage, constitue une campagne étalée sur toute l'année par des relevés périodiques sur des stations fixes.

Pour le suivi de la montaison, les campagnes sont définies du 1^{er} Janvier au 31 Décembre de chaque année.

Pour la dévalaison, chaque campagne est définie du 1^{er} Septembre de l'année N au 31 Août de l'année N+1.

La méthodologie utilisée chaque année est restée la même pour les opérations similaires (pêches électriques, marquage individuel, piégeage) de 1995 à 2005. Cette reproductibilité des opérations de pêche permet la comparaison des résultats d'une année sur l'autre. **A partir de 2006, le protocole a été allégé (abandon des pêches aux verveux et nasses dans les retenues, 1 seul passage en pêche électrique, partenariat avec Cœur avec un protocole spécifique pour la relève des pièges) pour tenir compte des modifications intervenues dans la maîtrise d'ouvrage. Cet allègement était prévu pour ne pas remettre en cause la reproductibilité des opérations de pêche et leur comparaison dans l'espace et le temps.**

1.8 Évaluation des stocks

Avant 2006, la capture des poissons pour l'évaluation des stocks se divisait en deux méthodes selon la nature et profondeur du milieu pêché : courant (lotique) ou lent et profond (lentique).

Depuis 2007, pour l'estimation des stocks, les milieux lentiques (retenues) ne sont plus échantillonnés.

1.8.1 Milieu lentique

En 2006, les pêches dans les milieux lentiques ont été suspendues :

- La vidange du Bois Joli ne permettait pas la pose des engins en raison du dénoyage des berges habituellement pêchées ;
- La baisse artificielle du Bois Joli en 2005 avait déjà empêché la pose des verveux ;
- **Avant 2006**, les verveux ont permis de capturer des anguilles (et de les marquer individuellement) mais avec une représentativité difficile à évaluer et des résultats annuels très irréguliers qui n'ont pu être validés, a posteriori, par le marquage.

En 2007, pour tenter d'obtenir des captures par une autre méthode, des pêches électriques ont été effectuées sur les retenues de Bois Joli et de Pont es Omnès. Ainsi, à titre d'essai, les retenues ont été explorées sur la totalité de leurs berges en répartissant les points de pêche. Le nombre de points a été de 40 sur la retenue de Bois Joli et de 10 sur la retenue de Pont es Omnès. Les résultats ont montré des faibles niveaux de capture dans les deux retenues : seulement 5 anguilles capturées sur Bois Joli et 6 sur Pont es Omnès.

Entre 2017 et 2019, dans le cadre des projets « Bois-Joli 3D » et « Bois Joli suite », une pêcherie aux verveux a été mise en place en queue de retenue à partir de Septembre 2017 afin de capturer des anguilles

- Méthodologie des suivis sur le Frémur -

argentées destinées au marquage acoustique. Les anguilles argentées et une partie des anguilles jaunes capturées ont fait l'objet d'un marquage par PIT-Tag. Les données de cette étude ne sont pas intégrées à ce rapport mais sont venues compléter la base de données existante. Pour 2017-2018, 461 anguilles ont été capturées avec des verveux (46 argentées, 45 jaunes/argentées, 370 jaunes). Parmi ces anguilles, 233 ont été marquées : 34 argentées, 20 jaunes/argentées et 179 jaunes. Pour 2018-2019, 477 anguilles ont été capturées dont 377 ont été marquées.

Tableau 8 : Bilan des marquages et recaptures aux verveux lors de l'étude BJ3D

Campagne	Capture totale	Marques posées				Recaptures brutes (j/j-ag/ag)			
						2017-2018		2018-2019	
		J	J/Ag	Ag	Total	BJ3D	Autre	BJ suite	Autre
2017-2018	461	179	20	34	233	64 (48/9/7)	5 (1/1/3)	34 (24/8/2)	
2018-2019	477	293	35	35	363			31 (25/5/1)	11 (10/0/1)

1.8.2 Milieu lotique

Il existe une forte différence sur les nombres de passages, stations et secteurs avant et après l'année 2006. Cette différence est liée à la modification de protocole intervenue en 2006 et conservée depuis. Cette modification comporte :

- L'estimation des stocks qui est réalisée maintenant sur un seul passage (**cf. rapport 2006**) ;
- Le nombre de stations pêchées a diminué en 2006 en raison de l'arrêt des pêches sur les secteurs aval du Bois Joli (secteur de Pont Avet et de Pont es Omnès). Les pêches ont cependant repris en 2014 à Pont es Omnès et en 2015 à Pont Avet.

Avant 2006, pour chaque station, les pêches étaient menées par passages successifs sans remise (au moins deux passages). Le nombre de passages était fonction de l'épuisement des effectifs observés au cours des passages successifs.

Depuis 2006, la technique de pêche est celle des points de sondage. Un point de pêche de 30 secondes est réalisé tous les 3 mètres sur chaque rive. Des points supplémentaires en milieu de cours d'eau sont réalisés quand la largeur excède ponctuellement 3 mètres. Le temps affecté à un point de pêche peut être allongé en fonction de la difficulté mais ce temps reste constant d'un passage à l'autre : 30 secondes. Ce protocole permet l'application d'un effort de pêche constant pour chaque passage. A partir de 2006, les densités sont évaluées à partir d'un seul passage. La densité totale sur la station est estimée à partir des captures de cet unique passage en appliquant une relation entre le nombre de poissons au premier passage et le nombre total de poissons estimé à partir de la méthode de Carl et Strub sur les années disponibles de 1995 à 2005. Cette relation est différente de celle de la méthode PASE², basée sur les observations entre les captures au premier passage et la densité finale observée. En effet, le nombre de points de pêche par station n'a été pris en compte qu'à partir de 2005. Les relations pour le Frémur ne reposaient donc que sur un nombre d'observations limitées pour la méthode PASE. Par ailleurs, la méthode PASE n'était disponible que pour l'anguille. Pour prendre en compte toutes les espèces et ne pas induire de différence de traitement entre elles, c'est donc une relation basée sur les observations du Frémur et sur le maximum d'années et de stations qui a été privilégiée pour toutes les espèces.

² Laffaille P. et al, 2005. Point sampling the abundance of European eel (*Anguilla anguilla*) in freshwater areas, Archiv für Hydrobiologie, 162, p. 91-98.

- Méthodologie des suivis sur le Frémur -

Les poissons sont capturés par pêche électrique (Figure 16). Les stations sont fermées à l'amont et à l'aval par des filets (maille 5 mm) de façon à éviter toute migration de poisson pendant la pêche. Les stations peu profondes sont réalisées à pied. Chaque station présente une longueur approximative de 30 m. Les caractéristiques des stations de pêche sont relevées chaque année (largeur, profondeur, vitesse de courant, substrat, température, ripisylve, hydrophytes, hélrophytes, abris).



Figure 16 : Pêche électrique sur le secteur de Villou en 2021 (FISH-PASS)

Les stations sont réparties de façon à représenter tous les secteurs de la rivière et prenant en compte la diversité des environnements sur chaque station. Les stations d'échantillonnage sont toutes localisées sur le cours principal du Frémur. Un affluent a été pêché de 1995 à 1999 à Pleslin avec peu de résultats (1 anguille capturée sur 4 campagnes). Les autres affluents principalement temporaires n'ont pas été pêchés en raison de leur petite taille et de leur débit faible ou nul en étiage.

Ainsi, pour le Frémur, afin de pouvoir comparer les pêches d'automne de 2021 avec les années précédentes, il convient d'éliminer les données provenant des stations de Pont Avet et de Pont es Omnès pour les années 1998 à 2005. Cependant, pour les stations de Pont es Omnès et Pont Avet, les pêches ont repris respectivement en 2014 et en 2015. Une comparaison avec les données antérieures pourra donc être effectuée pour certaines analyses.

En 2015, suite à plusieurs problèmes de niveau d'eau, les stations du secteur Villou ont été déplacées d'environ 200 m en amont afin de ne plus être sous l'influence de la retenue.

En fin d'année 2016, des travaux de restauration ont été réalisés sur l'amont du Frémur, sur le secteur Trélat amont, avec une remise en talweg du cours du Frémur. Ainsi, de nouvelles stations ont été mises en place en remplacement des anciennes.

Les stations pêchées en 2021 sont les mêmes que celles pêchées en 2020. Toutefois, une station supplémentaire a été ajoutée sur le secteur de Motte Olivet, entre deux stations qui étaient déjà suivies. La comparaison des caractéristiques de la population d'anguilles pourra donc être effectuée entre ces deux années pour l'ensemble des sites étudiés. Toutefois, la baisse de niveau d'eau dans la retenue de Pont Avet a fortement modifié l'habitat des stations en aval du barrage de Pont es Omnès (diminution de la largeur en eau, diminution de la profondeur, création de radier), ce qui a pu influencer les densités en anguilles et les caractéristiques de la population sur ce secteur.

1.9 Quantification des flux migratoires

Les flux sont estimés depuis Octobre 1996 grâce à plusieurs pièges.

1.9.1 Présentation des dispositifs de franchissements et de piégeages installés

➤ Sur le barrage de Pont Avet

Le dispositif installé sur le barrage de Pont Avet est une passe par fonctionnement gravitaire constituée d'un substrat de reptation adapté au franchissement par l'anguille (voir Figure 11 présentée précédemment). Le suivi de la passe piège de Pont-Avet a débuté en 2019. Dans ce cadre, la relève est faite manuellement afin de dénombrer et mesurer tous les individus capturés. Ces derniers sont ensuite remis à l'amont du barrage du Bois Joli.

➤ Sur le Barrage de Pont Es Omnès

Le dispositif installé sur Pont Es Omnès comporte une passe (constituée d'un substrat de reptation adapté au franchissement par l'anguille) équipée d'un piège permettant la capture et quantification du flux d'anguilles en montaison nommé ci-après dans ce rapport « la montée ». **Le suivi de montaison sur ce piège a été arrêté en 2012.** Il a cependant été remis en fonctionnement de manière ponctuelle durant l'été 2013 pour pallier les problèmes de débit et à l'absence de surverse, et en 2015 pour le marquage au VIE.

Un piège de dévalaison a également été installé sur ce dernier (voir Figure 13 présentée précédemment). Le piège est posé sous le déversoir. Il permet de capturer tous les individus (anguilles et autres espèces) qui quittent la retenue du Pont es Omnes, mais il est spécifiquement conçu pour capturer les anguilles argentées en phase de migration d'avalaison. Il est composé d'une grille de réception placée sous le déversoir et débouchant dans une gouttière déversant les anguilles dans une cage vivier. À la suite d'une avarie fin 2019, la grille du piège de dévalaison a été changée en 2020 pour poursuivre le suivi de dévalaison.

➤ Sur le Barrage de Bois Joli

Le dispositif installé au droit du barrage de Bois Joli, est composé d'une passe (constituée d'un substrat de reptation adapté au franchissement par l'anguille) et d'un ascenseur qui peut également servir de piège pour le suivi (voir Figure 14 présentée précédemment). L'ascenseur qui pouvait fonctionner de façon automatique est aujourd'hui hors service. Dans le cadre de l'étude, la relève est faite manuellement afin de comptabiliser et prendre les caractéristiques des anguilles en montée. Après la biométrie, tous les individus capturés sont remis à l'amont du barrage du Bois.

1.9.2 Fréquence de suivi des pièges

Les périodicités varient dans l'année et les poses/relèves de pièges se multiplient lors des pics de migration.

Depuis 2006, les piégeages sont assurés par un protocole légèrement modifié permettant de conserver la précision des données de piégeage. La fréquence de relève est de 2 à 3 fois par semaine en période normale. La fréquence est restée la même depuis cette date. Pendant les pics de migration (montaison et dévalaison), un passage est effectué plus régulièrement. Les individus sont remis à l'eau de façon à pouvoir continuer leur migration.

Sur l'ensemble de l'année 2021, 104 relèves ont été réalisées au niveau de la passe de montée de Bois Joli et 104 au niveau du piège de dévalaison de Pont Es Omnès (Tableau 9). La fréquence de passage a été

- Méthodologie des suivis sur le Frémur -

environ d'un passage tous les 3 jours pour la montée (les passages supplémentaires dépendent des conditions hydrauliques générant plus ou moins de relèves que les prévisions). Concernant le piège du filtre de la station de pompage, 75 relèves ont été effectuées. La passe de Pont Avet a été visitée 66 fois pendant la période de suivi.

Tableau 9 : Passage sur les pièges de capture, années 1996 à 2021 (FISH-PASS)

Station	Année																									
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ascenseur Bois Joli	20	100	121	68	79	125	130	58	142	134	92	103	111	106	110	105	108	106	105	103	105	104	104	104	103	104
Piège montée PeO	37	147	186	143	140	130	155	91	161	145	122	110	111	109	110	105	15	1	0	36	0	0	2			
Piège dévalaison PeO	36	147	186	147	152	128	153	91	165	147	124	111	115	108	112	105	110	106	105	104	106	107	104	105	104	104
Piège dévalaison BJ			34	14	5																	22				
Piège filtre pompage																	61	75	75	89	74	72	74	76	80	75
Piège Pont Avet																								64	50	66

1.10 Biométrie

Malgré les changements de protocole en 2006, les paramètres de base enregistrés sur les anguilles capturées restent inchangés. **La biométrie est réalisée à la fois en montée, lors de l'inventaire annuel du stock par pêche électrique et en dévalaison. Depuis Septembre 2013, des mesures complémentaires de diamètres oculaires et de longueur de la nageoire pectorale sont réalisées pour déterminer le stade de maturité des anguilles argentées ou en cours d'argenture selon la méthode de Durif *et al* (2005).**

Toutes les anguilles capturées sont mesurées (longueur totale) (Figure 17) et pesées. **Des mesures complémentaires de diamètre oculaire et de longueur de la nageoire pectorale sont réalisées sur les anguilles de taille >250 mm.** Le stade de maturité de l'anguille est estimé sur les critères de coloration externe, diamètre oculaire et présence d'une ligne latérale différenciée selon la méthode de Acou *et al.* (2005)³. La présence de marque individuelle est vérifiée sur toutes les anguilles capturées (taille > 200 mm).



Figure 17 : Biométrie (mesure de la taille et du diamètre de l'œil) prise sur une anguille du Frémur (FISH-PASS).

Les données précédentes permettent d'obtenir cumulativement :

- **Pour les peuplements/populations** : la densité, la biomasse, la structure de population, la composition spécifique, les relations longueur-poids... ;
- **Pour les individus** : les déplacements et la croissance relative (entre la date de pose de la marque et la date de recapture).

³ Acou, A., Boury, P., Laffaille, P., Crivelli, A. J., & Feunteun, E. (2005). Towards a standardized characterization of the potentially migrating silver European eel (*Anguilla anguilla*, L.). *Archiv Für Hydrobiologie*, 164(2), 237–255. <https://doi.org/10.1127/0003-9136/2005/0164-0237>

1.11 Marquage individuel

Le marquage individuel des anguilles est effectué depuis 1996, l'année 2021 constitue donc la 27^{ème} année de recapture pour les plus anciennes anguilles marquées. En 2021, une campagne de marquage individuel a été réalisée sur les anguilles capturées lors de l'estimation du stock.

Le marquage est effectué à l'aide de petites capsules magnétiques appelées PIT-Tag (Passive Integrated Transponder) et injectées dans la cavité abdominale. Le code unique de chaque marque peut être lu de façon externe par un lecteur spécifique permettant d'identifier individuellement toute recapture. Le PIT-tag ne possède pas de batterie, si bien qu'il peut être détecté sans limite dans le temps. Auparavant, seulement des PIT-tag de 12 mm de longueur étaient utilisés pour marquer préférentiellement des anguilles de taille supérieure à 250 mm. Depuis 2016, des PIT-tag de 8 mm et 12 mm sont utilisés pour marquer les anguilles de tailles comprises entre 200 et 250 mm, ou de taille supérieure à 250 mm respectivement. De même, depuis 2016, les anguilles des secteurs aval, Pont es Omnès et Pont Avet, sont marquées afin de suivre leur croissance sur ce compartiment du Frémur.

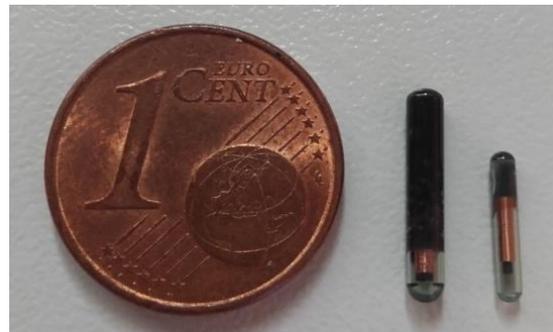


Figure 18 : A gauche, injection d'un " PIT tag " dans la cavité abdominale d'une anguille. A droite, " PIT-tag " de 12 et 8 mm (FISH PASS)

Des tests de mortalité ou perte de marque ont été réalisés en 2009 de façon à pouvoir corriger les résultats de recapture. Ils avaient ainsi permis d'évaluer une mortalité induite par le marquage d'environ 1,8 % et un taux de rétention de la marque de 100 % (N=55). Sur la base de ces résultats, il est considéré dans la suite du document que le marquage par PIT-tag i) n'affecte pas la survie des anguilles marquées et ii) que le taux de recapture d'individus marqués n'est pas influencé par des pertes de marque.

Montées (Suivi annuel)

Depuis 2012, le suivi de la migration anadrome est réalisé uniquement sur le piège de Bois Joli, la passe de Pont es Omnès ayant été remise en fonctionnement gravitaire sans piégeage à cette période.

Depuis 2019, le barrage de Pont Avet est équipé d'une passe piège temporaire. Ce suivi a été poursuivi en 2021 du 16 Mars au 12 Novembre. Les résultats sont présentés dans ce chapitre en complément de ceux de la passe de Bois-Joli.



Figure 19 : En haut, bac de capture de Pont Avet. En bas, à gauche, passe à anguilles de Pont Avet avec des anguilles en migration. A droite, pesée des anguilletes à Pont Avet (FISH-PASS)

1.12 Déroulement des montées

1.12.1 Bois Joli

Pour la campagne 2021, le barrage de Bois Joli a surversé jusqu'à fin avril. Puis, à l'occasion d'un début d'été humide, une deuxième période de surverse a été observée entre fin Juin et fin Juillet. Au niveau de la montaison des anguilles, les premières remontées ont été constatées fin Janvier/ début Février, en faible effectif, probablement en lien avec l'augmentation des débits observée à cette période. La migration est ensuite restée faible jusqu'à début Avril où un premier pic notable de 249 individus. Les migrations ont ensuite nettement diminué, le second pic notable étant visible fin Avril avec 337 individus. Ensuite des migrations soutenues ont été observées jusqu'à début Août. Les deux pics les plus importants, 498 et 392 individus, se sont déroulés en Juillet pendant la deuxième période de surverse du barrage. Le mois d'Août a ensuite été très calme en termes de migration avec moins de 15 individus par relève. En Septembre, une légère reprise a été constatée, avec des migrations entre 15 et 89 individus. Enfin, à partir de début Octobre et jusqu'à la fin de l'année 2021, les migrations sont restées très faibles et presque nulles sur le mois de Décembre (3 individus).

Les pics de migrations sont nettement moins marqués qu'en 2020. De plus, les conditions hydrologiques estivales, ont permis de bonnes migrations durant le mois Juillet en comparaison de la campagne précédente. Des migrations notables ont ainsi été observées au cours de l'année 2021 à Bois Joli, malgré les travaux à Pont Avet et la perte d'efficacité de la passe de Pont es Omnès du fait de l'abaissement des niveaux d'eau en aval.

- Montées (Suivi annuel) -

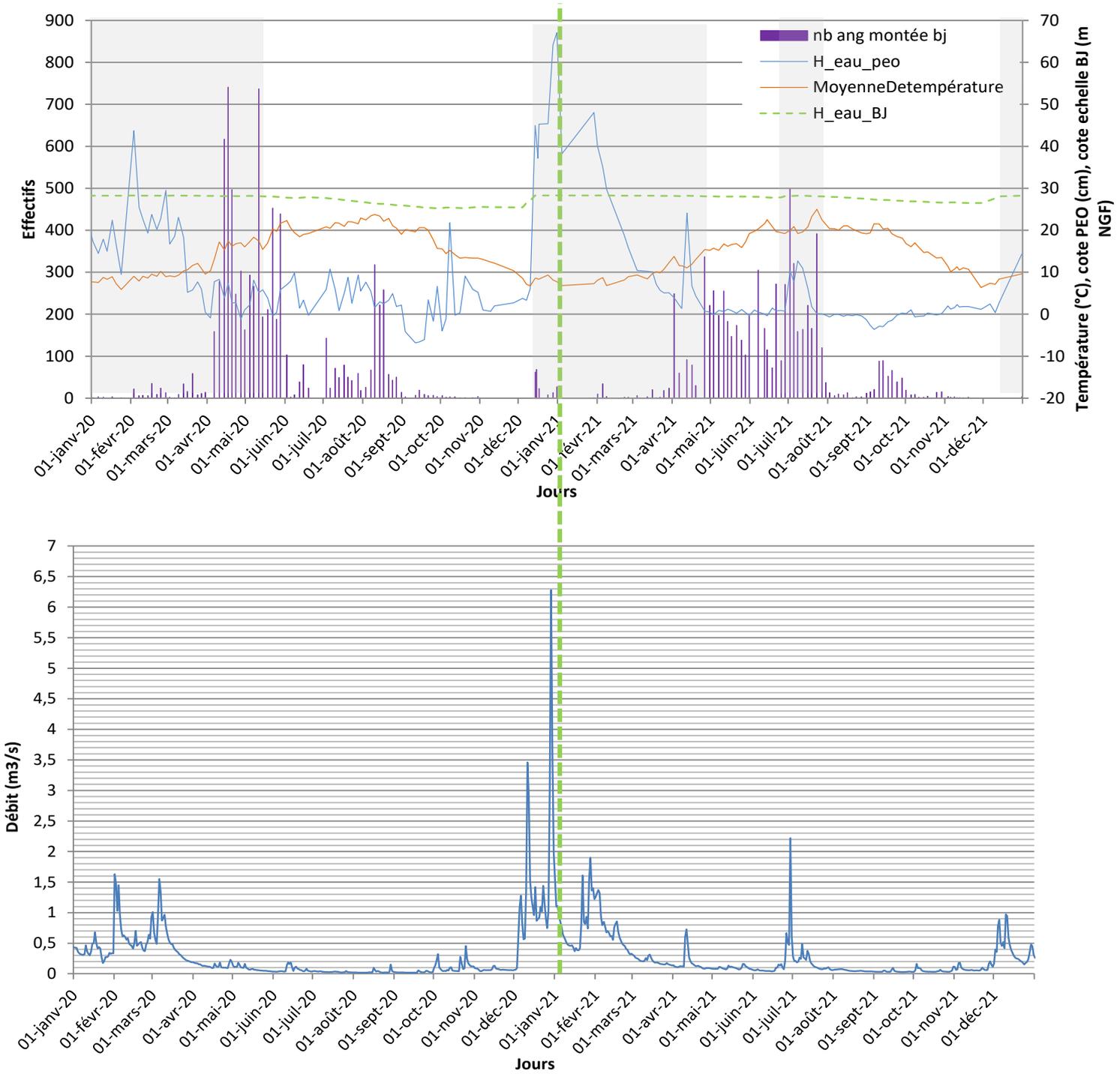


Figure 20 : En haut, évolution des effectifs d'anguilles à la montée sur le piège de Bois Joli en 2020 et 2021, en grisé période de surverse du barrage du Bois Joli. En bas, débits journaliers observés sur le Frémur (données hydrologiques : DREAL, FISH-PASS)

- Montées (Suivi annuel) -

Pour la campagne 2021, au niveau de Bois Joli, les premières montées ont débuté dès Janvier avec quelques individus, puis les migrations ont augmenté très progressivement jusqu'à mi-Avril. A partir de mi-avril, les migrations ont été plus prononcées suivant le rythme de la moyenne interannuelle. En Juillet, un pic de migration plutôt tardif a été observé contrebalancé par un recrutement pratiquement nul au cours du mois d'Août. Ainsi, le seuil de 90 % des migrations a été atteint le 26 Juillet, plus précocement que la moyenne interannuelle (19 Août) et que la campagne 2020 (14 Août). L'hydrologie du Frémur en 2021 avec un mois de Juillet très humide et une hydrologie nettement supérieure aux normales saisonnières peut expliquer cette différence, notamment ce pic de migration en juillet. A partir du mois d'Octobre, les migrations ont nettement diminué pour atteindre seulement quelques individus en Décembre.

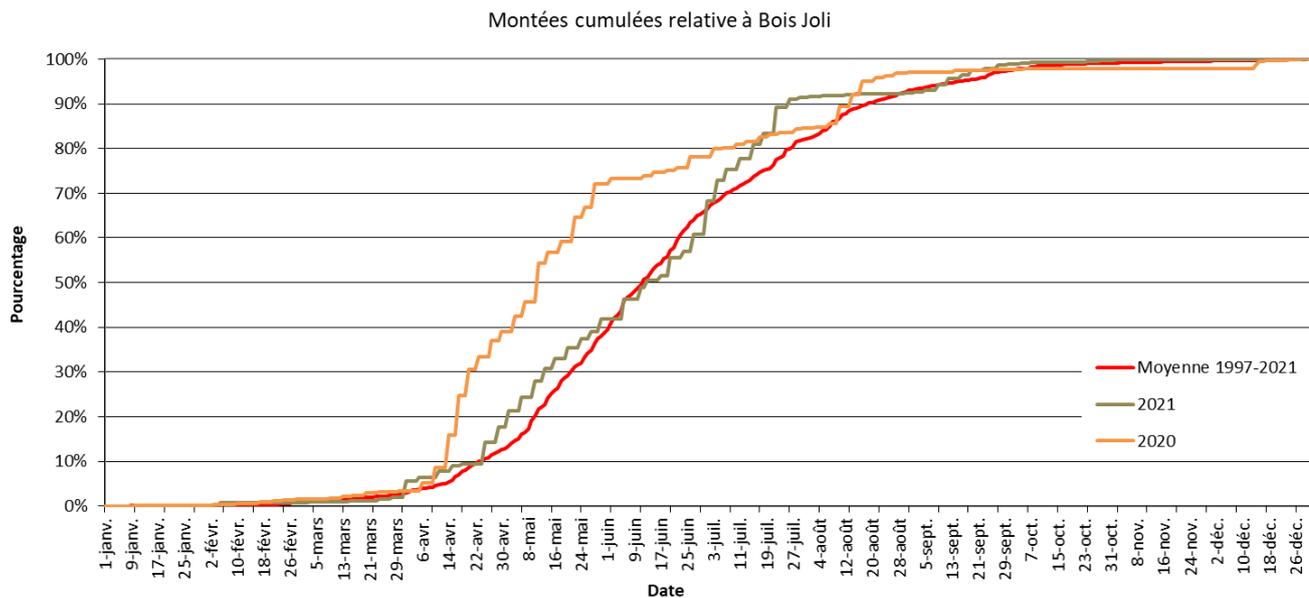


Figure 21 : Comparaison des montées cumulées relatives observées au niveau du piège de Bois Joli, entre 2020, 2021 et la moyenne interannuelle calculée de 1997 à 2021. La forme en « escalier » des courbes représente des migrations par pics (FISH-PASS).

Le taux moyen mensuel de recrutement sur le Frémur entre 1997 et 2021 (Figure 22) met en évidence une période de migration s'échelonnant principalement d'Avril à Septembre au niveau de Bois Joli avec plus de 60% des migrations entre Mai et Juin. Toutefois, les migrations 2020 et 2021 sont toutes deux très différentes de la moyenne interannuelle. En 2020, la migration est nettement plus précoce, avec près de 40 % des migrations observées en Avril contre 10 % pour la moyenne interannuelle. Concernant la migration 2021, celle-ci apparaît plus étalée avec des montées notables réparties sur 4 mois (Avril à Juillet) et avec des migrations moins prononcées en début de saison que la moyenne et que la campagne 2020. Les plus importantes migrations ont également eu lieu en Juillet, ce qui est plus tardif que la moyenne et nettement plus tardif que la campagne 2020.

- Montées (Suivi annuel) -

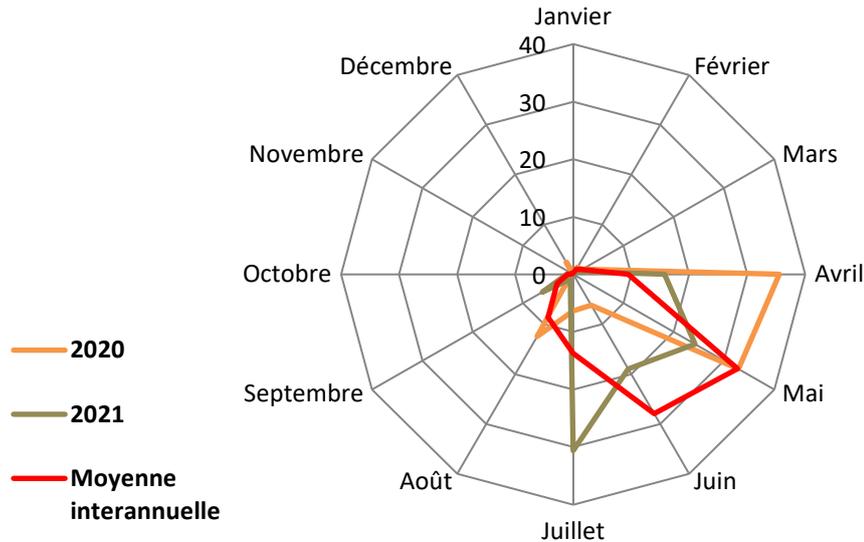


Figure 22 : Taux moyen mensuel de recrutement sur le Frémur à Bois Joli en 2021 (FISH-PASS)

1.12.2 Pont Avet

La passe piège temporaire de Pont Avet a été en fonctionnement entre mi-Mars et mi-Novembre (Figure 23). Les migrations ont été très faibles jusqu'à mi-Mai où un premier pic notable a été observé. C'est au cours du mois Juin que les migrations ont été les plus importantes avec deux pics majeurs de 12 526 et 9 793 individus. Le mois de Juillet a ensuite présenté peu de migrations. Cela semble pouvoir s'expliquer par la surverse du barrage de Pont Avet et de ce fait de la diminution de l'attractivité de la passe à anguilles. Sur cette période d'environ 1 mois, il est ainsi possible qu'une partie des anguilles ait pu franchir le barrage par l'ancienne passe ou directement par la surverse. Avec la baisse du niveau de Pont Avet et l'arrêt de surverse, la passe est redevenue attractive, et de nouvelles migrations ont pu être enregistrées au mois d'Août et de Septembre. A partir d'Octobre, les migrations ont été très faibles puis nulles en Novembre.

L'hydrologie et la surverse au niveau de Pont Avet ont un fort impact sur l'attractivité de la passe à anguilles à certaines périodes de l'année. Ainsi, quand le barrage surverse, il y a peu d'anguilles comptabilisées et un passage semble possible en amont pour une partie d'entre elles. A l'inverse, en absence de surverse, la passe temporaire apparaît très attractive avec de fortes captures.

- Montées (Suivi annuel) -

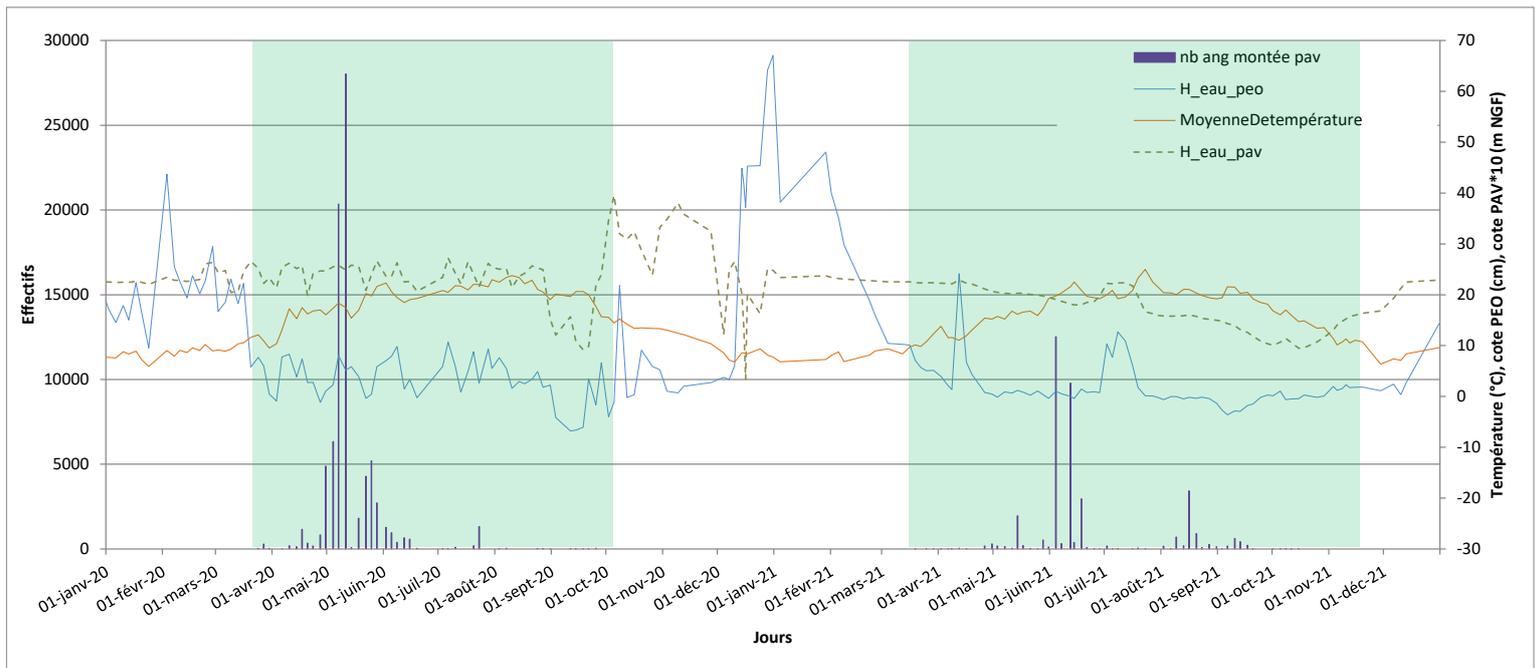


Figure 23 : Évolution des effectifs d'anguilles à la montée sur le piège de Pont-Avet en 2020 et 2021. En vert, période de fonctionnement de la passe piège (FISH-PASS)

La Figure 24 permet de comparer les montées cumulées relatives à Pont Avet sur les trois dernières années. Ainsi, le début de la migration a été nettement plus tardif en 2021 par rapport au deux campagnes précédentes. Le pic de migration s'est concentré sur le mois de Juin avec 70 % des montées alors que le mois de Juillet n'a présenté que très peu de migration. Ainsi, outre un début tardif de migration, le premier pic de migration s'est déroulé également plus tard dans la saison comparativement aux montées de 2019 et 2020. Des montées notables de plusieurs centaines d'individus ont été observées jusqu'à fin Septembre, puis les migrations ont nettement diminué en Octobre avec seulement quelques dizaines d'individus. Aucune migration n'a été constatée au mois de Novembre.

- Montées (Suivi annuel) -

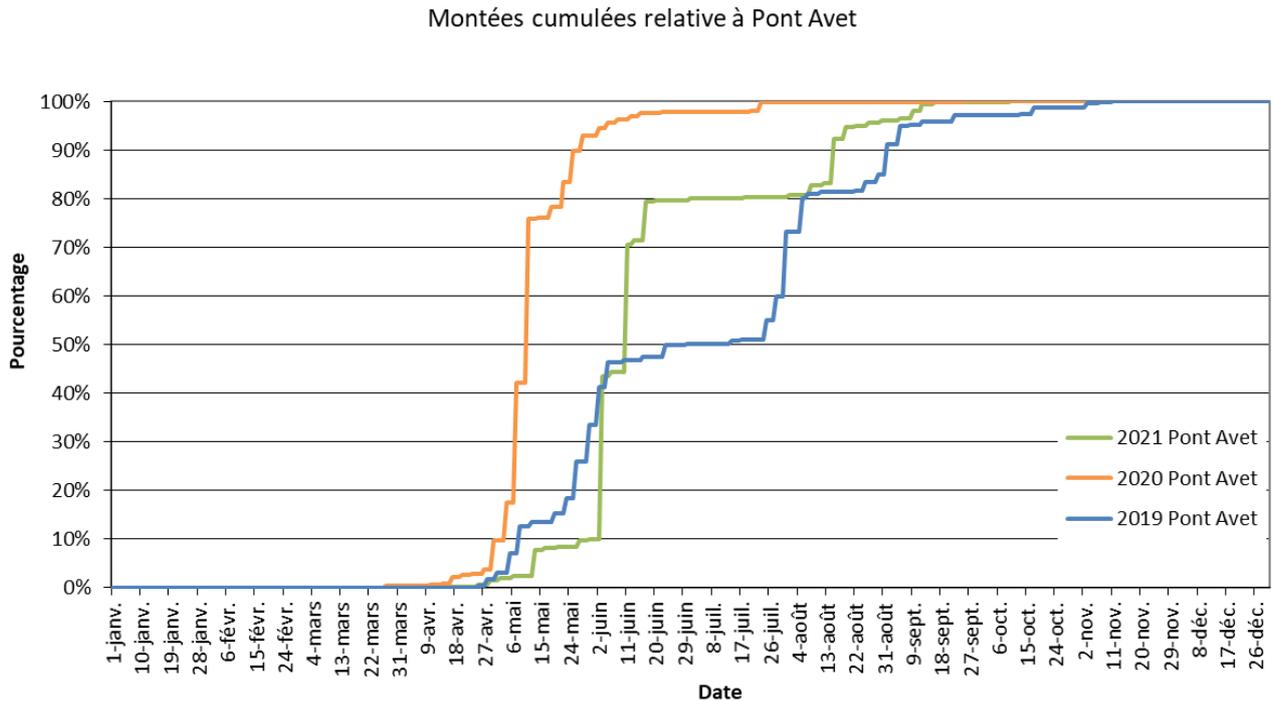


Figure 24 : Montées cumulées relatives à Pont Avet en 2019, 2020 et 2021 (FISH-PASS)

La Figure 25 illustre les taux moyens mensuels de recrutement pour les trois dernières campagnes. Ainsi, les migrations mensuelles ont été très différentes entre ces campagnes. La campagne 2021 se caractérise par un pic principal de migration en Juin de près de 70 % et un léger ressaut de migration en Août représentant 15 % des migrations. Le principal pic de migrations est décalé d'un mois par rapport aux deux autres campagnes, où ce dernier avait été observé au mois de Mai.

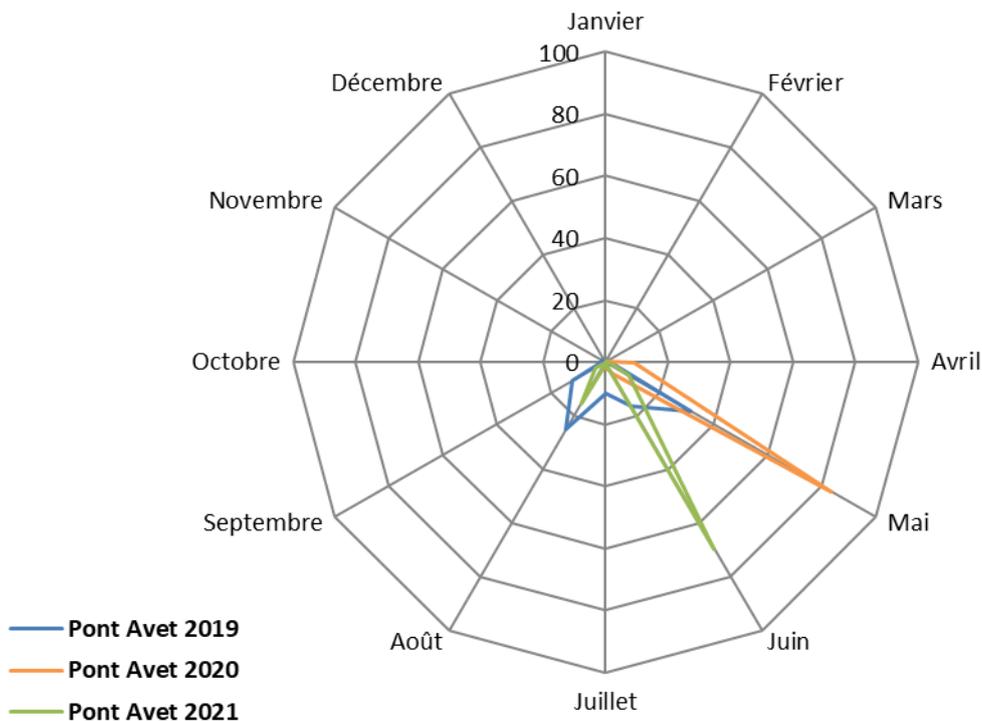


Figure 25 : Taux moyen mensuel de recrutement sur le Frémur à Pont Avet en 2021 (FISH-PASS)

- Montées (Suivi annuel) -

Les passes de Bois Joli et Pont Avet sont espacées de quelques kilomètres avec un linéaire qui n'est plus réellement connecté depuis 2019, avec l'abaissement de la retenue de Pont Avet et les travaux sur le barrage. Les poissons capturés à Pont Avet sont ainsi remis à l'amont de Bois Joli. Il n'y a donc pas de continuité de migration entre les deux sites.

La comparaison de la montaison entre les deux sites de Pont Avet et Bois Joli met en avant des différences. Tout d'abord en termes de début de migration, celle-ci a été plus précoce sur Bois Joli d'environ un mois par rapport à Pont Avet situé plus en aval. Ceci peut s'expliquer par le positionnement plus amont de la passe de Bois Joli et une influence plus marquée de l'hydrologie, alors qu'au niveau de Pont Avet l'hydrologie est plus tamponnée par les retenues de Pont es Omnès et Pont Avet. A l'inverse, pour le principal pic de migration, celui-ci a été plus précoce à Pont Avet d'un mois (Juin) qu'à Bois Joli (Juillet). Ceci peut s'expliquer par l'influence des arrivées d'anguillettes. De même, sur le mois de Juillet, pratiquement aucune migration n'a été observée à Pont Avet contrairement à Bois Joli. Ainsi, en fonction de leurs caractéristiques physiques et physiologiques, ne semblent pas répondre de la même façon aux stimuli environnementaux.

1.13 Effectifs des montées

Les effectifs en montée sont présentés Figure 26. Afin de garder l'historique des données sur le site de Pont es Omnès, les recrutements sur ce site jusqu'en 2011 sont toujours indiqués. Il avait été montré, les années précédentes, un possible franchissement du barrage par une partie des individus migrants sans passer par le piège de Pont es Omnès. De même, un phénomène d'accumulation puis de reprise de migration était visible dans la retenue de Pont es Omnès. Le suivi de la passe piège de Pont Avet a été mis en œuvre depuis l'année 2019, les anguilles capturées et dénombrées ont été systématiquement relâchées dans la retenue à l'amont du barrage.

Les effectifs en montaison sont très variables d'une année à l'autre et d'un piège à l'autre (Figure 26). En effet, les migrations anadromes constituent un des phénomènes les plus variables entre les années (Annexe 2). Ainsi, entre le plus faible recrutement observé en 2013 avec 381 individus et le plus important en 2020 avec 91 047, il y a un facteur de 240.

Le recrutement total observé en 2021 à l'amont de Bois Joli est de 44 245 individus dont 37 455 provenant de la passe de Pont Avet et 6 790 de la passe de Bois Joli. Sur les 25 années de suivi de la montaison à Bois Joli, la migration 2021 est la deuxième en termes d'effectifs. Il reste toutefois deux fois plus faibles que le recrutement 2020 (91 047 individus). Ce bon recrutement ne peut s'expliquer uniquement par la passe provisoire de Pont Avet, le recrutement observé en 2019 étant plutôt faible alors que cette même passe était installée. L'explication étant probablement à rechercher au niveau de conditions environnementales locales favorables « au bon moment, au bon endroit » comme cela a pu se produire également en 1998. Ces résultats mettent également en évidence l'intérêt d'avoir installé cette passe piège temporaire qui permet de maintenir une colonisation du bassin versant malgré les travaux et évitant ainsi un blocage ou une mortalité en aval.

En s'intéressant uniquement à la passe de Bois Joli, le recrutement de 2021 avec 6 790 individus est le douzième en termes d'effectifs. Celui de 2020 était le neuvième avec 8 463 individus. Ainsi, malgré une certaine discontinuité entre Pont Avet et Bois Joli des migrations proches de la moyenne (7197 individus) ont été enregistrées laissant supposer soit un franchissement possible ponctuellement sur le barrage de Pont Avet, soit une reprise de migration d'individus arrivés avant 2019...

L'évolution interannuelle des effectifs en montée se rapproche de la tendance de l'indice de recrutement européen sur la période 1997-2006 où est observée une diminution du recrutement. De 2012 à 2015, une légère tendance à l'augmentation de l'indice de recrutement a été observée mais sans répercussion nette sur le recrutement du Frémur à Bois Joli. Depuis 2016, une certaine stabilisation de cet indice semble s'installer. Pour les années 2020 et 2021, l'indice de recrutement européen n'apparaît pas du tout en adéquation avec les recrutements observés sur le Frémur. Cela pourrait mettre en évidence des phénomènes de recrutement local très important mais difficilement vérifiable compte tenu de l'absence de suivi similaire sur des cours proches.

- Montées (Suivi annuel) -

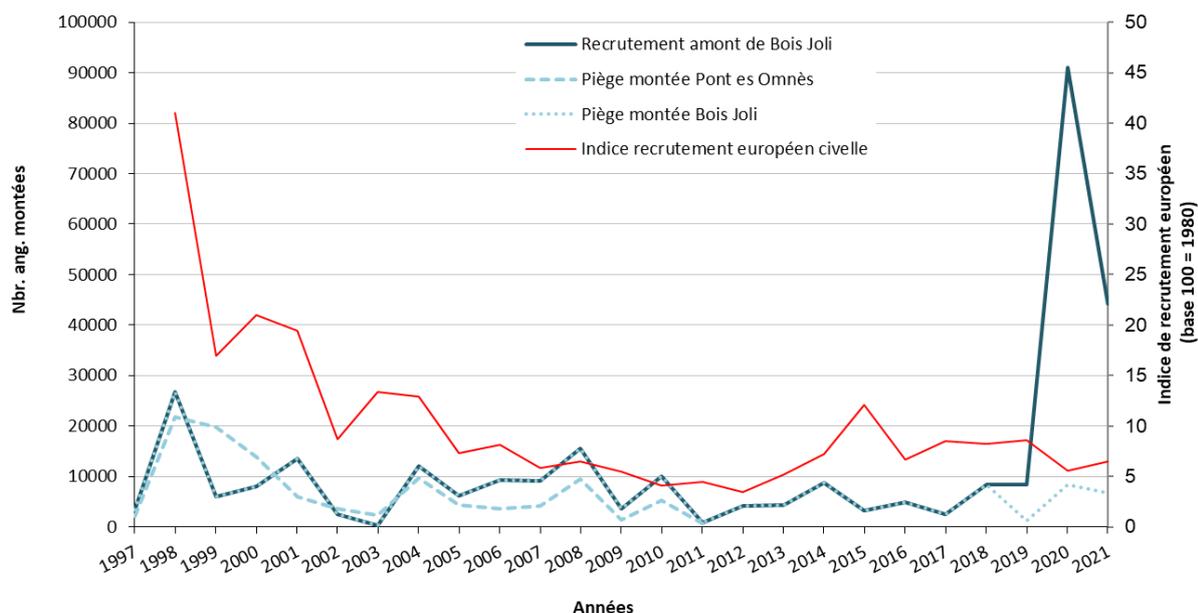


Figure 26 : Bilan des montées brutes sur le Frémur de 1997 à 2021 et indice de recrutement européen (WGEEL, 2021). L'indice de recrutement étant pour les civelles, il a été décalé d'une année afin de correspondre au recrutement en anguillettes, pour exemple, l'indice de recrutement de 1997 apparait en 1998 sur ce graphique (FISH PASS). De 2019 à 2021, le recrutement amont de Bois Joli correspond à la somme des anguilles capturées aux passes de Pont Avet et Bois Joli.

1.14 Caractéristiques des individus en montée

1.14.1 Bois Joli

Depuis le début du suivi, la taille moyenne a présenté une tendance à l'augmentation entre 1997 et 2007 où elle a atteint 167 mm. Depuis 2007, on observe plutôt une tendance à la diminution, la taille moyenne observée en 2021 est ainsi la plus faible depuis le début du suivi avec 103 mm pour un minimum de 62 mm et un maximum de 234 mm (Figure 27).

Concernant la taille minimale observée, celle-ci est assez stable entre 52 et 77 mm selon les années. En revanche, la taille maximale présente de fortes variations compte tenu des faibles effectifs de grandes anguilles. Toutefois, une nette tendance à la diminution est visible depuis 2011 avec des tailles maximales inférieures à 300 mm depuis 2017.

- Montées (Suivi annuel) -

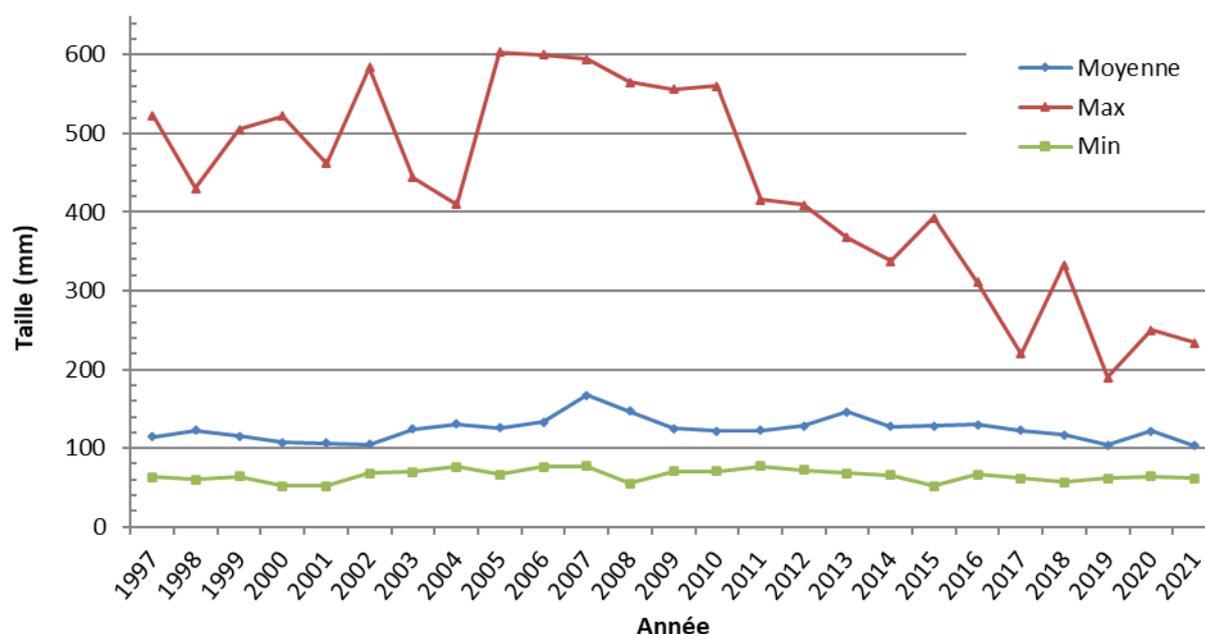


Figure 27 : Évolution interannuelle de la taille des anguilles en montaison au piège de Bois-Joli (FISH-PASS)

Pour la campagne 2021, la distribution en classe de tailles au piège de Bois Joli est presque bimodale avec un premier mode centré autour de 90 mm et un deuxième mode moins prononcé autour de 120 mm (Figure 28). Par rapport à 2020, les abondances relatives des premières classes de tailles entre 80 et 100 mm sont nettement plus importantes mettant en évidence une fraction migrante en moyenne de plus petites tailles. Cette observation est plutôt étonnante compte tenu de la déconnexion créée par les travaux sur la retenue de Pont Avet et le transport des individus piégés directement dans la retenue du Bois Joli (et donc sans être piégés à l'ascenseur du Bois Joli). Ce constat pourrait s'expliquer par deux facteurs, tout d'abord par une franchissabilité partielle de l'ouvrage de Pont Avet en début de saison lorsque la retenue est pleine et qu'elle alimente l'ancienne passe à anguille et ensuite, par un déplacement vers l'aval d'une fraction d'anguillettes relâchées dans Bois Joli en 2020 et qui aurait ensuite été piégées en montaison.

- Montées (Suivi annuel) -

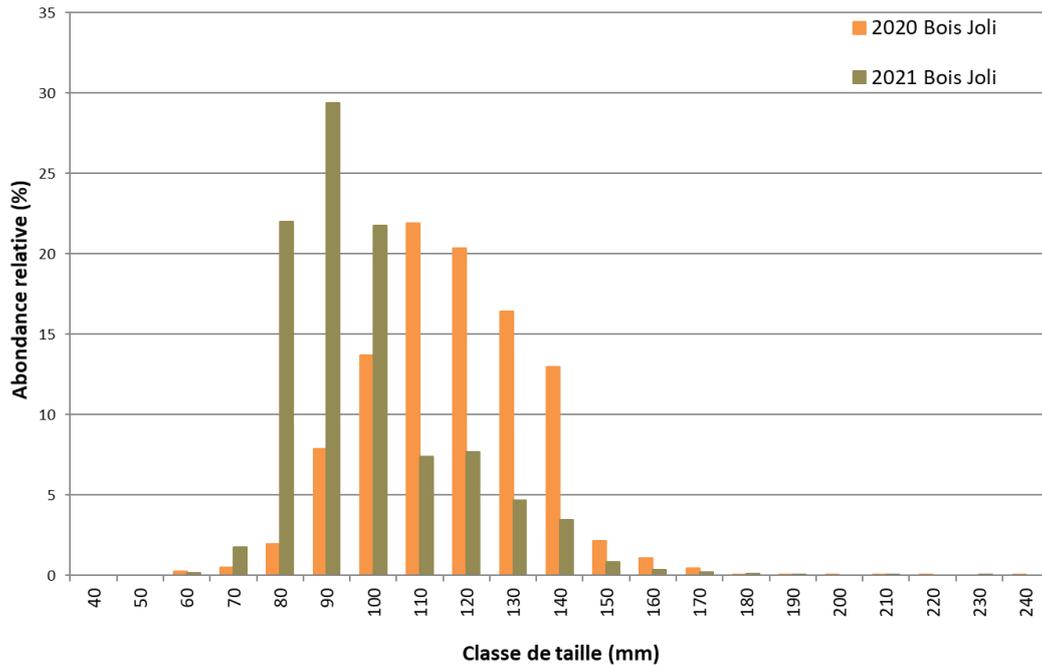


Figure 28 : Distributions de la taille des anguilles capturées en 2020 et 2021 dans le piège de montaison de Bois Joli (Tailles <=250 mm) (FISH-PASS)

La Figure 29 présentent la répartition des tailles par mois, au cours de la saison 2021 à Bois Joli. La taille des anguilles apparaît plus élevée en début de saison (médiane : 120-130) puis diminue progressivement jusqu'en Mai où la taille médiane était la plus basse autour de 90 mm. De Juin à Septembre, la taille médiane est restée plutôt stable entre 100 et 110 mm. En fin de saison, entre Octobre et Décembre, la taille médiane des anguilles augmente à nouveau nettement. Il apparaît donc des périodes de migration pouvant être différentes entre les cohortes et conditionnées par l'accessibilité du bassin (barrage) et des facteurs environnementaux (hydrologie, température). En début et fin d'année, le nombre d'anguilles en montaison est faible mais leur taille est globalement plus importante que sur le reste de l'année.

- Montées (Suivi annuel) -

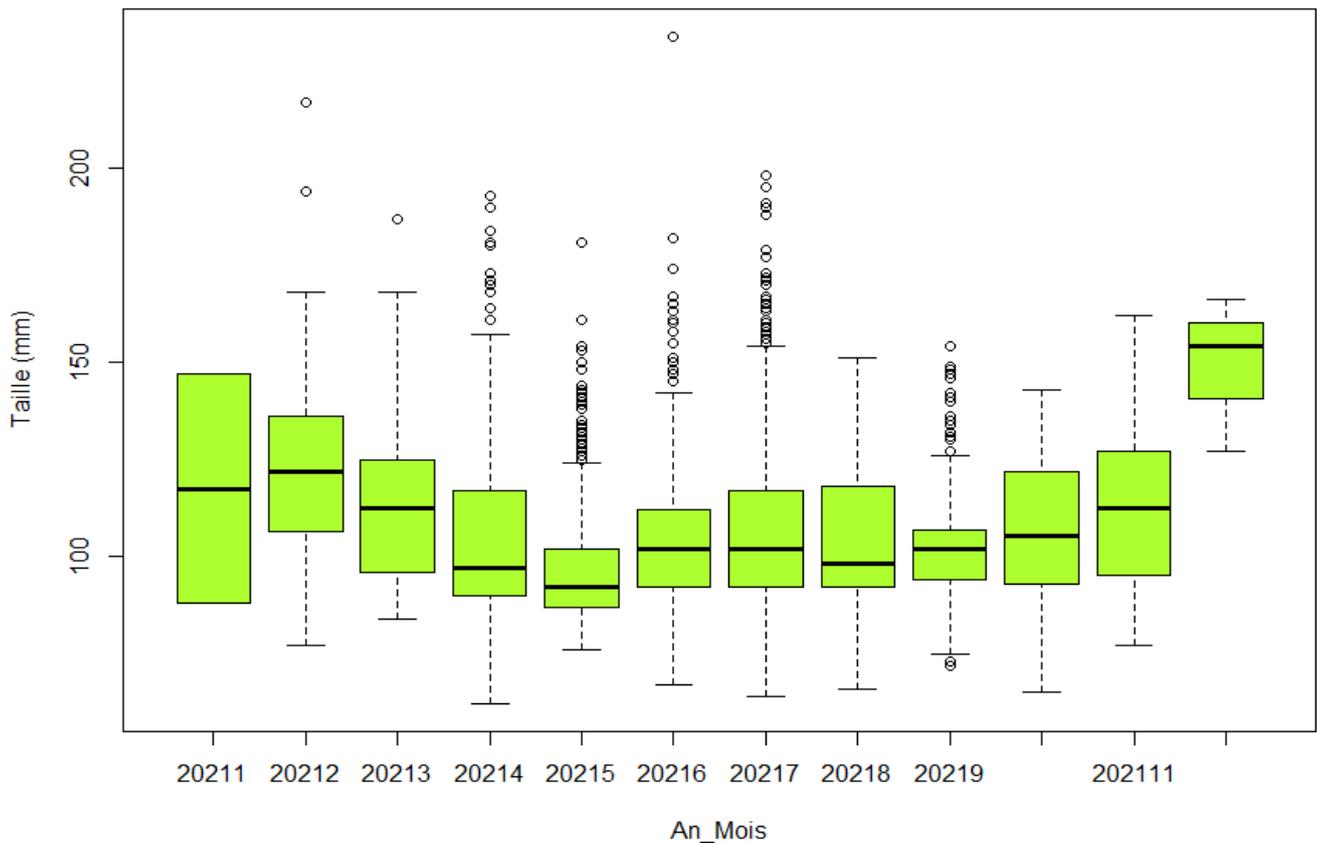


Figure 29 : Boxplot de la taille des anguilles en montée à Bois Joli en fonction du mois de l'année (FISH-PASS)

1.14.2 Pont Avet

En 2021, au niveau de la retenue de Pont Avet, la taille moyenne des anguilles est de 76,9 mm pour un minimum de 61 mm et un maximum de 756 mm. La majorité des anguilles mesurent entre 60 et 80 mm. Comparativement à 2020, aucune anguille de taille inférieure à 60mm n'a été capturée alors que plus de 1000 l'ont été en 2020. De nombreuses anguilles de grandes tailles (>300 mm) sont échantillonnées à Pont Avet, 306 individus ont été comptabilisés en 2021. Ces individus de grandes tailles en aval de Pont Avet peuvent mettre en évidence un blocage passé au niveau du barrage. Depuis 2012, le niveau d'eau de la retenue de Pont Avet n'est plus géré compte tenu du transfert de la production d'eau potable à Bois-Joli. De ce fait, il a été constaté à plusieurs reprises une déconnexion temporaire de la passe gravitaire présente sur le barrage compte tenu d'un niveau trop bas de la retenue en été pouvant ainsi induire un blocage temporaire des migrations. Depuis 2019, cela n'a pas été le cas avec l'installation de la passe-piège temporaire.

Comparativement à 2020, une migration plus importante d'individus de tailles comprises entre 200 et 350 mm est observée. En revanche, concernant les individus de grandes tailles (>450 mm), les abondances apparaissent en retrait par rapport à 2020. Suites aux importants passages les années précédentes, la surdensité d'anguilles de ces classes de tailles semblent ainsi s'atténuer.

- Montées (Suivi annuel) -

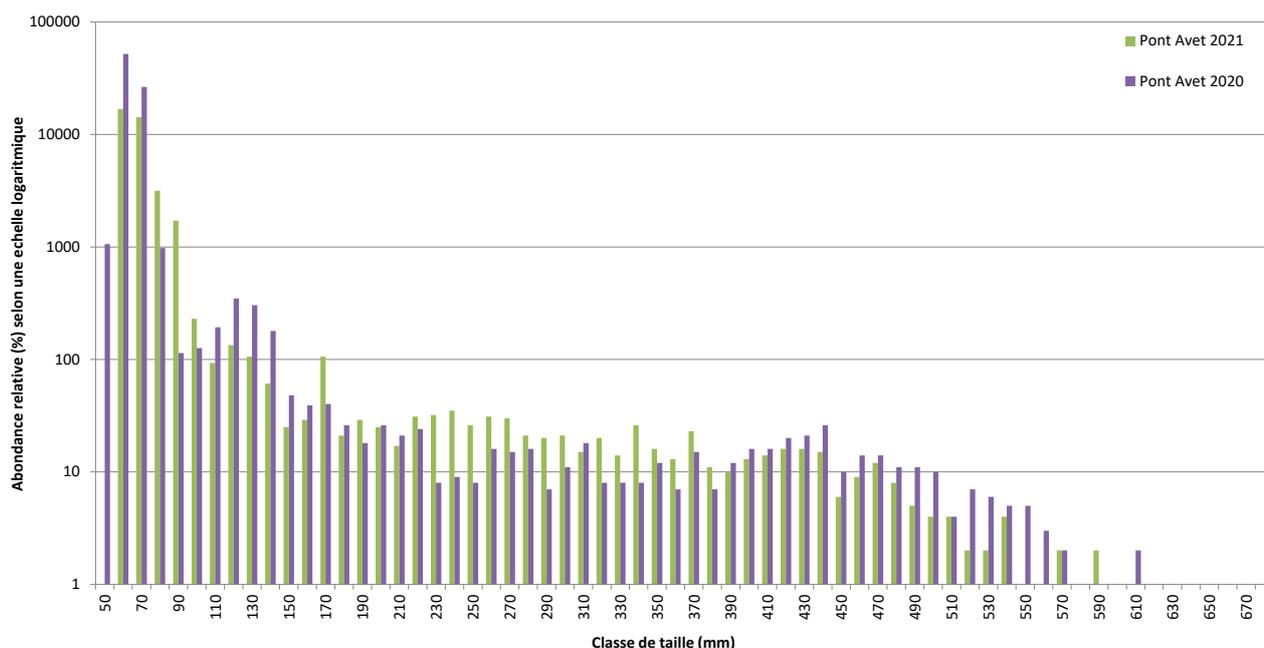


Figure 30 : Comparaison du nombre d’anguilles capturées à Pont Avet en 2020 et 2021 selon leur classe de taille. L’axe des ordonnées est en échelle logarithmique (FISH-PASS)

La Figure 31 et la Figure 32 ci-après permettent de comparer les répartitions en classes de taille des anguilles capturées au niveau des passes piège de Bois Joli et de Pont Avet, selon leurs abondances relatives et abondances brutes. Au-delà de l’abondance globale des captures qui a été nettement supérieure à Pont Avet, plusieurs différences notables sont observées.

La première correspond au décalage observé d’un site à l’autre, entre les classes de taille les plus abondantes. A Pont Avet, les classes 60-70 mm représentent plus de 80 % de l’abondance relative. A Bois Joli, il s’agit des classes 80-100 mm qui représentent plus de 70 % des anguillettes en montées. Ainsi, il y a très peu de recouvrement entre les modes des deux sites. Les anguilles en migration à Pont Avet ne sont donc pas les mêmes que celles observées à Bois Joli et présentent donc un âge différent. Ainsi à Pont Avet, il s’agit essentiellement d’individus de l’année alors qu’à Bois Joli cela correspondrait à des anguillettes d’1 à 2 ans.

La deuxième différence marquante entre les deux sites est la capture, en nombre assez conséquent, d’individus de grandes tailles au niveau de la passe piège de Pont-Avet. En effet, depuis 2019, ce sont 1068 anguilles de plus de 300 mm qui ont empruntées la passe temporaire de Pont Avet (450 en 2019, 312 en 2020 et 306 en 2021) alors qu’aucun individu de taille supérieure à 250 mm n’a été capturé à Bois Joli depuis 2019. Ceci est à relier à la forte densité d’anguilles en aval de Pont Avet, pouvant s’expliquer par une faible fonctionnalité de la passe ces dernières années. Le bon attrait de la passe piège, couplé aux fortes densités, a donc pu dynamiser le comportement migratoire des anguilles même de grandes tailles. Également, concernant les caractéristiques des passes à anguilles installées depuis 1996, celle-ci dispose de substrat type anguille avec une densité d’appuis très importantes (peu d’espace entre les appuis) contrairement à la passe temporaire qui dispose de substrat mixte (densité d’appui importante au milieu et plus faible sur les côtés) plus favorable au passage des grandes anguilles.

- Montées (Suivi annuel) -

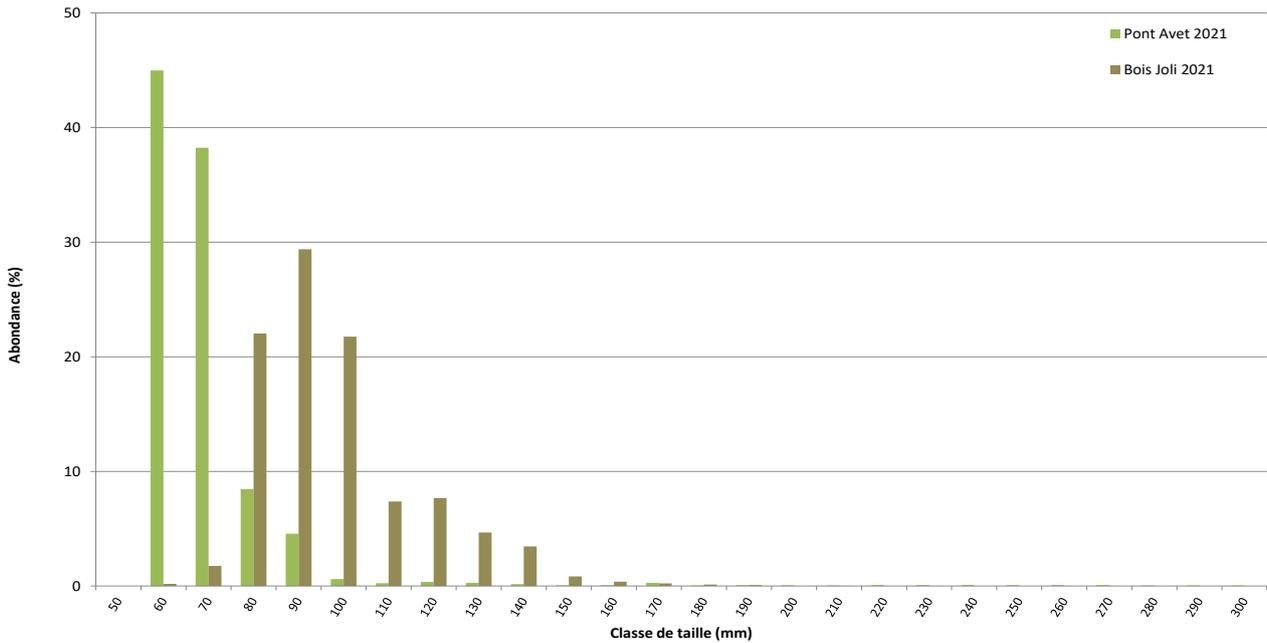


Figure 31 : Comparaison des classes de taille cumulées relatives des anguilles capturées à Bois Joli et Pont Avet. Attention pour des raisons de lisibilité, les anguilles de taille supérieure à 300 mm ne sont pas représentées (FISH-PASS).

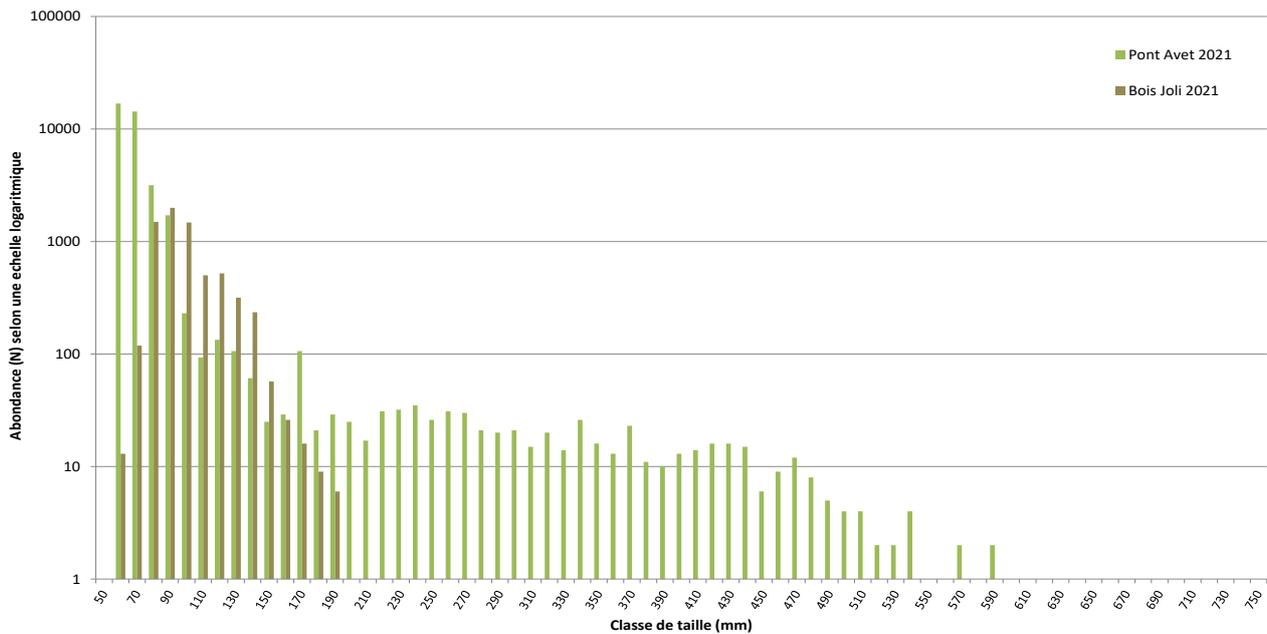


Figure 32 : Comparaison du nombre d'anguilles capturées à Bois Joli et Pont Avet selon leur classe de taille. L'axe des ordonnées est en échelle logarithmique. (FISH-PASS)

Comme observé à Bois Joli, les tailles moyennes des anguilles en migration à Pont Avet apparaissent plus élevées en début de suivi sur les mois de Mars et Avril avec une taille médiane respective de 181 et 127 mm. Une nette diminution des tailles est observée à partir mois de Mai autour d'une taille médiane de 70-80 mm avec une stabilisation jusqu'en Septembre s'expliquant par la forte représentativité des anguillettes de l'année. En Octobre, une légère augmentation de la taille médiane est ensuite constatée avec la forte diminution relative des anguillettes de l'année parmi les individus migrants. Une présence continue d'individus de grandes tailles est observée pendant toute la période de migration de montaison. La plus grande taille des individus en début du suivi peut s'expliquer par la reprise de migration suite à la remise en fonctionnement

- Montées (Suivi annuel) -

de passe piège arrêté de Décembre à début Mars ainsi que par l'arrivée plus tardive dans la saison des anguillettes de l'année.

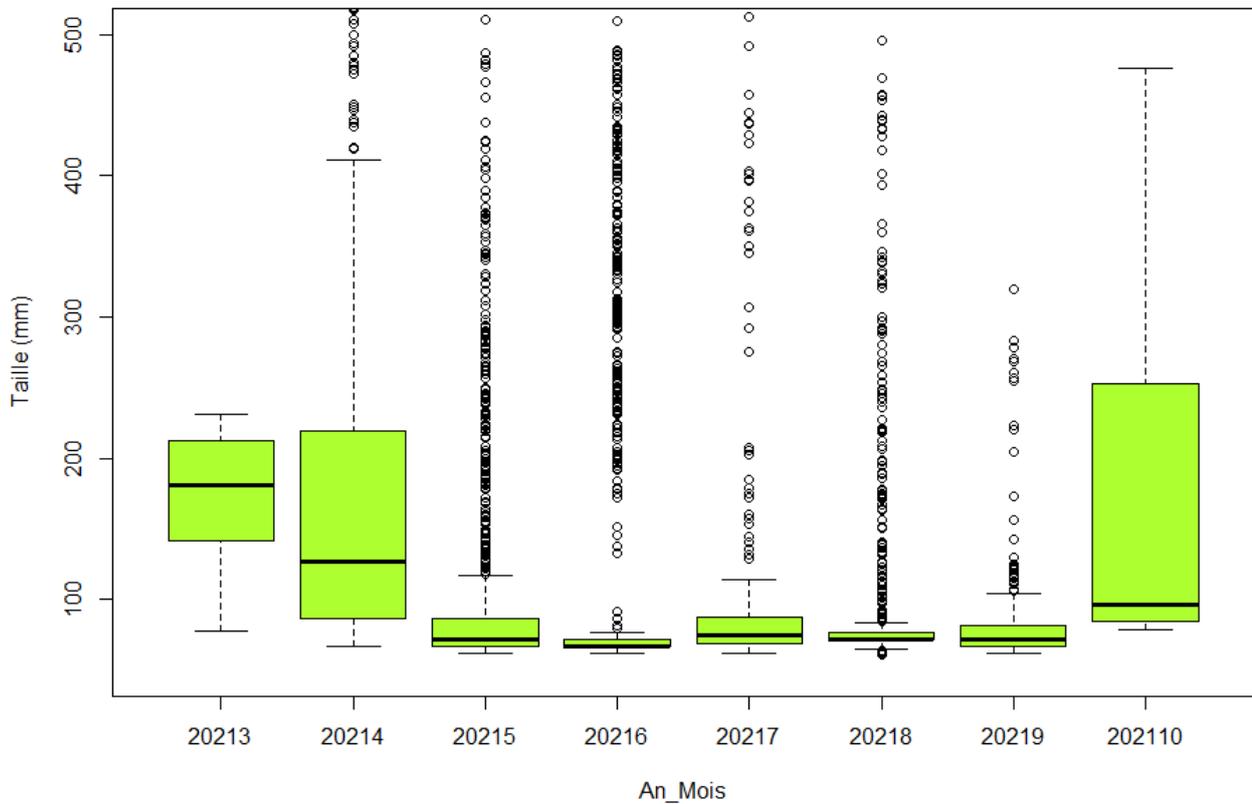


Figure 33 : Boxplot de la taille des anguilles en montée à Pont Avet en fonction du mois de l'année (FISH-PASS)

Évaluation du stock (Suivi annuel)

1.15 Stations de pêche électriques

Pour la campagne 2021, sur le Frémur, les stations de pêches électriques sont réparties sur 8 secteurs (d'aval en amont) : Pont Avet, Pont es Omnès, Villou, Trigavou, Motte Olivet, Pleslin, Ruffier et Trélat (Figure 34).

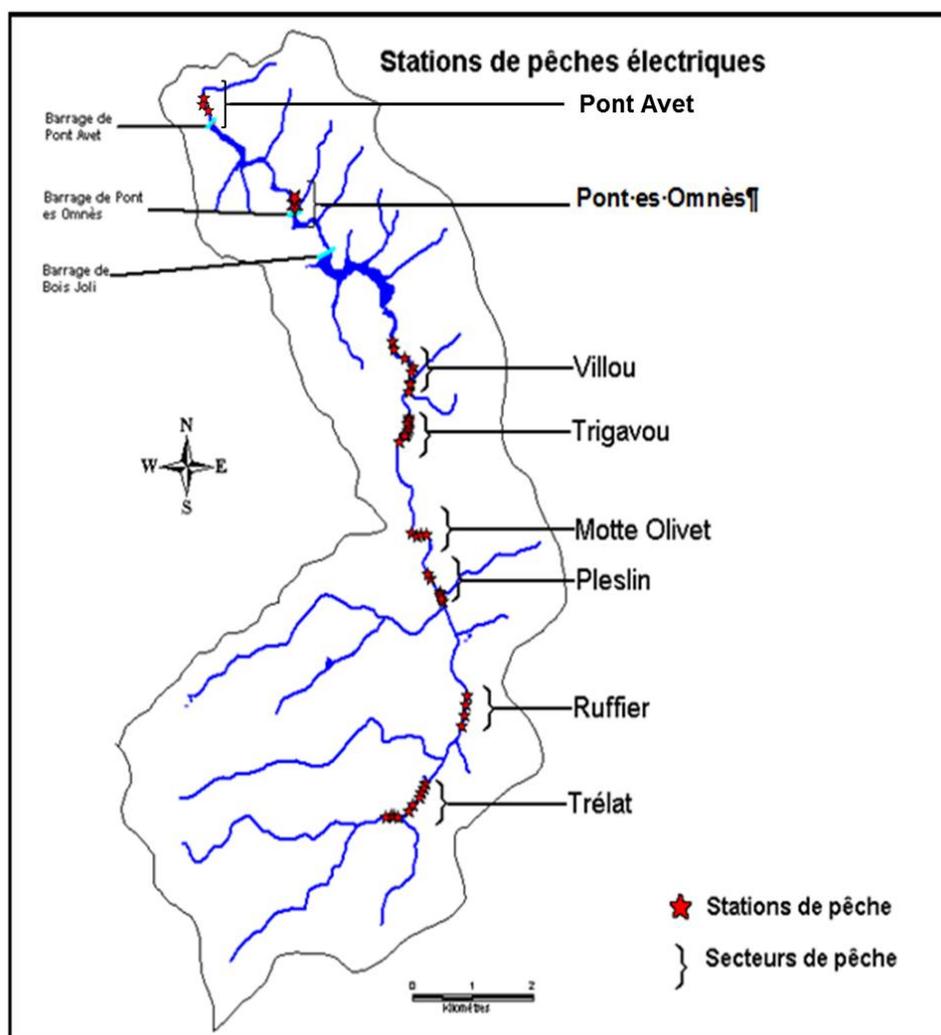


Figure 34 : Bassin versant du Frémur : Localisation des passes à anguilles, des pièges de contrôle et des stations de pêche échantillonnées (source : BD-Carthage, réalisation V. MAZEL, Fish-Pass)

Le tableau suivant (Tableau 10) récapitule toutes les stations pêchées depuis 1995 ainsi que le nombre de passages effectués dans chacune d'entre elles (passages successifs dans le cas des pêches électriques par épuisement). En raison de leur déroulement particulier, les passages effectués en vidange (2006) ne sont pas répertoriés ici. Pour rappel, les stations Villou ont été décalées environ 200 mètres plus en amont en 2015 sur demande du comité de pilotage pour ne plus être sous l'influence du niveau de la retenue de Bois Joli. En effet, certaines années, le niveau haut de la retenue influençait la hauteur d'eau sur la station, celle-ci pouvant atteindre 1 mètre rendant la pêche moins efficace et l'habitat complètement différent de celui présent quand

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

la tenue est basse (type ruisseau). Également en 2017, les stations de Trélat amont ont été déplacées à la suite de la remise en Talweg du cours du Frémur. Les stations ont donc été placées sur le nouveau cours du Frémur, l'ancien n'étant plus en eau. En 2021, une station de pêche a été rajoutée sur le secteur de Motte Olivet, sur une zone située entre deux stations de pêche électrique.

Tableau 10 : Passages en pêche électrique par station, de l'aval à l'amont, de 1995 à 2021 (FISH-PASS)

Secteur	Station	Année																															
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Pont Avet aval	Pont Avet 3		3	2	2		3	2	2	2	2	3														1	1	1	1	1	1	1	1
	Pont Avet 4					2																				1	1	1	1	1	1	1	1
	Pont Avet 2	2		3	2	2	2	2	2	2	2	2														1	1	1	1	1	1	1	1
	Pont Avet 1	2	2	2	2	2																											
Pont es Omnes aval	Pont es Omnés 3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2																						
	Pont es Omnés 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2														1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pont es Omnés 1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2														1	1	1	1	1	1	1	1	1
Villou	Villou 4	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1									
	Villou 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1									
	Villou 2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1									
	Villou 3				2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1									
	Villou 5				3													1	1	1	1	1	1	1									
	Villou 6																									1	1	1	1	1	1	1	1
	Villou 7																									1	1	1	1	1	1	1	1
	Villou 8																									1	1	1	1	1	1	1	1
	Villou 9																									1	1	1	1	1	1	1	1
	Villou 10																									1	1	1	1	1	1	1	1
Trigavou aval	Trigavou aval 1	4	4	2	5	6	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trigavou aval 2	2	2	6	2	4	2	3	2																1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trigavou aval 3	2	3	7	2	4		2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trigavou aval 4									2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Trigavou amont	Trigavou amont 1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trigavou amont 2	2			2	2	2	2		2								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trigavou amont 3	2	3														1																
	Trigavou amont 4	2	2	3	2	2												1															
	Trigavou amont 5	2	2	4													2																
Motte Olivet	Motte Ollivet 3		3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Motte Ollivet 5																																
	Motte Ollivet 1	2	3	4	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Motte Ollivet 2	2		3	2	3	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Motte Ollivet 4	Motte Ollivet 4				2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pleslin lagunage 5			3	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Pleslin lagunage 1	2	2	7	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Pleslin lagunage 2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pleslin	Pleslin lagunage 3	1	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Pleslin lagunage 4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Affluent Pleslin	1		1	1	1																											
	Ruffier 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ruffier	Ruffier 1	2	4	2	2	4	2	2	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Ruffier 3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Ruffier 4	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3																					
	Trélat 8		2		2																												
Trélat	Trélat 7		2		2																												
	Trélat 1	3	2	6	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Trélat 2	2	3	4	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trélat 3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trélat 4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trélat 5	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Trélat amont	Trélat 11				2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trélat 6		2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trélat 12					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Trélat 13																																
	Trélat 14																																
	Trélat 15																																
Trélat 16																																	
Nbr. de passages		69	79	97	86	91	72	72	71	72	68	73	31	31	31	31	34	31	31	31	31	31	31	32	34	37	37	37	37	37	38		
Nbr. de stations		32	33	33	38	38	34	35	34	34	33	34	28	28	28	28	29	31	31	31	31	31	31	32	34	37	37	37	37	37	38		
Nbr. de secteurs		11	10	11	11	11	10	10	10	10	10	10	8	8	8	8	7	8	9	10	10	10	10	10	10								

1.16 Conditions de pêche

La campagne automnale 2021 de pêches électriques pour le suivi du stock s'est déroulée du 27 Septembre au 1 Octobre.

Le débit moyen du cours d'eau fin Septembre, début Octobre au moment des pêches était nettement plus faible que la moyenne interannuelle. De plus, la baisse du niveau d'eau de la retenue de Pont Avet a fortement modifié l'habitat des stations situées en aval de Pont es Omnes, diminuant la largeur en eau et la profondeur et créant une alternance de faciès d'écoulement.

Dans les secteurs de Villou, Trigavou, Pleslin, Ruffier et Trélat, les stations ont tendance à se fermer (envahissement par la végétation rivulaire).

1.17 Peuplement piscicole du Frémur

Depuis 2006, le protocole de pêches électriques a été allégé. Il reprend toutes les caractéristiques de celui utilisé avant 2006 mais comporte désormais un seul passage par station ou secteur pêché, on peut donc comparer les résultats directement d'une année à l'autre, en considérant les résultats comme un indicateur interannuel. Toutefois, pour certaines comparaisons aux années précédentes, il faut éliminer les secteurs aval (Pont es Omnes et Pont Avet) des résultats qui n'ont pas été échantillonnés toutes les années.

1.17.1 Peuplement de Pont es Omnes et Pont Avet

Sur les secteurs de Pont es Omnes et Pont Avet, une quinzaine d'espèces différentes ont été observées depuis le début du suivi. En 2021, 10 espèces ont été échantillonnées : l'anguille, la brème bordelière, la brème commune, le brochet, le carassin, le gardon, la perche, la perche-soleil, le rotengle et le sandre (Tableaux 11 et 12).

En termes de densité, le peuplement interannuel est dominé par l'anguille (47,4 %), le gardon (31,3 %) et la perche (12,21%). En 2021, le peuplement est légèrement différent avec l'anguille (64,6 %) et la brème commune (9,6 %) qui sont les deux espèces les plus représentées, suivies de la perche soleil (7,7 %) et le gardon (6,9%)

La densité moyenne d'anguilles sur les deux secteurs en 2021 a été de 1,47 ind/m², avec une densité de 1 ind/m² à l'aval de Pont Avet et une densité de 2,2 ind./m² à l'aval de Pont es Omnes. La forte densité en anguilles observée en 2021 en aval de Pont es Omnes est liée aux faibles niveaux d'eau dans la retenue de Pont Avet. Ceci a pour conséquence une perte d'efficacité de la passe à anguilles pouvant provoquer : une accumulation en aval du barrage, une diminution des surfaces en eau sur les stations de pêche concentrant les anguilles et favorisant leur capture, et une possible dynamisation de la migration des anguillettes présentes dans la retenue de Pont Avet. En aval de Pont Avet, la densité reste élevée malgré les importants recrutements à la passe ces dernières années soulignant un stock important d'anguilles.

Pour le gardon, la densité observée en 2021 (0,16 ind/m²) est inférieure à la moyenne interannuelle (0,48 ind/m²). Pour la perche en revanche, la densité observée en 2021 (0,148 ind/m²) est assez proche de la moyenne interannuelle (0,186 ind/m²). Enfin, les densités de perche soleil (0,176 ind/m²) sont en nette augmentation par rapport à la moyenne interannuelle (0,057 ind/m²).

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Pour les biomasses, sur l'ensemble du suivi interannuel, l'anguille et le gardon dominant le peuplement avec respectivement 56,3 % et 27,5% de la biomasse totale. Pour la saison 2021, ces deux mêmes espèces représentent l'essentiel de la biomasse (respectivement 62,5 % et 14,7 %). La troisième espèce est la perche qui représentent 12,8% de la biomasse du peuplement

Alors qu'une tendance à la baisse des densités et biomasses d'anguille avait été observée entre 1995 et 2005, celles-ci présentent une nette tendance à l'augmentation depuis 2014 sur l'aval du bassin versant du Frémur.

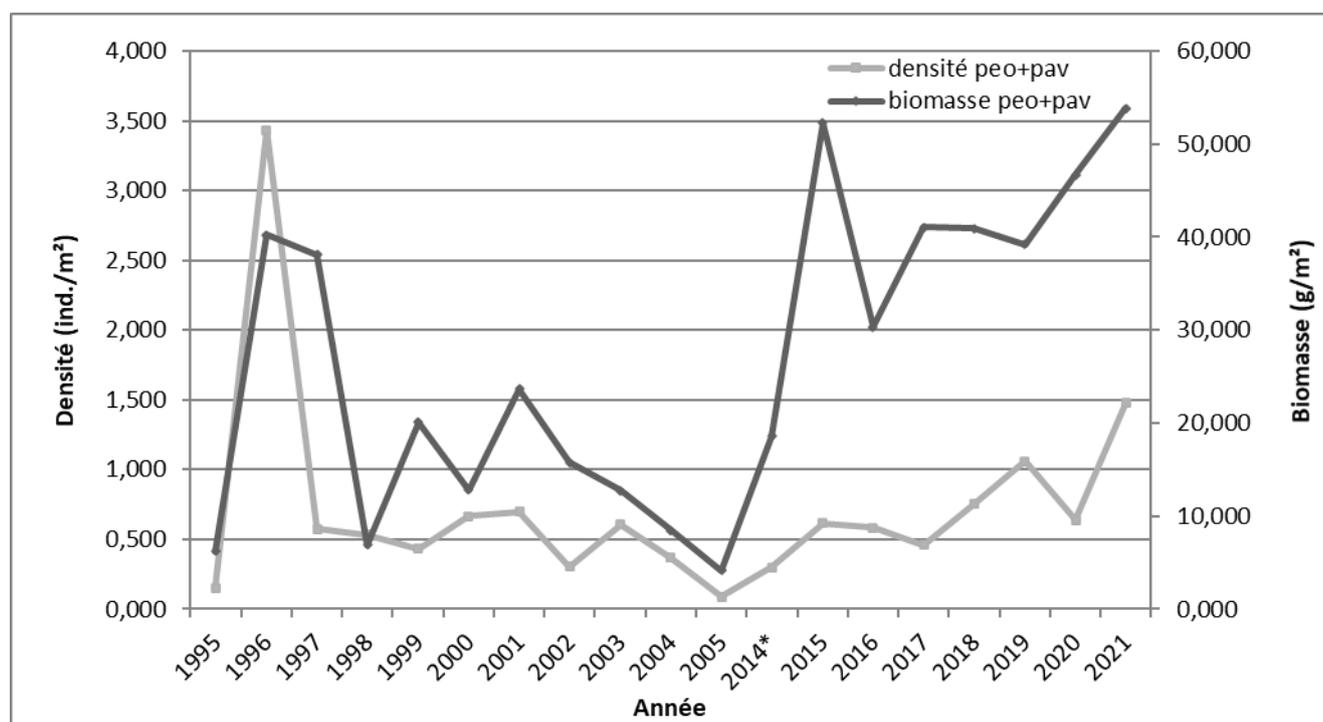


Figure 35 : Évolution annuelle de la densité moyenne et de la biomasse moyenne d'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 sur les secteurs de Pont Avet et Pont es Omnes (FISH PASS)

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Tableau 11 : Densités moyennes par espèce obtenues en pêches électriques (1995 à 2021) sur les secteurs de Pont Avet (*non échantillonné en 2014) et Pont es Omnes (Fish-Pass)

Densité (ind./m ²)	Espèce																									Densité relative				
	Année	ABH	ABL	ALV	ANG	BRB	BRE	BRO	CAR	CCO	EPI	EPT	FLE	GAR	GOU	GRE	LIR	LOF	PER	PES	ROT	SAN	TAC	TAN	TRF		CHE	VAI	BRX	ANG
1995	0,000	0,000	0,000	0,151	0,005	0,031	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,118	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,093	0,078	0,001	0,000	0,000	0,013	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	30%
1996	0,000	0,000	0,000	3,435	0,010	0,001	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,052	0,023	0,020	0,000	0,000	0,006	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	95%
1997	0,015	0,000	0,000	0,572	0,002	0,006	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,331	0,072	0,002	0,000	0,000	0,004	0,084	0,000	0,000	0,000	0,000	49%
1998	0,000	0,000	0,003	0,535	0,029	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	0,245	0,000	0,003	0,000	0,000	0,110	0,023	0,010	0,001	0,002	0,002	0,056	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	50%
1999	0,000	0,000	0,002	0,434	0,004	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,077	0,000	0,000	0,000	0,000	0,055	0,003	0,006	0,000	0,000	0,009	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	71%
2000	0,000	0,000	0,000	0,665	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,099	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	80%
2001	0,000	0,000	0,000	0,699	0,007	0,003	0,005	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,460	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	54%
2002	0,000	0,000	0,000	0,304	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	66%
2003	0,000	0,000	0,000	0,608	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,203	0,000	0,000	0,003	0,000	0,085	0,001	0,000	0,001	0,000	0,007	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	66%
2004	0,000	0,000	0,000	0,367	0,017	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,258	0,000	0,002	0,002	0,000	0,123	0,009	0,005	0,000	0,000	0,019	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	45%
2005	0,000	0,000	0,000	0,090	0,039	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,007	0,145	0,000	0,000	0,006	0,000	0,490	0,026	0,055	0,000	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10%
2014*	0,000	0,000	0,000	0,301	0,004	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,188	0,000	0,002	0,000	0,000	0,280	0,000	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	37%
2015	0,000	0,000	0,000	0,615	0,002	0,086	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,797	0,000	0,002	0,000	0,000	0,360	0,073	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	32%
2016	0,000	0,000	0,000	0,583	0,077	0,000	0,002	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	2,809	0,000	0,001	0,000	0,000	0,324	0,086	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15%
2017	0,000	0,000	0,000	0,458	0,004	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,109	0,000	0,003	0,000	0,000	0,120	0,237	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,000	23%
2018	0,000	0,000	0,000	0,754	0,000	0,078	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,811	0,000	0,001	0,000	0,000	0,312	0,082	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	25%
2019	0,000	0,000	0,000	1,060	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,555	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,020	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	63%
2020	0,000	0,000	0,000	0,639	0,016	0,087	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,294	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,181	0,004	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	51%
2021	0,000	0,000	0,000	1,477	0,004	0,219	0,035	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,157	0,000	0,000	0,000	0,000	0,148	0,176	0,066	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	67%
Moyenne	0,001	0,000	0,000	0,724	0,012	0,027	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,005	0,478	0,000	0,001	0,001	0,000	0,186	0,057	0,010	0,000	0,000	0,006	0,013	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	47%
% interannuel	0,1%	0,0%	0,0%	47,4%	0,8%	1,8%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	31,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,2%	3,8%	0,7%	0,0%	0,0%	0,4%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
% peuplement 2021	0,0%	0,0%	0,0%	64,6%	0,2%	9,6%	1,5%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,5%	7,7%	2,9%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tableau 12 : Biomasses moyennes par espèce obtenues en pêches électriques (1995 à 2021) sur les secteurs de Pont Avet (*non échantillonné en 2014) et Pont es Omnes (Fish-Pass)

Biomasse (g/m ²)	Espèce																									Biomasse relative ANG				
	Année	ABH	ABL	ALV	ANG	BRB	BRE	BRO	CAR	CCO	EPI	EPT	FLE	GAR	GOU	GRE	LIR	LOF	PER	PES	ROT	SAN	TAC	TAN	TRF		CHE	VAI	BRX	ANG
1995	0,000	0,000	0,000	6,238	0,119	0,599	1,393	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,867	0,000	0,000	0,000	0,000	0,694	1,040	0,059	0,000	0,000	0,646	0,764	0,000	0,000	0,000	0,000	43%	
1996	0,000	0,000	0,000	40,261	0,011	0,030	1,549	0,000	0,000	0,000	0,000	0,113	0,427	0,000	0,000	0,000	0,000	0,728	0,460	1,029	0,000	0,000	0,215	1,157	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	88%
1997	0,013	0,000	0,000	38,104	0,044	0,820	1,252	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,611	0,000	0,000	0,000	0,000	3,663	1,025	0,001	0,000	0,000	0,199	3,588	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	71%
1998	0,000	0,000	0,024	6,866	1,009	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,544	7,807	0,000	0,014	0,000	0,000	3,422	0,238	0,208	0,002	0,537	0,093	1,406	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	31%
1999	0,000	0,000	0,000	20,081	0,401	0,046	0,148	0,000	0,000	0,000	0,000	0,213	3,901	0,000	0,000	0,000	0,000	1,917	0,002	0,023	0,000	0,000	0,009	1,613	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	71%
2000	0,000	0,000	0,000	12,819	0,000	0,000	0,263	0,000	0,000	0,000	0,000	0,117	1,676	0,000	0,000	0,000	0,000	2,070	0,048	0,000	0,000	0,000	0,001	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	75%
2001	0,000	0,000	0,000	23,646	0,015	0,007	0,157	0,058	0,000	0,000	0,000	0,012	5,409	0,000	0,000	0,000	0,000	4,793	0,000	0,000	0,000	0,000	0,134	1,272	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	67%
2002	0,000	0,000	0,000	15,779	0,001	0,000	0,197	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	6,445	0,000	0,000	0,000	0,000	0,556	0,000	0,552	0,000	0,000	0,000	3,058	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	59%
2003	0,000	0,000	0,000	12,726	0,016	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,508	0,000	0,000	0,036	0,000	0,755	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	1,353	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	69%
2004	0,000	0,000	0,000	8,490	0,111	0,000	0,344	0,000	0,000	0,001	0,000	0,171	8,186	0,000	0,006	0,006	0,000	2,502	0,114	0,012	0,000	0,000	0,024	0,758	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	41%
2005	0,000	0,000	0,000	4,174	0,081	0,011	0,110	0,003	0,000	0,000	0,000	0,049	2,673	0,000	0,000	0,065	0,000	3,747	0,023	0,040	0,000	0,000	0,038	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	38%
2014*	0,000	0,000	0,000	18,569	0,025	0,015	0,000	0,000	0,162	0,000	0,000	0,000	3,081	0,000	0,012	0,000	0,000	4,468	0,000	0,000	0,000	0,000	1,062	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	68%
2015	0,000	0,000	0,000	52,301	0,050	5,529	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,223	36,114	0,000	0,038	0,000	0,000	8,717	0,732	0,046	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	50%
2016	0,000	0,000	0,000	30,345	0,895	0,000	0,287	0,528	0,000	0,000	0,000	0,000	41,454	0,000	0,008	0,000	0,000	8,329	1,488	0,249	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36%
2017	0,000	0,000	0,000	41,031	0,184	0,000	0,273	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,152	0,000	0,039	0,000	0,000	3,810	3,117	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,073	0,000	52%
2018	0,000	0,000	0,000	40,917	0,000	0,866																								

1.17.2 Peuplement à l'amont de Bois Joli

Pour la campagne 2021, sur les secteurs à l'amont de Bois Joli, 15 espèces ont été échantillonnées sur les 21 espèces recensées sur les secteurs lotiques (entre Villou et Trélat). Pour rappel, 25 espèces ont été identifiées sur le Frémur depuis 1995 en incluant l'ensemble des pêches (lotiques et lenticles) et des secteurs (Pont Avet à Trélat).



Figure 36 : Une station de pêche du secteur Trigavou, prise de vue 2021 (FISH-PASS)

En plus des 4 espèces jamais capturées à l'amont de la retenue de Bois Joli (**flet, grémille, mullet porc et sandre**), 6 espèces n'ont pas été échantillonnées en 2021 : l'ablette, la carpe, l'épinochette, le goujon, la truite arc en ciel et le vairon.

Les espèces non inventoriées en 2021 sont rarement présentes les années précédentes ou présentent en très faible densité.

Depuis 2007, les modifications de protocole ont abouti à diminuer le nombre d'espèces pêchées. La plupart des espèces absentes sont plutôt celles inféodées aux eaux calmes caractéristiques des étangs de l'aval du Frémur ou en provenance de l'estuaire. Elles sont donc peu représentées au niveau des milieux courants prospectés par pêche électrique, lors des années antérieures.

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Sur l'ensemble du suivi (1995-2021) (Figure 37, Figure 38, Figure 39, Tableau 13 et Tableau 14), quatre espèces dominent le peuplement en termes d'effectif, la loche franche représentant 41,6 % du peuplement, le gardon 25 % et l'anguille 12,9 % et la perche 9,2 %. Ces 4 espèces représentent près de 87,7% des effectifs du peuplement interannuel.

Depuis 2016, l'anguille n'est plus parmi les trois espèces majoritaires du peuplement. En 2021, l'anguille est la 4^{ème} espèce du peuplement avec 12,2 % (5^{ème} en 2018 avec 5,8%). Les trois espèces qui dominent le peuplement en 2021 sont donc : la loche franche, première espèce en densité qui représente 41,7 % du peuplement, le perche, deuxième espèce qui représente 17 % du peuplement, suivi du gardon représentant 15,5 %. Ces trois espèces représentent 74,2 % du peuplement du Frémur en 2021.

Concernant les biomasses, sur l'ensemble du suivi, l'anguille représente la plus grande part de la biomasse avec 35,6 %, suivie du gardon (32,1 %) et de la loche franche (8 %). Pour l'année 2021, le gardon est l'espèce représentant la plus forte biomasse (25% du peuplement), suivi de l'anguille (22,6 %) et de la brème 16,1% .

Concernant l'évolution des densités et des biomasses des espèces principales :

- L'anguille présente une densité moyenne de 0,163 ind/m² en 2021 sur le bassin versant en amont de la retenue de Bois Joli. Cette densité est plus faible que la densité moyenne interannuelle (0,278 ind/m²). Cette baisse de densités globale sur le bassin versant s'explique d'une part par les problèmes récurrents de continuité écologique sur les ouvrages de l'étang de la Marche, notamment depuis sa réfection en 2006, et l'ouvrage de Motte Olivet. Toutefois, elle est deux fois plus importante à la densité observée en 2020 (0,086 ind/m²) et représente la densité la plus haute enregistrée depuis 2015. Cette nette augmentation peut directement s'expliquer par le recrutement exceptionnel observé en 2020 et le début de colonisation du bassin versant par ces anguilles

Concernant la biomasse en anguille, la campagne 2021 présentent une valeur (6,46 g/m²) environ 30% plus faible que la biomasse moyenne interannuelle (9,63 g/m²). C'est la plus forte biomasse observée depuis 2016. Elle est également plus de deux fois plus importantes que celle de 2020 (3,05 g/m²).

- Pour le gardon, la densité observée en 2020 est de 0,21 ind/m² ce qui est nettement inférieur à la densité moyenne interannuelle (0,53 ind/m²). Par rapport à la campagne 2020, la densité est en augmentation (0,15 ind/m²) La biomasse en 2021 (7,1 g/m²) est légèrement moins élevée que la moyenne interannuelle (8,7 g/m²) et comparable la biomasse observée en 2020.
- La densité en loches franches pour la campagne 2021 a été de 0,56 ind/m². Cette densité est inférieure à la densité moyenne interannuelle (0,86 ind/m²) mais est comparable à celle de l'année 2020 (0,57 ind/m²). En 2021, la biomasse en loches franche a été de 1,79 g/m² ce qui est nettement inférieur à la moyenne interannuelle (2,17 g/m²).

Pour la saison 2021 l'anguille est la quatrième espèce du peuplement en densité, tout comme en 2019 et la deuxième en biomasse (troisième en 2020) sur les secteurs lotiques du Frémur en amont de la retenue de Bois Joli. Les densités et biomasses en anguilles sont en augmentation grâce au recrutement exceptionnel de 2020 et 2021.

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Le peuplement du Frémur est très fortement dominé par des espèces tolérantes (gardon, loche franche, épinouche, perche). De plus, les densités des principales espèces : anguille, gardon, loche franche présentent une tendance à la diminution de leurs densités depuis 2003, soulignant la dégradation du peuplement piscicole sur le Frémur. Cependant depuis 2016, une augmentation des densités de loches franches était constatée, accompagnée d'une stabilisation des densités de perches, épinouches et gardons. En 2021, les densités de loches franches et d'épinouche restent stables mais une augmentation des densités de gardons, de perches et d'anguilles.

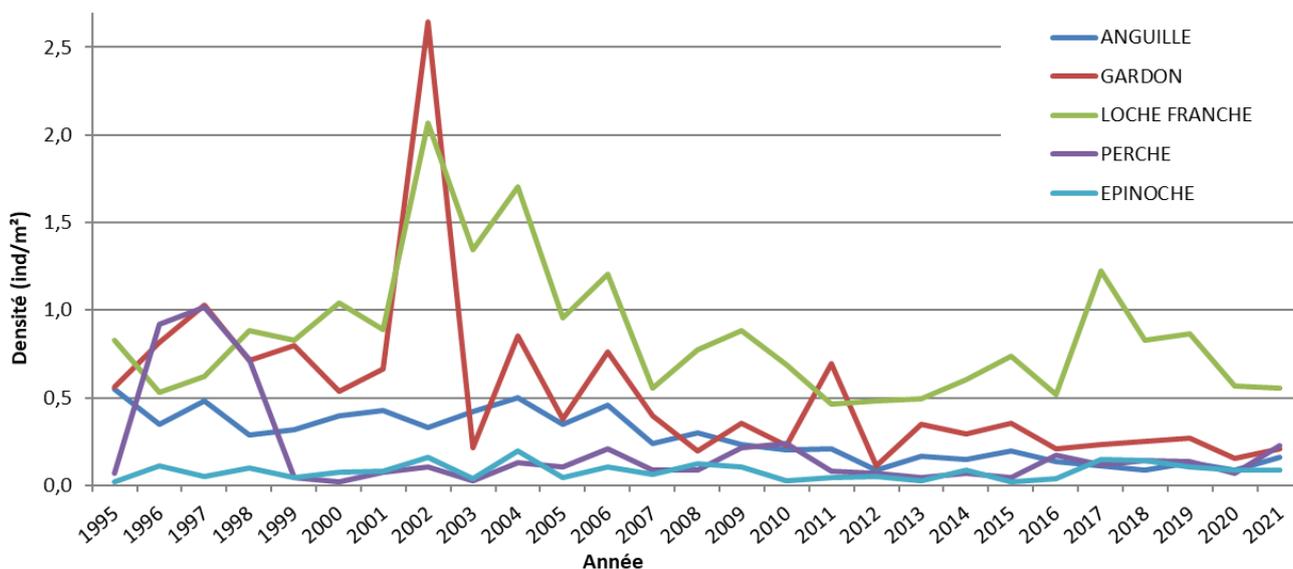


Figure 37 : Évolution des densités des principales espèces sur le Frémur de 1995 à 2021 (FISH-PASS)

Le peuplement piscicole du Frémur met en évidence un milieu qui se dégrade depuis le début du suivi avec une diminution des densités des principales espèces. Les problèmes de continuité écologique au niveau du moulin de la Marche et de Motte Olivet contribuent à cette diminution. En 2021, une amélioration des densités pour le gardon, la perche et l'anguille a été observée. Pour l'anguille, cette nette augmentation de la densité est à relier au bon recrutement de 2020 et 2021 qui permettent d'augmenter nettement les densités par rapport à l'année 2020 (plus faible valeur depuis le début du suivi).

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

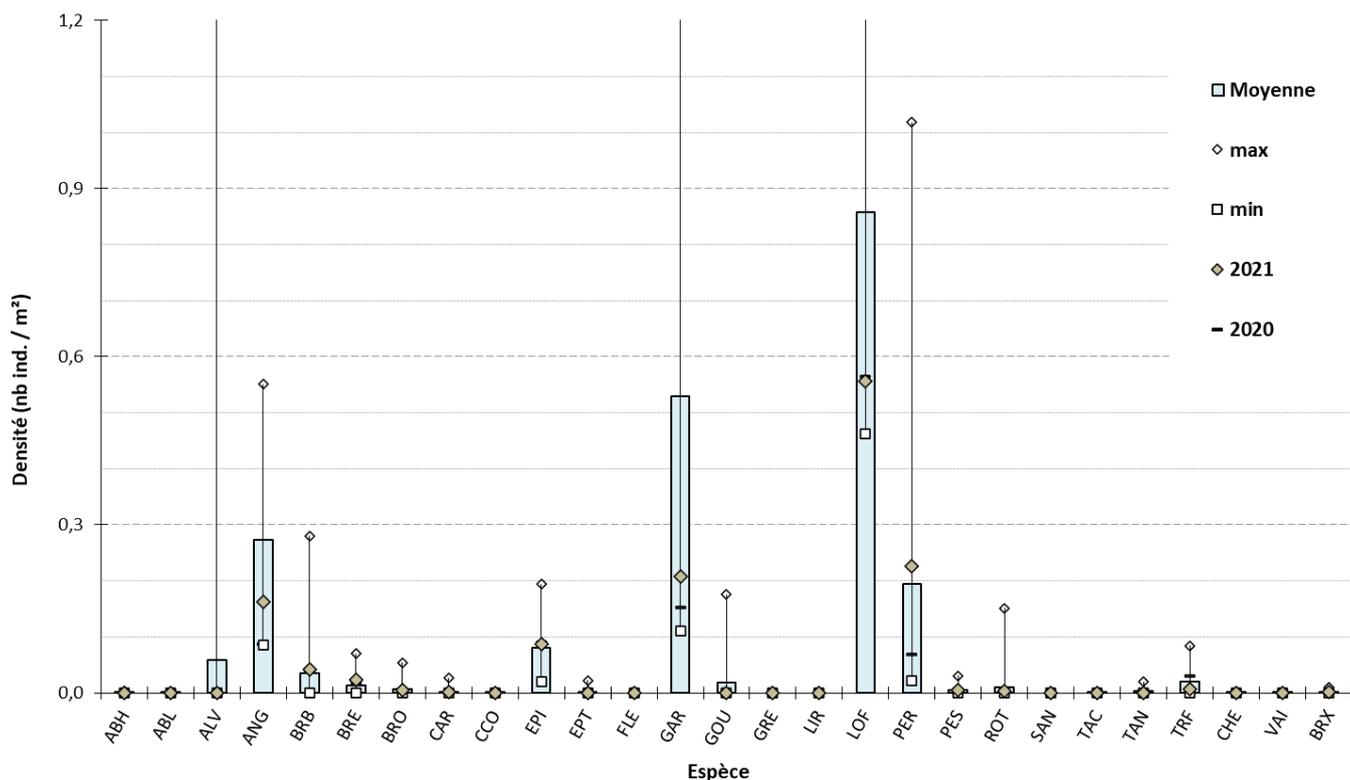


Figure 38 : Évolution des densités moyennes 2020 et 2021 des espèces capturées par pêches électriques de 1995 à 2021, Secteurs Pont Avet et Pont es Omnès non intégrés et secteur du Villou non pêché en 2007 (FISH-PASS)

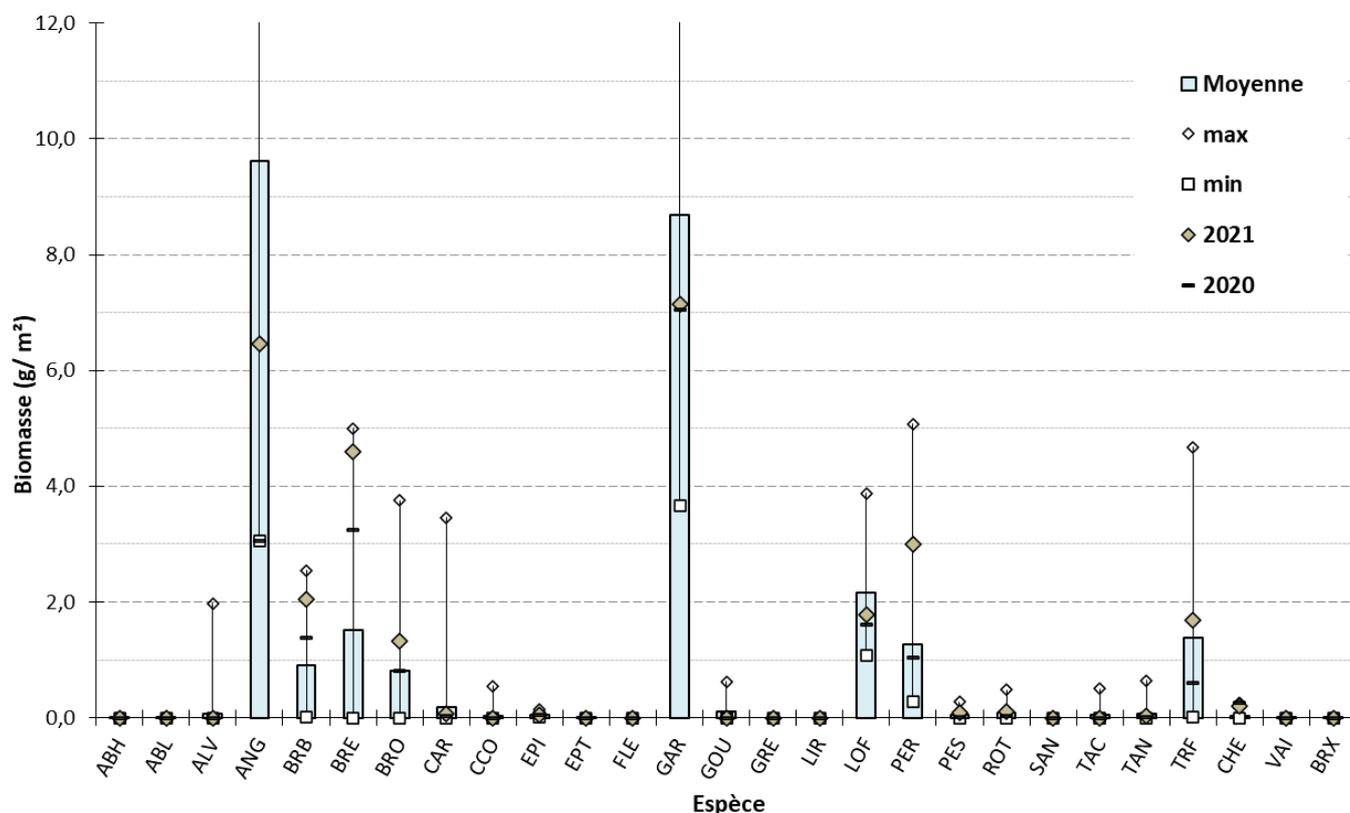


Figure 39 : Évolution des biomasses moyennes en 2019 et 2021 des espèces capturées par pêches électriques de 1995 à 2021, Secteurs Pont Avet et Pont es Omnès exclus et Villou non pêché en 2007 (FISH PASS)

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Tableau 13 : Densités moyennes par espèce obtenues par pêches électriques (de 1995 à 2021), secteurs Pont Avet et Pont es Omnès exclus, Villou exclu en 2007 (FISH-PASS)

Densité (ind./m ²)	Espèce																											Densité relative ANG	Occurrence relative ANG
Année	ABH	ABL	ALV	ANG	BRB	BRE	BRO	CAR	CCO	EPI	EPT	FLE	GAR	GOU	GRE	LIR	LOF	PER	PES	ROT	SAN	TAC	TAN	TRF	CHE	VAI	BRX		
1995	0,000	0,000	0,153	0,551	0,000	0,019	0,004	0,001	0,000	0,020	0,000	0,000	0,563	0,009	0,000	0,000	0,828	0,071	0,012	0,151	0,000	0,000	0,013	0,003	0,000	0,000	0,000	23%	7%
1996	0,000	0,000	0,002	0,348	0,009	0,023	0,013	0,000	0,000	0,114	0,000	0,000	0,819	0,006	0,000	0,000	0,533	0,917	0,025	0,005	0,000	0,000	0,006	0,049	0,000	0,000	12%	8%	
1997	0,002	0,000	1,442	0,485	0,052	0,000	0,013	0,000	0,002	0,053	0,000	0,000	1,030	0,003	0,000	0,000	0,625	1,019	0,008	0,016	0,000	0,000	0,004	0,084	0,000	0,000	10%	7%	
1998	0,000	0,000	0,001	0,286	0,012	0,000	0,054	0,001	0,000	0,100	0,000	0,000	0,715	0,007	0,000	0,000	0,882	0,721	0,001	0,018	0,000	0,000	0,002	0,056	0,000	0,000	10%	8%	
1999	0,000	0,000	0,000	0,321	0,019	0,004	0,011	0,000	0,000	0,043	0,000	0,000	0,796	0,071	0,000	0,000	0,827	0,044	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,010	0,000	0,000	15%	8%	
2000	0,003	0,000	0,000	0,397	0,033	0,000	0,006	0,001	0,000	0,077	0,000	0,000	0,536	0,176	0,000	0,000	1,040	0,022	0,000	0,065	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	17%	8%	
2001	0,000	0,000	0,000	0,431	0,006	0,000	0,000	0,001	0,000	0,084	0,000	0,000	0,663	0,030	0,000	0,000	0,889	0,075	0,000	0,003	0,000	0,000	0,001	0,015	0,000	0,000	20%	9%	
2002	0,000	0,000	0,000	0,328	0,023	0,001	0,008	0,000	0,000	0,157	0,000	0,000	2,644	0,023	0,000	0,000	2,069	0,105	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	6%	8%	
2003	0,000	0,000	0,000	0,422	0,014	0,014	0,005	0,001	0,000	0,040	0,000	0,000	0,217	0,094	0,000	0,000	1,346	0,028	0,002	0,002	0,000	0,001	0,007	0,008	0,000	0,000	19%	7%	
2004	0,000	0,000	0,000	0,498	0,252	0,009	0,006	0,005	0,000	0,194	0,000	0,000	0,854	0,039	0,000	0,000	1,705	0,131	0,031	0,000	0,000	0,001	0,019	0,002	0,000	0,000	13%	7%	
2005	0,000	0,000	0,000	0,347	0,002	0,042	0,001	0,007	0,000	0,043	0,000	0,000	0,377	0,012	0,000	0,000	0,957	0,107	0,004	0,001	0,000	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000	18%	8%	
2006	0,000	0,000	0,000	0,458	0,018	0,017	0,003	0,027	0,000	0,103	0,000	0,000	0,762	0,016	0,000	0,000	1,208	0,208	0,004	0,001	0,000	0,001	0,002	0,012	0,000	0,000	16%	7%	
2007	0,001	0,000	0,000	0,241	0,011	0,008	0,003	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,397	0,004	0,000	0,000	0,558	0,089	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	17%	8%	
2008	0,000	0,000	0,000	0,302	0,003	0,000	0,001	0,003	0,000	0,126	0,000	0,000	0,198	0,007	0,000	0,000	0,774	0,089	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	20%	8%	
2009	0,000	0,000	0,000	0,234	0,018	0,000	0,004	0,000	0,000	0,107	0,000	0,000	0,356	0,003	0,000	0,000	0,884	0,215	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,030	0,000	0,000	13%	8%	
2010	0,000	0,002	0,000	0,205	0,016	0,000	0,001	0,002	0,000	0,028	0,022	0,000	0,227	0,003	0,000	0,000	0,686	0,241	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	14%	7%	
2011	0,000	0,000	0,000	0,211	0,004	0,013	0,001	0,000	0,000	0,045	0,000	0,000	0,694	0,002	0,000	0,000	0,463	0,078	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	14%	10%	
2012	0,000	0,000	0,000	0,088	0,021	0,008	0,008	0,000	0,000	0,048	0,000	0,000	0,111	0,002	0,000	0,000	0,485	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,009	0,000	0,000	10%	10%	
2013	0,000	0,000	0,000	0,166	0,280	0,004	0,004	0,004	0,000	0,029	0,000	0,000	0,347	0,001	0,000	0,000	0,496	0,047	0,004	0,002	0,000	0,000	0,006	0,037	0,000	0,000	12%	8%	
2014	0,000	0,000	0,000	0,151	0,000	0,022	0,004	0,000	0,000	0,089	0,000	0,000	0,293	0,000	0,000	0,000	0,607	0,070	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,013	0,000	0,000	12%	8%	
2015	0,000	0,000	0,000	0,197	0,005	0,031	0,001	0,000	0,000	0,021	0,000	0,000	0,355	0,000	0,000	0,000	0,740	0,045	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,060	0,000	0,000	13%	9%	
2016	0,000	0,000	0,000	0,136	0,030	0,000	0,007	0,000	0,000	0,036	0,000	0,000	0,211	0,000	0,000	0,000	0,519	0,172	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,005	0,000	0,000	12%	10%	
2017	0,001	0,001	0,000	0,114	0,018	0,009	0,006	0,000	0,000	0,148	0,000	0,000	0,236	0,002	0,000	0,000	1,225	0,120	0,000	0,004	0,000	0,000	0,006	0,002	0,000	0,000	6%	7%	
2018	0,003	0,000	0,000	0,090	0,006	0,070	0,003	0,000	0,001	0,139	0,000	0,000	0,253	0,002	0,000	0,000	0,828	0,142	0,007	0,002	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,004	6%	6%	
2019	0,000	0,000	0,000	0,129	0,031	0,014	0,004	0,000	0,000	0,103	0,000	0,000	0,268	0,000	0,000	0,000	0,865	0,136	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8%	8%	
2020	0,000	0,000	0,000	0,086	0,039	0,019	0,004	0,000	0,000	0,090	0,000	0,000	0,153	0,000	0,000	0,000	0,565	0,068	0,000	0,004	0,000	0,000	0,003	0,030	0,000	0,000	8%	8%	
2021	0,001	0,000	0,000	0,163	0,043	0,024	0,005	0,002	0,000	0,087	0,000	0,000	0,207	0,000	0,000	0,000	0,557	0,227	0,006	0,003	0,000	0,000	0,001	0,007	0,000	0,000	12%	7%	
Moyenne	0,000	0,000	0,059	0,273	0,036	0,013	0,007	0,002	0,000	0,081	0,001	0,000	0,529	0,019	0,000	0,000	0,858	0,195	0,004	0,011	0,000	0,000	0,004	0,020	0,000	0,001	13%	5%	
% interannuel	0,0%	0,0%	2,8%	12,9%	1,7%	0,6%	0,3%	0,1%	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%	25,0%	0,9%	0,0%	0,0%	40,6%	9,2%	0,2%	0,5%	0,0%	0,0%	0,2%	0,9%	0,0%	0,0%			
% peuplement 2021	0,1%	0,0%	0,0%	12,2%	3,2%	1,8%	0,4%	0,1%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	15,5%	0,0%	0,0%	0,0%	41,7%	17,0%	0,4%	0,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%	0,0%	0,0%			

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Tableau 14 : Biomasses moyennes par espèce obtenues par pêches électriques (de 1995 à 2021), secteurs Pont Avet et Pont es Omnès exclus, Villou exclu en 2007 (FISH-PASS)

Biomasse (g/m ²)	Espèce																											Biomasse relative ANG	Occurrence relative ANG	
	Année	ABH	ABL	ALV	ANG	BRB	BRE	BRO	CAR	CCO	EPI	EPT	FLE	GAR	GOU	GRE	LIR	LOF	PER	PES	ROT	SAN	TAC	TAN	TRF	CHE	VAI			BRX
1995	0,000	0,000	0,115	18,647	0,003	0,131	0,199	0,080	0,001	0,014	0,000	0,000	10,407	0,128	0,000	0,000	1,694	1,467	0,035	0,410	0,000	0,000	0,646	0,764	0,000	0,000	0,000	54%	7%	
1996	0,000	0,000	0,001	14,588	0,191	0,059	1,357	0,000	0,000	0,061	0,000	0,000	7,034	0,025	0,000	0,000	1,469	5,079	0,276	0,278	0,000	0,000	0,215	1,157	0,000	0,000	0,000	46%	8%	
1997	0,001	0,000	1,978	17,693	1,355	0,000	3,311	0,030	0,040	0,026	0,000	0,000	16,846	0,017	0,000	0,000	1,761	2,737	0,230	0,485	0,000	0,000	0,199	3,588	0,000	0,000	0,000	35%	7%	
1998	0,000	0,000	0,001	7,660	0,564	0,000	3,756	0,006	0,000	0,062	0,000	0,000	9,917	0,076	0,000	0,000	2,000	2,159	0,022	0,256	0,000	0,000	0,093	1,406	0,000	0,000	0,000	27%	8%	
1999	0,000	0,000	0,000	12,178	0,963	1,222	0,764	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	3,660	0,181	0,000	0,000	2,143	0,271	0,012	0,074	0,000	0,000	0,009	1,613	0,000	0,000	0,000	53%	8%	
2000	0,004	0,000	0,000	17,518	2,009	0,000	0,492	0,027	0,000	0,051	0,000	0,000	6,636	0,625	0,000	0,000	1,729	0,533	0,002	0,098	0,000	0,000	0,001	0,028	0,000	0,000	0,000	59%	8%	
2001	0,000	0,000	0,000	10,883	0,152	0,000	0,000	0,007	0,000	0,058	0,000	0,000	4,418	0,251	0,000	0,000	2,548	0,317	0,009	0,047	0,000	0,000	0,134	1,272	0,000	0,000	0,000	54%	9%	
2002	0,000	0,000	0,000	11,800	1,976	0,382	0,968	0,002	0,000	0,083	0,000	0,000	11,518	0,103	0,000	0,000	3,367	0,491	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	3,058	0,000	0,000	0,000	35%	8%
2003	0,000	0,000	0,000	12,675	1,791	5,000	0,546	0,059	0,000	0,023	0,000	0,000	7,227	0,145	0,000	0,000	1,834	0,553	0,031	0,029	0,000	0,020	0,011	1,353	0,000	0,000	0,000	40%	7%	
2004	0,000	0,000	0,000	12,836	2,544	3,141	0,567	0,020	0,000	0,101	0,000	0,000	4,962	0,275	0,000	0,000	3,877	1,093	0,042	0,004	0,000	0,506	0,024	0,758	0,000	0,000	0,000	42%	7%	
2005	0,000	0,000	0,000	7,079	0,009	3,336	0,109	0,152	0,000	0,022	0,000	0,000	6,624	0,125	0,000	0,000	2,384	0,442	0,064	0,031	0,000	0,000	0,038	0,060	0,000	0,000	0,000	35%	8%	
2006	0,000	0,000	0,000	11,733	1,008	3,500	0,288	3,463	0,032	0,050	0,000	0,000	10,022	0,240	0,000	0,000	3,081	0,586	0,032	0,030	0,000	0,164	0,125	0,285	0,000	0,000	0,000	34%	7%	
2007	0,001	0,000	0,000	9,672	0,870	0,775	0,747	0,089	0,000	0,031	0,000	0,000	11,088	0,078	0,000	0,000	1,892	1,217	0,059	0,074	0,000	0,000	0,000	1,291	0,000	0,000	0,000	35%	8%	
2008	0,000	0,000	0,000	10,239	0,192	0,000	0,281	0,096	0,000	0,071	0,000	0,000	7,611	0,145	0,000	0,000	2,415	1,243	0,004	0,273	0,000	0,144	0,000	0,047	0,000	0,000	0,000	45%	8%	
2009	0,000	0,000	0,000	9,483	1,552	0,001	0,435	0,000	0,004	0,054	0,000	0,000	13,308	0,076	0,000	0,000	1,902	2,071	0,000	0,000	0,000	0,142	0,000	1,558	0,000	0,000	0,000	31%	8%	
2010	0,000	0,003	0,000	8,520	1,121	0,000	1,658	0,307	0,004	0,013	0,007	0,000	11,845	0,054	0,000	0,000	2,055	1,440	0,066	0,049	0,000	0,000	0,000	4,455	0,000	0,000	0,000	27%	7%	
2011	0,000	0,000	0,000	6,229	0,069	0,518	0,062	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	5,065	0,016	0,000	0,000	1,084	0,999	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	0,785	0,000	0,000	0,000	42%	10%	
2012	0,000	0,000	0,000	5,081	1,019	1,046	0,830	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	5,743	0,027	0,000	0,000	1,953	0,728	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	4,679	0,000	0,000	0,000	24%	10%	
2013	0,000	0,000	0,000	9,527	0,332	0,264	0,176	0,378	0,000	0,013	0,000	0,000	7,971	0,023	0,000	0,000	1,484	0,519	0,023	0,011	0,000	0,000	0,016	0,868	0,000	0,000	0,000	44%	8%	
2014	0,000	0,000	0,000	6,356	0,006	2,396	0,753	0,000	0,000	0,041	0,000	0,000	17,080	0,000	0,000	0,000	1,863	1,219	0,023	0,101	0,000	0,000	0,147	2,370	0,100	0,000	0,000	20%	8%	
2015	0,000	0,000	0,000	7,979	0,353	2,368	0,093	0,000	0,006	0,006	0,000	0,000	10,877	0,000	0,000	0,000	2,677	0,360	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	1,136	0,000	0,000	0,000	31%	9%	
2016	0,000	0,000	0,000	7,240	1,519	0,000	0,843	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	7,377	0,000	0,000	0,000	1,419	0,856	0,008	0,000	0,000	0,263	0,003	1,408	0,000	0,000	0,000	35%	10%	
2017	0,002	0,001	0,000	5,492	0,755	2,643	0,450	0,000	0,000	0,081	0,000	0,000	6,358	0,064	0,000	0,000	3,351	1,176	0,000	0,004	0,000	0,000	0,009	0,768	0,000	0,005	0,005	26%	7%	
2018	0,004	0,000	0,000	4,519	0,115	2,993	0,437	0,000	0,553	0,062	0,000	0,000	7,552	0,075	0,000	0,000	2,353	1,025	0,187	0,003	0,000	0,156	0,015	0,094	0,155	0,000	0,003	22%	6%	
2019	0,000	0,000	0,000	4,773	0,762	3,087	0,756	0,000	0,000	0,141	0,000	0,000	9,115	0,000	0,000	0,000	2,452	1,521	0,010	0,002	0,000	0,000	0,004	0,003	0,230	0,000	0,000	21%	8%	
2020	0,000	0,000	0,000	3,050	1,383	3,243	0,819	0,000	0,000	0,055	0,000	0,000	7,047	0,000	0,000	0,000	1,607	1,034	0,017	0,036	0,000	0,000	0,004	0,610	0,268	0,000	0,000	16%	8%	
2021	0,001	0,000	0,000	6,462	2,043	4,604	1,326	0,060	0,000	0,048	0,000	0,000	7,148	0,000	0,000	0,000	1,788	2,992	0,083	0,110	0,000	0,000	0,025	1,687	0,209	0,000	0,001	23%	7%	
Moyenne	0,000	0,000	0,078	9,63	0,913	1,508	0,816	0,178	0,024	0,047	0,000	0,000	8,684	0,102	0,000	0,000	2,155	1,264	0,046	0,090	0,000	0,052	0,067	1,374	0,036	0,000	0,000	36%	5%	
% interannuel	0,0%	0,0%	0,3%	35,6%	3,4%	5,6%	3,0%	0,7%	0,1%	0,2%	0,0%	0,0%	32,1%	0,4%	0,0%	0,0%	8,0%	4,7%	0,2%	0,3%	0,0%	0,2%	0,2%	5,1%	0,1%	0,0%	0,0%			
% peuplement	0,0%	0,0%	0,0%	22,6%	7,1%	16,1%	4,6%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,3%	10,5%	0,3%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%	5,9%	0,7%	0,0%	0,0%			

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

La densité du peuplement (hors anguille) présente une tendance à la diminution depuis le début du suivi. Cela s'est confirmé en 2021 malgré une relative stabilisation entre 2007 et 2016, et un léger regain depuis 2017 (Figure 40). La biomasse globale du peuplement (hors anguille) est très variable suivant les années. Une tendance à l'augmentation est observée depuis 2016, avec la présence de plus en plus importante de gros individus (brème, brochet, carassin, gardon) dans le peuplement. En 2021, cette biomasse est 22,1 g/m², ce qui est supérieur à la moyenne interannuelle à 17,4 g/m².

Concernant l'anguille, la densité relative en 2021 est de 12,2 %. Cette valeur est la plus importante depuis 2015 et est proche de la moyenne interannuelle (13%). La biomasse relative présente une tendance à la baisse depuis le début du suivi. En 2021, elle est de 23 % ce qui est très en deçà de la moyenne interannuelle (36 %) mais en légère augmentation par rapport à 2020.

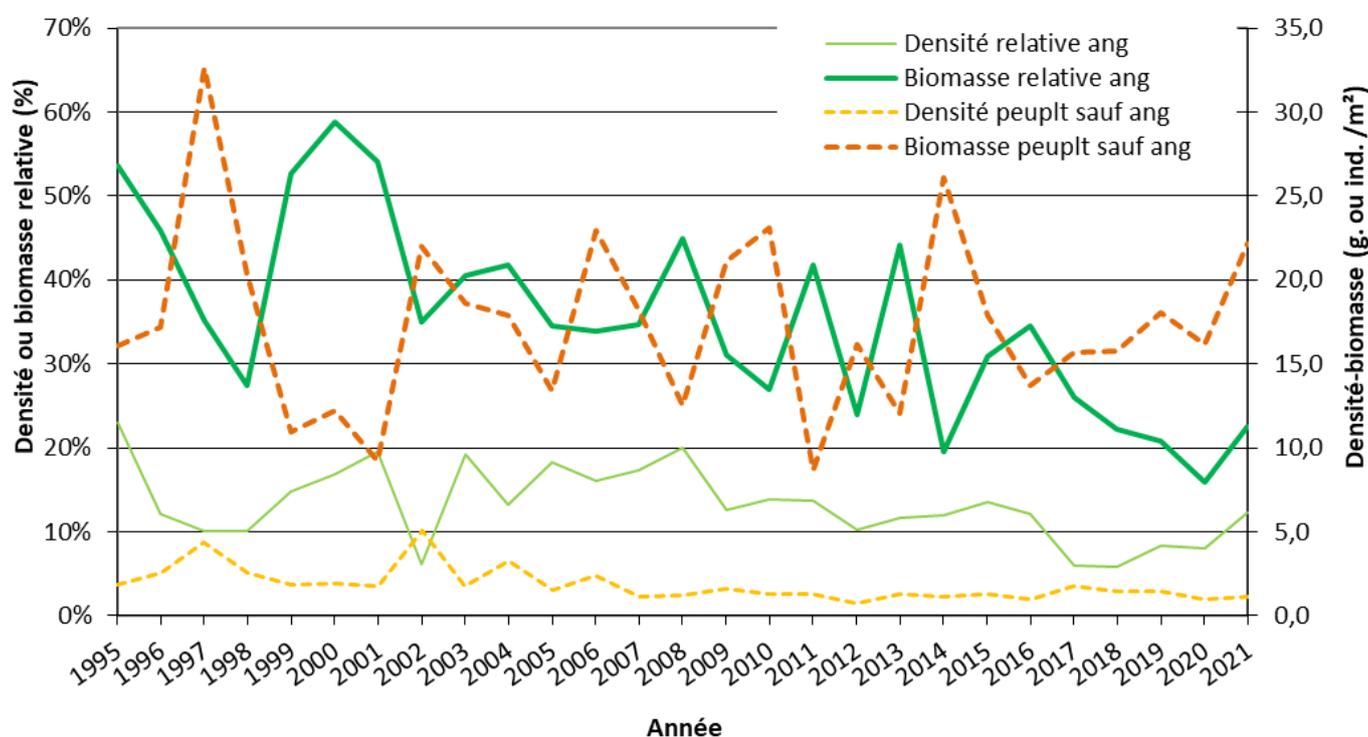


Figure 40 : Evolution annuelle de 1995 à 2021 des paramètres de l'anguille rapportés à ceux du peuplement du Frémur (secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Villou en 2007 exclus) (FISH PASS).

La densité relative de l'anguille présente une augmentation depuis 2017 après avoir nettement diminué. Concernant la biomasse relative, une tendance à la baisse s'observe depuis le début du suivi. Toutefois, une augmentation est observée en 2021.

1.18 Paramètres de la population d'anguilles

1.18.1 Densité, biomasse

La densité moyenne en anguilles sur le bassin versant du Frémur à l'amont de la retenue Bois Joli est de 0,163 ind./m² en 2021. Bien que cette densité reste éloignée de la moyenne interannuelle (0,273 ind./m²), c'est la valeur la plus élevée depuis l'année 2015. De plus, cette densité 2021 est deux fois plus importante que celle observée en 2020 (0,086 ind./m²). Cette augmentation peut directement être expliquée par le très bon recrutement 2020 mais aussi par l'importante hydrologie estivale qui a pu favoriser la colonisation du bassin versant par les anguilles.

Depuis 2008, une relation positive significative a été mise en évidence entre le recrutement observé et la densité sur la station Villou l'année suivante (Figure 41). Avant 2008, aucune relation n'était visible ce qui laissait penser une saturation du milieu avant cette date (Thèse de Clarisse Boulenger, 2015). Compte tenu du fort recrutement 2020, en s'appuyant sur cette relation, une densité plus élevée était toutefois attendue par rapport à celle observée (0,384 ind./m²). Elle a toutefois pratiquement doublé par rapport à 2020 (0,2 ind./m²).

La biomasse moyenne sur le bassin versant est de 6,46 g/m² en 2021. Elle est plus faible que la biomasse moyenne interannuelle (9,63 g/m²) (voir Figure 42, page suivante). Toutefois, elle a plus que doublé par rapport à 2020 (3,05 g/m²), et constitue la plus forte biomasse observée depuis 2016.

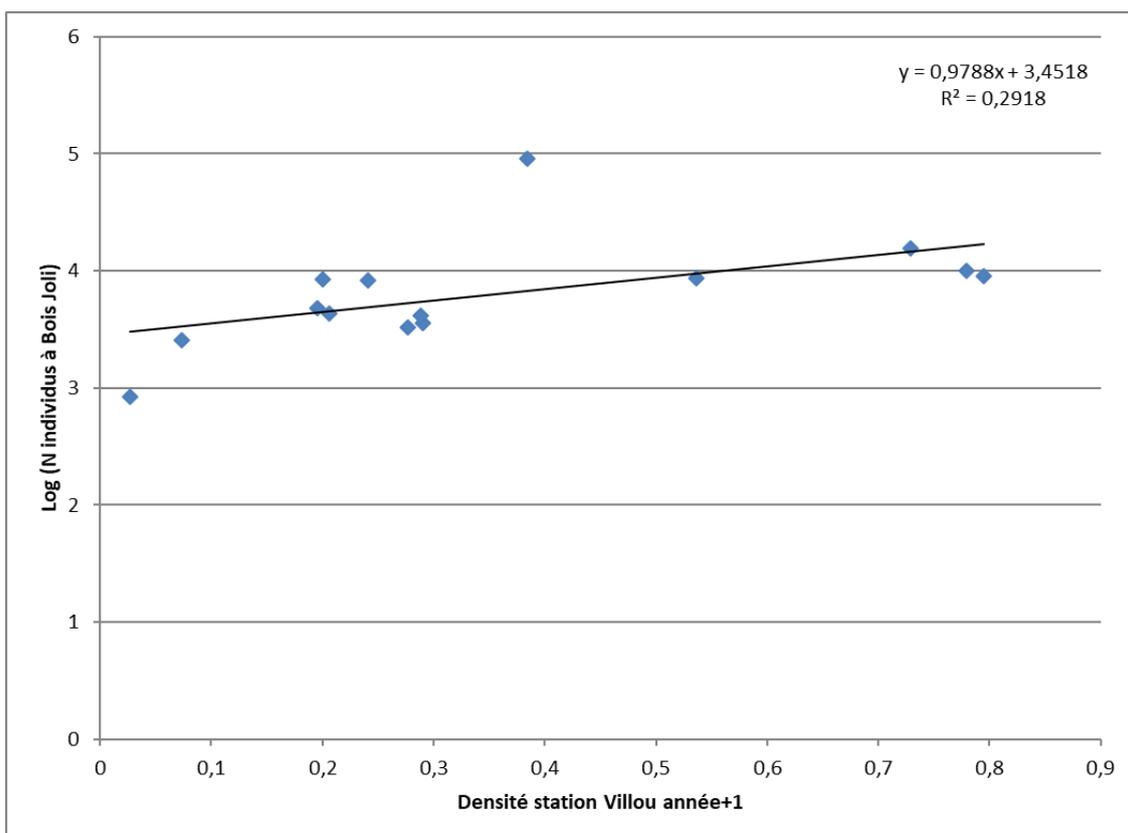


Figure 41 : Relation entre le recrutement observé à Bois Joli et la densité observée sur le secteur Villou à N+1 entre 2008 et 2021

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Sur la période 1995-2021, une baisse pratiquement constante et continue des densités et biomasses d'anguilles est observée sur le Frémur (coefficient de corrélation de Kendall tau=-0.67, $p < 0.01$). Pour la densité un décrochage plus marqué est observé à partir de 2006 **en lien probable avec la vidange de Bois Joli la même année**. Toutefois, en 2021, un rebond notable est observé à la fois pour la densité et la biomasse en rapport avec les bons recrutements des deux dernières années. Les prochains suivis permettront de dire si ce rebond est ponctuel ou s'il s'inscrit dans une augmentation durable des densités d'anguilles sur le Frémur.

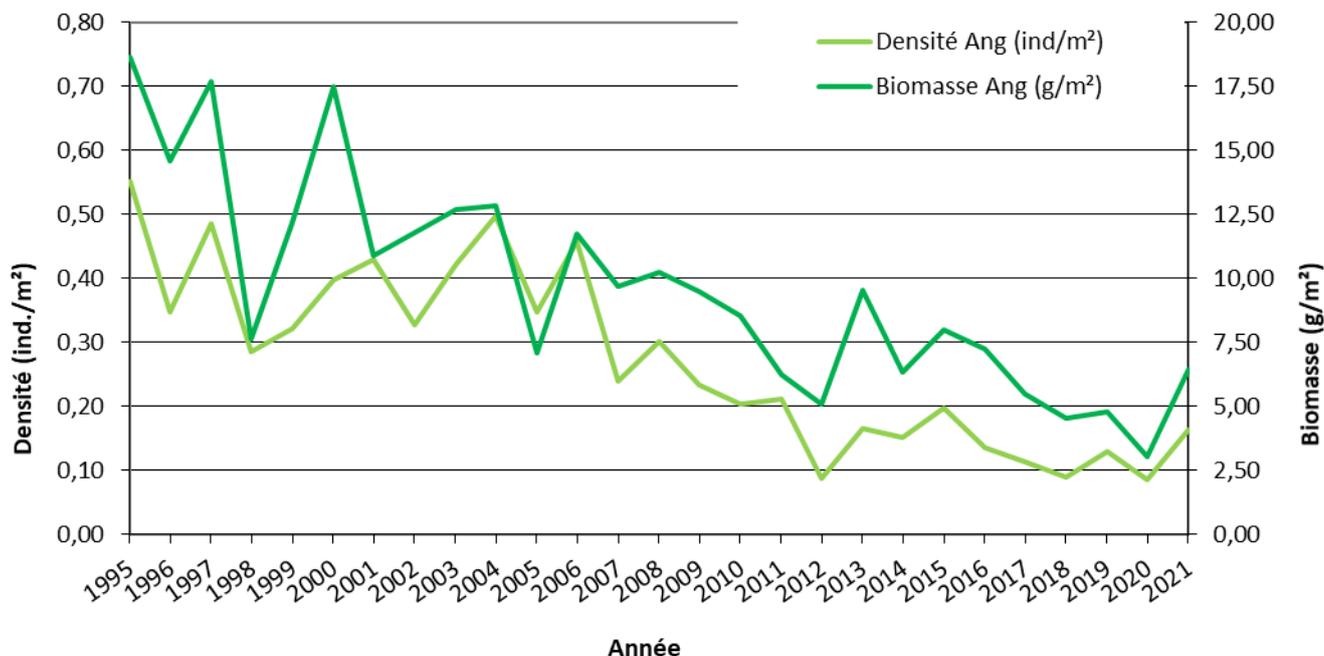


Figure 42 : Évolution annuelle de la densité et de la biomasse d'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 (secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Villou en 2007 exclus) (FISH PASS)

Pour la campagne 2021, le poids moyen des anguilles est de 40 g. Ce poids est plutôt stable depuis 2019 (Figure 43) et est très proche du poids moyen interannuel de 38 g. Depuis 2005, le poids moyen des anguilles sur le bassin versant présente une tendance à l'augmentation mettant en évidence un déficit de jeunes anguilles. La baisse observée depuis 2019 pourrait s'expliquer par une diminution des abondances des plus grosses anguilles et leur sortie du système par dévalaison. En 2021, une baisse plus importante aurait pu être attendue compte-tenu du bon recrutement en 2020 et de l'augmentation des densités. Toutefois, ces éléments semblent être contrebalancé par une augmentation des captures de grosses anguilles sur les stations amonts probablement dû à des déplacements favorisés par les fortes hydrologies estivales.

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

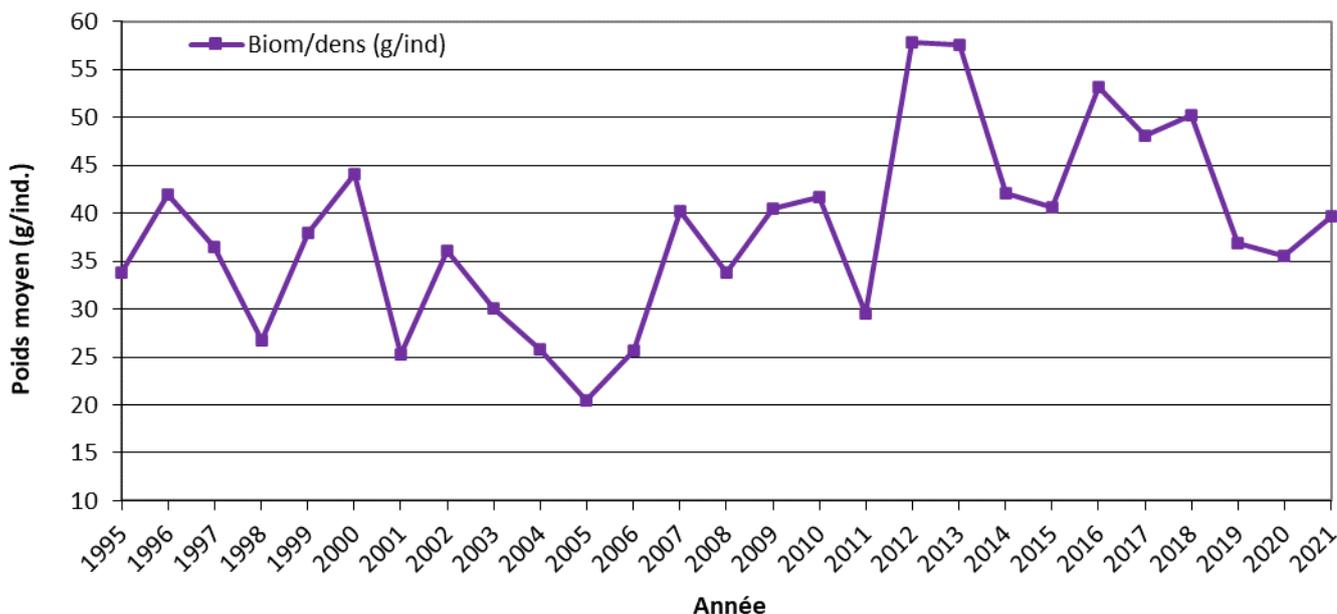


Figure 43 : Évolution annuelle du "poids moyen" des anguilles sur le Frémur de 1995 à 2021 (secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Villou en 2007 exclus). Poids moyen calculé par le rapport de la biomasse sur la densité (FISH-PASS)

La densité moyenne en anguilles sur le bassin versant du Frémur à l'amont de la retenue Bois Joli est de 0,163 ind/m² en 2021. C'est la valeur la plus élevée depuis l'année 2015.

Le poids moyen présente globalement une tendance à l'augmentation particulièrement depuis 2005 soulignant un vieillissement de population. La baisse constatée en 2019 et 2020 peut s'expliquer par la baisse d'abondance des plus grandes anguilles. En 2021, malgré une augmentation des densités et du recrutement, le poids moyen reste stable s'expliquant par des captures plus importantes de grosses anguilles sur l'amont du bassin versant contrairement aux deux années précédentes.

1.18.2 Répartition

1.18.2.1 Densités observées sur les différents secteurs en 2020 et 2021

Entre 2006 et 2013, la description de la répartition des densités et biomasses de l'anguille sur l'axe Frémur ne comprenait plus les secteurs aval de Pont es Omnes et Pont Avet. Ces secteurs sont de nouveau échantillonnés respectivement depuis 2014 et 2015. Les données relatives à ces stations, sont présentées dans quelques figures mais ne sont pas utilisées dans certaines comparaisons interannuelles. Les densités et biomasses d'anguilles sur chacun des secteurs pour chaque année sont présentées en annexe 1.

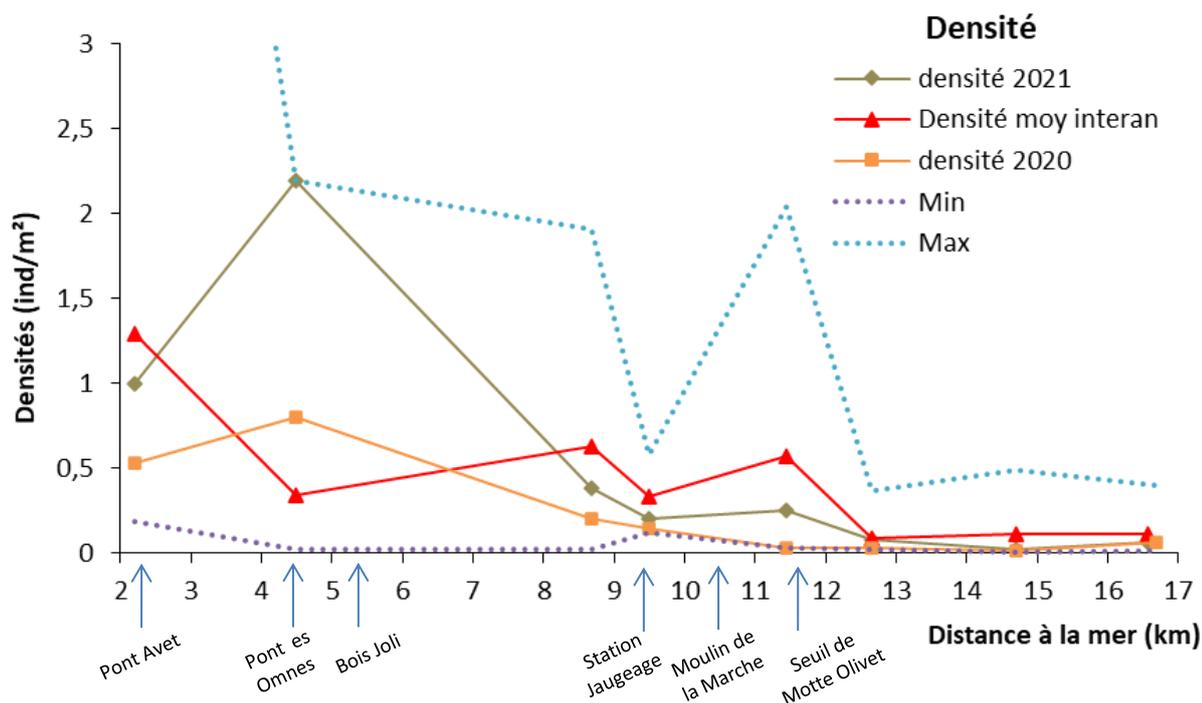
D'après la moyenne interannuelle, un gradient des densités et biomasses est observé entre l'aval et l'amont du bassin versant.

Le secteur aval de Pont Avet est le plus proche de la mer et bénéficie donc en premier du recrutement en anguilles. C'est donc le secteur où les plus fortes densités sont observées sur le bassin. Ces fortes densités sont probablement amplifiées par des problèmes de franchissement du barrage de Pont Avet qui peut bloquer une partie des individus migrants et créer un phénomène d'accumulation en aval. Sur les deux dernières années, les densités observées restent élevées, respectivement 0,53 et 1 ind./m², mais sont plus faibles que la moyenne interannuelle (1,3 ind./m²) alors que de très bons recrutements ont été observés à la fois en 2020

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

et 2021. La passe piège temporaire mise en place à l'aval du barrage de Pont Avet depuis le début des travaux en 2019 semble donc avoir limité les effets d'accumulation sur ce secteur.

Le secteur du Pont es Omnès présente en moyenne d'assez faibles densités en anguilles malgré la présence de l'ouvrage de Pont es Omnès laissant supposer un milieu peu propice aux petites anguilles, une capturabilité plus faible en pêche électrique ou un bon fonctionnement de la passe à anguille limitant ainsi une accumulation au pied du barrage. Cependant, des fortes densités d'anguilles sont observées sur ce secteur depuis 2019. L'année 2021 présente d'ailleurs, la densité maximale observée depuis le début du suivi avec 2,2 ind./m². Différents facteurs peuvent expliquer ce résultat, tout d'abord la baisse importante des niveaux d'eau dans la retenue de Pont Avet (travaux de réparation de la structure de l'ouvrage). Ceci s'est soldé par une diminution importante des surfaces en eau au niveau des stations habituellement pêchées en créant des zones lotiques propices aux anguillettes. Cette diminution a également perturbé le fonctionnement de la passe de montaison à Pont es Omnes menant à une probable accumulation d'anguilles en aval de ce dernier. Toutefois, en théorie, le recrutement sur cette station devrait être très faible voire inexistant compte tenu de la mise en place de la passe piège temporaire en aval de Pont Avet. En pratique, il est possible que la passe gravitaire ait ponctuellement pu fonctionner en début de saison lorsque le niveau d'eau était encore haut et la retenue pleine. Ainsi, ces facteurs couplés aux forts recrutements observés sur le Frémur en 2020 et 2021 ont influé sur les densités de cette station.



- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

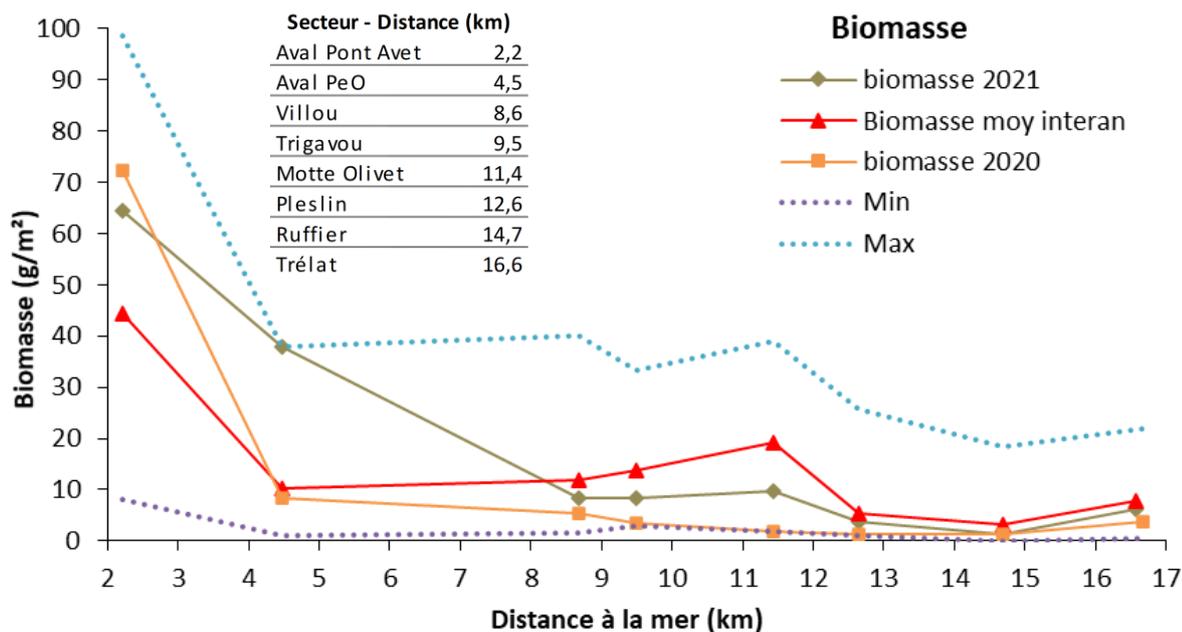


Figure 44 : Évolution des paramètres densités et biomasses d'anguille en fonction de la distance à la mer sur le Frémur en 2020, 2021 et moyenne depuis 1995 (FISH PASS)

Le secteur Villou présente généralement des densités importantes, par rapport aux autres secteurs amont (hormis 2007, 2012 et 2018), compte tenu de son positionnement de première station à l'amont de la retenue de Bois Joli. Toutefois, ces densités ne s'accompagnent généralement pas d'une biomasse élevée (Figure 44), le secteur de Villou étant le premier secteur colonisé par les petites anguilles. En 2021, la densité a presque doublé par rapport à l'année 2020 et la biomasse bien augmentée. Toutefois, ces valeurs restent en deçà de la moyenne interannuelle.

Le secteur intermédiaire de Trigavou présente une densité moyenne interannuelle plus faible qu'à Villou soulignant un recrutement moins important de petites anguilles. La biomasse moyenne interannuelle est en revanche plus importante et peut s'expliquer par la présence d'une zone d'habitat propice aux grosses anguilles, constituée de blocs et pierres en aval de la station de jaugeage. Par rapport à 2020 (0,15 ind/m²), la densité a nettement moins augmenté (0,20 ind/m²) que sur le secteur de Villou. Il est probable que la diffusion des anguillettes mettent un certain temps et que seulement une partie soit arrivée jusqu'à ce secteur. Il faut donc s'attendre à une augmentation des densités sur ce secteur en 2022.

Le secteur intermédiaire de Motte Olivet présente généralement une densité et une biomasse intermédiaire. Ce secteur propose à la fois des habitats propices aux petites anguilles avec de nombreux raders et quelques zones de gros blocs et de grosses mouilles propices aux grosses anguilles. Le recrutement sur ce secteur est impacté par l'ouvrage du Moulin de la Marche non équipé en aval mais aussi par le seuil de Motte-Olivet directement en amont qui peut également provoquer des problèmes de franchissement et d'accumulation sur ce secteur d'étude. La densité (0,032 ind/m²) et la biomasse (9,7 g/m²) observées en 2020 était extrêmement faible d'une part compte tenu des mauvaises conditions de pêche (eau teintée par les fortes pluies la nuit précédente), et d'autre part par la diminution du recrutement et la dévalaison des plus grosses anguilles ces dernières années. En 2021, la densité a été multipliée par 8 sur ce secteur (0,25 ind/m²) et la biomasse par 5 (9,7 g/m²). Ces résultats mettent notamment en évidence un recrutement sur cette station malgré l'ouvrage de l'étang de la marche en aval qui n'est pas équipé d'une passe à anguille.

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Les secteurs amont (Pleslin, Ruffier et Trélat) présentent globalement des densités et biomasses très faibles comparativement aux autres secteurs, suggérant un faible recrutement. Ces faibles densités et biomasses peuvent être en partie expliquées par deux seuils successifs à l'aval et à l'amont de Motte Olivet (non équipés de système de franchissement pour les anguilles), qui peuvent entraver la migration de montaison (Figure 45). Par rapport à 2020, pour les secteurs de Pleslin et Ruffier, les densités et biomasses ont augmenté. Le secteur de Trélat présente quant à lui, une densité égale à 2020 mais une biomasse en augmentation. Pour 2021, que ce soient les densités ou les biomasses, celles-ci restent inférieures à la moyenne interannuelle.



Figure 45 : A gauche, ouvrage du moulin de la marche (R. Debroise). A droite, Amont du secteur de Motte Olivet au niveau du pont de la D28 (FISH PASS)

Sur le secteur de Pont Avet, la densité observée a été de 1 ind/m^2 , soit pratiquement le double qu'en 2020 ($0,53 \text{ ind/m}^2$). Cette valeur est plus faible que la moyenne interannuelle calculée sur 1996-2020 (densité : $1,3 \text{ ind/m}^2$) mais est parmi les plus élevées enregistrées depuis 2015. La biomasse observée en 2021 de $64,5 \text{ g/m}^2$ est nettement supérieure à la moyenne interannuelle ($43,3 \text{ g/m}^2$). C'est le secteur qui présente la plus forte biomasse depuis la reprise des échantillonnages en 2015. La densité relevée sur ce secteur reste importante malgré les passages importants d'anguilles à la passe pièges dont de nombreuses anguilles de taille supérieure à 300 mm. Le stock sur ce secteur est conséquent et s'explique à la fois par des bons recrutements en 2020 et 2021 et par un phénomène d'accumulation en aval lié à des difficultés de franchissement avant 2019.

En 2020, le secteur de Pont es Omnès présente une densité historique de $2,2 \text{ ind/m}^2$ pour une biomasse de $12,5 \text{ g/m}^2$. Cette densité est nettement supérieure à la moyenne interannuelle ($0,44 \text{ ind/m}^2$). Concernant la biomasse, celle-ci est la plus importante depuis le début du suivi ($37,86 \text{ g/m}^2$) et très nettement supérieure à la moyenne interannuelle ($10,2 \text{ g/m}^2$). Malgré cette forte biomasse, le poids moyen est plus faible que la moyenne. Ainsi, l'évolution de l'habitat de la station de Pont es Omnès a transformé la population d'anguilles depuis, celle-ci passant d'une densité moyenne de grosses anguilles avec une forte biomasse à une densité plus importante avec de petites anguilles représentant une faible biomasse individuelle.

Pour le secteur Villou, il faut rappeler que ce secteur de pêche a été déplacé à partir de 2015, les stations de suivi ne sont donc plus les mêmes, ce qui peut biaiser quelque peu les comparaisons interannuelles. Les densités observées en 2021 sur ce secteur sont de $0,38 \text{ ind/m}^2$ pour une biomasse de $8,47 \text{ g/m}^2$. La densité a ainsi pratiquement doublé par rapport à 2020 ($0,20 \text{ ind/m}^2$) même si l'on pouvait s'attendre à une augmentation plus importante à la suite du recrutement record de 2020. Malgré tout, la densité 2021 reste nettement inférieure à la moyenne interannuelle de $0,63 \text{ ind/m}^2$, signe que le milieu n'est pas encore saturé.

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Sur le secteur de Trigavou, la densité est de 0,2 ind/m² en 2021 pour une biomasse de 8,3 g/m². Ces valeurs sont les plus importantes depuis 2017, mais elles restent nettement plus faibles que la moyenne interannuelle (0,33 ind/m² pour 13,8 g/m²). En 2021, ce secteur semble profiter aussi, mais dans une moindre mesure qu'à Villou, des bons recrutements observés en 2020 et 2021. Les prochains suivis devraient permettre de constater une augmentation des densités.

Sur le secteur Motte Olivet, la densité 2021 a été de 0,25 ind/m². Cette densité est trois fois plus importante qu'en 2020 (0,03 ind/m²) tout en restant deux fois plus faibles que la moyenne interannuelle (0,57 ind/m²). Par rapport à 2020, les conditions de pêche étaient bien meilleures, mais cela n'explique pas une augmentation de cette importance surtout sur les plus petites anguilles. Il est ainsi probable qu'au cours de l'année 2021, les anguilles aient bénéficiées de conditions de franchissabilité plus favorables qu'à l'accoutumé au niveau du seuil du Moulin de la Marche permettant ainsi d'augmenter les densités sur cette station. Ainsi, ce secteur semble avoir aussi bénéficié d'une partie des bons recrutements observés en 2020 et 2021.

Sur le secteur Pleslin, la densité de 2021 (0,08 ind/m²) a doublé par rapport à 2020 (0,04 ind/m²) et est proche de la moyenne interannuelle de 0,091 ind/m². La densité sur ce secteur est toujours nettement plus faible que sur le secteur de Motte Olivet, en rapport avec l'ouvrage de l'étang de Motte Olivet difficilement franchissable. De plus, l'augmentation observée en 2021 ne semble pas à relier à des arrivées de petites anguilles mais plutôt à des mouvements d'anguilles de tailles moyennes à grandes. La biomasse (3,7 g/m²) est également plus faible que la biomasse interannuelle (5,3 g/m²). Les biomasses sur ce secteur ont été très variables ces dernières années s'expliquant par les faibles densités et les captures aléatoires de grands individus suivant les années.

Pour les secteurs plus amont, Ruffier et Trélat, les valeurs de densité sont très faibles, respectivement 0,023 ind/m² et 0,06 ind/m², valeurs semblables à celles de l'année 2020. Ces valeurs sont très inférieures à la moyenne interannuelle de 0,11 ind/m² pour ces deux secteurs. Les biomasses à Ruffier sont faibles (1,3 g/m²). À Trélat, la biomasse est un peu plus importante (6,2 g/m²) compte tenu de la capture de quelques grands individus. Ces biomasses restent toutefois plus faibles que les biomasses moyennes interannuelles respectivement de 3,2 g/m² et 7,8 g/m².

En conclusion, la population d'anguilles sur le Frémur présente une tendance à la baisse depuis le début de suivi en 1995 et des niveaux de densités actuellement bas. Toutefois, les bons recrutements observés en 2020 et 2021 commencent à produire leurs effets sur le bassin versant avec une augmentation des densités notables sur les secteurs de Villou, Trigavou et Motte Olivet. En revanche, sur les secteurs les plus amonts du bassin versant (Ruffier, Trélat), même si les densités apparaissent stables par rapport à 2020, elles demeurent très faibles avec très peu de renouvellement.

Sur l'aval du bassin versant, les densités sont fortes et s'expliquent par les bons recrutements 2020 et 2021 d'une part, mais aussi par le contexte des travaux sur le barrage de Pont Avet depuis 2019, qui ont modifiés les habitats créant des zones plus lotiques et diminuant la fonctionnalité de la passe à anguilles par l'abaissement du plan d'eau en aval de Pont es Omnès.

1.18.2.2 Évolution interannuelle des densités sur les différents secteurs

L'évolution des densités d'anguilles sur les différents secteurs entre 1995 et 2021 est présentée en Figure 46. Pour la campagne 2021, les densités sont en augmentation sur tous les secteurs, excepté Trélat où la densité est restée stable. Ces résultats sont à relier aux bon recrutements 2020 et 2021 ainsi qu'à l'hydrologie estivale élevée qui a contribué à la diffusion des anguilles sur le bassin versant.

Les stations Pont Avet, Pont es Omnes, Villou et Motte Olivet présentent des variations très importantes selon les années. Pour les secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Villou, ceci peut s'expliquer par la position aval de ces secteurs où les densités observées peuvent être directement influencées par le recrutement annuel lui-même très variable. En outre, le secteur Villou, dans son ancien positionnement (avant 2015), était influencé par le niveau d'eau de la retenue ce qui modifiait l'habitat et l'efficacité de la pêche électrique. Les secteurs Pont Avet, Pont es Omnes et Motte Olivet sont également sous l'influence directe de barrage pouvant causer des accumulations et contribuer ainsi aux fluctuations. Pour le secteur aval de Pont es Omnes, les densités sont assez variables selon les années. Toutefois, les densités observées depuis 2014 sont plus importantes que celles sur la période 1995-2005. Depuis 2019, les densités sont très élevées sur le secteur de Pont es Omnes s'expliquant à la fois par la modification de l'habitat lié à l'abaissement de la ligne d'eau de la retenue de Pont Avet, la baisse de la fonctionnalité de la passe à anguille de Pont es Omnes (peu d'eau en bas de passe) et aux bon recrutements observés ces deux dernières années. Sur le secteur de Villou, les densités ont une tendance à l'augmentation depuis 2018, probablement en lien avec les bons recrutements des dernières années. Sur le secteur Motte Olivet, depuis 2006, les densités en anguilles présentent une tendance à la diminution. La gestion du barrage de l'étang de la Marche, non équipé de passe à anguille, conditionne l'accès des anguillettes à ce secteur et au reste du bassin versant. Ce résultat pourrait s'expliquer par les travaux de réfection de l'ouvrage de l'étang de la marche et l'absence d'équipement de système de franchissement pour les anguilles. Cet ouvrage reste un point central pour la colonisation du bassin versant dans le contexte d'augmentation des densités en anguilles sur les stations aval du Frémur.

Le secteur Trigavou, qui était relativement stable en termes de densités, présente une diminution continue depuis 2015 avec cependant, une légère tendance à la hausse entre 2019 et 2021. Le secteur Pleslin présente une tendance à la diminution depuis 1995. Une légère augmentation des densités était visible entre 2017 et 2019 probablement à la suite des travaux de restauration du cours d'eau. Après une forte baisse en 2020, la densité 2021 est en légère augmentation. Les secteurs Ruffier et Trélat suivent une évolution relativement semblable. Les densités ont une tendance à la baisse depuis le début du suivi en 1995. Les densités apparaissent beaucoup plus faibles que sur les secteurs plus aval. La présence de seuils difficilement franchissables (étang de la Marche, Motte Olivet), non équipés, et des plus faibles recrutements peuvent expliquer les faibles densités observées et le faible renouvellement de la population d'anguilles. Une stabilité des densités est observée sur ces secteurs par rapport à 2020.

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

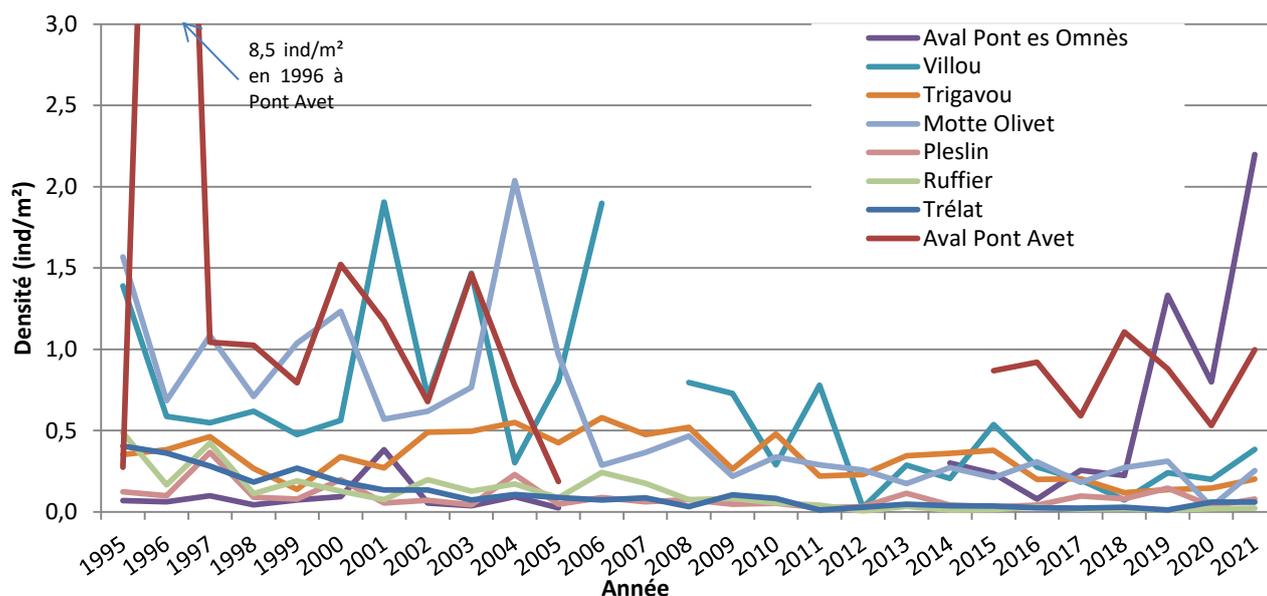


Figure 46 : Évolution des densités (ind/m²) par secteur entre 1995 et 2021 (FISH PASS)

La Figure 47 illustre l'évolution des valeurs de poids moyen (calculé ici par le rapport de la biomasse sur la densité). Le poids moyen interannuel suit théoriquement une tendance à l'augmentation avec l'éloignement de la mer, ce qui reflète les phénomènes de migration et de croissance. Les baisses ponctuelles au niveau des secteurs Villou et Bois Ruffier s'expliquent notamment par les caractéristiques morphologiques des stations qui présentent une faible hauteur d'eau, de nombreux radiers qui sont plus favorables aux petites anguilles.

Le rapport biomasse/densité de 2021 apparaît relativement proche de la moyenne inter-annuelle hormis pour la station de Pont es Omnès. A pont es Omnès, ce rapport biomasse densité est quasiment 5 fois plus faibles que la moyenne interannuelle, s'expliquant par les fortes captures de petites anguilles et la faible capture de grosses anguilles à relier aux travaux de Pont Avet et aux changements hydromorphologiques du secteur. Ce résultat est semblable à celui des deux années précédentes mais à l'opposé des autres campagnes.

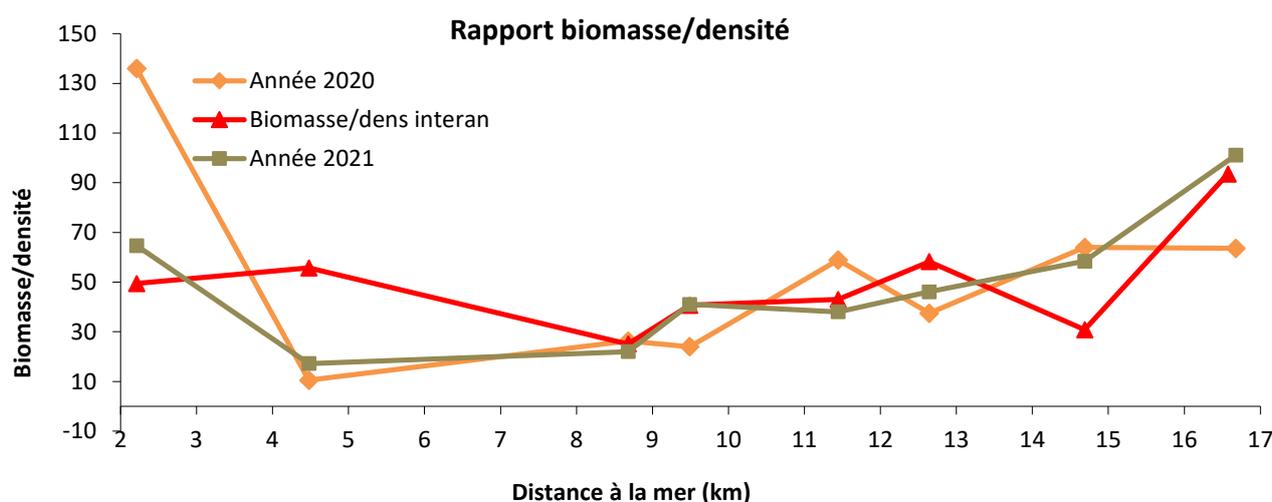


Figure 47 : Évolution du paramètre poids moyen (calculé par le rapport biomasse sur densité) par secteur pour 2020, 2021 et moyenne interannuelle depuis 1995 (FISH PASS)

1.18.3 Les tailles

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

1.18.3.1 Sur le bassin versant

Lors de la campagne 2020, les anguilles ont présenté une taille comprise entre 60 et 781 mm (Figure 48). Les anguilles capturées sur le secteur de Pont Avet, station la plus aval du suivi, présentent un large éventail de classes de tailles. Toutefois, deux modes sont nettement mieux représentés, les anguillettes entre 60 et 90 mm et les anguilles jaunes entre 360 et 460 mm. La plus faible présence des individus entre 90 et 360 mm est probablement lié à la bonne efficacité de la passe piège temporaire installée au barrage de Pont Avet. A Pont es Omnès se sont essentiellement des anguilles entre 80 et 250 mm qui sont présentes en quantité. Ainsi, les individus les plus jeunes, probablement des anguilles de l'année, entre 60 et 80 mm sont quasi-absentes de la station de Pont es Omnès.

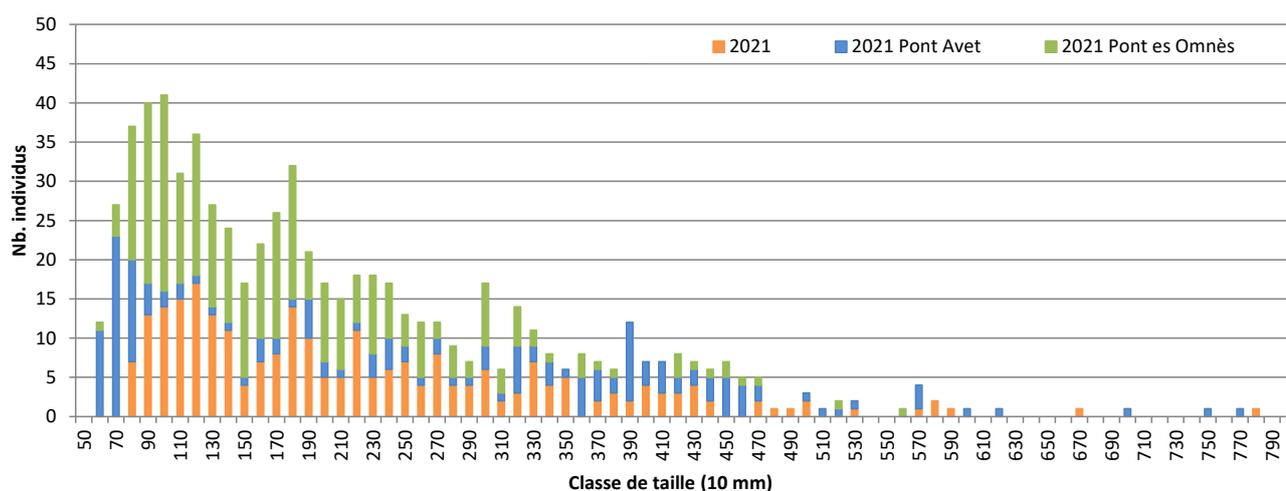


Figure 48 : Structure en classes de taille de la population d'anguilles du Frémur en 2021 (Fish Pass)

La Figure 49 présente la moyenne des tailles des anguilles à l'échelle de la totalité des stations pêchées sur le bassin versant du Frémur, à l'exception des secteurs de Pont Avet et Pont es Omnès, afin de rendre les comparaisons interannuelles possibles. La taille moyenne présente globalement une tendance à l'augmentation entre 2005 et 2016 soulignant un phénomène de vieillissement de la population. Néanmoins, depuis 2017 une baisse continue est observée, pouvant être une des conséquences d'une baisse d'abondance des grandes anguilles dans le peuplement.

En 2021, la taille moyenne des anguilles échantillonnées sur le bassin versant amont est de 229 mm, ce qui est inférieur à la taille moyenne interannuelle (251 mm).

Concernant les tailles minimums, elles apparaissent assez stables depuis 2003. Pour les tailles maximums, celles-ci sont relativement variables au cours du temps et dépendent des captures ponctuelles.

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

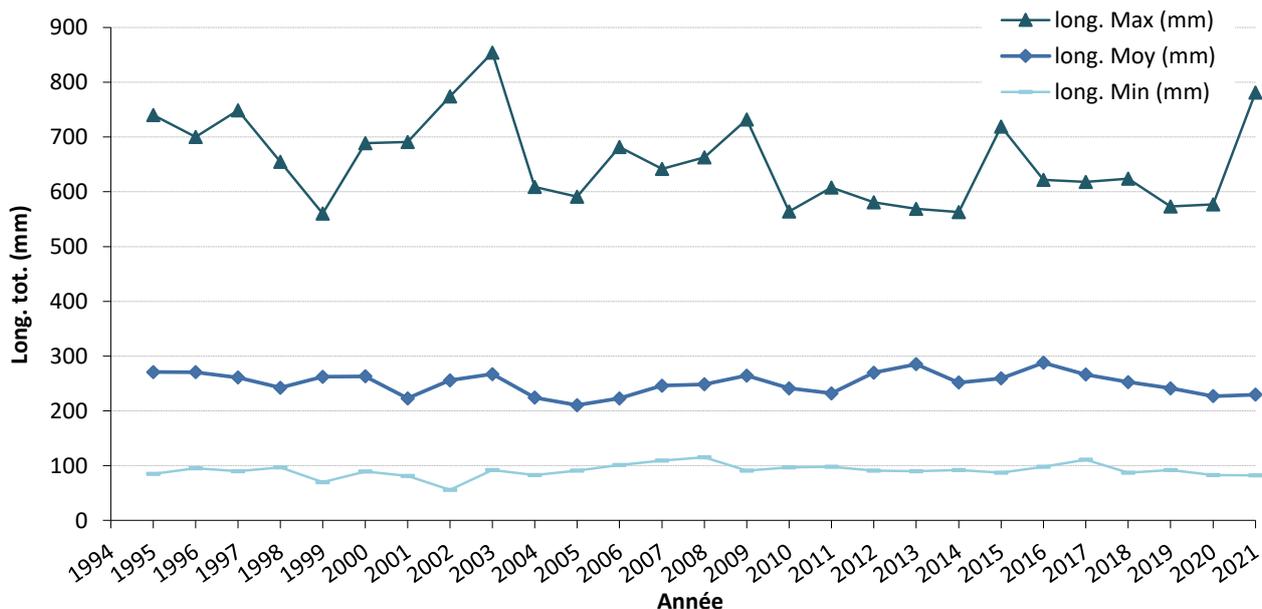


Figure 49 : Évolution interannuelle des longueurs totales de l'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 (secteur de Pont Avet, Pont es Omnes et Villou 2007 exclus) (FISH PASS)

La distribution en tailles de 2021 met en évidence un premier mode, comme les autres années, correspondant aux anguilles de petites tailles (Figure 50). La cassure visible approximativement à 400 mm souligne une forte diminution des individus âgés et donc un dépeuplement de cette classe d'âge.

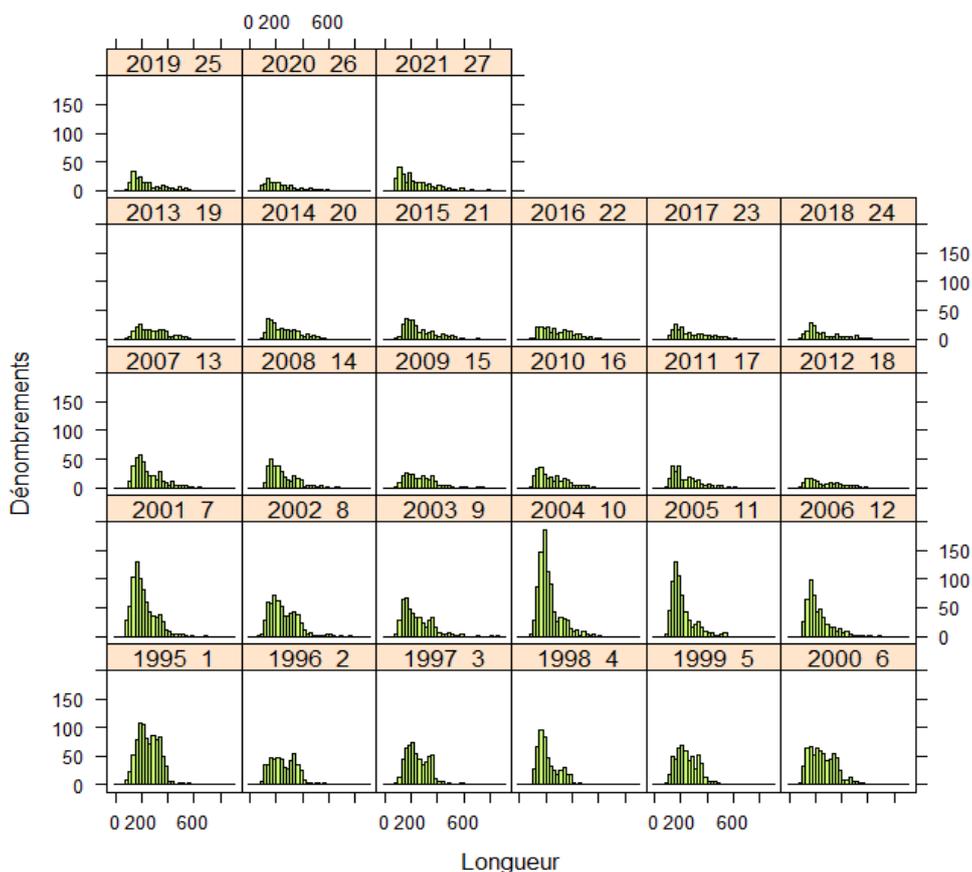


Figure 50 : Distribution des longueurs d'anguille sur le Frémur de 1995 à 2021 en pas de 2,5 mm (secteur de Pont Avet, Pont es Omnes et Villou 2007 exclus) (FISH PASS)

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

1.18.3.2 Sur les différents secteurs

La distribution en tailles observée en 2021 montre globalement un gradient amont-aval avec une diminution de l'abondance des individus de petite taille à mesure que la distance à la mer augmente sur les 5 premiers secteurs. (Figure 51). Un nombre conséquent de jeunes individus a été capturé sur les 2 stations les plus en aval. Les plus petits individus, 60 à 80 mm, ne sont capturés qu'à Pont Avet et correspondent à un recrutement d'anguilles de l'année. A Pont es Omnès, les anguilles ont principalement des tailles entre de 90 et 200 mm, correspondant à des anguilles approximativement de 0 à 5 ans. Ainsi malgré la passe piège à Pont Avet et les travaux en cours depuis 2019, ce secteur est colonisé par les jeunes anguilles, ce qui semble indiquer une fonctionnalité temporaire de l'ancienne passe gravitaire de Pont Avet. Également, une certaine accumulation d'anguilles semble à l'oeuvre pour ces classes de tailles à l'aval de Pont es Omnès pouvant s'expliquer par une diminution d'efficacité de la passe de Pont es Omnès, le bas de passe se trouvant exondé par la baisse des niveaux d'eau. Sur la station Villou, compte tenu de la nette augmentation des densités et du bon recrutement 2020, l'augmentation nette d'une cohorte était attendue alors que celle observée est plus lissée et concerne les anguilles de 150 à 350 mm. La station Trigavou, en revanche, présente d'un net pic de recrutement sur les petites anguilles autour de 150 mm mais de faibles abondances pour les tailles plus importantes. Sur cette station en 2021, l'essentiel de la densité semble donc composer par le recrutement de l'année en anguillette. Ensuite, contrairement aux années précédentes, la diminution des premières classes de tailles est peu marquée laissant supposer de meilleures conditions de franchissabilité de l'ouvrage de l'étang de la Marche, probablement à relier à l'hydrologie estivale favorable.

Entre les stations Motte Olivet et Pleslin, une nette baisse des abondances est observée confirmant un point de blocage au niveau de l'ouvrage Motte Olivet situé à l'amont direct du premier secteur. Pour les stations Ruffier et Trélat, les abondances sont très faibles avec une forte variabilité de taille.

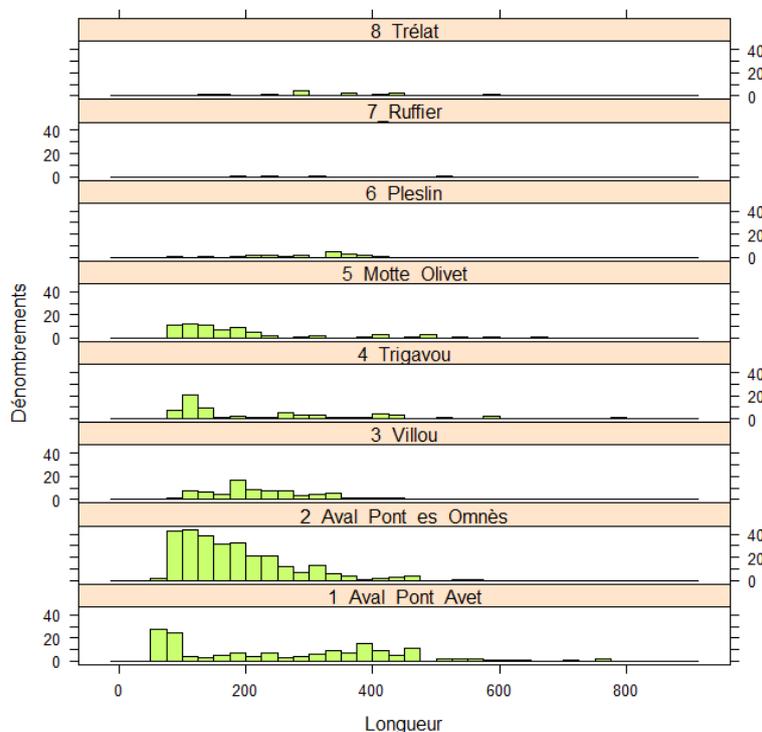


Figure 51 : Distribution des tailles d'anguilles par secteur sur le Frémur en 2021, pas de 25 mm (FISH PASS)

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

Le secteur de Pont Avet montre une structure en classe de taille très étendue, avec un large éventail de classes de taille. Les très petits individus de taille inférieure à 100 mm sont bien présents et représentent les classes de taille les plus abondantes, ce qui peut s'expliquer par les bons recrutements des deux dernières années. Les anguilles de tailles comprises entre 350 et 480 mm sont plus abondantes que sur les autres stations. De part son positionnement en aval du bassin versant et les fortes densités observées, cette fraction de la population pourrait correspondre à la production de futurs géniteurs mâles.

Le secteur de Pont es Omnès présente une structure en classe de taille pratiquement inverse à celle observée à Pont Avet. Les anguilles à Pont Avet ont majoritairement une taille comprise entre 75 et 250 mm. Des anguilles de la classe de taille 75-100 mm sont toutefois bien présentes à Pont Avet et Pont es Omnès malgré la présence de la passe temporaire et la discontinuité théorique entre les deux secteurs. Toutefois, le mois de Juillet pluvieux ayant entraîné une surverse à Pont Avet, un passage des anguilletes au niveau du barrage a été possible et a pu permettre une colonisation du secteur de Pont es Omnès.

Le secteur Villou présente essentiellement des petits individus entre 100 et 300 mm. Ceci peut notamment s'expliquer par la typologie de l'habitat constituée de zones peu profondes et de radiers. Les abondances apparaissent cependant nettement plus faibles qu'à Pont es Omnès. De même, compte tenu des bons recrutements 2020 et 2021, des abondances supérieures pour les petites anguilles étaient attendus.

Pour le secteur de Trigavou, les anguilles sont majoritairement de tailles inférieures à 150 mm probablement en lien avec les bons recrutements de 2020 et 2021. Pour les classes de tailles supérieures, les abondances sont assez faibles malgré des habitats favorables (zone de souche et racines, zone de gros blocs à l'aval du seuil de jaugeage et une zone plus lentique et profonde à l'amont du seuil de jaugeage).

Pour le secteur Motte Olivet, les anguilles mesurent majoritairement être 100 et 200 mm. Elles sont nettement plus abondantes que lors de la campagne 2020 laissant supposer une franchissabilité temporaire de l'ouvrage de l'étang de la Marche. Peu d'individus des classes de tailles supérieures sont observés depuis 2017 contrairement aux années précédentes. Ceci peut s'expliquer par une émigration de ces individus au stade argenté et un faible renouvellement de la population dans cette zone.

Sur le secteur de Pleslin, la baisse des abondances pour les anguilles de moins de 200 mm est très marquée par rapport au secteur de Motte Olivet. Cependant, les abondances restent très faibles, en lien probable avec l'ouvrage de Motte Olivet situé plus en aval.

Pour les secteurs de Ruffier et Trélat, aucune structuration en classes de taille n'est visible. La distribution des anguilles est assez éparse avec très peu ou pas d'anguille dans les classes de taille confirmant les très faibles recrutements et les difficultés de colonisation de certains secteurs.

D'après la moyenne interannuelle, une tendance à l'augmentation de la taille des anguilles est visible le long du gradient aval-amont (Figure 52). Pour la campagne 2021, la tendance est globalement similaire. Toutefois, à Pont Avet, la taille moyenne est plus importante que la moyenne interannuelle s'expliquant par la présence marquée de grands individus, résultat probable d'une sédentarisation forcée des difficultés de franchissement du barrage de Pont Avet. Également, à Pont es Omnes, la taille moyenne de capture est plus basse que la moyenne, en lien probable avec l'accumulation de petits individus en aval compte tenu de la création d'habitats favorables aux petites anguilles du fait des faibles niveaux d'eau à Pont Avet et de la baisse de fonctionnalité de la passe de Pont es Omnes. Sur les stations Trigavou et Motte Olivet, les tailles moyennes sont aussi plus faibles que la moyenne interannuelle mettant en évidence un rajeunissement des populations

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

sur ces secteurs soit par une augmentation des individus de petite taille soit par une diminution de l'abondance des individus de grande taille.

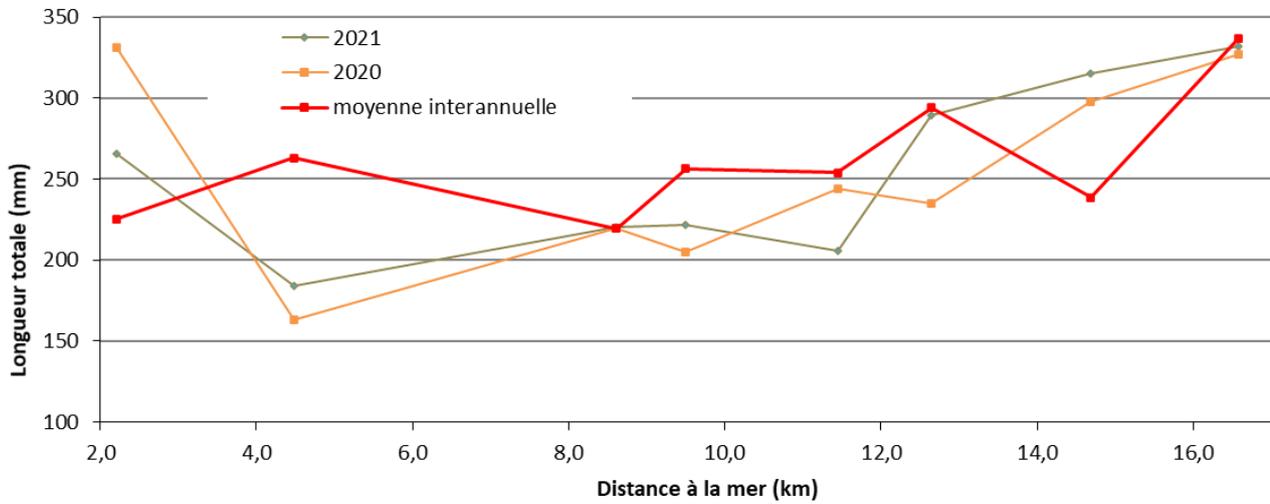


Figure 52 : Tailles moyennes des anguilles par année et par secteur sur le Frémur de 1995 à 2021 (FISH PASS)

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

1.18.4 Coefficient de condition

Le coefficient de condition a été calculé selon la formule suivante :

$$KC=10^6 \times (PDS/LG^3)$$

Avec **KC** : coefficient de condition ;

PDS : Poids individuel en grammes

LG: Longueur totale en mm.

Pour la plupart des campagnes, les coefficients de condition ont plutôt tendance à augmenter avec la distance à la mer.

Les stations Aval Pont Avet et Aval Pont es Omnès présentent des coefficients de conditions plutôt faibles comparativement aux autres stations avec pour chacune des stations un coefficient de condition moyen de 1,37 en cohérence avec les nombreuses petites anguilles échantillonnées sur ces deux stations.

Pour les stations à l'amont direct de Bois Joli, Villou et Trigavou, les coefficients de conditions moyens sont légèrement plus élevés avec respectivement des valeurs de 1,42 et 1,38.

Le plus faible coefficient de condition moyen est observé sur la station Motte Olivet avec une valeur de 1,36 pouvant s'expliquer par les abondances notables cette année d'anguillettes de tailles inférieures à 200 mm.

Les stations amont Pleslin (1,53), Ruffier (1,52) et Trélat (1,65) présentent les plus forts coefficients de condition qui s'expliquent par les faibles densités et la présence de quelques grosses anguilles (Figure 53).

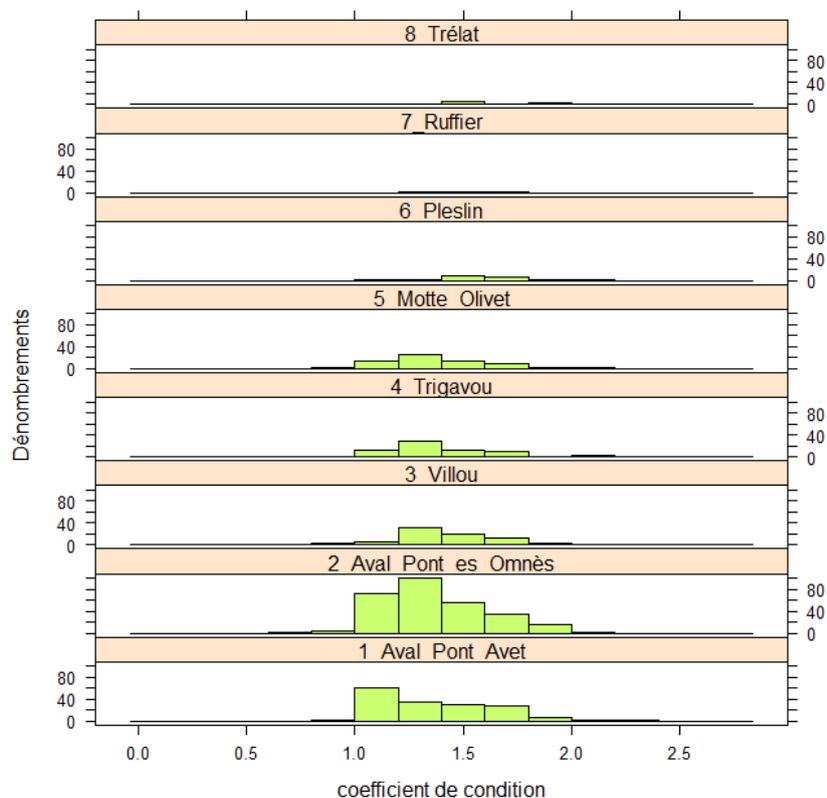


Figure 53 : Distribution des coefficients de condition de l'anguille sur le Frémur en 2021 (FISH PASS)

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

1.18.5 Argenture

Depuis le début du suivi, les anguilles échantillonnées sont majoritairement au stade anguille jaune (85 à 99 %). Pour la campagne 2021, à l’amont de la retenue de Bois-Joli, les anguilles argentées ont représenté 0,8% des captures (2 ind.). Elles ont été capturées sur les secteurs de Villou et Trigavou. Aucun individu au stade jaune-argenté, signifiant que l’anguille n’a pas terminé sa métamorphose, n’a été capturé (Figure 54).

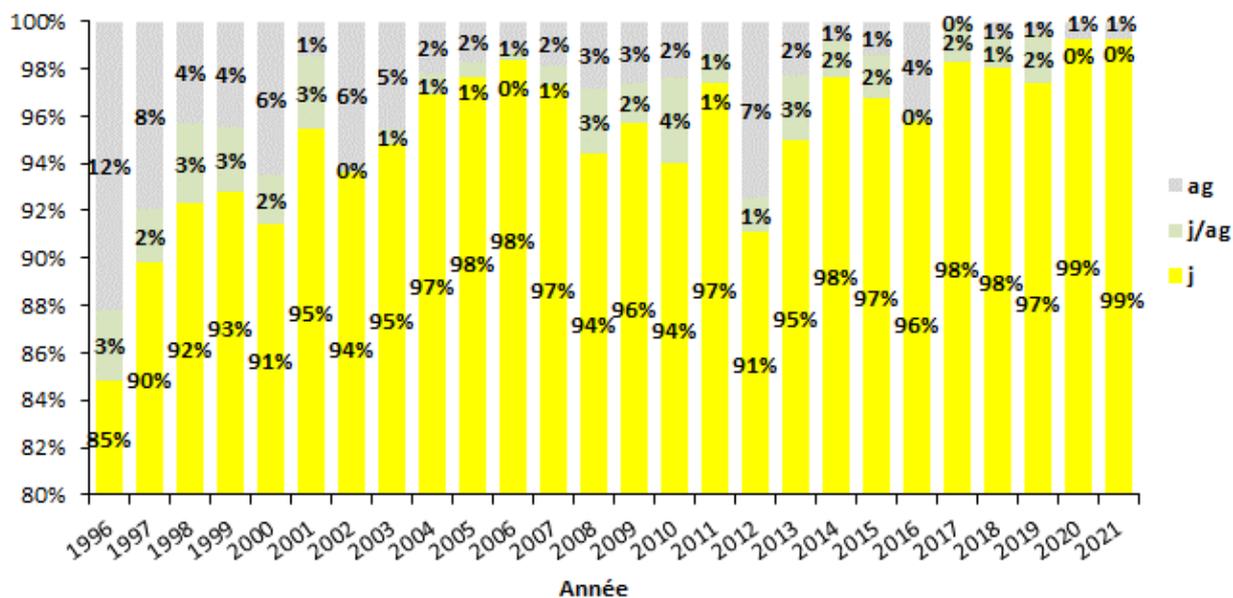


Figure 54 : Évolution interannuelle de 1996 à 2021 des proportions d’anguilles selon leur stade (ag : argentées ; j/ag : jaune/argentées et j : jaune), secteur de Pont Avet, Pont es Omnes et Villou 2007 exclus (FISH-PASS)

En intégrant, les stations Pont Avet et Pont es Omnes, il apparait que les anguilles argentées semblent produites en majorité sur la partie aval du bassin versant. En effet, 4 anguilles argentées ont été capturées sur le secteur de Pont Avet et 2 sur le secteur de Pont es Omnes.

Tableau 15 : Pourcentage d’anguilles argentées (nombre d’individus) par secteur sur le Frémur en 2021 (FISH PASS)

Stade	Secteur							
	Pont Avet	PeO	Villou	Trigavou	Motte Olivet	Pleslin	Ruffier	Trélat
j	97% (154)	99% (284)	99% (78)	99% (66)	100% (71)	100% (21)	100% (4)	100% (13)
j/ag	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ag	3% (4)	1% (2)	1% (1)	1% (1)	0%	0%	0%	0%

- Évaluation du stock (Suivi annuel) -

1.18.6 État sanitaire

L'état sanitaire des anguilles a été estimé selon la codification de l'Onema (Beaulaton et Pénil, 2009, voir annexe 4). Il est déterminé pour toutes les anguilles échantillonnées en pêche électrique.

Pour la campagne de 2021, 71% des anguilles capturées ne présentent pas de pathologies externes visibles et sont donc considérées comme saines (57% en 2020). Ainsi, 29 % présentent une ou plusieurs pathologies externes (Figure 55). Plus les individus sont grands et âgés, plus ils présentent de pathologies. Environ, 13% des anguilles présentent une seule pathologie, 13 % ont deux pathologies, 3 % trois pathologies et 1 seul individu en présentait 4. Cette proportion d'anguilles saines est la plus importante depuis 2014 (entre 38 et 60 % entre 2014 et 2020), ce qui s'explique par l'augmentation des abondances de petites anguilles qui présentent généralement une absence ou peu de pathologies externes.

Les principales pathologies observées sont des érosions cutanées (ER) représentant 40% des pathologies observées, la présence de masses et grosseurs (18 %), les hémorragies (14%) et la maigreur (11%).

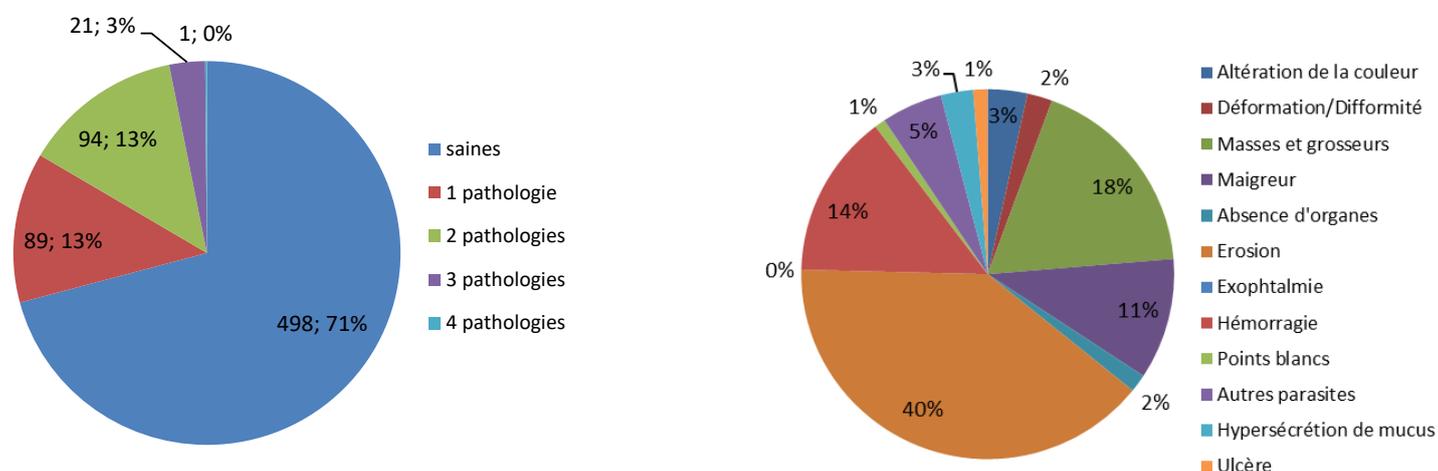


Figure 55 : Pathologies des anguilles échantillonnées en pêche électrique sur le Frémur en 2021 (FISH-PASS)

Marquage individuel (Suivi annuel)

1.19 Test de mortalité et de perte de marque PIT-tags

Les tests de mortalité et de perte de marque n'ont pas été réitérés en 2020, le matériel et les opérateurs de terrain qui réalisent le marquage étant les mêmes. Les tests réalisés en 2009 avaient ainsi permis d'évaluer une mortalité induite par le marquage d'environ 1,8% et un taux de rétention de la marque de 100% (N=55), ce qui confirme l'efficacité de ce type de marquage. Cependant, une mortalité à long terme est possible mais reste difficile à évaluer.

1.20 Études du stock d'anguilles : recapture, croissance et déplacement

Depuis la première opération de marquage, en 1997, le taux de recapture brut lors des pêches électriques est en moyenne de 23 % (Tableau 16). Les pêches réalisées avec le MNHN durant l'été 2012 ont montré de faibles recaptures sur les zones non échantillonnées annuellement. Ce faible taux de recapture sur les différents sites de pêches électriques pourrait s'expliquer par le déplacement et la dispersion des individus vers des zones lentiques difficilement échantillonnables ou la disparition de certains individus.

Au cours de la campagne 2021, 235 anguilles ont été marquées lors des pêches d'automne tous secteurs confondus. Ce total est plus important que celui des deux dernières années. Ce résultat peut s'expliquer par l'augmentation des densités sur le bassin versant à l'amont de Bois-Joli mais également par les mouvements de poissons sur le secteur de Pont Avet. En effet, avec la passe à anguilles temporaire de Pont Avet, de nombreuses grandes anguilles ont pu migrer vers l'amont laissant des habitats disponibles pour de nouvelles anguilles.

Concernant les recaptures, 44 anguilles marquées ont été recapturées. Ce nombre de recapture est le deuxième plus important depuis le début du suivi. Les anguilles recapturées marquées en 2021 ont été marquées entre 2009 et 2020. Les recaptures d'individus marqués ont été les plus nombreuses sur les stations aval Pont Avet (14), suivi du secteur Trigavou (9) et du secteur Villou (8).

Tableau 16 : Bilan des recaptures lors des pêches électriques (* années pour lesquelles 2 campagnes de pêches étaient réalisées), En 2017 et 2018 le nombre de marques posées inclues celle de BJ3D et BJ2D (FISH PASS).

Année pose	Stock																					nb de marques posées	pourcentage recapturées						
	1997*	1998*	1999*	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*	2017			2018	2019	2020	2021		
1996	51	14	6	14	4	5	1	5		1	1																399	26%	
1997	14	7	7	11	4	7	2	3			1																	317	18%
1998		1	6	7	2	1	2	1	1																			174	12%
1999																												8	0%
2000					6	12	5	3	1																			180	15%
2001					1	8	7	3	2		1								1	1								106	23%
2002							8	3	1																			79	15%
2003								5	1		1																	79	9%
2008													23	11	10	5	5	4	3	2	3	1						103	65%
2009														8	4	3	2	1	2	3	1				2			69	38%
2010														9	6	10	6	5	2	2	2			1				80	54%
2011															5	3	1	4	1		1	1						47	34%
2012																1	10	5	6	2	4		2	1	2			81	41%
2013																	10	5	7	6	1				1			88	34%
2014																		4	6	1	4	2	2	1				79	25%
2015																		1	9	7	4	1	1					72	32%
2016																				9	6	7	3	1				194	13%
2017																						11	7	7	4			361	8%
2018																							13	1	9			515	4%
2019																								8	13			215	10%
2020																										11		111	10%
2021																												235	0%
Nombre recapture annuel	65	22	19	32	17	33	25	23	6	1	4	0	23	19	23	20	30	27	31	33	33	30	33	24	44	3592	23%		

- Marquage individuel (Suivi annuel) -

Sur les 44 anguilles recapturées, toutes étaient au stade jaune (Tableau 17). Le déplacement des anguilles a pu être étudié en comparant les localisations des stations de marquage et de recapture. Sur les 44 anguilles, toutes ont été recapturées dans le secteur où elles ont été marquées avec des déplacements entre 0 et 120 mètres. Parmi ces 44 anguilles, 25 ont été recapturées exactement sur la même station. Les anguilles marquées semblent donc relativement sédentaires (peu de déplacement entre le marquage et leur recapture) alors que plusieurs années peuvent les en séparer. Cette année, 12 ans séparent le marquage et la recapture de 2 anguilles (6CA4C9C et 6CA4534). Des déplacements entre 2 événements de recapture ne sont toutefois pas à exclure. Il apparaît également que la majorité des anguilles ont été recapturées sur les secteurs aval de Pont Avet, Trigavou et Villou.

Tableau 17 : Caractéristiques, croissance et déplacement des individus recapturés durant les pêches électriques de l'automne 2021 (FISH PASS)

Marque	Recapture (2021)					Marquage					croissance moyenne annuelle (mm)	déplacement
	taille	stade	lieu	station	distance	taille	stade	lieu	station	distance		
Marquage 2009												
6CA4C9C	484	j	Motte Olivet	56	11,586	261	j	Motte Olivet	30	11,489	18,6	0,097
6CA4534	431	j	Trélat	112	16,9	310	j	Trélat	54	17,02	10,1	-0,12
Marquage 2012												
6CA21FF	585	j	Trigavou	5	9,494	321	j	Trigavou	5	9,494	29,3	0
6CA4E7B	578	j	Trigavou	5	9,494	301	j	Trigavou	5	9,494	30,8	0
Marquage 2013												
62B4A8A	394	j	Trigavou	1	9,292	276	j	Trigavou	36	9,393	14,8	0,101
Marquage 2014												
62B18E4	474	j	Motte Olivet	30	11,489	340	j	Motte Olivet	30	11,489	19,1	0
Marquage 2016												
95500003364450	419	j	Pleslin	26	12,64	283	j	Pleslin	26	12,64	27,2	0
Marquage 2017												
95500004245396	402	j	Trigavou	2	9,326	307	j	Trigavou	3	9,363	23,8	-0,037
95500004211530	319	j	Villou	89	8,75	207	j	Villou	90	8,775	28,0	-0,025
95500004245484	419	j	Aval Pont Avet	42	2,143	332	j	Aval Pont Avet	42	2,143	21,8	0
95500004214408	495	j	Motte Olivet	56	11,586	386	j	Motte Olivet	56	11,586	27,3	0
Marquage 2018												
95500004244773	410	j	Trigavou	2	9,326	300	j	Trigavou	2	9,326	36,7	0
95500004244592	340	j	Villou	91	8,8	247	j	Villou	91	8,8	31,0	0
95500004557460	252	j	Villou	87	8,7	201	j	Villou	91	8,8	17,0	-0,1
95500004557486	245	j	Aval Pont Avet	55	2,172	220	j	Aval Pont Avet	42	2,143	8,3	0,029
95500004244714	402	j	Aval Pont Avet	42	2,143	380	j	Aval Pont Avet	42	2,143	7,3	0
95500004244700	322	j	Aval Pont Avet	55	2,172	254	j	Aval Pont Avet	55	2,172	22,7	0
95500004557517	235	j	Aval Pont Avet	55	2,172	211	j	Aval Pont Avet	55	2,172	8,0	0
95500004557548	313	j	Aval Pont Avet	42	2,143	218	j	Aval Pont Avet	55	2,172	31,7	-0,029
95500004244588	370	j	Aval Pont es Omnès	18	4,476	308	j	Aval Pont es Omnès	18	4,476	20,7	0
Marquage 2019												
95500004244579	421	j	Trigavou	5	9,494	359	j	Trigavou	5	9,494	31,0	0
95500004557484	244	j	Villou	89	8,75	206	j	Villou	88	8,725	19,0	0,025
95500004557474	294	j	Pleslin	25	12,486	215	j	Pleslin	25	12,486	39,5	0
95500004244691	606	j	Aval Pont Avet	55	2,172	610	j	Aval Pont Avet	42	2,143	0,0	0,029
95500004711122	458	j	Aval Pont Avet	42	2,143	440	j	Aval Pont Avet	42	2,143	9,0	0
95500004244677	453	j	Aval Pont Avet	42	2,143	380	j	Aval Pont Avet	42	2,143	36,5	0
95500004557401	245	j	Aval Pont Avet	55	2,172	205	j	Aval Pont Avet	55	2,172	20,0	0
95500004710960	442	j	Aval Pont Avet	55	2,172	425	j	Aval Pont Avet	55	2,172	8,5	0
95500004711042	462	j	Aval Pont Avet	21	2,23	410	j	Aval Pont Avet	21	2,23	26,0	0
95500004711040	394	j	Aval Pont Avet	55	2,172	391	j	Aval Pont Avet	21	2,23	1,5	-0,058
95500004822086	302	j	Motte Olivet	30	11,489	214	j	Motte Olivet	29	11,399	44,0	0,09
95500004711055	316	j	Aval Pont es Omnès	17	4,507	310	j	Aval Pont es Omnès	18	4,476	3,0	0,031
95500004212190	304	j	Aval Pont es Omnès	18	4,476	271	j	Aval Pont es Omnès	17	4,507	16,5	-0,031
Marquage 2020												
95500004807500	359	j	Trigavou	36	9,393	305	j	Trigavou	36	9,393	54,0	0
95500004807531	502	j	Trigavou	5	9,494	466	j	Trigavou	4	9,447	36,0	0,047
95500004557594	228	j	Trigavou	4	9,447	222	j	Trigavou	4	9,447	6,0	0
95500004847306	292	j	Aval Pont Avet	42	2,143	271	j	Aval Pont Avet	42	2,143	21,0	0
95500004848517	420	j	Villou	88	8,725	396	j	Villou	88	8,725	24,0	0
95500004820224	241	j	Villou	91	8,8	207	j	Villou	90	8,775	34,0	0,025
95500004821587	301	j	Villou	91	8,8	242	j	Villou	91	8,8	59,0	0
95500004821144	257	j	Villou	90	8,775	212	j	Villou	91	8,8	45,0	-0,025
95500004736686	336	j	Pleslin	28	12,807	277	j	Pleslin	28	12,807	59,0	0
95500004822087	300	j	Aval Pont es Omnès	18	4,476	230	j	Aval Pont es Omnès	17	4,507	70,0	-0,031
95500004906476	361	j	Aval Pont es Omnès	18	4,476	325	j	Aval Pont es Omnès	17	4,507	36,0	-0,031

Un chiffre négatif sur le déplacement constitue un déplacement vers l'aval (par rapport à la distance à la mer)

- Marquage individuel (Suivi annuel) -

La croissance des individus recapturés marqués en 2021 a pu être estimée (Tableau 17 et Tableau 18). La croissance moyenne annuelle de 2013, 2014 et 2016 ne repose que sur un individu, elle est donc peu extrapolable. Pour les autres années de marquage, la croissance moyenne annuelle varie entre 14,3 mm pour les individus marqués en 2009 et 40,4 mm pour les individus marqués en 2020. Au niveau individuel, la croissance des anguilles peut toutefois être très différente ; ainsi aucune croissance n'a été observée pour une des anguilles alors qu'une croissance de 70 mm a été observée pour une autre anguille. Ces différences de croissance peuvent en partie s'expliquer par le marquage d'individus de classes d'âge différentes, les hétérogénéités de croissance individuelle et la productivité locale du secteur sur lequel l'anguille réside.

Tableau 18 : Synthèse des croissances moyennes annuelles des individus marqués et recapturés sur le Frémur en 2021. Les croissances négatives probablement liées à des erreurs de mesure ne sont pas considérées (FISH-PASS)

Année de marquage	N	Croissance moy. annuelle (mm)	Ecart-type
2009	2	14,3	6,0
2012	2	30,1	1,0
2013	1	14,8	
2014	1	19,1	
2016	1	27,2	
2017	4	25,2	2,9
2018	9	20,4	11,1
2019	13	19,6	14,9
2020	11	40,4	19,2
Moyenne		23,4	

Sur l'ensemble des anguilles recapturées en 2021, la croissance moyenne annuelle est de 23,4 mm. Cette valeur est relativement proche de celle des campagnes précédentes. Depuis 2009, la croissance moyenne calculée à chaque campagne apparaît donc relativement stable, en moyenne de 20,9 mm/an (Tableau 19).

Tableau 19 : Synthèse des croissances moyennes des individus recapturés à chaque campagne (FISH PASS)

Campagne	Croissance moyenne (mm)
2009	19,8
2010	11,6
2011	23
2012	25,7
2013	21,8
2014	20,5
2015	20,2
2016	21,6
2017	19
2018	23,8
2019	19,5
2020	21,7
2021	23,4

Dévalaison (Suivi annuel)

Les années de dévalaison sont définies avec des limites allant du 1^{er} Septembre de l'année X au 31 Août de l'année X+1 (par exemple, l'année 1996 décrit la dévalaison ayant eu lieu entre le 1^{er} Septembre 1996 et le 31 Août 1997).

Depuis fin Mars 2012, une usine de production d'eau potable a été mise en fonctionnement au niveau du barrage de Bois Joli. Afin de tester l'impact potentiel du pompage sur les anguilles, un système de capture a été mis en place fin Mars 2012 au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe (voir chapitre 12.1).

1.22 Déroulement de la dévalaison

Pour la dévalaison 2020-2021, une nouvelle grille a été installée en Novembre 2020 rendant le piégeage opérationnel à partir de cette date (Figure 56).

Les débits relativement faibles entre le printemps et l'automne ont conduit à une absence de surverse du 3 Avril au 12 Décembre 2020. Au début du mois de Décembre, la cote était d'environ 25,5 m NGF, soit un delta d'environ 2,7 m avant la surverse. Toutefois, le premier coup d'eau, une crue d'ordre biennal (QJM de 3,48 m³/s), autour du 11 Décembre a permis une remontée de la ligne d'eau très rapide avec une surverse à suivre. Un très gros pic de dévalaison a ainsi été constaté dès la surverse de Bois Joli. Ainsi, entre le 14 et 17 Décembre, ce sont 545 anguilles qui ont été piégées avec un pic de 204 individus le 15 Décembre. Ensuite, une crue d'ordre vicennal (QJM de 6,28 m³/s) s'est déroulée entre le 28 et le 30 Décembre mais qui a engendré peu de capture en dévalaison avec seulement 5 individus. Durant cette crue, un échappement au piège a toutefois pu être possible compte tenu d'une surverse par-dessus la digue de Pont es Omnes. Entre Janvier et Mars, le nombre d'individus en dévalaison a été très faible. Par contre, à l'occasion des coups d'eau observés en Avril et Juillet, de nombreuses anguilles jaunes se sont déplacées vers l'aval. Ainsi, un pic de plus de 80 individus a été constaté début Juillet. Des mouvements d'anguilles jaunes de cette importance n'avait jamais été observé sur le Frémur. Il s'explique d'une part par l'hydrologie estivale favorable et d'autre part par le transfert des anguilles jaunes de la retenue de Pont Avet suite à la vidange de 2020 pour la réalisation des travaux.



Figure 56 : Nouvelle grille de dévalaison installée en Novembre 2020 (Fish-Pass)

- Dévalaison (Suivi annuel) -

Pour la dévalaison 2021-2022, les anguilles dévalantes ont été peu nombreuses entre septembre et Décembre. Le barrage de Bois Joli a commencé à surverser à partir du 15 Décembre mais le premier pic (63 individus) n'a été observé que le 31 décembre en simultanéité avec une petite crue. Le pic le plus important a été observé le 5 janvier avec 188 individus. Ensuite, deux autres pics de moindre importance (35 et 44 anguilles) ont eu lieu les 7 et 10 janvier. Après la mi-Janvier, le nombre d'individus en dévalaison a été très pratiquement nul. Ainsi, la dévalaison 2021-2022 a débuté 15 jours après le début de la surverse du barrage et s'est principalement concentré sur 11 jours (31 décembre-10 Janvier). Ainsi, la condition de surverse n'est pas suffisante pour la dévalaison des anguilles, il faut une concomitance avec un phénomène hydrologique.

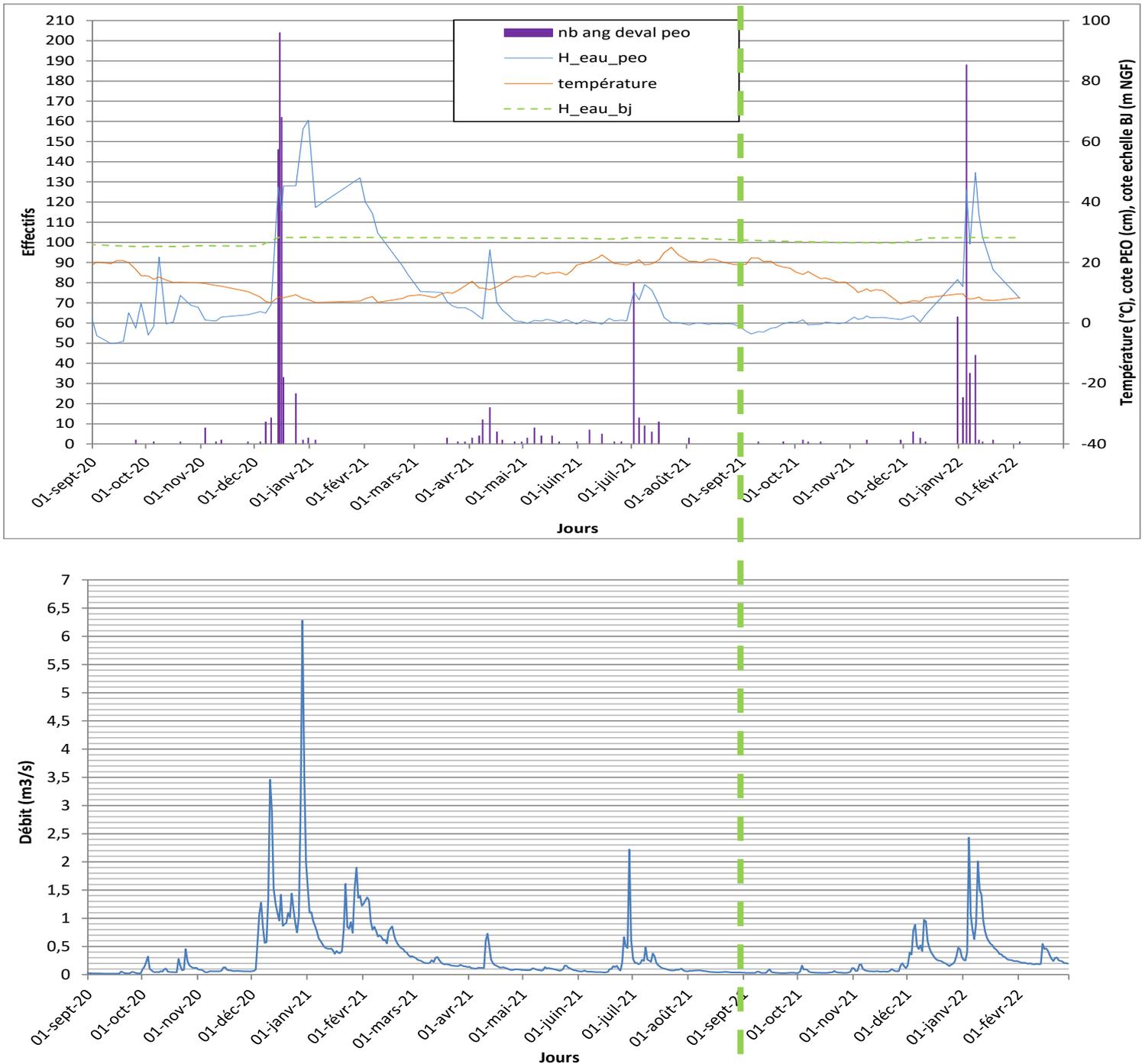


Figure 57 : Haut : Évolution des effectifs (corrégés) d'anguilles tout stade sur le piège de Pont es Omnes pour les dévalaisons 2020/2021 et 2021/2022 avec les paramètres au niveau du piège. Bas : évolution des débits journaliers sur la station de Trigavou pour 2020-2022 (données DREAL, Réalisation FISH-PASS)

1.23 Effectifs et biomasses

Les dévalaisons suivent les pêches électriques de la même année. Elles commencent avec les premières augmentations de débit liées aux pluies d'automne. Sur le Frémur, en raison de l'effet tampon créé par la retenue du Bois Joli, qui retient les anguilles dévalantes en provenance de l'amont du bassin jusqu'à ce que le barrage surverse, la dévalaison est retardée parfois de plusieurs mois certaines années (début de la surverse entre novembre et Avril de l'année suivante) jusqu'à une année complète lorsque le barrage ne surverse pas du tout comme pour la dévalaison 2018-2019. Le nombre d'anguilles dévalantes par année et par stade est présenté en Figure 58 et Annexe 3. Ce nombre d'anguilles dévalantes est corrigé pour l'échappement lorsque des tests d'échappement sont réalisables (échappement possible lors de fortes crues). Les anguilles dévalantes sont majoritairement des anguilles argentées (Figure 58). Le nombre d'anguilles jaunes dévalantes est très variable selon les années. Pour quelques anguilles capturées mortes à Pont es Omnès en dévalaison, le stade n'a pas pu être déterminé avec certitude d'où leur dénomination indéterminée dans la figure, mais ce sont probablement des anguilles argentées.

Les données de dévalaison 2021/2022 sont arrêtées pour ce rapport au 28/02/2022. Cette dévalaison est donc encore incomplète. Ainsi, l'ensemble des données de dévalaison pour l'année 2021/2022 sera présenté et interprété dans le prochain rapport.

Pour la dévalaison 2020-2021, la nouvelle grille du piège de dévalaison installée en novembre 2020 a permis un piégeage tout au long de la campagne. Au total, 808 anguilles ont été capturées en dévalaison tout stades confondus. Cela correspond à la 5^{ème} meilleure dévalaison depuis le début du suivi. Toutefois pour la saison 2020-2021, ce total est très fortement influencé par la dévalaison d'anguilles jaunes avec 401 individus. Ce nombre d'anguilles jaunes en dévalaison est le plus important depuis le début du suivi. Il s'explique notamment par le transfert des anguilles de la retenue de Pont Avet avant la vidange de ce dernier vers la retenue de Pont es Omnès en juin 2020 et Octobre 2020. Une partie des anguilles déplacées ont ainsi regagné la retenue de Pont Avet sous l'influence de coups d'eau estivaux et hivernaux. Les anguilles dévalantes arborant des changements physiologiques pour leur migration transocéanique (anguille argentée et jaune-argentée), représentent 407 individus, respectivement 362 anguilles argentées et 45 anguilles jaunes-argentées. En s'intéressant uniquement à cette fraction de la population, la dévalaison 2020-2021 constitue la 14^{-ème} dévalaison en termes d'effectifs. En termes de biomasse totale, c'est 207 kg d'anguilles dévalantes qui ont été capturées dont 68,5 kg d'anguilles jaunes

La dévalaison 2021-2022 n'est pas encore terminée à la rédaction de ce rapport. Au 28/02, 386 anguilles ont été capturées en dévalaison, respectivement 313 anguilles argentées, 55 anguilles jaunes argentées et 18 anguilles jaunes. Cela correspond à la 17^{ème} dévalaison en termes d'effectifs depuis le début du suivi. Les anguilles argentées et jaunes argentées représentent 95% des anguilles dévalantes, un résultat nettement différent de celui de la campagne précédente. La biomasse totale des individus dévalants est de 123 kg.

- Dévalaison (Suivi annuel) -

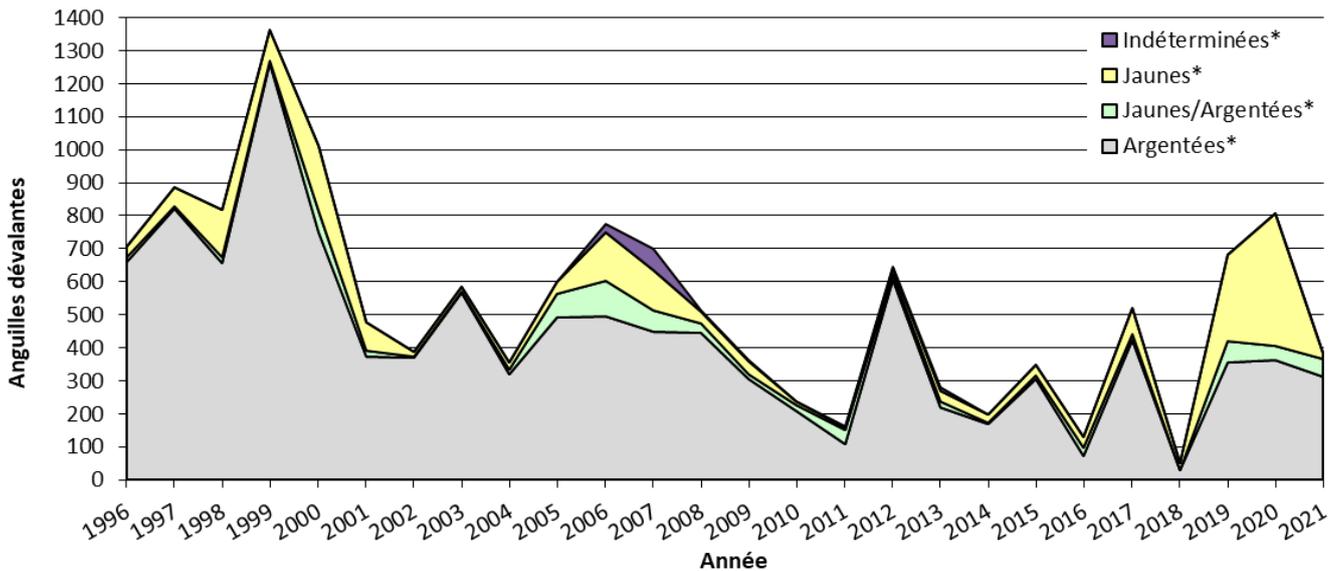


Figure 58: Stade et effectif cumulé par années des anguilles capturées au piège de Pont es Omnes de 1996 à 2021, *effectifs corrigés (FISH-PASS)

Depuis le début du suivi en dévalaison, un certain nombre d'individus ont été retrouvés morts en dévalaison. Cette mortalité peut être en partie due à plusieurs facteurs :

- Passage des anguilles par les vannes de fond du Barrage de Bois Joli
- Passage des anguilles par la vanne de débit réservé
- Passage des anguilles par le réseau de pompage et le réseau du système de rejet des effluents de lavage du premier filtre
- Passage par surverse et chute d'environ 12 m de hauteur
- Passage à forte vitesse dans le piège de dévalaison lors des crues
- Mauvaise qualité de l'eau

Pour la dévalaison 2020-2021, la mortalité totale observée est de 11% soit 89 individus. Ce chiffre est assez important. Plusieurs explications factuelles peuvent expliquer ce résultat. Tout d'abord, une forte utilisation des conduites du barrage de Bois Joli pour la dévalaison. Ainsi entre novembre et décembre, 87 individus ont été capturés dans le piège du filtre de Bois Joli avec 19 poissons recapturés à Pont es Omnes dont 3 mortalités constatées. Compte tenu de ce nombre important dans la conduite de pompage, il est probable que de nombreux individus soient également passés par le débit réservé, d'autant plus que l'exploitant du barrage nous a confirmé que la conduite du débit réservé était bouchée par des anguilles et qu'il était nécessaire de faire des chasses pour la déboucher. Ensuite, la surverse du barrage a été concomitante avec la première crue, le niveau d'eau de la retenue de Pont es Omnes était donc bas sur le premier jour de dévalaison avec donc une faible lame d'eau à la réception sur le radier béton du barrage, pouvant ainsi blesser les anguilles à leur réception. Enfin, le changement de grille du piège avec notamment l'ajout de tôle anti dérapant pour la sécurité du personnel a diminué le pouvoir de filtration de la grille, les anguilles arrivent donc avec plus de vitesses dans le dispositif de piégeage pouvant potentiellement engendrer des blessures. Pour ce dernier point, des modifications ont été effectuées.

Pour la dévalaison 2021-2022, la mortalité a concerné seulement 1 individu, soit un ratio de 0,25%. Ce ratio est nettement plus faible que la campagne précédente. Plusieurs paramètres peuvent expliquer cette

- Dévalaison (Suivi annuel) -

différence, notamment une surverse du barrage près de 15 jours avant le premier pic de dévalaison, permettant d'avoir un niveau plus haut sur la retenue de Pont es Omnès, l'installation d'une toile de protection au niveau de la première passe du déversoir de Bois-Joli, réduisant ainsi les chocs et les frottements sur le béton pour les anguilles utilisant cette voie, et enfin une hydrologie plus faible avec des crues de moindre importance.

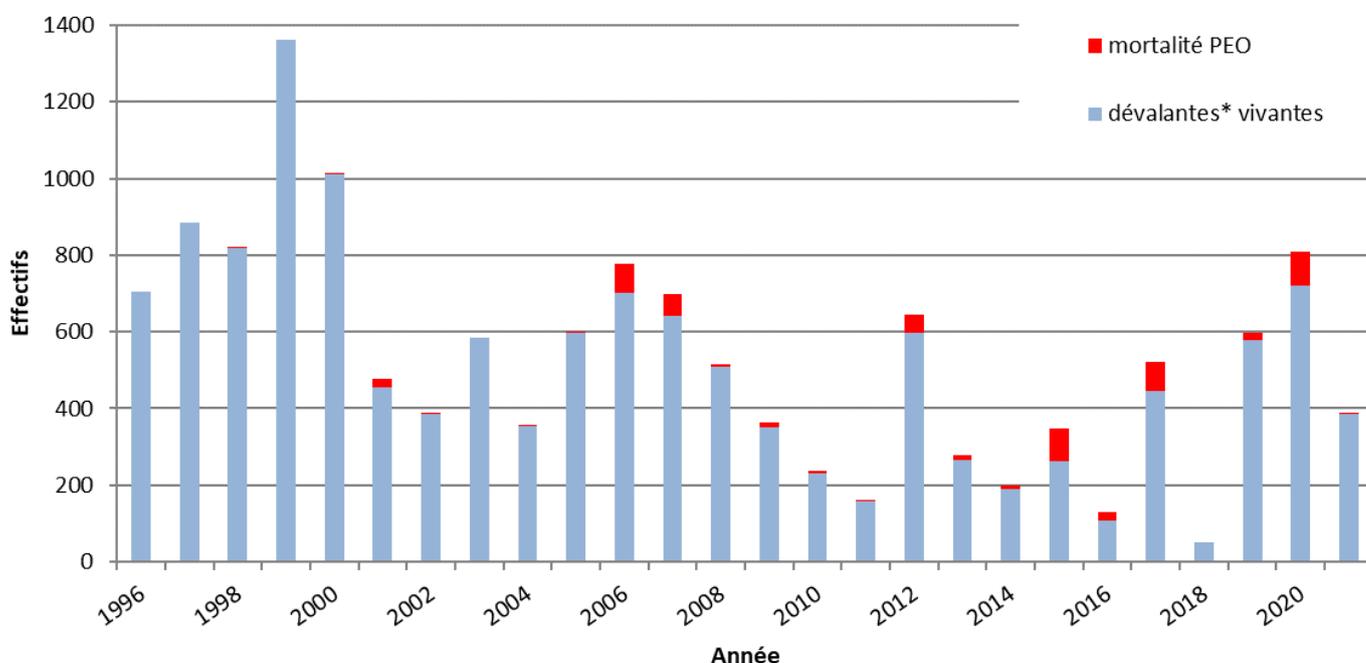


Figure 59 : Nombre d'anguilles dévalantes vivantes et mortes par année, capturées au piège de Pont es Omnès de 1996 à 2021 (FISH PASS)
Caractéristiques des dévalantes

1.24 Structure en classes de taille

Pour l'ensemble des dévalaisons, la structure en classes de taille des dévalantes suit une répartition bimodale : un premier mode est centré autour de 370 mm et un deuxième mode centré autour de 600 mm. Au stade argenté, le premier mode est composé essentiellement de mâles (90%) et le deuxième exclusivement de femelles (Laffaille et al., 2006).

Depuis 1996, la structure en taille des individus dévalant a considérablement évolué. Le premier mode correspondant aux mâles a nettement diminué alors que le second mode correspondant aux femelles s'est relativement maintenu. Ce changement peut être dû à l'installation des passes (la dévalaison de 2001 pouvant correspondre aux premières montées des anguilles en 1996 par les dispositifs de franchissement) qui ont pu permettre une meilleure colonisation du bassin versant amont par les anguilles favorisant ainsi un sex-ratio en faveur des femelles, la diminution de la production d'individus de petite taille en aval et l'augmentation de la production d'individus de grande taille en amont. Ce phénomène a pu être accentué par la diminution de densité en anguilles sur le bassin versant qui a tendance à favoriser la production de femelles.

Pour la dévalaison 2020/2021, les modes sont peu marqués ce qui s'explique par la dévalaison très importantes d'anguilles jaunes de tailles intermédiaires entre les deux modes. (Figure 60)

- Dévalaison (Suivi annuel) -

Pour la dévalaison 2021/2022, les deux modes de part et d'autre de la limite de 450 mm sont bien visibles. Le premier mode centré autour de 400 mm correspond au mâle. Le deuxième mode centré autour de 600 mm correspond aux femelles. Il est plus important et plus étalé que celui correspondant aux mâles.

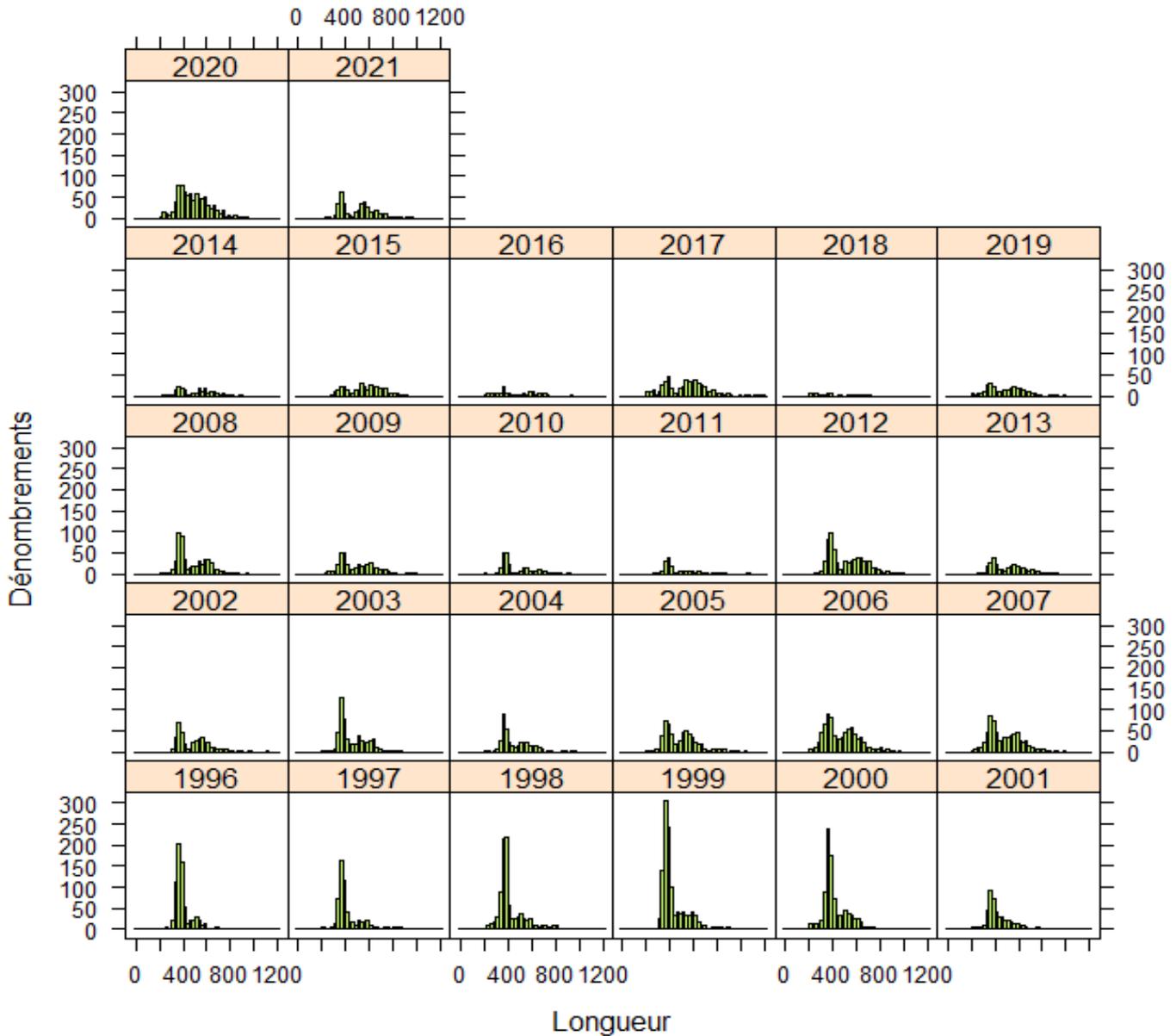


Figure 60 : Distribution des tailles des anguilles dévalantes piégées à Pont Es Omnes de 1996 à 2021 (FISH PASS)

1.25 Stade de maturité

Sur l'ensemble du suivi, la majorité des anguilles échantillonnées en dévalaison sont argentées ou en cours d'argenture (Figure 61). La majeure partie des anguilles en dévalaison entame donc sa migration vers les Sargasses pour leur reproduction. Cependant, suivant les années, 2,4 à 49,6 % des anguilles capturées en dévalaison sont non mures (jaunes) mais réalisent tout de même un déplacement vers l'aval.

Pour la dévalaison 2020-2021, seulement 44,8 % des anguilles étaient au stade argenté pour 49,6% au stade jaune. Le ratio d'anguilles argentées est ainsi le plus faible depuis le début du suivi. Les anguilles jaunes-argentées représentent ainsi 5,6% des dévalantes.

Pour la saison 2021-2022, 81 % des anguilles dévalantes sont au stade argenté et 14,3 % au stade jaune-argenté. La fraction d'anguille jaune est très faible pour cette campagne avec seulement 4,7 %.

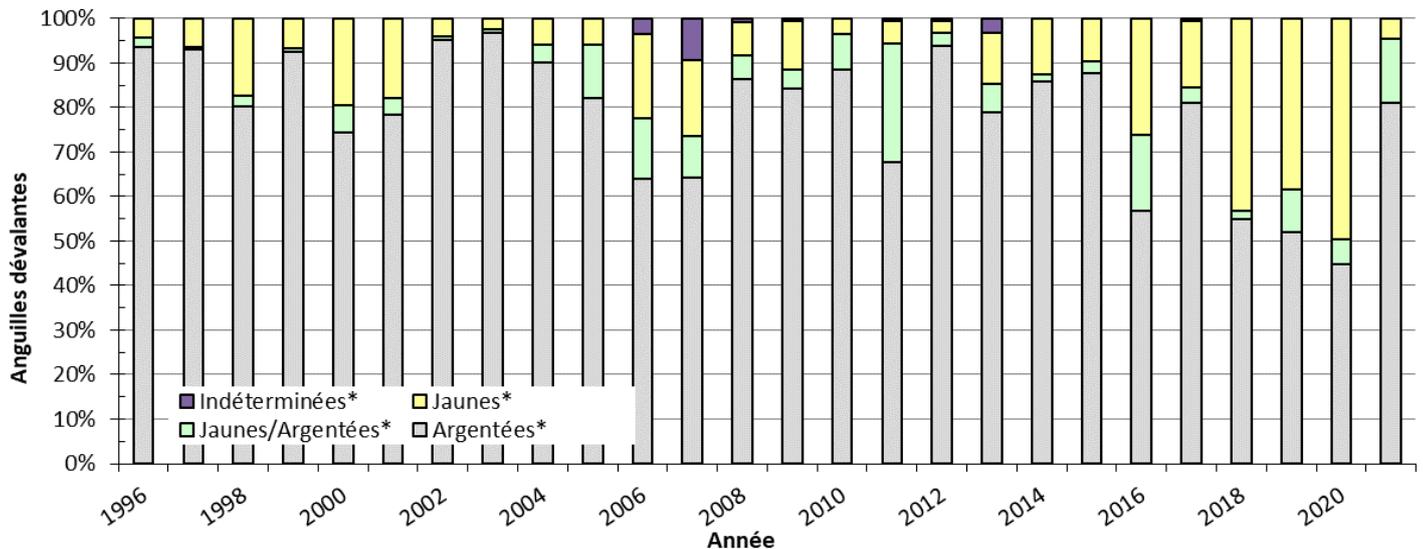


Figure 61 : Proportions relatives des anguilles par stade de maturité dans les dévalaisons annuelles du Frémur de 1996 à 2021 (taille>250 mm) (FISH-PASS)

1.26 Classification du degré d'argenture

Durif et al. (2009) ont établi une classification des anguilles plus précise que les critères visuels à partir de la taille, des diamètres oculaires et de la longueur des nageoires pectorales (Tableau 21). Toutes ces mesures ayant été effectuées sur une grande partie des anguilles en dévalaison (361 pour la dévalaison 2020-2021 et 313 pour la dévalaison 2021-2022), les proportions de chaque stade ont été calculées.

Tableau 21 : Classification du degré d'argenture selon Durif et al. (2009)

Classification	Caractéristique
ind	mâle ou femelle indifférencié résident
FII	femelle résidente
FIII	femelle pré-migrante
FIV	femelle migrante
FV	femelle migrante
MII	mâle migrant

Pour la dévalaison 2020-2021, la classification repose sur 361 individus. En effet, la majorité des anguilles jaunes en dévalaison pendant l'été n'a pas fait l'objet de mesures de diamètre oculaire ou de

- Dévalaison (Suivi annuel) -

longueur de la nageoire pectorale. D'après la classification, 3% des anguilles dévalantes sont indifférenciés, 25% sont des mâles et 72 % des femelles. Les anguilles migrantes (FV, FIV, MII) représentent 80 % des anguilles dévalantes et 12 % des individus sont des femelles pré-migrantes (FIII).

Pour la dévalaison 2021-2022, 3% des anguilles dévalantes sont indifférenciées, 37% sont des mâles et 60 % sont des femelles. Au total, 89 % des anguilles sont considérés comme migrantes (FV, FIV, MII) et 7 % comme femelles pré-migrantes (FIII).

Ainsi, les proportions des différentes catégories d'anguilles sont assez proches entre les deux campagnes, l'écart le plus important étant observé pour les mâles migrants. La campagne 2020-2021 est difficilement comparable aux observations visuelles étant donné le nombre important d'anguilles jaunes qui n'ont pas fait l'objet de mesures de diamètres oculaires et de longueurs de nageoires pectorales. Pour la campagne 2021-2022, pratiquement le même nombre d'anguilles ont fait l'objet des deux analyses. Ainsi, les résultats sont très proches avec pour l'observation visuelle 95,3 % des anguilles qui sont migrantes (argentées ou jaune-argentées) pour 96 % (FV, FIV, FIII, MII) avec la méthodologie de Durif et al. (2009).

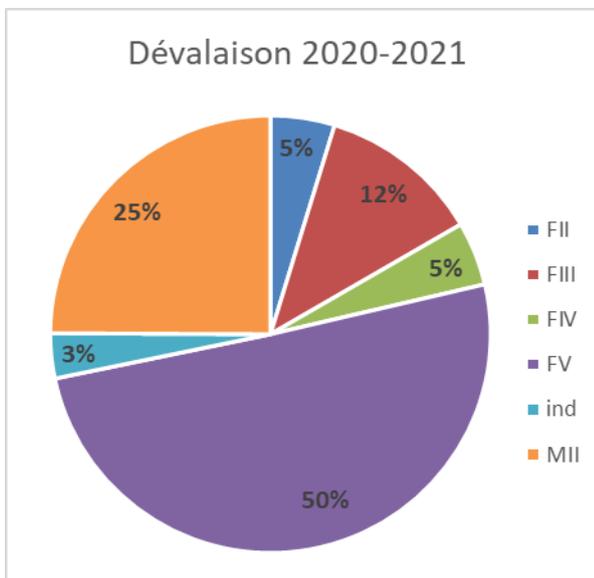


Figure 62 : Stade d'argenture selon la classification de Durif et al. (2009) pour la dévalaison 2020-2021 (N=361)

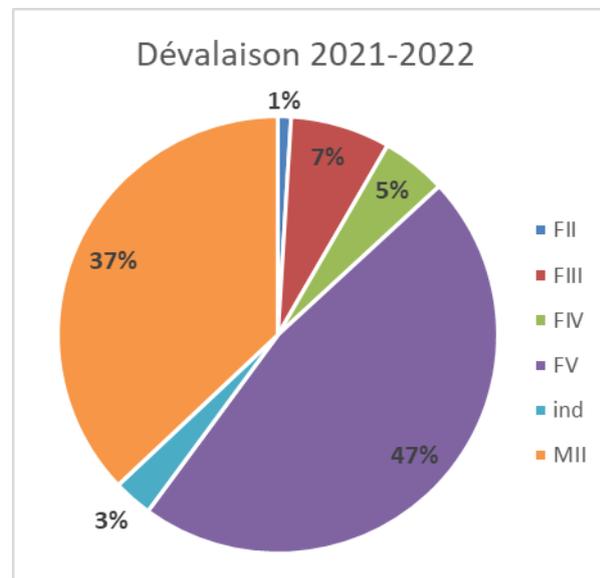


Figure 63 : Stade d'argenture selon la classification de Durif et al. (2009) pour la dévalaison 2021-2022 (N=313).

1.27 Sex-ratio

Le sex-ratio a été étudié pour les anguilles dévalantes de stade argenté et jaune/argenté. **Les données de l'année 2018 sont à relativiser par le fait qu'aucune véritable dévalaison n'ait eu lieu compte tenu de l'absence de surverse à Bois Joli sur 2018-2019.** La Figure 64 montre une proportion d'anguilles dévalantes < 450 mm en baisse de 1996 à 2002. En 1996, la proportion de mâles était très importante (81%), elle a diminué de plus de 30% en 6 ans pour atteindre 46% en 2002. Entre 2002 et 2012, la proportion de mâles a été relativement stable avec une fluctuation entre 42 et 60%. Depuis 2012, une nette augmentation de la proportion de femelles est observée. **Le sex-ratio s'est ainsi inversé en 25 ans.** Ceci pourrait s'expliquer notamment par la baisse des recrutements et densités dans le bassin versant et donc une production proportionnellement plus importante de femelles. En termes d'effectifs, le nombre de mâles apparaît en très nette diminution sur la période de suivi.

- Dévalaison (Suivi annuel) -

Pour la dévalaison 2020/2021, 71,25 % des anguilles en dévalaison sont des femelles (290) et 28,75 % des mâles (117).

Pour la dévalaison 2021/2022, les résultats de sex-ratio sont assez proches. En effet, 61,7 % des anguilles en dévalaison sont des femelles (227) et 38,3 % des mâles (141).

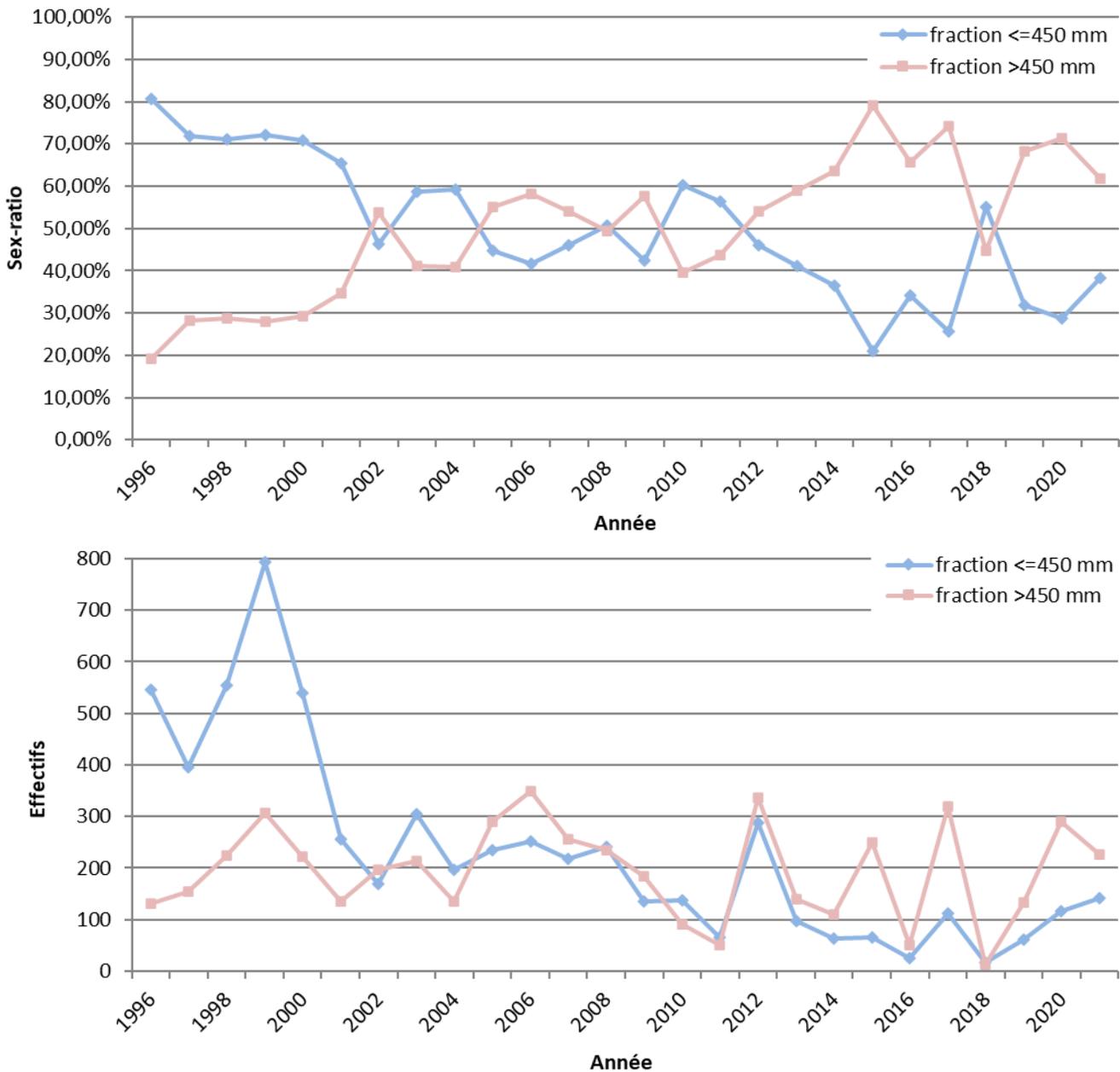


Figure 64 : Haut : Sex-ratio anguilles dévalantantes de stade J/AG et AG DE 1996 à 2020. Bas : effectifs des anguilles dévalantantes de part et d'autre de la taille de 450 mm de stade J/AG et AG De 1996 à 2021 (FISH PASS)

1.28 Taille et Poids

Depuis le début du suivi, la taille moyenne et le poids moyen des femelles au stade jaune/argenté et argenté présentent une nette tendance à l'augmentation. La moyenne interannuelle sur les 12 premières années de suivi (1996 à 2007) était de 582 mm et la moyenne interannuelle des 13 dernières années de suivi

- Dévalaison (Suivi annuel) -

(de 2008 à 2021) est de 620 mm, soit une différence de près de 40 mm. Si l'on regarde les extrêmes, la taille moyenne annuelle passe de 550 mm en 1996 (la première année de suivi) à 644 mm en 2017 (une des dernières années de suivi), soit une augmentation de plus de 17 % (94 mm) (Figure 65). Pour le poids moyen, celui-ci a également beaucoup augmenté passant en moyenne de 312 g en 1996 à un maximum de 531 g pour la dévalaison 2017-2018, soit une augmentation de plus de 70 %. Pour les mâles, la taille moyenne (entre 357 et 386 mm) et le poids moyen (entre 79 et 103 g) sont par contre restés relativement stables au cours du temps.

Pour la dévalaison 2020/2021, la taille moyenne des mâles est de 377 mm pour un poids moyen de 95 g. La taille moyenne des femelles est de 606 mm tout comme le poids moyen avec 442 g.

Pour la dévalaison 2021/2022, les anguilles femelles avaient une taille moyenne de 611 mm pour un poids moyen de 467 g. Pour les mâles, la taille moyenne est de 369 mm pour un poids de 91 g. Mâles et femelles présentent ainsi des proportions relativement proches entre les deux dernières campagnes.

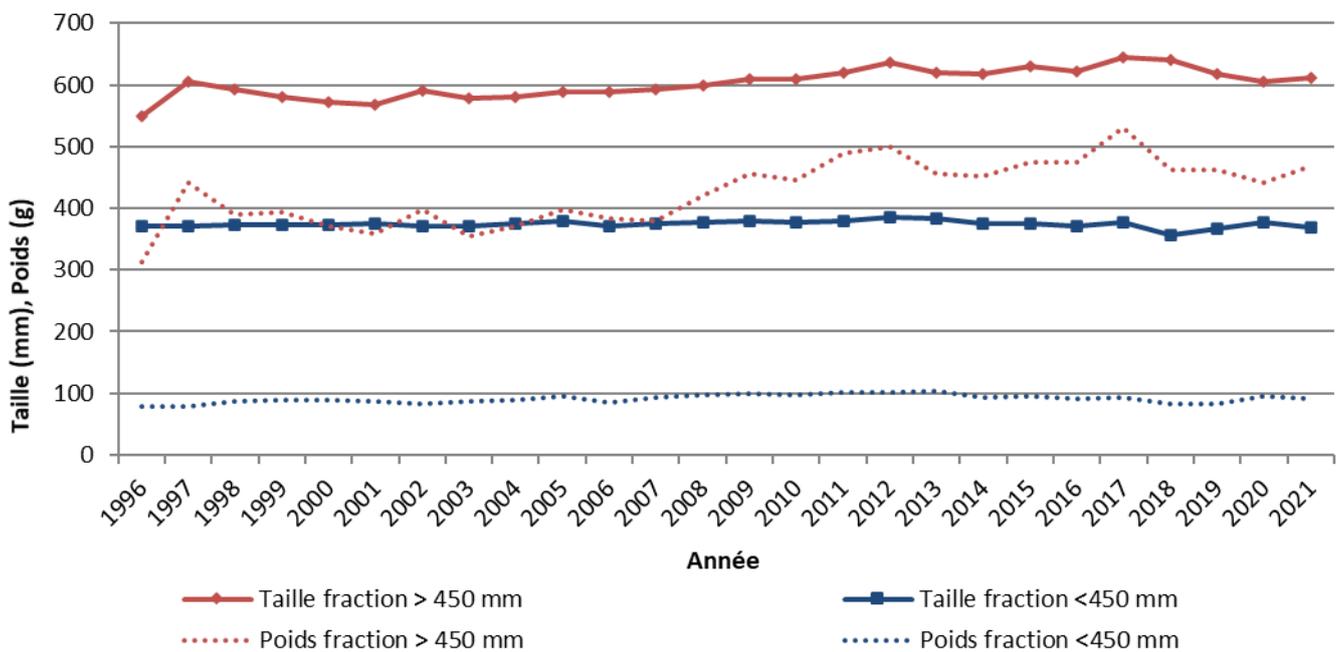


Figure 65 : Taille et poids des anguilles en dévalaison au stade J/AG et AG de 1996 à 2021 (FISH PASS)

1.29 Coefficient de condition

Pour la campagne 2020/2021, le coefficient de condition présentait une valeur moyenne de 1,1 (Figure 66). Celui de la campagne 2021/2022, est légèrement plus élevé avec une valeur de 1,84. Cela peut s'expliquer par le poids moyen un peu plus important des anguilles femelles par rapport à la campagne précédentes

Sur l'ensemble du suivi, il apparait une tendance à l'augmentation du coefficient de condition médian. Cette observation rejoint celles déjà effectuées sur l'augmentation de la taille moyenne et du poids moyen du fait de la modification de sex-ratio (proportion de plus en plus importante de femelles) et d'une probable diminution de la compétition intraspécifique (baisse des densités sur le bassin versant).

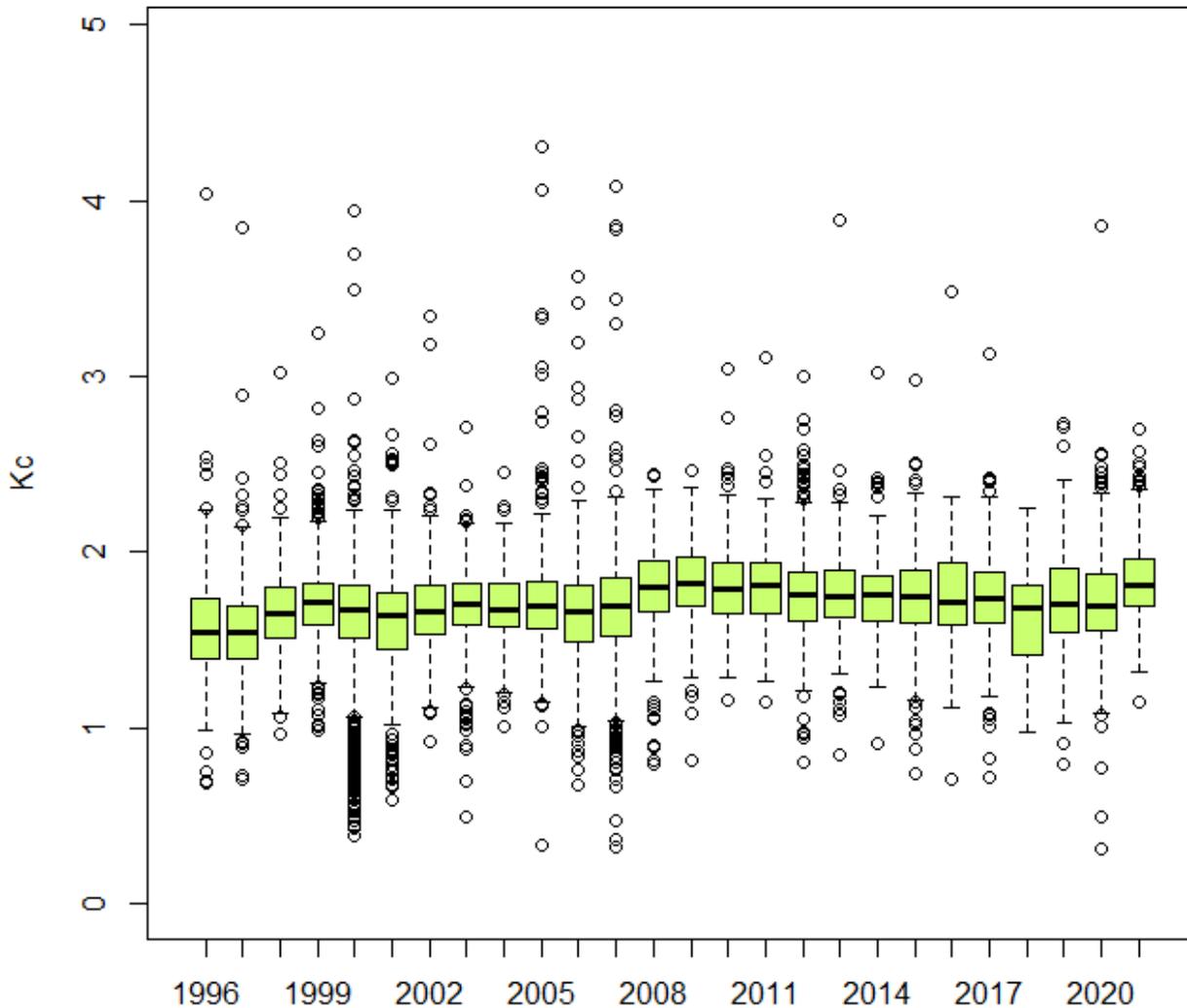


Figure 66 : Box plot des coefficients de condition des anguilles dévalantes sur le Frémur de 1996 à 2021 (FISH-PASS)

1.30 État sanitaire

L'état sanitaire des anguilles en dévalaison est présenté ci-dessous (Figure 67). Pour une partie des anguilles, l'état sanitaire n'est pas connu, les intervenants de CŒUR disposant d'un protocole allégé.

Pour la dévalaison 2020-2021, seulement 7% des anguilles sont saines. Des pathologies externes ont été observées chez 55% des individus. Un peu moins de la moitié des anguilles ne présente qu'une pathologie. La proportion d'individus constatés morts est de 11% soit 89 individus.

Pour la dévalaison 2021-2022, la proportion d'anguilles saine est nettement plus importante pour atteindre 28%. A l'inverse, le nombre d'anguille mortes est très faible avec un seul individu. Près de 58% des individus présentent une ou plusieurs pathologies externes. Toutefois, la majorité ont une seule pathologie.

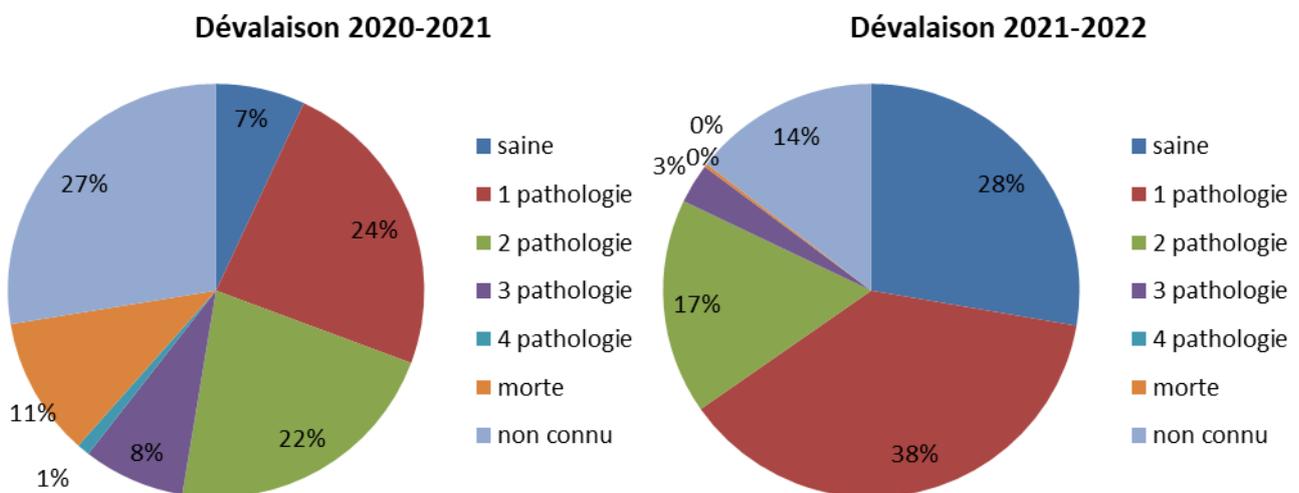


Figure 67 : État sanitaire des anguilles en dévalaison. A gauche, dévalaison 2020-2021. A droite, dévalaison 2021-2022. (FISH PASS)

Pour la dévalaison 2020-2021, les érosions cutanées apparaissent comme la pathologie majoritaire avec une occurrence de 52%. Les hémorragies représentent ensuite 13 % des pathologies observées et les masses et grosseurs 11%.

Pour la dévalaison 2021-2022, la principale pathologie relevée est l'érosion cutanée avec une occurrence de 46 %. Les masse et grosseurs sont la seconde pathologie représentant 16 % des pathologies. Les altérations de la couleur sont également bien représentées avec une proportion de 12%.

Les différentes pathologies externes peuvent être expliquées d'une part par des pressions sur le bassin versant comme la qualité de l'eau ou la prédation et d'autre part par les obstacles rencontrés par les anguilles lors de leur dévalaison comme la chute du barrage de Bois Joli (12 m), par le passage par la conduite de débit réservé, par la vanne de fond ou par le filtre du barrage de Bois Joli, ou par les fortes vitesses et débits au niveau de Pont es Omnès. Toutes ces voies de passage peuvent blesser les anguilles d'autant plus s'il y a des vannages, réductions de section ou coudes.

- Dévalaison (Suivi annuel) -



Figure 68 : A gauche, anguille argentée présentant une érosion cutanée au niveau de la tête. A droite, une anguille présentant une absence d'organe, un morceau de la nageoire caudale étant absent (FISH PASS)

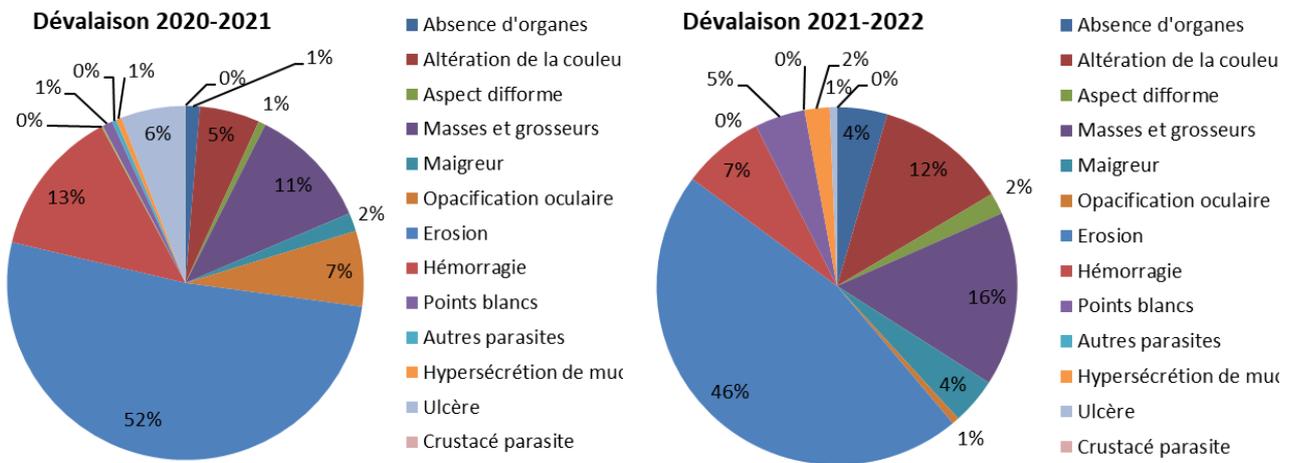


Figure 69 : Pathologie externe des anguilles en dévalaison. A gauche, dévalaison 2020-2021. A droite, dévalaison 2021-2022 (FISH PASS)

Evènements et problèmes rencontrés en 2021-2022

Au cours de l'année 2021, un certain nombre de problèmes ont été rencontrés au cours du suivi :

- Désamorçage des siphons de Pont Avet

A Pont Avet, le débit réservé est restitué via 2 siphons (300 et 100 mm de diamètre) suivant les débits. La passe-piège fonctionne également par un système de siphon avec un tuyau souple d'environ 40 mm de diamètre.

Le siphon de la passe piège s'est désamorcé à 7 reprises entre juillet et Novembre diminuant ainsi la fonctionnalité de la passe à anguilles. Cela s'explique par la baisse du niveau d'eau importante de la retenue de Pont Avet. Le niveau nettement plus bas diminuait la différence de charge hydraulique entre l'amont et l'aval et ainsi la fiabilité du siphon.

- Cadenas fracturé de la cage de Pont es Omnes

Comme souvent, le cadenas de la cage de Pont es Omnes s'est fait fracturer à une reprise et a donc été changé.

- Niveau d'eau à Pont es Omnes et fonctionnalité de la passe de montée

Tout au long de l'année 2021, le niveau d'eau du barrage de Pont Avet a été maintenu bas compte tenu de la mise en sécurisation du barrage. Ceci a notamment affecté la fonctionnalité de la passe à anguilles de Pont es Omnes, avec une absence d'eau en pied de passe une partie de l'année.

Également, du 31 Août au 24 Septembre, une absence de surverse et des très faibles débits ont été également constatés à Pont es Omnes ce qui a pu amplifier les problèmes de fonctionnalité de la passe de montée.

Enfin, sur le début d'année 2022, deux bastinges ont été rajoutés par un tiers remontant fortement le niveau de la retenue et rendant non fonctionnel la passe à anguilles. En effet, la passe à anguilles étant alimentée en eau gravitairement, son fonctionnement est établi pour une cote fixe du plan d'eau amont. Les bastinges n'ont pas pu être retirés en une seule fois compte tenu de la charge en eau importante.



Figure 70: Passe à anguilles de Pont es Omnes non fonctionnelle compte-tenu des niveaux d'eau (Fish-Pass)

- Evènements et problèmes rencontrés en 2021-2022 -

- Travaux sur le barrage de Bois-Joli

Sur le barrage de Bois Joli, un liner a été mise en place par Eau du Pays de Saint Malo afin de limiter les blessures par érosion des anguilles qui dévalent sur le parement du barrage.



Figure 71: Barrage de Bois Joli avec un bidim de protection (Fish-Pass)

Bilan des travaux de l'année 2021 et Discussion

L'année 2021, dans la continuité de 2020, aura été particulière en raison des travaux sur le barrage de Pont Avet et la réalisation d'une troisième année de suivi de la passe-piège temporaire à Pont Avet, et pour la dévalaison, le changement de la grille de filtration.

- **Recrutement**

Pour la saison 2021, sur le site de Bois Joli, quelques migrations ont été observées entre janvier et Mars, mais les premières migrations notables ont été observées début Avril. Les migrations ont ensuite été soutenues de début à fin juillet, avec les pics les plus importants de migrations début Juillet lors de coups d'eau. Au niveau de la passe piège de Pont Avet, les migrations ont été faibles jusqu'à mi-Mai et l'essentiel de la migration s'est déroulée en juin.

Le recrutement total observé en 2021 à l'amont de Bois Joli est de 44 245 individus dont 37 455 provenant de la passe de Pont Avet et 6 790 de la passe de Bois Joli. Sur les 25 années de suivi de la montaison à Bois Joli, la migration 2021 est la deuxième en termes d'effectifs.

En s'intéressant uniquement à la passe de Bois Joli, le recrutement de 2021 avec 6 790 individus est le douzième en termes d'effectifs. Celui de 2020 était le neuvième avec 8 463 individus. Ainsi, malgré une certaine discontinuité entre Pont Avet et Bois Joli des migrations proches de la moyenne (7197 individus) ont été enregistrés.

Les anguilles en migration présentaient une taille moyenne de 103 mm à Bois Joli, la plus faible depuis le début du suivi, et une taille moyenne de 76,9 mm à Pont Avet.

Pour la saison 2021, la taille moyenne des anguilles a été légèrement plus élevée en début et fin de saison, et plutôt stable le reste de l'année.

- **Stock**

La campagne automnale 2021 de pêches électriques pour le suivi du stock s'est déroulée du 27 Septembre au 1 Octobre. Le débit moyen du cours d'eau fin septembre, début Octobre au moment des pêches était nettement plus faible que la moyenne interannuelle. De plus, la baisse du niveau d'eau de la retenue de Pont Avet a fortement modifié l'habitat des stations situées en aval de Pont es Omnes, diminuant la largeur en eau et la profondeur et créant une alternance de faciès d'écoulement.

En 2021, l'anguille est la 4^{ème} espèce du peuplement avec 12,2 %. Les trois espèces qui dominent le peuplement en 2021 sont donc : la loche franche, première espèce en densité qui représente 41,7 % du peuplement, le perche, deuxième espèce qui représente 17 % du peuplement, suivi du gardon représentant 15,5 %. Ces trois espèces représentent 74,2 % du peuplement du Frémur en 2021.

La densité moyenne en anguilles sur le bassin versant du Frémur à l'amont de la retenue Bois Joli est de 0,163 ind/m² en 2021. Bien que cette densité reste éloignée de la moyenne interannuelle (0,273 ind./m²), c'est la valeur la plus élevée depuis l'année 2015. De plus, cette densité 2021 est deux fois plus importante que celle observée en 2020 (0,086 ind./m²). Cette augmentation peut directement être expliquée par le très bon recrutement 2020 mais aussi par l'importante hydrologie estivale qui a pu favoriser la colonisation du bassin versant par les anguilles.

Sur la période 1995-2021, une baisse pratiquement constante et continue des densités et biomasses d'anguilles est observée sur le Frémur (coefficient de corrélation de Kendall tau=-0.67, $p<0.01$). Toutefois, en 2021, un rebond notable est observé à la fois pour la densité et la biomasse en rapport avec les bons recrutements des deux dernières années. L'augmentation des densités est particulièrement visible sur les secteurs de Villou, Trigavou et Motte Olivet. En revanche, sur les secteurs les plus amonts du bassin versant (Ruffier, Trélat), les densités demeurent très faibles avec très peu de renouvellement.

Sur l'aval du bassin versant, les densités sont très fortes et s'expliquent par les bon recrutements 2020 et 2021 d'une part, mais aussi par le contexte des travaux sur le barrage de Pont Avet depuis 2019, qui ont modifié les habitats en créant des zones plus lotiques, diminué la fonctionnalité de la passe à anguilles et qui ont pu provoquer des accumulations notamment en aval de Pont es Omnès.

- **Marquage-recapture**

Depuis la première opération de marquage, en 1997, le taux de recapture brut lors des pêches électriques est en moyenne de 23 %.

Au cours de la campagne 2021, 235 anguilles ont été marquées lors des pêches d'automne tous secteurs confondus. Ce total est plus important que celui des deux dernières années. Concernant les recaptures, 44 anguilles marquées ont été recapturées. Ce nombre de recapture est le deuxième plus important depuis le début du suivi. Sur les 44 anguilles recapturées, toutes étaient au stade jaune. Le déplacement des anguilles a pu être étudié en comparant les localisations des stations de marquage et de recapture. Sur les 44 anguilles, toutes ont été recapturées dans le secteur où elles ont été marquées avec des déplacements entre 0 et 120 mètres. Parmi ces 44 anguilles, 25 ont été recapturées exactement sur la même station. Les anguilles marquées semblent donc relativement sédentaires (peu de déplacement entre le marquage et leur recapture) alors que plusieurs années peuvent les en séparer. Cette année, 12 ans séparent le marquage et la recapture de 2 anguilles (6CA4C9C et 6CA4534).

Sur l'ensemble des anguilles recapturées en 2021, la croissance moyenne annuelle est de 23,4 mm. Cette valeur est relativement proche de celle des campagnes précédentes. Depuis 2009, la croissance moyenne calculée à chaque campagne apparaît donc relativement stable, en moyenne de 20,9 mm/an (Tableau 19).

En dévalaison, 11 anguilles marquées ont été capturées au stade argenté dans le piège pour la saison 2020/2021. Pour la dévalaison 2021/2022, 18 anguilles marquées ont été capturées au stade argenté dans le piège de dévalaison. Ce nombre est parmi les plus importants sur les 20 dernières années alors que l'hydrologie du Frémur a été plutôt faible.

- **Dévalaison**

Pour la dévalaison 2020-2021, 808 anguilles ont été capturées en dévalaison tout stades confondus. Toutefois, ce nombre est très fortement influencé par la dévalaison de 401 anguilles jaunes s'expliquant notamment par le transfert des anguilles de la retenue de Pont Avet avant sa vidange. Les anguilles dévalantes arborant des changements physiologiques pour leur migration transocéanique (anguille argentée et jaune-argentée), représentent 407 individus. Cette fraction de la population constitue au final la 14^{-ème} dévalaison

- Bilan des travaux de l'année 2021 et Discussion -

en termes d'effectifs. En termes de biomasse totale, c'est 207 kg d'anguilles dévalantes qui ont été capturées dont 68,5 kg d'anguilles jaunes

La dévalaison 2021-2022 n'est pas encore terminée à la rédaction de ce rapport. Au 28/02, 386 anguilles ont été capturées en dévalaison, respectivement 313 anguilles argentées, 55 anguilles jaunes argentées et 18 anguilles jaunes. Cela correspond à la 17^{ème} dévalaison en termes d'effectifs depuis le début du suivi. La biomasse totale des individus dévalants est de 123 kg. La dévalaison s'est essentiellement déroulé en une dizaine de jours entre le 31 décembre et le 10 Janvier.

Le sex-ratio est nettement en faveur des femelles qui représentent 71,3% des effectifs de la dévalaison 2020-2021 La tendance est similaire pour la dévalaison 2020-2021 avec une proportion de femelles de 61,7% pour 38,3% de mâles. Sur la durée du suivi, le sex-ratio s'est complètement inversé sur le Frémur passant de 81% de mâles en 1996 à environ 70% de femelles actuellement.

Concernant l'état sanitaire des anguilles, la dévalaison 2020-2021 présentait des résultats inquiétants avec seulement 7% d'anguilles saines et une mortalité de 11 %. Pour la dévalaison 2021-2022, les résultats sont nettement plus encourageants avec 28% d'anguilles ne présentant pas de pathologies externes et une mortalité observée de 0,2 %. Les principales pathologies observées pour les anguilles en dévalaison sont des érosions cutanées, des hémorragies et des masses/grosseurs et des altérations de la couleur.

Perspectives

Le site du Frémur étant un site idéal pour étudier la population d'anguilles, plusieurs actions pourraient être envisagées afin d'actualiser certaines données ou d'en recueillir de nouvelles :

- Marquage Pit Tag anguillettes en montée
- Mise en place d'antenne RFID sur le bassin versant pour mieux connaître la dynamique de colonisation et les effets de la retenue de Bois Joli
- Echantillonnage en plan d'eau pour connaître la production de ces milieux qui représentent plus de 40% du linéaire principal de ce cours d'eau
- Etude de la relation habitat/poisson sur l'ensemble de la partie lotique du bassin versant. Il pourrait être intéressant de mettre à jours les travaux issus de la thèse de Clarisse Boulenger avec les 10 années supplémentaires de données.

Le syndicat Eau du pays de Saint Malo, maitre d'œuvre du barrage de Pont Avet, à engager en 2021 des travaux pour restaurer la continuité écologique, tant en montaison (aménagement d'une passe anguille) qu'en dévalaison (aménagement d'une goulotte). Également, un système de dévalaison va être mis en place à Bois Joli. Il s'agit d'un système de grille Eicher qui sera mis en place de la conduite de pompage. Ce système permettra de séparer les anguilles du flux se dirigeant vers la station de pompage et de les guider vers l'aval grâce à une conduite spécifique. Ce système permettra une dévalaison des anguilles quel que soit le niveau du barrage. Il évitera également anguilles d'emprunter le filtre de la station de pompage ou la vanne actuelle du débit réservé qui engendrent des mortalités.

Enfin, il apparait urgent que des dispositifs de franchissement soient mis en place au niveau des seuils du moulin de la Marche et de Motte Olivet, d'autant plus que les recrutements ont été très importants en 2020 et 2021, et que l'amont du bassin versant présente une population vieillissante et sur le déclin.

Autres études en cours sur le Frémur

1.31 Étude de la dévalaison par système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe

Depuis fin mars 2012, une usine de production d'eau potable a été mise en fonctionnement au niveau du barrage de Bois Joli. Un système de pompage avec filtre a été mis en place au niveau du barrage de Bois Joli (Figure 72). Dans le cadre de ses travaux de recherche et développement, Fish- Pass, en accord avec le SMPEPCE, a mis en place un système de capture au niveau du système de rejet des effluents de lavage afin de tester l'impact potentiel du pompage (Figure 72). Plusieurs voies de passages sont possibles en fonction des conditions hydrologiques ou la gestion du barrage : la surverse (lorsque la retenue est pleine), la vanne de fonds (ponctuellement si elle est manœuvrée), le débit réservé et la conduite de pompage qui disposent de la même entrée dans la tour de prise d'eau.

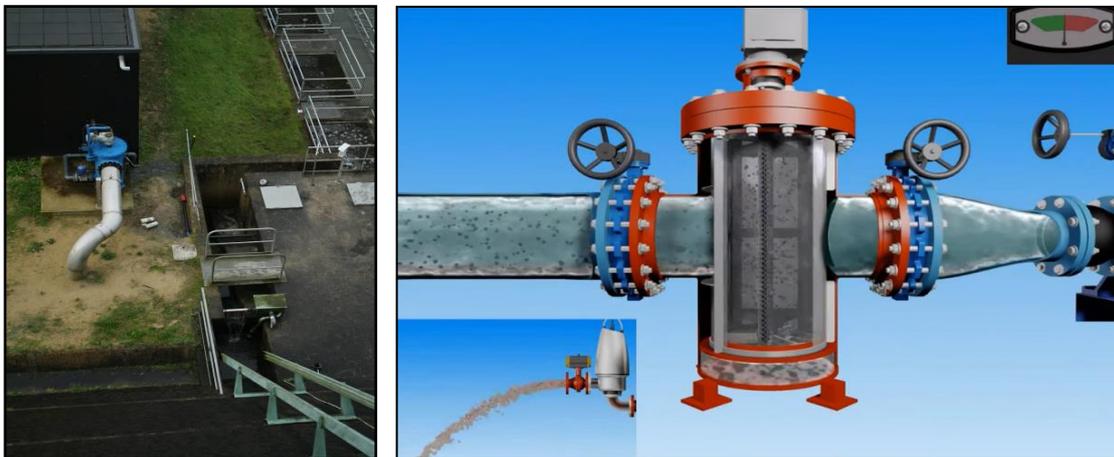


Figure 72 : A gauche, Filtre du système de pompage a Bois Joli (Fish Pass). A Droite, principe de fonctionnement du Filtre. (Timex)



Figure 73 : A gauche, Anguille échantillonnée en 2021 après son passage dans le filtre. A droite, une anguille marquée au dermojet (Fish Pass)

1.31.1 Diversité

Depuis le début du suivi sur le filtre, 10 espèces différentes ont été identifiées, 9 de poissons et 1 d'écrevisse, pour un total de 4942 individus. Parmi les espèces de poissons, deux espèces patrimoniales sont présentes : l'anguille et le brochet. L'espèce majoritaire est la perche (43%, 2092 individus) le sandre (40%, 1985 individus), et l'anguille (15% ; 732 individus). Sur l'ensemble des poissons capturés dans le piège du filtre, une mortalité de 86,1 % a été constatée.

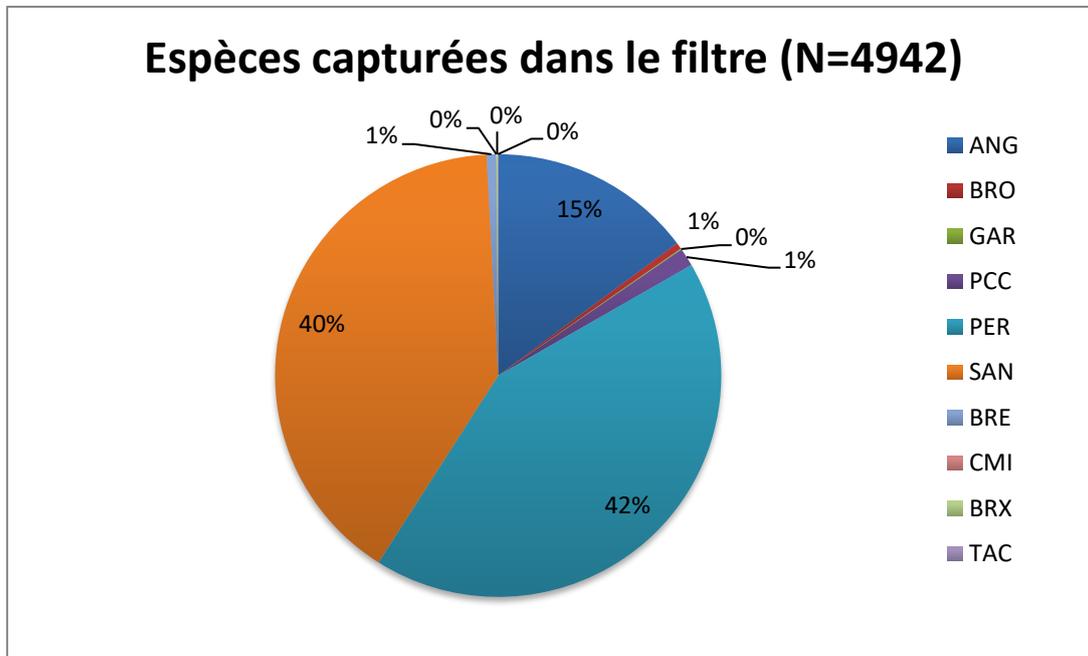


Figure 74 : Abondance relative des différentes espèces capturées dans le piège du filtre (Fish Pass)

1.31.2 Caractéristique des anguilles et estimation de la mortalité

Depuis la mise en place du piège du filtre, 10 campagnes de dévalaison ont pu être suivies. Cependant, les campagnes 2011-2012 et 2021-2022 sont incomplètes, le suivi de la première ayant débuté en cours d'une saison au moment de la mise en fonctionnement de la station de pompage, l'autre n'étant pas encore terminée. Également, pour la campagne 2019-2020, la détérioration de la grille de dévalaison ne permet pas d'étudier la mortalité indirecte, un échappement important étant possible pour cette campagne.

La taille moyenne des anguilles capturées dans le piège du filtre a été de 461,4 mm avec un minimum de 107 mm et un maximum de 918 mm. La majorité des anguilles étaient au stade argenté (506 individus, 69,1 %) suivi par le stade jaune (171 individus, 23,4 %). Environ 4,8 % étaient en cours d'argenture et pour 2,7 % le stade n'a pu être déterminé du fait de l'état de décomposition des anguilles.

Sur l'ensemble des campagnes, 174 individus ont été retrouvés morts dans le piège suite à leur passage dans le filtre, soit une mortalité directe de 23,8 %. Toutefois, elle a été variable entre les campagnes, oscillant entre 2% et 100%.

Depuis la campagne de dévalaison 2013-2014, les anguilles argentées capturées vivantes dans le piège du filtre sont marquées de manière externe avec un code unique au dermojet, ainsi que quelques-unes au Pit-Tag. Le dermojet permet d'injecter de l'encre en sous cutané, et le code est obtenu en utilisant un nombre de points (1 à 5) placés à des endroits prédéterminés sur la face ventrale de l'anguille (9 localisations possibles).

- Autres études en cours sur le Frémur -

Ainsi, 272 anguilles argentées ont été marquées à la sortie du filtre, parmi elles seulement 91 ont été recapturées dans le piège de dévalaison de Pont es Omnès (environ 1km en aval du point de relâche).

Sans inclure la campagne 2019-2020, compte tenu de la rupture d'une partie de la grille, le nombre d'individus recapturés est de 91 pour 272 anguilles marquées. La mortalité indirecte calculée sur les individus relâchés vivant après leur passage dans le filtre, est ainsi estimée à 66,5 %. En ramenant ce pourcentage à l'ensemble des anguilles capturées dans le filtre (vivantes + mortes), la mortalité indirecte est donc de 51,3%.

La mortalité totale (directe + indirecte) liée au passage dans le filtre peut ainsi être estimée à 74,5 % (23,8 % + 50,7%).

Tableau 22 : Caractéristiques des anguilles capturées et estimation des mortalités (Fish Pass)

Dévalaison	N	Taille				Stade				Mortalité directe		Mortalité indirecte		
		Moyenne	Min	Max	sd	Argenté	Jaune/ Argenté	Jaune	Ind.	N morte	Mortalité	N anguille Ag marquées	N anguille Ag recapturées	Mortalité indirecte
2011-2012	7	453,9	246	695	152,8	1	1	3	2	7	100,0	-	-	-
2012-2013	89	405,9	150	786	127,5	63	-	24	2	26	29,2	-	-	-
2013-2014	49	449,4	133	790	153,3	36	5	8	-	1	2,0	20	4	80,0
2014-2015	43	463,8	186	787	133,0	36	-	4	3	4	9,3	36	15	58,3
2015-2016	65	479,3	188	781	142,0	43	3	17	2	18	27,7	36	22	38,9
2016-2017	72	433,3	152	745	136,1	41	8	22	1	26	36,1	20	7	65,0
2017-2018	99	454,0	107	918	152,0	65	3	25	6	31	31,3	49	16	67,3
2018-2019	81	468,8	239	827	144,8	58	2	20	1	26	32,1	24	7	70,8
2019-2020	93	479,8	225	836	136,5	72	7	13	1	9	9,7	système de piégeage HS		
2020-2021	132	450,9	75	902	156,0	89	6	35	2	24	18,2	87	20	77,0
2021-2022	2	536	517	555	26,9	2	0	0	0	2	100,0			
Total	732	461,4	107	918	143,9	506	35	171	20	174	23,8	272	91	66,5

1.31.3 État sanitaire des anguilles

Parmi les anguilles piégées dans le filtre, seulement 12 % apparaissent saines d'après leur état externe. Près de 24 % ont été retrouvées mortes dans le piège. Au total, près de 64 % des anguilles présentent 1 ou plusieurs pathologies externes.

Les pathologies les plus récurrentes sont les érosions cutanées (58 %), les hémorragies (13 %), les masses et grosseurs (8%), puis les altérations de la couleur (8 %).

Nombre de pathologies observées par anguille

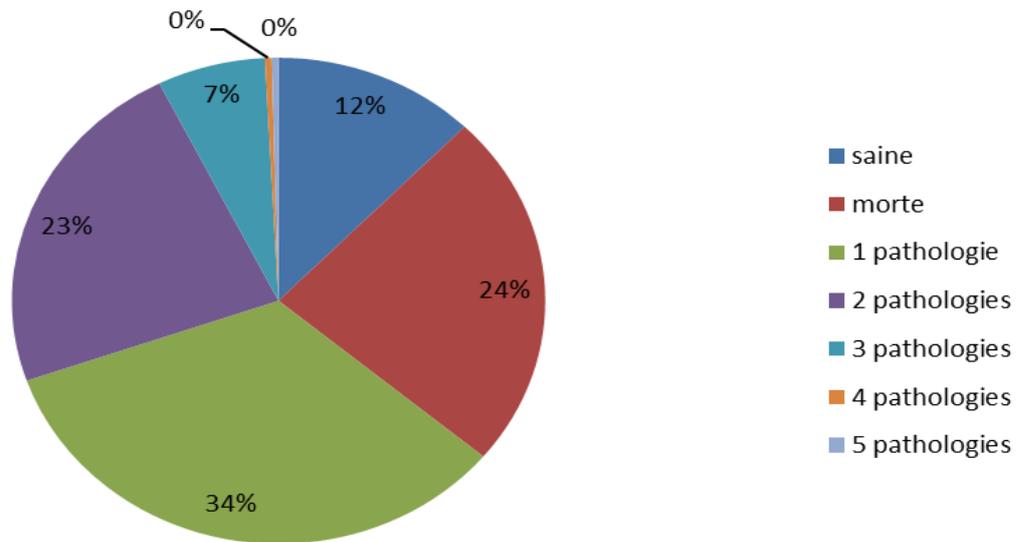


Figure 75 : Nombre de pathologies observées sur les anguilles du filtre (Fish Pass)

Types de pathologie observées

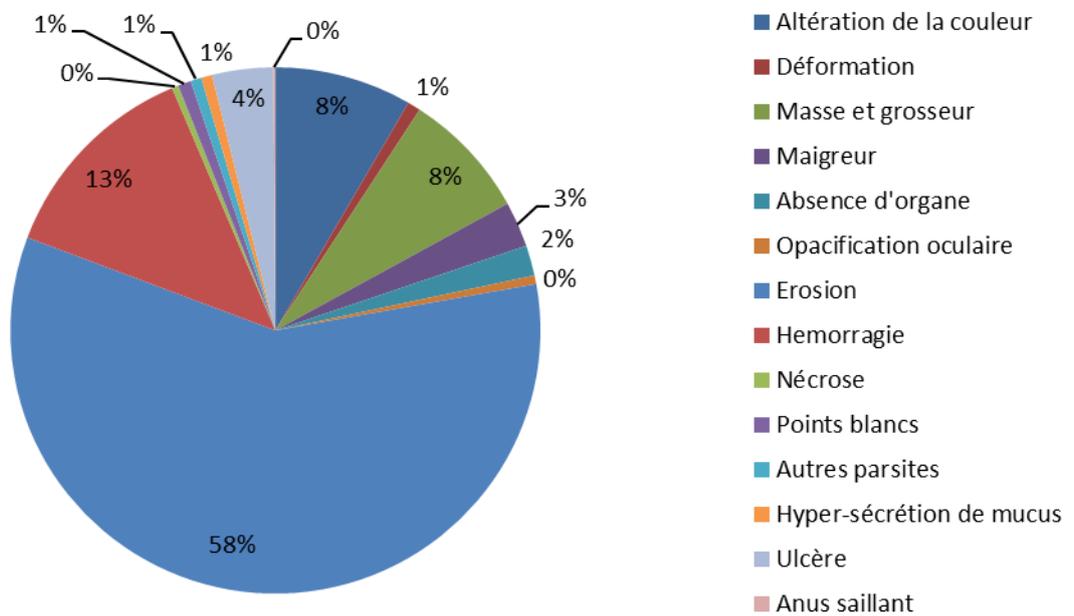


Figure 76 : Types de pathologies observées sur les anguilles du filtre (Fish Pass)

- Autres études en cours sur le Frémur -

1.31.4 Temps nécessaire pour traverser la retenue de Pont es Omnès

Après leur passage dans le filtre, les anguilles argentées ont été recapturées entre 1 et 893 jours en dévalaison au niveau du piège de Pont es Omnès. La durée moyenne est de 75 jours et la durée médiane est de 18 jours. 10 individus ont mis plus de 350 jours soit plus de 1 an pour dévaler. Ainsi, outre une mortalité importante créée par le filtre, il s'avère que le passage par le filtre perturbe la migration de dévalaison des anguilles en retardant la migration des individus encore vivants voire en stoppant la migration d'une partie d'entre elles.

Tableau 23 : Nombre de jours mis par les anguilles argentées capturées dans le piège du filtre pour traverser la retenue de Pont es Omnès. Aucune anguille marquée n'a été recapturée sur la saison 2021-2022

Campagne	Durée entre le passage dans le filtre et la recapture PeO				
	N	Moyenne	Min	Max	Écartype
2013-2014	5	5,2	2	9	3,6
2014-2015	15	182,5	4	893	260,7
2015-2016	22	105,4	3	550	161,8
2016-2017	8	135,4	45	386	109,8
2017-2018	16	37,3	1	164	56,9
2018-2019	3	67,7	24	116	46,2
2019-2020	7	13,1	3	39	16,3
2020-2021	19	6,6	1	66	15,2

Le système de filtre de la station de pompage semble donc avoir un impact important sur les anguilles utilisant cette voie de migration, celui-ci engendrant des lésions sur les anguilles, des fortes mortalités et un retard de migration pour les anguilles survivantes.

Bibliographie

- ACOU, A., GABRIEL, G., LAFFAILLE, P. ET FEUNTEUN, E. (2009).** "Differential production and condition indices of premigrant eels (*Anguilla anguilla*) in two small Atlantic coastal catchments of France." In *Eels at the Edge: Science, Status, and Conservation Concerns*, American Fishery Society Symposium 58, 449p.
- DURIF, C., GUIBERT, A., ELIE, P. (2009).** Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. In *Eels at the edge: science, status, and conservation concerns* (Casselman, J. M. & Cairns, D. K., eds.), pp. 103-111. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society Symposium 58.
- JIGOREL, A., BOUEDO, A., NICOLAS, R., MORIN, J.P. (2005).** Stockage du phosphore dans les sédiments d'un réservoir eutrophe (Gouet, BRETAGNE, FRANCE). The Fourth inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources, 15pp.
- LAFFAILLE, P., ACOU, A., GUILLOUËT, J. ET LEGAULT, A. (2005).** "Temporal changes in European eel, *Anguilla anguilla*, stocks in a small catchment after installation of fish passes." *Fisheries Management and Ecology* 12. 123-129.
- LAFFAILLE, P., ACOU, A., GUILLOUËT, J., MOUNAIX, B. ET LEGAULT, A. (2006).** "Patterns of silver eel (*Anguilla anguilla* L.) sex ratio in a catchment." *Ecology of Freshwater Fish* 15. 583-588.
- LEGAULT, A., ACOU, A., GUILLOUËT, J. ET FEUNTEUN, E. (2003).** "Suivi de la migration d'avalaison des anguilles par une conduite de débit réservé." *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*. 368. 43-54.
- LEGAULT, A., LAFFAILLE, P., GUILLOUËT, J. ACOU, A. (2004).** Importance of specific fish passes for European eel (*Anguilla anguilla* L.) recruitment. Fifth International Symposium on Ecohydraulics. *Aquatic Habitats: Analysis & Restoration*. Madrid. Fishes passes and migration facilities 2. 937-941.
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (2012).** Guide technique Évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau), Décembre 2012. Edition Mars 2013, 84 pp.
- NISBET, M., & VERNEAUX, J. (1970, JANUARY).** Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 6, No. 2, pp. 161-190). EDP Sciences.
- SIMON, J. (2007).** Evaluation of marking European silver eels with visible implant elastomer tags and alcian blue. *Journal of Fish Biology*, 70: 303-309.
- SYNDICAT MIXTE DE PRODUCTION D'EAU POTABLE DE LA COTE D'EMERAUDE (2013).** Contrat de Bassin versant Frémur-baie de Beaussais 2008-2012, Bilan 2012, Bilan technique pluriannuel sur 5 ans (2008-2012), Version 2. Rédaction SMPEPCE, September 2013, 56 pp. sans les annexes.

Annexes

1.32 Annexe 1 : Densité et biomasse de l'anguille de 1995 à 2021

- Annexes -

Densité moyenne de l'anguille (ind./m²) obtenue par pêche électrique sur le Frémur de 1995 à 2021 aux différents secteurs de pêche

Secteur	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aval Pont Avet	0,27	8,49	1,04	1,03	0,79	1,52	1,17	0,68	1,46	0,78	0,19										0,87	0,92	0,59	1,11	0,88	0,53	1,00
Aval Pont es Omnès	0,07	0,06	0,10	0,04	0,07	0,09	0,38	0,06	0,04	0,09	0,03									0,30	0,23	0,08	0,26	0,22	1,33	0,80	2,20
Villou	1,39	0,59	0,55	0,62	0,48	0,56	1,91	0,71	1,47	0,30	0,80	1,90		0,80	0,73	0,29	0,78	0,03	0,29	0,21	0,54	0,28	0,20	0,07	0,24	0,20	0,38
Trigavou	0,35	0,38	0,46	0,27	0,14	0,34	0,27	0,49	0,50	0,55	0,42	0,58	0,48	0,52	0,26	0,48	0,22	0,23	0,35	0,36	0,38	0,20	0,20	0,12	0,14	0,15	0,20
Motte Olivet	1,57	0,68	1,09	0,71	1,04	1,23	0,57	0,62	0,77	2,04	0,97	0,29	0,37	0,47	0,22	0,34	0,29	0,26	0,17	0,27	0,21	0,31	0,18	0,27	0,31	0,03	0,25
Pleslin	0,12	0,10	0,37	0,09	0,08	0,20	0,05	0,07	0,04	0,23	0,05	0,09	0,06	0,08	0,05	0,05	0,02	0,03	0,11	0,04	0,03	0,04	0,10	0,08	0,15	0,04	0,08
Ruffier	0,49	0,17	0,42	0,11	0,19	0,13	0,08	0,20	0,13	0,17	0,09	0,24	0,18	0,08	0,08	0,05	0,04	0,00	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Trélat	0,40	0,36	0,28	0,18	0,27	0,18	0,14	0,13	0,07	0,11	0,09	0,07	0,09	0,03	0,11	0,08	0,01	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,06	0,06
Moyenne Total	0,58	1,35	0,54	0,38	0,38	0,53	0,57	0,37	0,56	0,53	0,33	0,53	0,23	0,33	0,24	0,22	0,23	0,10	0,17	0,18	0,29	0,24	0,20	0,24	0,38	0,23	0,57
Moyenne (sans PA et PEO)	0,70	0,52	0,53	0,34	0,37	0,45	0,51	0,37	0,51	0,56	0,39	0,53	0,23	0,33	0,24	0,22	0,23	0,10	0,17	0,16	0,21	0,16	0,13	0,12	0,18	0,10	0,22

Biomasse moyenne de l'anguille (g./m²) obtenue par pêche électrique sur le Frémur de 1995 à 2021 aux différents secteurs de pêche

Secteur	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aval Pont Avet	8,20	98,62	73,19	12,69	37,99	21,52	47,06	34,05	23,05	15,16	8,10										72,1	46,2	50,9	55,5	57,0	72,2	64,5
Aval Pont es Omnès	4,93	1,35	3,02	1,04	2,17	7,02	8,04	3,60	5,84	4,04	1,56									18,6	22,6	6,5	26,2	19,0	12,5	8,4	37,9
Villou	40,04	8,04	7,28	8,70	11,77	18,23	30,95	12,84	14,54	14,21	6,47	21,85		13,70	15,46	9,05	11,7	2,9	9,3	8,0	11,4	4,9	4,2	1,6	5,2	5,3	8,5
Trigavou	11,78	17,18	17,47	7,49	4,48	26,66	10,05	24,87	17,62	16,40	13,67	33,23	19,71	25,22	11,02	11,29	7,1	7,9	19,6	11,1	13,3	11,0	11,5	7,1	2,8	3,5	8,3
Motte Olivet	36,19	25,58	28,59	11,55	36,21	38,88	13,78	22,00	33,34	36,04	17,40	8,34	12,16	20,04	15,24	20,48	17,6	12,4	12,9	11,7	18,1	24,3	8,7	11,5	12,6	1,9	9,7
Pleslin	8,51	7,80	25,59	3,99	3,97	10,40	2,92	3,85	1,94	8,09	1,15	3,60	3,39	3,58	4,52	2,39	1,2	4,1	9,2	3,5	2,0	2,6	6,0	2,2	10,5	1,3	3,7
Ruffier	18,50	5,09	10,83	4,29	6,69	3,57	1,43	4,23	5,15	2,77	1,84	4,94	3,34	1,95	2,05	1,01	1,4	0,0	1,8	0,3	0,3	2,0	0,4	0,2	0,5	1,2	1,3
Trélat	20,39	22,03	15,27	11,10	15,04	13,33	9,63	8,40	9,41	6,93	5,25	5,25	5,48	2,12	8,73	8,07	2,2	4,2	4,4	4,0	4,4	2,9	2,4	9,1	0,6	3,9	6,2
Moyenne Total	18,57	23,21	22,65	7,61	14,79	17,45	15,48	14,23	13,86	12,96	6,93	12,87	8,82	11,10	9,50	8,71	6,85	5,24	9,56	8,15	18,01	12,56	13,80	13,29	12,72	12,22	17,49
Moyenne (sans PA et PEO)	22,57	14,29	17,50	7,85	13,03	18,51	11,46	12,70	13,67	14,07	7,63	12,87	8,82	11,10	9,50	8,71	6,85	5,24	9,56	6,41	8,23	7,95	5,54	5,29	5,37	2,85	6,26

1.33 Annexe 2 : Effectifs des montées

Année	Piège montée Bois Joli	Piège montée Pont es Omnès	piège montée Pont Avet	Recrutement amont de Bois Joli	Indice recrutement européen
1997	3 454	2 049		3454	41
1998	26 765	21 825		26765	17
1999	5 995	19 697		5995	21
2000	7 965	13 876		7965	19,4
2001	13 578	6 037		13578	8,7
2002	2 457	3 689		2457	13,4
2003	381	2 371		381	12,9
2004	12 124	9 616		12124	7,3
2005	6 223	4 277		6223	8,1
2006	9 351	3 696		9351	5,8
2007	9 103	4 149		9103	6,5
2008	15 482	9 572		15482	5,5
2009	3 578	1 496		3578	4,1
2010	10 009	5 265		10009	4,5
2011	849	711		849	3,5
2012	4 166			4166	5,2
2013	4 279			4279	7,2
2014	8 683			8683	12,1
2015	3 288			3288	6,7
2016	4 819			4819	8,5
2017	2 572			2572	8,2
2018	8 358			8358	8,6
2019	1 199		7 247	8446	5,6
2020	8 463		82 584	91047	6,5
2021	6 790		37 455	44245	5,4
moyenne	7 197	7 222	42 429	10 957	

1.34 Annexe 3 : Effectifs des dévalaisons (à Pont es Omnès)

Les données de dévalaison 2018-2019 sont, à ce jour, incomplètes. Elles s'arrêtent début mars 2020. Pour l'année 2019, suite à l'échappement pour cause de rupture de la grille de dévalaison, les estimations basses et hautes sont indiquées. Entre () est notée les captures réelles.

Année	Argentées*	Jaunes/Argentées*	Jaunes*	Indéterminées*	Total dévalantes*
1996	661	14	31	0	706
1997	822	6	56	0	884
1998	657	19	142	0	818
1999	1261	10	91	0	1362
2000	752	63	198	0	1012
2001	375	17	86	0	478
2002	369	3	16	0	388
2003	567	4	14	0	585
2004	319	14	21	0	354
2005	493	72	35	0	600
2006	496	106	147	27	776
2007	450	65	120	65	700
2008	445	28	38	4	515
2009	305	15	40	2	362
2010	209	19	8	0	236
2011	109	43	8	1	161
2012	606	19	18	3	646
2013	220	18	32	9	279
2014	170	3	25	0	198
2015	306	9	34	0	349
2016	74	22	34	0	130
2017	423	18	78	3	522
2018	28	1	22	0	51
2019	354-611 (176)	66-70 (19)	262-367 (103)	0	682-1048 (298)
2020	362	45	401	0	808
2021	313	55	18	0	386

*Effectifs pouvant être corrigés pour l'échappement

1.35 Annexe 4 : Codification des pathologies de l'anguille (Beaulaton et Pénil, 2009)

Code pathologique ⁽⁰⁾		Code localisation anatomique ⁽²⁾	
Tab. 1		Tab. 2	
Code lésion et parasitisme ⁽¹⁾		Localisation	Code
Absence de lésion ou de parasite		Corps	C
Lésions anatomo-morphologiques			
Absence d'organe ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	C_imp OO	Colonne vertébrale	V
Altération de la couleur	S AO	Tête	T
Anus rouge ou saillant	S AC	Bouche	G
Bulle de gaz	S US	Œil	Y
Déformation difformité	S BG	Opércule / Branchies	O
Hypersécrétion de mucus	D AD	Tronc	W
Exophtalmie	S SM	Abdomen	A
Opacification oculaire	D EX	Dos	H
Maigreur	S CO	Nageoire pectorale	P
Érosion	D AM	Nageoire principale	N
Hémorragie	S ER	Pédoncule caudal	K
Ulcère (dont hémorragique) ⁽⁶⁾	S HE	Orifice anal	X
Nécrose	N/S UL		
Masses et grosseurs (dont kyste) ⁽⁶⁾	S NE		
	N/S AG		
Parasitisme externe			
Point blanc	C_imp Code		
Mycose (« mousse »)	S PB		
Crustacés ⁽⁷⁾	S PC		
Hirudinés	N/S CR		
Autres parasites que les 4 précédents ⁽⁷⁾	N HH		
Parasites (une des 5 catégories au-dessus) ⁽⁷⁾	N/S PX		
	N/S PT		
Tab. 3			
Code importance (C_imp) ⁽³⁾			
Nombre (N)	Code		
N= 0	0		
N=< 3	1		
N= 4 à 6	2		
N= 7 à 10	3		
N >10	4		
Surface atteinte (S)	Code		
S = 0%	0		
S < 5%	1		
S = 5 à 10%	2		
S = 10 à 20%	3		
S > 20%	4		
Degré d'altération (D)	Code		
Nul	0		
Faible	1		
Moyen	2		
Fort	3		
Très fort	4		

(0) Un code pathologique doit être attribué à toutes les anguilles observées. En l'absence de lésion ou de parasite il sera OOC0.

(1) Par anguille, un type de lésion ou de parasite n'est codé qu'une fois

(2) Lorsqu'un type de lésion ou de parasite se manifeste par plusieurs lésions sur différentes parties du corps, la localisation codée sera celle du niveau supérieur (ex : G+Y=T)

(3) L'importance s'apprécie sur la base de la localisation codée (ex : N sur la tête)

(4) Convention de notation pour absence d'yeux: AOY2 il manque un œil, AOY4, il manque les deux yeux.

(5) Chaque type d'absence d'organe est codé individuellement (ex : AOY2 et AOP4 pour absence d'un œil et de tout ou partie des pectorales - plus de 20 %)

(6) Pour les lésions lorsque deux méthodes de codification de l'importance sont possibles, on codera la plus déclassante.

(7) Pour les parasites les plus gros, types hirudinés ou Argulus, la codification de l'importance utilisera le nombre (N).
Pour les parasites les plus petits, types point blanc ou Paragnathia, la codification de l'importance utilisera la surface atteinte (S).

18

1.36 Annexe 5 : Valorisations du programme Frémur

Publications et présentations à caractère scientifique à partir du programme Frémur ou utilisant des données du programme depuis 1996 :

1996 (2)

Feunteun, E., Guillouët, J. et Legault, A. (1996). Distribution spatiale d'une population d'anguilles (*Anguilla anguilla* L.) à l'échelle d'un bassin versant côtier de Bretagne (France). Effets d'aménagements hydrauliques et de passes migratoires. EIFAC EICES Working group on eel. Ijmuiden, october 1995.

Guillouët, J., Feunteun, E. et Legault, A. (1996). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : état initial. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 32 pp. + annexes.

1997 (2)

Acou, A. (1997). La migration catadrome des anguilles argentées. Rapport Bibliographique. 24 pp.

Fish-Pass (1997). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 1996. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 23 pp.

1998 (6)

Acou, A., Feunteun, E., Laffaille, P. et Legault, A. (1998). Catadromous migration dynamics of european eel (*Anguilla anguilla*, L.) in anthropic catchments. SIL XXVII congress, August 8-14 1998. Dublin.

Acou, A., Feunteun, E. et Legault, A. (1998). Dynamique de la migration catadrome de l'anguille européenne, *Anguilla anguilla* (L.) dans un bassin versant anthropisé. Réunion du Groupe National Anguille/GRISAM du 23 au 25 Septembre 1998. Paimpont.

Feunteun, E., Acou, A., Guillouët, J., Laffaille, P. et Legault, A. (1998). "Spatial distribution of an eel population (*Anguilla anguilla*, L.) in a small catchment of northern Brittany (France). Consequences of hydraulic works." Bull. Fr. Pêche Piscic. 349. 129-193.

Feunteun, E., Acou, A., Laffaille, P. et Legault, A. (1998). European Eel, (*Anguilla anguilla* L.), population parameters and prediction of spawner escapement from continental hydrosystems to sea. CIEM 'Anacat' congress, September 1998. Cascais, Portugal.

Fish-Pass (1998). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 1997. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 35 pp. + annexes.

Luchesi, M. (1998). "Le Frémur, rivière pilote pour les anguilles." Le pêcheur de France 179. 94-95.

1999 (8)

Acou, A. (1999). L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L. 1758) : dynamique et déterminisme de la migration catadrome dans un bassin versant anthropisé de Bretagne (Frémur). UMR 6553 Ecobio. Université de Rennes 1. 167 pp. + ann.

- Acou, A., Guillouët, J., Laffaille, P., Legault, A. et Feunteun, E. (1999). Recrue fluviales et structure de la population d'anguille à l'échelle d'un bassin versant du nord de la Bretagne le Frémur. Congrès Association Française d'Halieumétrie. Septembre 1999. Rennes.
- Acou, A., Lambert, P. et Feunteun, E. (1999). Recueil de références bibliographiques européennes concernant l'anguille (*Anguilla anguilla* L.) sur la période 1994-1998. Rapport du Groupe National Anguilla/GRISAM. 75 pp. + annexes.
- Acou, A., Legault, A., Feunteun, E. et Guillouët, J. (1999). Seaward migration delays of silver eels in a small catchment of Brittany, the Frémur. EIFAC/ICES Working Group on Eel, 20-24 September 1999. Silkeborg, Denmark.
- Acou, A., Mounaix, B., Guillouët, J., Legault, A. et Feunteun, E. (1999). Dynamique de la migration anadrome des anguilles du Frémur : résultats préliminaires. Poster. Congrès Association Française d'Halieumétrie. Septembre 1999. Rennes.
- Guillouët, J., Acou, A., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (1999). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 1998. Rapport Fish Pass. Pour la FDPMA d'Ille-et-Vilaine. 53 pp. + annexes.
- Legault, A., Acou, A., Feunteun, E., Laffaille, P. et Guillouët, J. (1999). Délais de migration des anguilles argentées (*Anguilla anguilla*, L.) dans un bassin versant anthropisé de Bretagne, le Frémur. 4ème congrès international limnologie-océanologie "Variabilités temporelles au sein des hydrosystèmes", 7-10 Septembre 1999. Bordeaux, France. 117 pp.
- Legault, A., Acou, A., Guillouët, J. et Feunteun, E. (1999). Study on by-pass system for downstream migration of eels. EIFAC/ICES Working Group on Eel. 20-24 September 1999. Silkeborg, Denmark.

2000 (6)

- Acou, A., Feunteun, E., Guillouët, J. et Legault, A. (2000). Quantifications des flux migratoires anadromes et catadromes de la sous-population d'anguilles (*Anguilla anguilla* L.) du bassin versant du Frémur, et influences sur le stock en place. Colloque "Premières Rencontres de l'Ichtyologie en France, Paris 2000". Paris.
- Acou, A., Feunteun, E., Laffaille, P. et Legault, A. (2000). "Catadromous migration of European eel (*Anguilla anguilla*, L.) in a dammed catchment." *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27. 3117-3120.
- Biarne, S. (2000). Migration catadrome de l'anguille (*Anguilla anguilla*) et gestion des débits réservés de grandes retenues d'eau bretonnes. Spécialité "Gestion des espaces naturels". 32 pp.
- Feunteun, E., Acou, A., Laffaille, P. et Legault, A. (2000). "European eel, (*Anguilla anguilla* L.): prediction of spawner escapement from continental populations parameters." *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57. 1627-1635.
- Guillouët, J., Acou, A., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2000). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : synthèse du suivi de 1995 à 1999. Rapport Fish Pass. Pour la FDPMA d'Ille-et-Vilaine. 123 pp. + annexes.

Laffaille, P., Feunteun, E., Acou, A. et Lefeuvre, J.-C. (2000). "Role of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the transfer of organic matter between marine and freshwater system." Verh. Int. Ver. Limnol. 27. 616-619.

2001 (7)

Feunteun, E., Acou, A., Laffaille, P., Robinet, T., Carpentier, A., Mounaix, B., et al. (2001). Du recrutement fluvial à la dévalaison : bilan de 5 années d'études sur la dynamique de la population d'anguilles du Frémur. Colloque Journées anguille du GRISAM, 26-29 mars 2001. Tour du Valat, France.

Feunteun, E., Laffaille, P., Briand, C., Acou, A., Robinet, T., Carpentier, A., et al. (2001). Modalités et déterminismes de la structuration spatiale de fractions de populations d'anguilles en hydrosystèmes fluviaux. Colloque Journées anguilles GRISAM, 26-29 mars 2001. Tour du Valat, France.

Fontenelle, G., Briand, C. et Feunteun, E. (2001). "Eel management in France: How are we to face the dilemma of a european wide species." J. Taiwan Fish. Res. 9. (1&2) : 237-250.

Guillouët, J., Mounaix, B., Legault, A., Feunteun, E., Sauvaget, B. et Dumaine, M. (2001). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 2000. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. Rapport Fish Pass. 53 pp. + ann.

Kappès-Grangé, A. (2001). "Mieux connaître l'anguille. Le programme Frémur permettra d'en restaurer la population." Ouest-France.

Mounaix, B., Briand, C., Fatin, D. et Feunteun, E. (2001). Croissance différentielle des anguilles. Analyse comparée dans deux bassins versants bretons : la Vilaine et le Frémur. Colloque Journées anguilles GRISAM, 26-29 mars 2001. Tour du Valat, France.

Sauvaget, B. (2001). L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) : Analyse de la migration catadrome 2000 sur le bassin versant du Frémur (Bretagne). UMR Ecobio. Université de Rennes 1. 41.

2002 (5)

Feunteun, E., Boury, P., Mounaix, B. et Robinet, T. (2002). Etude comparative des relations stocks dévalaison de sous-populations d'anguilles : le Frémur un bassin versant fortement aménager, et l'Oir un cours d'eau faiblement anthropisé. Rapport Mate - Grisam - Diren Basse-Normandie. 44 pp.

Feunteun, E., Castelnaud, G., Briand, C., Prouzet, P., Menella, J.Y. et De Roton, G. (2002). Monitoring of glass eel recruitment in France. Ijmuiden Dekker W. (ed.) Monitoring of glass eel recruitment. Netherlands Institute of Fisheries Research, the Netherlands, report C007/02-WD, volume 2B. 179-217.

Guillouët, J., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2002). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 2001. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 65 pp. + ann.

Miche, G. (2002). L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) : Exemple de gestion de l'espèce avec le "programme anguille" sur le Frémur et discrimination des stades de maturité à l'aide de critères objectifs. UMR Ecobio. Université de Rennes 1. 38.

Weisse, M. (2002). Etude de la dévalaison de la faune piscicole au droit du barrage de la retenue de Pont-es-Omnès. Rivière Frémur. Formation IMACOF. Centre Universitaire de Chinon. Université de Tours. 56 pp. + ann.

2003 (12)

Acou, A., Boury, P., Guillouët, J., Poizat, G., Crivelli, A. et Feunteun, E. (2003). Vers une caractérisation standard des stades dévalants d'anguilles. Communication. Secondes rencontres scientifiques "L'anguille en Loire", Angers 2003.

Acou, A., Gabriel, G., Boury, P., Robinet, T., Mounaix, B., Guillouët, J., et al. (2003). Etude comparative des relations stocks dévalaison de sous-populations d'anguilles : le Frémur un bassin versant fortement aménager, et l'Oir un cours d'eau faiblement anthropisé. Rapport Mate-Grisam-Diren Basse Normandie. 65 pp.

Acou, A., Lefeuvre, J.-C., Contournet, P., Poizat, G., Panfili, J. et Crivelli, A.J (2003). "L'argentine chez des anguilles femelles (*Anguilla anguilla*) de deux sous-populations du delta du Rhône." Bull. Fr. Pêche Piscic. 368. 55-68.

Acou, A., Legault, A. et Feunteun, E. (2003). Typologie de la production d'anguilles argentées (*Anguilla anguilla*, L.) dans des bassins versants côtiers de petite taille : d'une réflexion méthodologique à une approche théorique. Poster. Les journées anguille du GIS GRISAM.Station hydrobiologie INRA, Saint Pée sur Nivelles. 9-10 septembre 2003.

Acou, A., Robinet, T., Guillouët, J. et Feunteun, E. (2003). Spatio temporal variations in the distribution of eels (*Anguilla anguilla*) in a small, dammed catchment. Communication. International Eel Symposium 2003. American Fisheries Society Annual Meeting, Quebec City, August 2003.

Feunteun, E., Laffaille, P., Robinet, T., Briand, C., Baisez, A., Olivier, J.-M., et al. (2003). A review of upstream migration and movements in inland waters by anguillid eels. Towards a general theory. Advances in eel biology Tokyo. Aida, K. Tsukamoto, K. Yamauchi, K. (eds). Springer-Verlag. 191-213.

Guillouët, J., Acou, A., Legault, A., Feunteun, E. et Laffaille, P. (2003). Synthèse des travaux du programme sur la population d'anguilles du Frémur (1995-2002). Poster. Les journées anguille du GIS GRISAM.Station hydrobiologie INRA, Saint Pée sur Nivelles. 9-10 septembre 2003.

Guillouët, J., Mounaix, B., Acou, A., Legault, A., Feunteun, E. et Miche, G. (2003). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2002. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 70 pp + ann.

Laffaille, P., Feunteun, E., Baisez, A., Robinet, T., Acou, A. et Lek, S. (2003). "Spatial organisation of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in a small catchment." Ecology of Freshwater Fish 12. 254-264.

Laffaille, P. et Guillouët, J. (2003). Evolution de la population d'anguille en 8 ans de suivi sur le Frémur, petit fleuve côtier de Bretagne nord. Les poissons migrateurs : un patrimoine régional. Colloques du 16 Octobre 2003. Organisme de coordination des actions pour les poissons migrateurs en Bretagne. Rennes. 39.

Legault, A. (2003). Suivi de la migration anadrome de l'anguille. Barrage de Rophémel. 2002. 20 pp.

Legault, A., Acou, A., Guillouët, J. et Feunteun, E. (2003). "Suivi de la migration d'avalaison des anguilles par une conduite de débit réservé." Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture. 368. 43-54.

2004 (5)

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2004). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2003.: Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 74 pp + ann.

Legault, A., Laffaille, P., Guillouët, J. et Acou, A. (2004). Importance of specific fish passes for European eel (*Anguilla anguilla* L.) recruitment. Fifth International Symposium an Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis & Restoration. Madrid. Fishes passes and migration facilities 2. 937-941.

Robinet, T. (2004). Mécanismes de persistance des assemblages piscicoles en eau douce : des îles océaniques aux bassins côtiers continentaux. Laboratoire de Biologie et Environment marins (FRE 2727 CNRS). Thèse de doctorat, discipline : Ecologie. Université de la Rochelle. La Rochelle.

Solomon, D.-J. et Beach, M.-H. (2004). Fish pass design for eel and elver (*Anguilla anguilla*). Environment Agency.R&D Technical Report W2-070/TR1. R&D Technical Report W2-070/TR1. 92 pp.

Solomon, D.-J. et Beach, M.-H. (2004). Manual for provision of upstream migration facilities for eel and elver. Science Report SCO20075/SR2. Environnement agency. 35-36.

2005 (7)

Acou, A., Boury, P., Laffaille, P., Crivelli, A. et Feunteun, E. (2005). "Towards a standardized characterization of the potentially migrating silver European eel (*Anguilla anguilla*, L.)." Arch. Hydrobiol. 164. (2): 237-255.

Boury, P., Feunteun, E., Acou, A. et Gabriel, G. (2005). Relation between continental hydrosystems and silver eels fractions: a typological analysis needed for eel stock management. Poster. Les poissons migrateurs amphialins d'Europe. Ecologie, gestion et conservation. 29 mars - 1er Avril 2005. Bordeaux, CEMAGREF, DIADFISH, INRA;.

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2005). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2004.: Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 83 pp + ann.

Laffaille, P., Acou, A. et Guillouët, J. (2005). "The yellow European eel (*Anguilla anguilla* L.) may adopt a sedentary lifestyle in inland freshwaters." Ecology of Freshwater Fish.

Laffaille, P., Acou, A., Guillouët, J. et Legault, A. (2005). The number of male silver eels (*Anguilla anguilla*) is decreasing. Poster. Les poissons migrateurs amphihalins d'Europe. Ecologie, gestion et conservation. 29 mars - 1er Avril 2005. FDAPPMA35 FISH-PASS, Université de Rennes 1. Bordeaux, CEMAGREF, DIADFISH, INRA.

Laffaille, P., Acou, A., Guillouët, J. et Legault, A. (2005). "Temporal changes in European eel, *Anguilla anguilla*, stocks in a small catchment after installation of fish passes." Fisheries Management and Ecology 12. 123-129.

Laffaille, P., Rigaud, C., Bories, J. et Sicot, S. (2005). "Le coin de l'anguille." Le pêcheur professionnel continental et estuarien 50. 8-11.

2006 (3)

Acou, A. (2006). Bases biologiques d'un modèle pour estimer la biomasse féconde de l'anguille européenne en fonction des recrues fluviales et du contexte de croissance : approche comparative à l'échelle de petits bassins versants. E.R.T. 52 Biodiversité fonctionnelle et Gestion des territoires. U.F.R. Sciences de la Vie et de l'Environnement. Docteur de l'Université de Rennes 1. Mention Biologie. Rennes. 316.

Laffaille, P., Acou, A., Guillouët, J., Mounaix, B. et Legault, A. (2006). "Patterns of silver eel (*Anguilla anguilla* L.) sex ratio in a catchment." Ecology of Freshwater Fish 15. 583-588.

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2006). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2005.: Pour la FDPMA d'Ille-et-Vilaine. 63 p + ann.

2007 (1)

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Legault, A. et Feunteun, E. (2007). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2006.: Pour l'Association Frémur Baie de Beausais et le Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance. 63 p.

2008 (2)

Acou, A., Laffaille, P., Legault, A., et Feunteun, E. (2008). Migration patterns of silver eels (*Anguilla anguilla*, L.) in an obstructed river system. Ecology of freshwater fish. doi : 10.1111/j.1600-0633.2008.00295.x

Legault, A. et Blanck, A. (2008). Vidange de retenues et d'étangs et mesures de protection de stock d'anguille. Journées anguilles du GRISAM à Rennes 17-19 Juin 2008. Agrocampus Rennes ; Groupe Anguilles GRISAM ; Université Rennes 1. Rennes. p 41.

Guillouët, J., Blanck A., Acou, A., Laffaille, P., Legault, A. et Feunteun, E. (2008). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2007.: Pour l'Association Frémur Baie de Beausais et le Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance. 61 p + ann.

2009 (4)

Acou, A., Legault, A., Laffaille, P., et Feunteun, E. (2009). Environmental determinism of year-to-year recruitment variability of European eel in a small coastal catchment, the Fremur River, northwest France. Journal of Fish Biology, 74, 9.

Acou, A., Gabriel, G., Laffaille, P. et Feunteun, E. (2009). "Differential production and condition indices of premigrant eels (*Anguilla anguilla*) in two small Atlantic coastal catchments of France." In Eels at the Edge: Science, Status, and Conservation Concerns, American Fishery Society Symposium 58, 449p.

Blanck, A., Legault, A., Acou, A., Laffaille, P., et Feunteun, E. (2009). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2008. Pour Bretagne Grand Migrateurs. 47 p + ann.

Mazel V., 2009. Amélioration de la connaissance de la dynamique de la population d'anguilles à l'échelle du bassin versant du Frémur, rapport de master 2 IMACOF, Université François Rabelais de Tours, Fish-Pass, Pour Bretagne Grands Migrateurs. 75 p.

2011 (1)

Acou A., Rivot E., Van Gils J., Legault A. & Feunteun E, 2010.. Habitat carrying capacity is reached for European eel in a small coastal catchment: ecological evidence and implications for eel stock management, *Freshwater Biology*.

2012 (1)

Mazel V., Charrier F., Robinet T., Laffaille P., 2012. Using length-frequency analysis to determine the age of *Anguilla anguilla* (L.), *J. Appl. Ichtyol*.

2013 (2)

Acou A., Virag L., Boulenger C., Meunier F., Charrier F., Reveillac E., Feunteun E., (2013). Comment, à partir d'un seul otolithe, âger une anguille sans exclure d'autres analyses ? Colloque National de Sclerochronologie, Rennes, 2 au 4 Juillet 2013.

Mazel, V., Charrier, F., Legault, A. and Laffaille, P. 2013. Long-term effects of passive integrated transponder tagging (PIT tags) on the growth of the yellow European eel (*Anguilla anguilla*). *Journal of Applied Ichthyology*

2014 (1)

Acou A., Boulenger C., Gimenez O., Tremblay J., Charrier F., Feunteun E., 2014. Contrasted Demographic Parameters (growth and survival) of Eel Populations in Two Small Coastal Rivers of Western France: The Role of Habitat and Management Implications. 144th Annual Meeting of the American Fisheries Society.

2015 (3)

Legault A, Charrier F, Mazel V, Feunteun E., 2015. Impact of Water Intake for Drinking Water Supply, on Downstream Eel Migration in the Fremur River. International Conference on Engineering and Ecohydrology for Fish Passage, Groningen.

Boulenger, C., Acou, A., Trancart, T., Crivelli, A. J., Feunteun, E. 2015. Length-weight relationships of the silver European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), across its geographic range. *Journal of Applied Ichthyology*, 31: 427–430.

Charrier F., Mazel V., Legault A., Feunteun E., 2015. Étude de l'impact de l'utilisation comme exutoire de dévalaison, par les anguilles, d'une conduite de pompage sur un ouvrage destiné à la production d'eau potable sur le Frémur. Journée anguilles du groupement d'intérêt scientifique sur les migrants anphihalins - Grisam 2015, Boulogne sur Mer.

2016 (3)

Boulenger, C., Crivelli, A. J., Charrier, F., Roussel, J.-M., Feunteun, E. and Acou, A., 2016. Difference in factors explaining growth rate variability in European eel subpopulations: the possible role of habitat carrying capacity. *Ecol Freshw Fish*, 25: 281–294. doi:10.1111/eff.12209.

Boulenger, C., Acou, A., Gimenez, O., Charrier, F., Tremblay, J. and Feunteun, E. (2016), Factors determining survival of European eels in two unexploited sub-populations. *Freshw Biol*, 61: 947–962. doi:10.1111/fwb.12759.

Besson, M. L., Trancart, T., Acou, A., Charrier, F., Mazel, V., Legault, A., Feunteun, E., 2016. Disrupted downstream migration behaviour of European silver eels (*Anguilla anguilla*, L.) in an obstructed river. *Environmental Biology of Fishes*, 99(10), 779-791.

2018 (5)

Acou A., Feunteun E., Trancart T., Bourillon B., Danet V. et coll. (2018). Continuité écologique et l'anguille européenne *Anguilla anguilla*. Groupe de Travail de la Commission Nationale sur l'Eau sur la continuité écologique, Paris la Défense, 11 Avril 2018.

Bourillon B., Trancart T., Acou A., Boulenger C., Amilhat E., Faliex E., Simon G., Aarestrup K., Belpaire C., Covaci A., Gargan P., Poole R., Lobon-Cervia J., Wickstrom H., Walker A., Righton D. & Feunteun E. Variation bio-géographique du potentiel reproducteur de l'anguille argentée en Europe. Communication orale aux Rencontres Anguilles du GRISAM, Rouen, du 27 au 30 Mars 2018.

Charrier F., Danet V., Mazel V., Trancart T., Acou A. & Feunteun E. (2018). Etude des anguilles argentées du lac de Grand Lieu et leur exploitation par télémétrie RFID et Acoustique. Rencontres Télémétrie, 10 et 11 Octobre 2018, Bordeaux (France).

Charrier F., Acou A., Mazel V., Boulenger C., Legault A., Feunteun E., 2018. Bilan de 22 années de suivi sur le Frémur. Journée anguilles du groupement d'intérêt scientifique sur les migrateurs amphihalins - Grisam 2018, Rouen.

Trancart T., Danet V., Feunteun E., Mazel V., Charrier F., Acou A., 2018. Quand les seuils « tuent » plus que les TURBINES ... Effet des barrages non-turbinants sur la dévalaison des anguilles argentées. Journée anguilles du groupement d'intérêt scientifique sur les migrateurs amphihalins - Grisam 2018, Rouen.

2020 (3)

Bourillon, B., Acou, A., Trancart, T., Belpaire, C., Covaci, A., & Bustamante, P. (2020). Assessment of the quality of European silver eels and tentative approach to trace the origin of contaminants—A European overview. *Science of the Total Environment*, 743, 140675.

Trancart, T., Carpentier, A., Acou, A., Danet, V., Elliott, S., Feunteun, É. Behaviour of endangered European eels in proximity to a dam during downstream migration: Novel insights using high accuracy 3D acoustic telemetry. *Ecol Freshw Fish*. 2020; 29: 266– 279. <https://doi.org/10.1111/eff.12512>

Trancart, T., Carpentier, A., Acou, A., Charrier, F., Mazel, V., Danet, V., & Feunteun, É. (2020). When “safe” dams kill: analyzing combination of impacts of overflow dams on the migration of silver eels. *Ecological Engineering*, 145, 105741.

2021 (1)

Jousseaume, T., Roussel, J. M., Beaulaton, L., Bardonnnet, A., Faliex, E., Amilhat, E., ... & Launey, S. (2021). Molecular detection of the swim bladder parasite *Anguillicola crassus* (Nematoda) in fecal

- *Annexes* -

samples of the endangered European eel *Anguilla anguilla*. Parasitology Research, 120(5), 1897-1902.