

# BEEL

## Evaluation de la contribution du programme de repeuplement au flux dévalant d'anguilles argentées sur la Loire

*Etude de faisabilité*



*Le COREPEM tient à remercier l'ensemble des personnes et structures ayant contribué à la réalisation de ce projet BEEL avec en premier lieu les pêcheurs professionnels au guideau, la Région Pays de Loire pour son financement ainsi que tous les partenaires pour leurs apports respectifs.*

# Sommaire

<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>1</b>
LE PROGRAMME NATIONAL DE REPEUPLEMENT .....	1
HISTORIQUE QUANTITATIF DES OPERATIONS DE REPEUPLEMENT .....	2
ETAT DES CONNAISSANCES ET QUESTIONNEMENTS ACTUELS .....	4
LA PECHERIE D'ANGUILLES ARGENTEE AU GUIDEAU .....	7
OBJECTIF ET PRINCIPE GENERAL .....	8
PARTENARIAT ET FINANCEMENT .....	8
CALENDRIER DU PROJET .....	10
<b>PROTOCOLE .....</b>	<b>10</b>
GENERALITES.....	11
ETAPE 1 : PECHE & BIOMETRIE.....	11
ETAPE 2 : ANALYSE.....	13
<b>RESULTATS.....</b>	<b>16</b>
ANALYSE DES ECHANTILLONS.....	16
RETOUR D'EXPERIENCE SUR LA MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE .....	25
<b>DISCUSSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>26</b>
LA BIOMETRIE DES ANGUILLES AU REGARD DE LA BIBLIOGRAPHIE .....	26
UN TAUX ELEVE D'ANGUILLES MARQUEES.....	27
UN AGE DIFFICILE A DETERMINER AVEC PRECISION .....	27
DEDUCTION DE L'ORIGINE DES ANGUILLES EN FONCTION DES CRUES.....	27
PREVALENCE SIGNIFICATIVE DU VIRUS EVEX MAIS ABSENCE D'HERPES VIRUS .....	30
UN ETAT SANITAIRE QUALIFIE DE BON .....	30
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>32</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>34</b>

# Contexte et objectifs

## Le programme national de repeuplement

Bases juridiques du programme : le Règlement UE n°1100/2007 et le Plan de gestion français

Afin d'enrayer le déclin de l'anguille observé à l'échelle de son aire de répartition depuis les années 60, le règlement n°1100 est adopté par la Commission européenne en 2007. Il impose la mise en place d'un plan de gestion national par chaque Etat membre concerné, avec un objectif de réduction de la mortalité anthropique permettant « *d'assurer avec une grande probabilité un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40% de la biomasse d'anguilles argentées correspondant à la meilleure estimation possible du taux d'échappement qui aurait été observé si le stock n'avait subi aucune influence anthropique* », ce qui équivaut au niveau de recrutement observé en 1980.

Chaque Etat membre a ainsi dû élaborer un plan de gestion pour l'anguille, à l'exception des Etats dont les bassins hydrographiques de leur territoire n'ont pas été définis comme constituant un habitat naturel de l'anguille européenne.

Le Règlement établit également, dans le cadre de la pêche de l'anguille de moins de 12 cm, un pourcentage des captures destiné au repeuplement qui doit atteindre 60% au plus tard le 31 juillet 2013.

Enfin, lorsqu'un Etat membre pratique la pêche de l'anguille dans les eaux communautaires, le Règlement impose une réduction de 50% de l'effort de pêche ou des captures par pêche par rapport à l'effort moyen déployé ou à la moyenne des captures enregistrées entre 2004 et 2006.

En conséquence de ce Règlement, le Plan de gestion Anguille de la France est validé le 15 février 2010 par la Commission européenne. Il définit les objectifs suivants :

- réduction de la mortalité par pêche de 60% en 2015 par rapport à la période de référence 2003-2008 pour chaque stade de l'espèce (civelle, anguille jaune et anguille argentée),
- réduction de la mortalité liée aux autres facteurs anthropiques de 50% en 2015 par rapport à la situation 2003-2008 et 75% en 2018,
- réservation de 5 à 10% de la production nationale de civelles à des fins de repeuplement sur les bassins français.

### L'appel à projets ministériel national

En France, la poursuite de ce dernier objectif se traduit par la mise en œuvre d'un appel à projets ministériel annuel qui vise à identifier des porteurs de projets et à définir un cadre financier, administratif, technique et scientifique.

Ainsi, depuis 2010, les ministères chargés de la mise en œuvre du repeuplement, en s'appuyant respectivement sur la Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture (DG AMPA) et la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), assurent la publication de cet appel à projets et la sélection des projets déposés. Cette sélection s'appuie notamment sur la conformité technique et scientifique du projet au regard de l'objectif du programme.

Un protocole scientifique élaboré conjointement par l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et le Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) est annexé à l'appel à projets. Il détaille de manière précise les conditions à respecter par les porteurs pour optimiser l'efficacité de ces opérations.

Afin de pouvoir discriminer a posteriori les individus issus du programme de repeuplement, le protocole prévoit par ailleurs le marquage vital d'une proportion minimum de 30% des lots de civelles alevinées. Bien qu'aucune trace de marquage ne puisse être détectée sur le plan externe, une marque interne reste détectable à vie sur les otolithes des poissons marqués. Cela nécessite néanmoins le sacrifice de l'individu, ainsi qu'un traitement de l'otolithe pour révéler le cas échéant les traces d'un marquage.

## Historique quantitatif des opérations de repeuplement

### A l'échelle nationale

L'analyse de l'évolution quantitative des opérations de repeuplement depuis 2010 (figure 1) fait état d'un volume total de 45T de civelles transférées, et d'un volume moyen annuel de l'ordre de 3T. A raison d'une moyenne de 3 000 individus par kilogramme, ce sont ainsi près de 134 millions d'individus qui ont été transférés depuis 2010 et près de 9 millions par an.

Cette quantité est répartie entre les Unités de gestion anguille (UGA) avec, par ordre de contribution : Loire, côtiers vendéens et Sèvre niortaise (21,5T), Garonne-Dordogne-Charente-Seudre-Leyre (13T), Bretagne (5,5T), Adour (3,7T), Seine-Normandie (0,8T) et Artois-Picardie (0,3T).

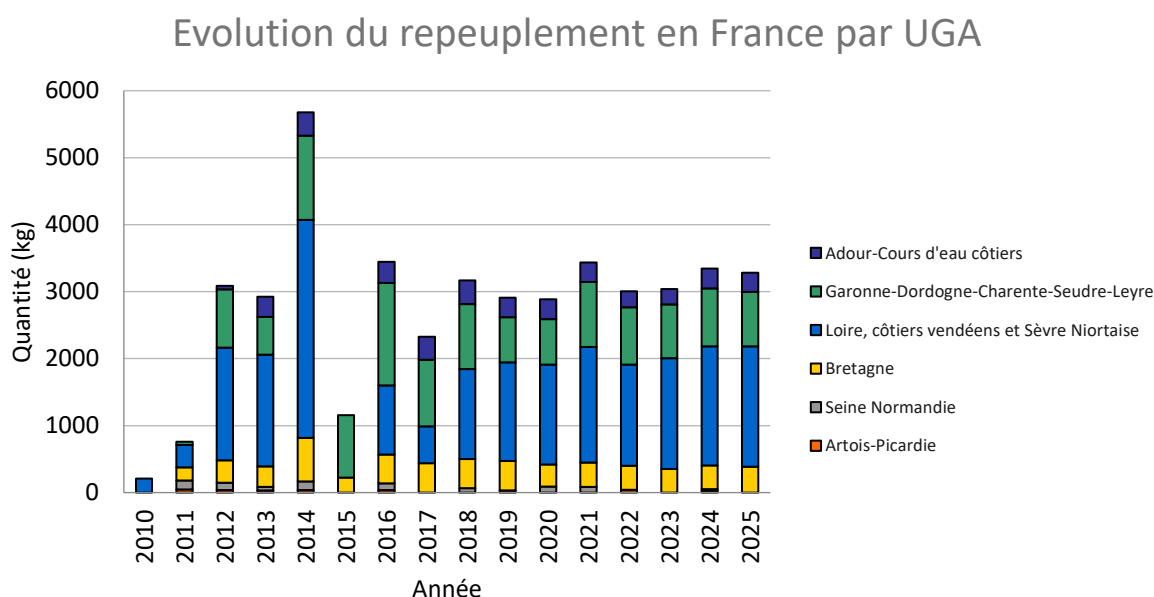


Figure 1 : évolution du repeuplement en France par UGA (source : ARA France, 2025)

Concernant l'objectif fixé par le Plan de gestion Anguille qui consiste à aleviner entre 5 et 10% de la production totale, il a été atteint ou dépassé au cours de la plupart des années. Seules les années 2010, 2011 et 2015 n'atteignent pas le seuil de 5%. Depuis 2010, la valeur moyenne s'élève à 6,3%.

### A l'échelle du bassin Loire (UGA LCV)

Du fait qu'il s'agisse du principal bassin de production au niveau national, l'UGA LCV est logiquement le premier contributeur au programme de repeuplement. Des projets ont ainsi été menés chaque année depuis 2010 excepté en 2015.

**Tableau 1 : historique des opérations de repeuplement sur la Loire depuis 2010**

Année	Projet	Porteur	Quantité déversée (kg)	Nbre d'individus	% de civelles marquées	Lieu	Position lieu déversement par rapport au guideau le plus aval (Varades)	
							Aval	Amont
2010	Loire	AADPPMFEDLA	209	689 700	7	Rivière du Hâvre	X	
2011	Loire	AADPPMFEDLA	150	495 000	11	Secteur Ancenis	X	
2012	Loire	AADPPMFEDLA	962	3 174 600	30	Secteur Ancenis	X	
2013	Loire	COREPEM	350	1 155 000	30	Ingrandes		X
2013	Loire	AADPPMFEDLA	350	1 155 000	70	Ingrandes		X
2013	Creuse/Vienne	AAPPBLB	298	983 400	30	Port-de-Piles		X
2014	Erdre	ADAPAEF 44	350	1 155 000	30	Plaine de Mazerolles	X	
2014	Loire	AADPPMFEDLA	585	1 930 500	30	Chalonnnes-sur-Loire		X
2014	Erdre	AADPPMFEDLA	475	1 567 500	30	Plaine de Mazerolles	X	
2014	Loire	OP Estuaires	575	1 897 500	30	Chalonnnes-sur-Loire		X
2016	Erdre	COREPEM	610	2 013 000	36	Plaine de Mazerolles	X	
2017	Maine	COREPEM	336	1 109 625	0	Bouchemaine		X
2017	Sèvre nantaise	COREPEM	215	708 180	100	Vertou	X	
2018	Loire	COREPEM	592	1 954 458	34	Les Ponts-de-Cé		X
2018	Ile Saint-Aubin	COREPEM	498	1 642 542	29	Ile Saint-Aubin		X
2019	Ile Saint-Aubin	COREPEM	884	2 915 946	31	Ile Saint-Aubin		X
2019	Creuse/Vienne	COREPEM	587	1 935 450	100	Port-de-Piles		X
2020	Loire	COREPEM	741	2 444 376	30	Les Ponts-de-Cé		X
2020	Erdre	COREPEM	747	2 465 100	29	Plaine de Mazerolles	X	
2021	Loire (Vienne)	COREPEM	851	2 807 640	30	Chouzé-sur-Loire		X
2021	Loire (Indre/Cher)	COREPEM	876	2 891 856	33	Langeais		X
2022	Ile Saint-Aubin	COREPEM	674	2 223 540	38	Ile Saint-Aubin		X
2022	Loire (Thouet)	COREPEM	896	2 957 790	30	Saumur		X
2023	Loire (Ménitré)	COREPEM	850	2 805 330	32	La Ménitré		X
2023	Loire (Layon)	COREPEM	806	2 660 460	33	Chalonnnes-sur-Loire		X
2024	Sarthe	COREPEM	894	2 950 200	33	Cheffes-sur-Sarthe		X
2024	Loire (Cher)	COREPEM	903	2 979 900	33	Luynes		X
2025	Loire-Thouet	COREPEM	879	2 899 974	31	Saumur		X
2025	Loire-Indre	COREPEM	883	2 913 900	30	Bréhémont		X
Total	29	-	18 025	59 482 467	-	-	8	21
Moyenne pondérée	-	-	-	-	34	-	-	-

Au total, 29 projets ont été menés sur la Loire et ses affluents pour une quantité de plus de 18T et près de 60 millions d'individus. 34% des civelles ainsi transférées ont été marquées (tableau 1). Parmi les 29 projets, 21 d'entre eux sont localisés en amont du guideau situé le plus en aval (figure 2).

## Les opérations sur le bassin versant de la Loire depuis 2010

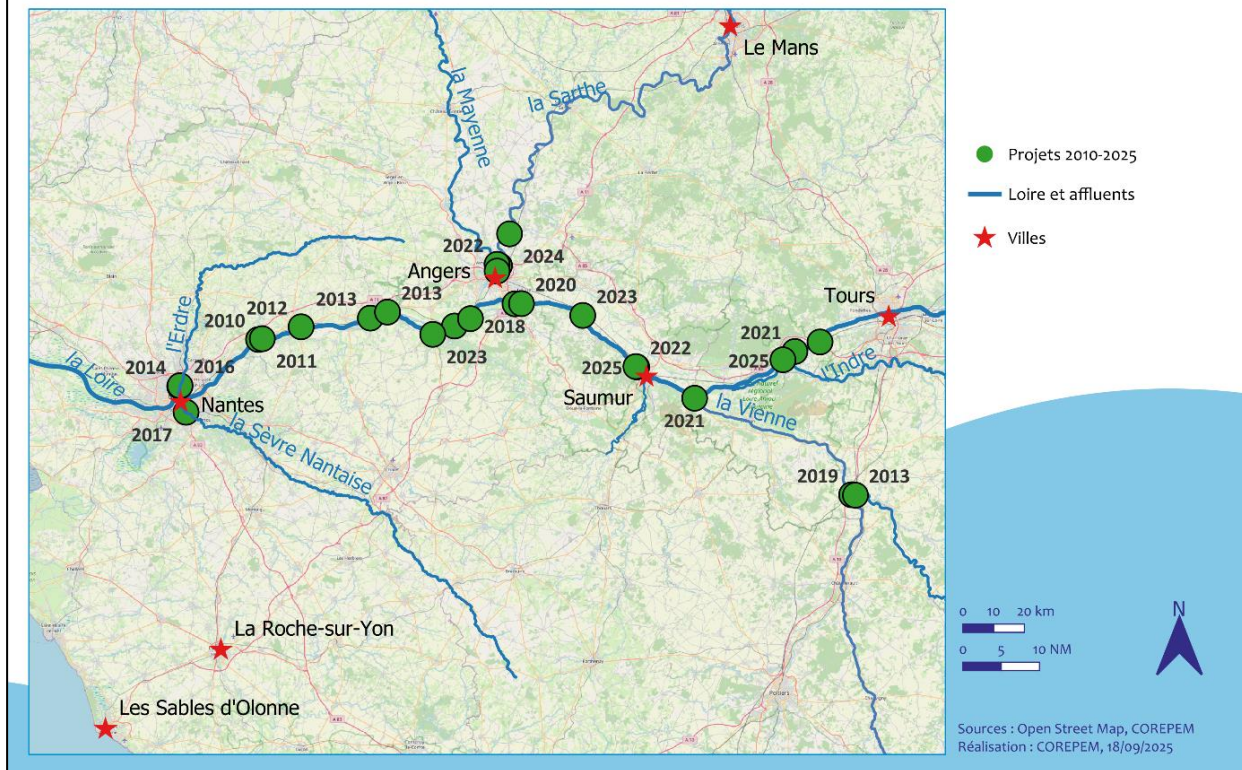


Figure 2 : les opérations sur le bassin versant de la Loire depuis 2010

## Etat des connaissances et questionnements actuels

Les éléments détaillés ci-dessous présentent les synthèses des principales références relatives à l'amélioration des connaissances sur le repeuplement, au niveau national dans un premier temps puis à l'échelle internationale. L'objectif étant ici, à défaut de présenter une bibliographie exhaustive, de mentionner les principaux travaux qui permettent de comprendre l'état actuel des connaissances et des questionnements, et qui ont inspiré le projet BEEL.

### Au niveau national

#### Etude ACOR, Delage *et al.*, 2019

Le projet ACOR (Apport de Connaissance aux Opérations de Repeuplement en anguille) a étudié l'impact du repeuplement sur la survie et la croissance des civelles jusqu'au stade anguillette (3 mois) dans l'Oir, un affluent de la Sélune.

L'analyse des différentes expérimentations comparatives menées par Capture-Marquage-Recapture sur près de 23 000 civelles issues de recrutement naturel et de pêche commerciale destinée au repeuplement suggère que la survie apparente des civelles de repeuplement est nettement réduite par rapport aux civelles qui sont arrivées de manière naturelle.

Cependant, la méthode de déversement des civelles analysées différait selon leur origine. Les civelles des différentes origines ne montrent en revanche aucune différence en termes de dispersion. Enfin la croissance a été trop faible pour mettre en évidence de quelconques différences.



### Suivi des anguilles argentées sur la Loire, BOURILLON *et al.*, MNHN, 2021

En 2021, BOURILLON *et al.* ont mené une étude sur le suivi et l'estimation d'échappement des anguilles argentées de la Loire fluviale basée sur 3 saisons : 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020. Le quatrième volet de ce travail est consacré à l'échantillonnage d'anguilles argentées afin de déterminer la part des individus provenant du repeuplement. Ainsi, sur les 196 mâles analysés, 2,04% d'entre eux montraient une marque fluorescente. Compte-tenu de la proportion de civelles marquées, la probabilité totale de capturer des anguilles issues du repeuplement sans distinction de cohorte cible a été estimée à 6,8%. La proportion des recaptures d'anguilles marquées augmente au cours des 3 saisons investiguées. Pour la saison 2019-2020, cette contribution atteint ainsi 10,8% du flux dévalant de mâles, soit 3,4% du flux total d'anguilles. Sur l'Erdre, ce taux a été estimé à 11,7% à la suite de l'identification de 7 anguilles mâles marqués sur les 60 individus que comptait l'échantillon.

Le rapport mentionne qu'« *il reste nécessaire de poursuivre les efforts de suivis du repeuplement à long terme afin d'identifier les premières femelles issues du repeuplement, dont la contribution à la production de biomasse féconde est majeure par rapport aux mâles* ».

### Etude ADRAF, MNHN/FISHPASS, 2023

En 2023, ARA France a commandé l'étude ADRAF (Analyse des données de Repeuplement Anguille en France) qui visait à analyser les données de repeuplement sur la période 2011-2021. Cette analyse est issue d'un travail collaboratif de plusieurs structures : ARA France, le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et le bureau d'études FISH PASS. Le rapport s'appuie sur les données acquises lors des suivis des populations d'anguilles réalisés dans le cadre des opérations de repeuplement français. Depuis 2010, 70 opérations de repeuplement ont été réalisées dans les différentes UGAs. Cette étude permet de tirer des enseignements inédits sur l'efficacité du repeuplement en France.

Ainsi :

- la variabilité spatiale du taux de croissance montre que les sites qui présentent le meilleur taux de croissance sont situés en amont des fleuves (Loire amont 2021, Creuse et Vienne 2013 et 2019).
- de la même manière, la localisation des sites de déversement a un effet sur les taux de recaptures. Les sites à fort taux de recaptures, sont ainsi situés davantage en amont des grands fleuves (Hyère 2020, Canal de Nantes à Brest 2021, Creuse et Vienne 2019) et au sein des fleuves du nord de la France (Aa 2019, Saône 2016, Orne 2018). Inversement, les sites avec les taux de recapture les plus bas se retrouvent en majorité en aval des fleuves (Aulne 2018, Loire 2021), et également sur la Charente (Charente 2015, 2016, 2019 et 2020).

En complément, cette étude montre que :

- le programme de repeuplement en anguilles constitue une mesure efficace pour introduire les anguilles dans des sections de cours d'eau où elle n'est pas présente. Les taux de croissance mesurés augmentent avec la distance à la mer, notamment dans les grands cours d'eau, ce qui suggère l'intérêt de sélectionner les sections amont de certains cours d'eau.
- le protocole mis en œuvre ne fournit pas d'information directe sur la survie des anguilles. Toutefois, étant donné que la survie est largement décrite dans la littérature pour être densité dépendante, une amélioration de la survie moyenne dans les zones amont des fleuves peut être supposée. Cette idée est corroborée par les plus importants taux de



croissance retrouvés au sein de ces zones, proxy d'une amélioration de la survie des individus. Ainsi, le déversement des anguilles dans des zones de faible densité, localisée en amont des cours d'eau et au sein de certains bassins pourrait conduire in fine à une augmentation de la production d'anguilles argentées.

L'étude ADRAF fournit également des informations sur l'efficacité technique des opérations selon leur localisation géographique au regard des résultats de recapture et de croissance. Cependant, cette étude ne fournit pas d'informations sur la réelle efficacité des opérations au regard de l'objectif final du projet. Celui de produire des géniteurs en capacité de repartir en mer pour se reproduire et ainsi contribuer à la reconstitution du stock d'anguilles. Les suivis actuels à 6 mois, 1 an et 3 ans ont largement montré la survie des anguilles ayant fait l'objet d'alevinage jusqu'au stade anguille jaune. Certains individus marqués plus âgés ont été retrouvés comme sur la Creuse en 2022 (deux individus de 9 ans).

### ***Au niveau international***

Plusieurs études se sont attachées à l'évaluer l'efficacité des opérations de repeuplement en milieu fluvial :

- au Danemark, l'effet comparatif de la survie et de la croissance sur des anguilles a été étudié dès 1991 dans la rivière Giber (Bisgaard & Petersen, 1991) par Capture-Marquage-Recapture. Les résultats montraient un taux de survie plus important des anguilles naturellement présentes dans le cours d'eau comparativement aux anguilles issues de ferme de grossissement. Le taux de croissance restait en revanche comparable entre les deux populations et conforme aux ordres de grandeur attendus. Les anguilles ayant fait l'objet de repeuplement provenaient de ferme de grossissement et n'ont pas été déversées au stade civelle.
- en Belgique, un bilan complet de l'anguille européenne après 8 ans de repeuplement dans une rivière de montagne (Nzau Matondo, Delrez, Bardonnet & al., 2022) a permis de constater que les anguilles ayant fait l'objet de repeuplement présentaient de bonnes performances de croissance ; de plus, les stocks étaient dominés par les femelles, présentaient un bon facteur de condition de Fulton (K) et de bonnes réserves de lipides, et avaient une probabilité de survie en mer élevée.
- en termes de production d'anguilles argentées issues de repeuplement de civelles, une étude menée sur l'Elbe, grand fleuve de plaine Allemand, a utilisé diverses approches méthodologiques (Brämick *et al.*, 2016) pour étudier la dévalaison annuelle d'anguilles argentées majoritairement issues des repeuplements (très faible recrutement naturel). Les modèles et les études de Capture-Marquage-Recapture ont permis d'estimer des échappements importants d'anguilles argentées et concluent que les cibles d'échappement en anguille argentées établies dans le Plan de Gestion Anguille n'auraient pu être atteintes sans les opérations de repeuplement effectuées dans le bassin.

Bien que les résultats de ces quelques études apportent des indices sur l'efficacité du repeuplement, l'évaluation du bénéfice net des opérations, c'est-à-dire l'avantage biologique que conférerait le fait de transférer des individus d'un milieu vers un autre milieu considéré comme plus propice à leur survie et à leur croissance, reste méconnue.

## La Pêcherie d'anguilles argentées au guideau

Dernier élément de contexte, la présence d'une pêcherie d'anguilles d'avalaison au guideau constitue l'un des éléments centraux du projet BEEL, dont le protocole repose sur la participation des pêcheurs fluviaux professionnels pratiquant cette pêche.

Cette pêcherie professionnelle d'anguilles argentées est implantée sur la Loire, entre Chalonnes-sur-Loire et Varades, en aval de la plupart des zones de déversement. Cette flotte dont les effectifs ont nettement diminué au cours des dernières années, n'est dorénavant composée que de 3 entreprises indépendantes qui exploitent 3 guideaux, le Plan de gestion national anguille en autorisant 13. Il s'agit d'une technique de pêche unique en Europe qui s'appuie sur l'utilisation d'un filet similaire à un chalut appelé guideau.



*Figure 3 : a) illustration du principe de capture par un guideau (CSP, 2003). b c, d) opération de relevé sur un guideau. e) poche amovible à l'extrémité du guideau lors du nettoyage après une relève (source : Bourillon et al., 2022)*

Le bateau est ainsi amarré aux berges et au fond par des câbles et soutient par un treuil le guideau, maintenu immobile au milieu de la colonne d'eau face au courant (figure 3) (Bourillon et al., 2022). L'entrée du guideau est large de 9 à 10 mètres et haut de 2 à 5 mètres maximum et reste ouvert grâce à deux poteaux métalliques horizontaux pour recueillir les anguilles en dévalaison passant dans la colonne d'eau. Le maillage du guideau décroît progressivement depuis l'ouverture (120 mm) jusqu'à l'autre extrémité (10 mm) qui est prolongée par une poche amovible accueillant les anguilles piégées.

L'ensemble du guideau mesure entre 22 et 25 mètres de long (Bourillon *et al.*, 2022). Durant la période autorisée à la pêche soit du 1<sup>er</sup> octobre au 15 février, le guideau est essentiellement déployé la nuit, notamment en période de crues, de Nouvelles Lunes et/ou de fortes nébulosités et d'épisodes dépressionnaires, durant lesquelles le flux d'anguilles est plus important (Acou *et al.*, 2009 ; Trancart *et al.*, 2013). Chez l'anguille argentée, la dévalaison s'effectue tout au long de l'année avec un pic d'intensité de migration en automne-hiver dans le Golfe de Gascogne (Adam *et al.*, 2008).

## Objectif et principe général

Dans un contexte de connaissances lacunaires sur le programme de repeuplement et son efficacité et en s'appuyant sur l'existence d'une pêcherie professionnelle d'anguilles d'avalaison, le projet BEEL a pour objectif de tester un protocole visant à :

- déterminer si des anguilles argentées proviennent du repeuplement (à terme : connaître la proportion d'anguilles argentées issues du repeuplement),
- évaluer l'état biologique et sanitaire des anguilles argentées sur le bassin de la Loire.

Le principe général de BEEL consiste à faire échantillonner, grâce à la présence d'une pêcherie au guideau, un certain nombre d'anguilles argentées par les pêcheurs eux-mêmes. Les pêcheurs ne valorisant pas sur le plan commercial, ni la tête ni les organes des individus capturés, ces échantillons sont destinés à deux structures en mesure de réaliser des analyses sanitaires et de vérifier l'éventuelle trace d'un marquage, ce qui montreraient qu'elles seraient bien issues d'un projet de repeuplement.

## Partenariat et financement

Le projet BEEL est porté par le COREPEM, en partenariat avec l'AAPPBLB, FISHPASS, l'ANSES et l'ASPS (tableau 2). Ayant été sélectionné dans le cadre de l'appel à projets Aquaculture-Pêche 2024-2025 animé par le centre technique régional SMIDAP, il bénéficie d'un financement de la Région des Pays de la Loire.

### Présentation du COREPEM

Le COREPEM est une organisation professionnelle des pêches au sens de la loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche (Loi n°2010-874 du 27 juillet 2010, Décret d'application 2011-776 du 28 juin 2011 – Article L 912-17 du Code rural et de la pêche maritime). Ses missions sont les suivantes :

- assurer la représentation et la promotion au niveau régional des intérêts généraux des professionnels exerçant une activité de pêche maritime ou d'élevage marin ;
- participer à l'élaboration et à l'application des réglementations en matière de gestion des ressources halieutiques pour les espèces qui ne sont pas soumises à des totaux autorisés de captures ou à des quotas de captures en application d'un règlement de l'Union Européenne et de récolte des végétaux marins ;
- participer à l'élaboration des réglementations encadrant l'usage des engins et la cohabitation des métiers de la mer ;
- participer à la réalisation d'actions économiques et sociales en faveur de leurs membres ;
- participer aux politiques publiques régionales de protection et de mise en valeur de l'environnement, afin notamment de favoriser une gestion durable de la pêche maritime et des élevages marins ;

- apporter un appui scientifique et technique à leurs membres, ainsi qu'en matière de sécurité, de formation et de promotion des métiers de la mer.

En 2025, le COREPEM représente les intérêts de 149 navires civiliers, soit près de 40% des 380 navires que compte la région Pays de Loire. De ce fait, le COREPEM s'est particulièrement investi depuis 2010 dans la structuration de la pêche en eu égard à l'évolution du cadre réglementaire. Ce projet BEEL s'inscrit dans la continuité de ces différents travaux.

### Les structures impliquées dans le projet et leur rôle respectif

Le tableau suivant présente les structures impliquées et détaille les domaines de compétence respectifs, ses missions dans le cadre du projet ainsi que les personnes ressources associées.

*Tableau 2 : structures partenaires et rôle dans le projet BEEL*

Structure	Domaine de compétence	Missions	Personnes ressources
<b>Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins des Pays de Loire (COREPEM)</b>	Organisation chargée de la représentation des intérêts des pêcheurs professionnels maritimes ligériens	Coordination et animation du projet, mise en œuvre du protocole, suivi administratif et financier	Alexis PENGRECH Armand BRUN
<b>Association agréée des pêcheurs professionnels du Bassin Loire Bretagne (AAPPBLB)</b>	Association chargée de la représentation des intérêts des pêcheurs professionnels en eau douce du Bassin Loire Bretagne	Relais auprès des pêcheurs professionnels au guideau, connaissance générale de la Loire et des pêcheries d'anguille argentée	Mathieu BODIN
<b>FishPass</b>	Bureau d'études spécialisé dans les suivis piscicoles	Contribution à la définition du protocole, réalisation de l'otolithométrie,	Yann LE PERU Jean-Marie CARAGUEL
<b>Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)</b>	Etablissement public chargé d'assurer la sécurité sanitaire humaine dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation	Réalisation des analyses sanitaires (virologie)	Lénaïg LOUBOUTIN Pauline GRIPPON
<b>Association Santé Poissons Sauvages</b>	Association consacrée à l'évaluation et à la préservation de la santé des poissons sauvages en lien avec la qualité des milieux aquatiques	Contribution à la définition du protocole, interprétation des résultats des analyses sanitaires	Patrick GIRARD

Le Comité de pilotage réuni, en plus du chef de file et des structures partenaires, le MNHN, les pêcheurs professionnels au guideau, l'AAPPED 44, le CNPMEM et ARA France.

## Calendrier du projet

Le tableau suivant présente le calendrier du projet BEEL, qui a débuté en fin d'année 2024 pour se terminer au mois de septembre de l'année suivante (tableau 3).

**Tableau 3 : calendrier du projet**

Etape	Acteur principal	24	25								
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dépôt du dossier à l'AAP Aquaculture & Pêche	COREPEM										
Commande du petit matériel	COREPEM										
Préparation de la base de données partagées	COREPEM										
Réunion du COPIL n°1 + formation des pêcheurs au protocole	Collectif		COPIL 1								
Echantillonnage, biométrie et conditionnement	Pêcheurs										
Envoi des colis à FISH PASS et ANSES	Pêcheurs										
Otolitométrie, ageage	FishPass										
Analyses virologiques	ANSES										
Réunion du COPIL n°2	Collectif							COPIL 2			
Archivage de la base de données	COREPEM										
Traitement des résultats et rédaction du rapport technique	COREPEM										
Retour d'expérience, perspectives d'évolution du protocole	Collectif										

## Protocole

Le protocole élaboré puis mis en œuvre ici résulte d'une réflexion menée dans le cadre du Comité de pilotage associée à la recherche permanente d'un compromis entre (i) l'intérêt des données collectées et (ii) la faisabilité sur le plan opérationnel tenant compte des contraintes imposées en premier lieu aux pêcheurs professionnels. S'agissant à ce stade d'une étude de faisabilité, la mise en œuvre d'un certain nombre d'analyses a été volontairement temporisée et intégrée aux perspectives d'évolution du protocole.

## Généralités

Le protocole se divise en 3 principales étapes : (i) l'échantillonnage et la réalisation de la biométrie par les pêcheurs, (ii) la réalisation des analyses par FishPass et l'ANSES ; et (iii), l'interprétation collective des résultats.

Le schéma suivant présente l'enchaînement de ces différentes étapes (figure 4).

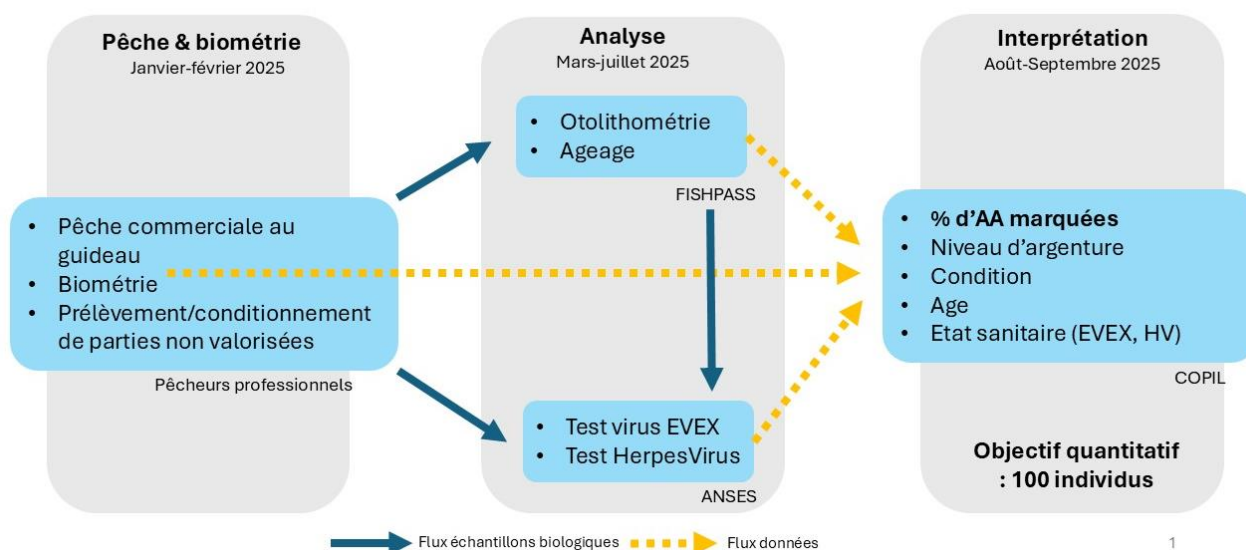


Figure 4 : représentation schématique du protocole BEEL

## Etape 1 : Pêche & biométrie

### Stratégie d'échantillonnage

L'élaboration d'une stratégie d'échantillonnage vise à garantir une certaine représentativité des résultats obtenus au vu de l'objectif poursuivi par le projet. Il s'agit d'un point essentiel dans la conception du protocole.

Pour cette étude de faisabilité, cette stratégie a néanmoins été simplifiée : il a été demandé à chacun des 2 pêcheurs au guideau de prélever les échantillons biologiques sur 50 anguilles argentées chacun et ce de manière opportuniste, en fonction des possibilités de capture. Le troisième pêcheur au guideau situé le plus en aval avait terminé sa saison lors du lancement du projet.

La carte présentée ci-après (figure 5) permet de localiser les guideaux au regard des sites de déversement. Ainsi, la plupart de ces sites sont situés en amont des guideaux ce qui permet de penser qu'ils peuvent capter une partie des anguilles argentées issues de ces projets lorsqu'elles rejoignent la mer. A noter également que les anguilles qui ont été déversées à l'aval des guideaux, ont pu reprendre leur migration pour finalement croître plus en amont.



## La pêche au guideau sur le bassin versant de la Loire

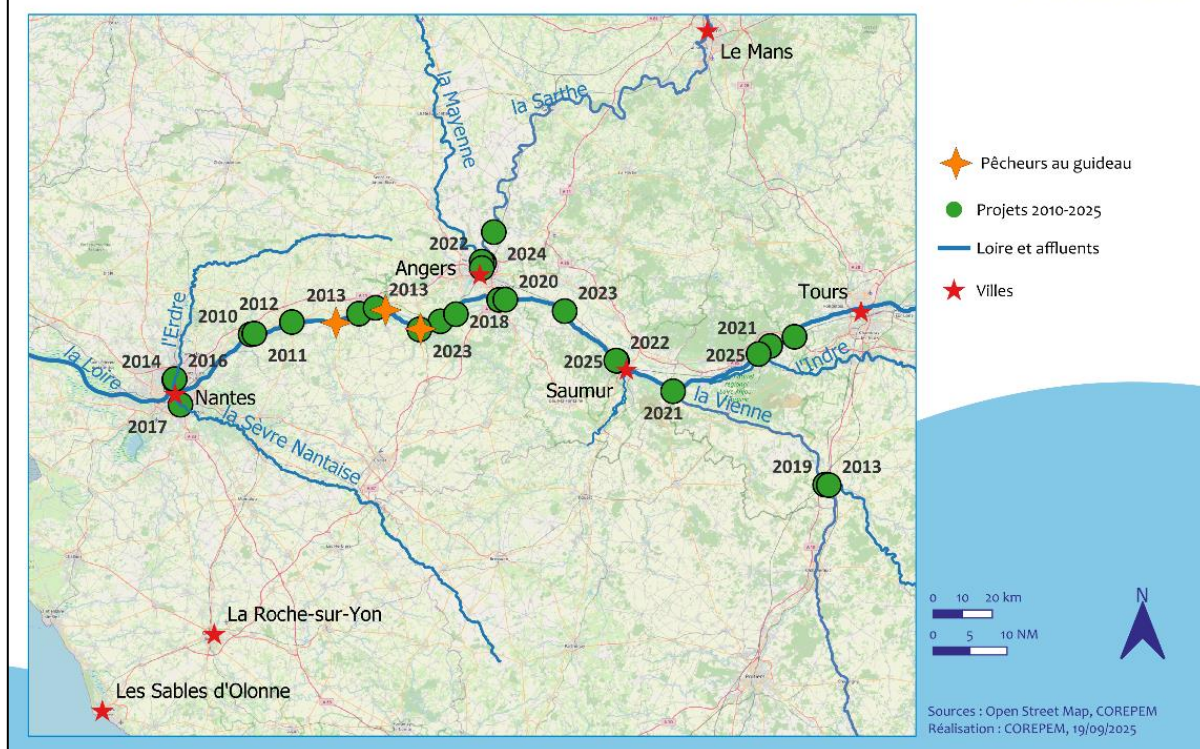


Figure 5 : la pêche au guideau sur le bassin versant de la Loire

### Biométrie

La biométrie a été réalisée par les pêcheurs, qui ont préalablement été formés et équipés lors d'une journée dédiée, le 13 janvier 2025. La biométrie s'est concentrée sur les éléments suivants (tableau 4) qui visaient à identifier et à caractériser chaque individu échantillonné.

Tableau 4 : synthèse des informations collectées par les pêcheurs lors de l'auto-échantillonnage

Volet	Information	Opérateur
Informations générales	N° unique individu	Pêcheurs
	Identité pêcheur	Pêcheurs
	Date capture	Pêcheurs
	Lieu capture	Pêcheurs
	Photo de l'individu	Pêcheurs
	Traitement (fumée ou non)	Pêcheurs
Biométrie	Longueur (mm)	Pêcheurs
	Poids (g)	Pêcheurs
	Sexe	Pêcheurs
	Diamètre œil (0.1mm)	Pêcheurs
	Longueur nageoire pectorale (0.1mm)	Pêcheurs
	Lésion externe	Pêcheurs
	Différence de livrée	Pêcheurs
	Présence de points noirs sur la ligne latérale	Pêcheurs



A noter que :

- le champ « Traitement (fumée ou non) » a été ajouté car la majorité des anguilles sont fumées avant la commercialisation. Des questions restaient en suspens quant à une possible altération de l'otolithe par le processus de fumaison ;
- de la longueur des individus a été déduit leur sexe. D'après la littérature, les mâles ont une longueur inférieure à 460mm et les femelles supérieures à 470mm (Bourillon *et al.*, 2021). Les mâles migrant à une taille et un âge moyens inférieurs à ceux des femelles (Acou *et al.*, 2003) ;
- le diamètre oculaire est un indicateur du degré d'argenture de l'individu. Le passage d'une anguille jaune à une anguille argentée s'accompagnant d'un accroissement de la taille de l'œil. La maturité sexuelle d'un individu se définit par un indice de Pankhurst au-dessus de 6,5 (Pankhurst, 1982) ;
- la longueur de la nageoire pectorale, est également un indicateur permettant de confirmer l'argenture ;
- la différence de livrée correspond au niveau de contraste entre le dos généralement noir et le ventre généralement blanc argenté. Ce contraste est particulièrement marqué chez l'anguille argentée ;
- la netteté et la présence de points noirs sur la ligne latérale est également un indicateur du degré d'argenture.



Figure 6 : photo de l'individu numéro 28 (source : M. REZE)

## Etape 2 : analyse

### Otolithométrie et âgeage

A la suite de la biométrie, les pêcheurs ont isolé, conditionné puis expédié les échantillons à FishPass, structure partenaire en charge de l'otolithométrie et de l'âgeage, tout en garantissant une traçabilité individuelle (chaque individu était associé à un identifiant unique qui accompagnait l'échantillon, figure 6).

Les otolithes sont des concrétions calcaires situées dans l'oreille interne des poissons. Ils participent d'une part à la transition des sons, d'autre part à l'équilibration et à la perception de la profondeur

(Morris et Kittlememan, 1967 ; Gauldie et Nelson, 1990). Après extraction, les otolithes ont été inclus dans la résine époxy et poncés jusqu'au primordium puis polis. L'estimation de l'âge a été réalisée sous microscope binoculaire par le comptage des bandes visibles sous microscope. L'alternance de zones opaques et de zone hyalines correspond respectivement aux phases de croissance rapide et de croissance ralentie de l'anguille au cours des saisons. Des photos ont été prises pour chaque otolithe préparé afin de pouvoir effectuer des lectures par plusieurs observateurs.

## Virologie

A la suite de la biométrie, les pêcheurs professionnels ont extrait les organes cibles (rein, rate, cœur) pour les expédier à l'ANSES. D'un autre côté, à la suite de l'otolithométrie, l'encéphale a été envoyé par FishPass à l'ANSES pour la réalisation des analyses virologiques : recherche du virus EVEX et de l'Herpès virus de l'anguille (AngHV-1). En effet, une extraction préalable à l'otolithométrie aurait pu détériorer l'otolithe faussant l'interprétation. Afin d'évaluer la prévalence de ces virus, les organes internes (rein, rate, cœur), ainsi que les encéphales, ont été analysés par individu. Les échantillons ont été broyés, repris en milieu supplémenté en antibiotiques, puis les surnageants de broyat ont été analysés en parallèle :

- en virologie cellulaire, les lignées cellulaires EK-1 (eel kidney, Chen *et al.*, 1982) et EPC (*Epithelioma papulosum cyprini*, Fijan, 1983) ont été inoculées et incubées aux températures d'expression des virus recherchés. En cas d'apparition d'effet cytopathique ECP (modification du tapis cellulaire due à l'infection des cellules par un virus), une étape d'identification par immunofluorescence indirecte (anticorps spécifiques du virus recherché, + anticorps secondaire couplé à un fluorochrome) a été mise en œuvre. En cas de présence d'ECP mais de non-détection de virus de type EVEX ou AngHV-1, les surnageants de culture positifs ont été transmis à la plateforme nationale de génotypage de l'Anses, située à Ploufragan (unité VIRPIG) afin de procéder à une recherche de génome viral par séquençage intégral ou NGS (Next-Generation Sequencing).
- en virologie moléculaire, les méthodes décrites par Danne *et al.*, 2022, et ciblant les virus EVEX et AngHV-1 ont été mises en œuvre après une étape de mise au point et validation au sein du laboratoire. Jusqu'à présent, seules les méthodes de détection par isolement viral et identification par immunofluorescence étaient employées sur le territoire français. Ces méthodes permettent de mettre en évidence des particules virales infectieuses, et impliquent un délai de rendu de résultat relativement long (plus d'une semaine pour observer un effet cytopathique et identifier le virus, et 2 passages successifs d'une semaine chacun pour pouvoir rendre un résultat négatif). L'utilisation de méthodes de PCR en temps réel permettra d'obtenir des résultats plus rapides (processus complet d'extraction des acides nucléiques + amplification par PCR réalisable en moins de 48 heures). Une fois validées, ces méthodes pourront être mises en œuvre dans le cadre du programme de repeuplement de l'anguille pour le contrôle sanitaire des civelles avant déversement dans les cours d'eau français. L'obtention d'un résultat rapide devrait permettre de diminuer de manière significative le temps de stabulation à forte densité des civelles, condition propice à l'intercontamination des sujets stockés, et ainsi induire une diminution de la prévalence de ces virus dans les lots de civelles relâchées.

L'utilisation de ces deux types de méthodologies en parallèle permettra également de définir le niveau de sensibilité des méthodes PCR par rapport au « gold standard » basé sur l'isolement cellulaire, méthode non spécifique adaptée pour la mise en évidence de virus autres que les 2 virus précédemment cités et d'intérêt dans l'étude.

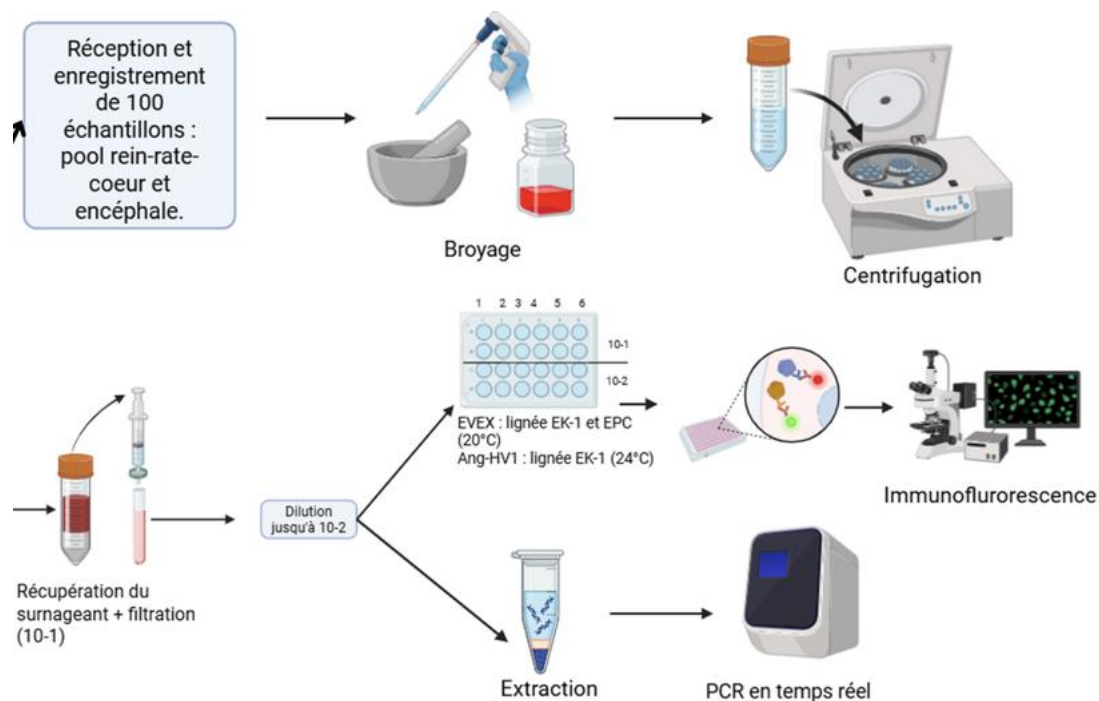


Figure 7 : représentation schématique du protocole de virologie



Figure 8 : extraction des organes

### Conditionnement et mode de transport

La tête et les organes ont été isolés par les pêcheurs après la réalisation de la biométrie. Chaque individu avait un identifiant unique qui a été repris sur la fiche de biométrie, qui a été inséré dans le pilulier pour les organes et dans un sac de congélation pour la tête (figure 9) afin de garantir la traçabilité de chaque individu. Les échantillons ont été placés dans un congélateur avant transport par

camion frigorifique dans une caisse en polystyrène, dans l'objectif que le poisson arrive dans un état de fraîcheur satisfaisant pour permettre les analyses en laboratoire (sous température dirigée jusqu'à - 18°C).



Figure 9 : tête de l'anguille n°2

## Résultats

### Analyse des échantillons

#### Biométrie

Sur les trois pêcheurs professionnels exerçant la pêche de l'anguille argentée au guideau, deux professionnels ont participé au protocole. Le troisième pêcheur ayant terminé sa saison lors du lancement du projet. La saison 2024-2025 de l'anguille argentée a été précoce, ce qui a empêché la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage élaborée. Effectivement, lors du lancement officiel du projet début janvier 2025, les pêcheurs professionnels venaient de réaliser leur dernière pêche de la saison. Ces éléments expliquent que les 100 individus aient tous été pêchés les 7 et 8 janvier 2025 (tableau 5). Afin d'équilibrer le sexe-ratio, un des pêcheurs a essayé de fournir une majorité de petits individus (longueur <460mm), et le second pêcheur exclusivement des femelles (longueur >470mm) (figures 10 et 11). Ce déséquilibre s'explique par le fait que les mâles commencent leur migration plus tôt dans la saison et étaient donc peu présents dans la dernière pêche. La taille moyenne de la population est de 651mm (377mm pour les mâles et 738mm pour les femelles). Aucun individu ne présentait une taille comprise entre 460 et 470mm.

Tableau 5 : identité du pêcheur, lieu de pêche, date et répartition des individus

Pêcheur	Lieu	Date	n
A	Montjean-sur-Loire	07/01/2025	50,00
B	Chalonnnes-sur-Loire	08/01/2025	50,00

Tableau 6 : longueur des anguilles échantillonnées selon le sexe

Longueur	n	Min.	Max.	Moyenne
Total	100	337 mm	1 005 mm	651 mm
Mâle (<460mm*)	24	337 mm	429 mm	377 mm
Femelle (>470mm*)	76	492 mm	1 005 mm	738 mm

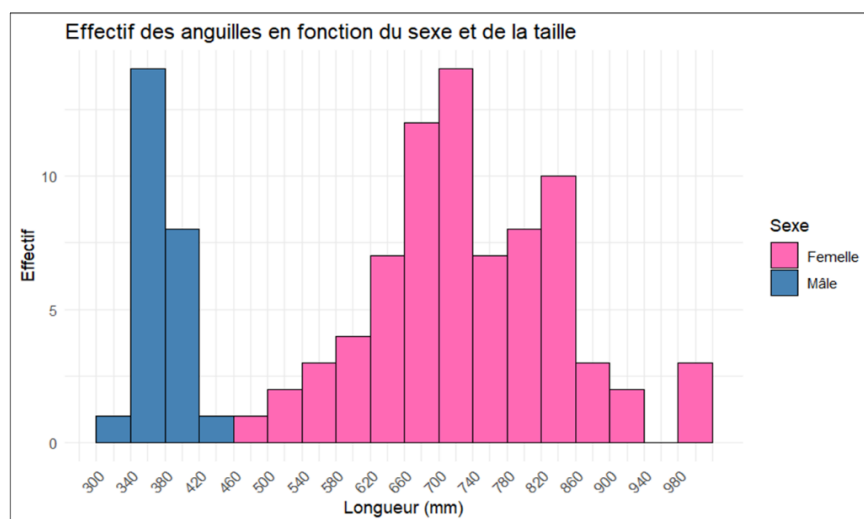


Figure 10 : effectif des anguilles en fonction du sexe et de la taille

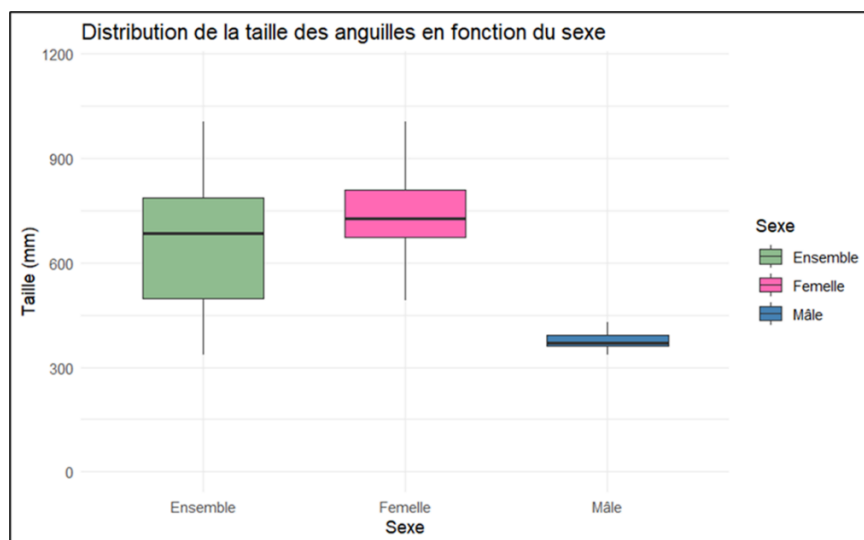
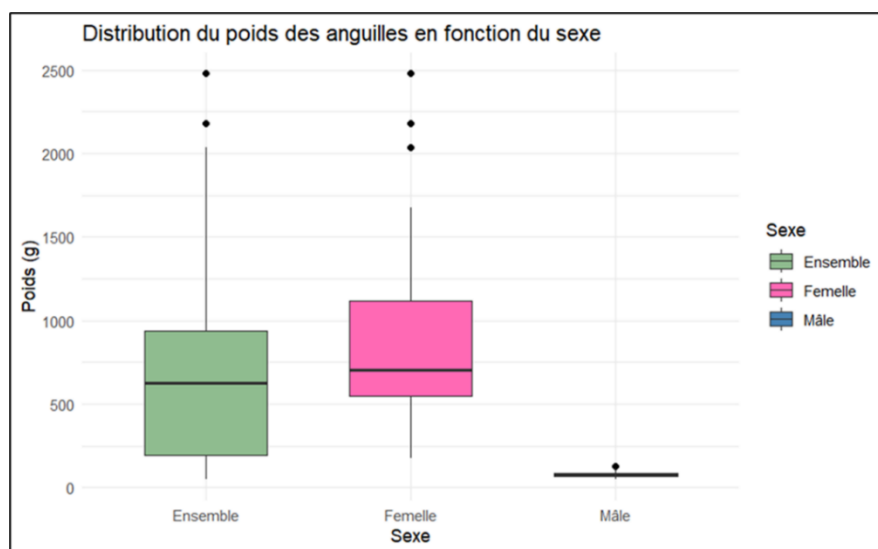


Figure 11 : distribution de la taille des anguilles en fonction du sexe

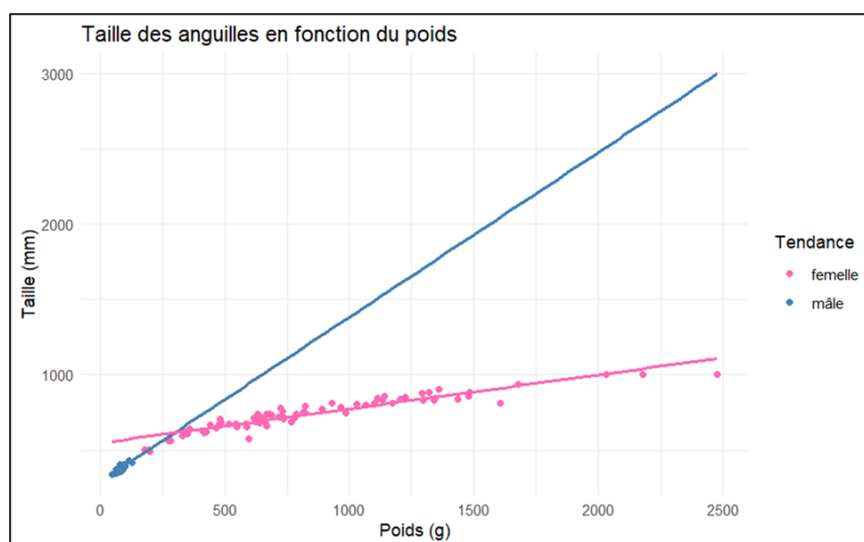
Le poids moyen des individus échantillonnés est de 658g ; 81g de moyenne pour les mâles et 841g pour les femelles (tableau 7).

*Tableau 7 : poids des anguilles échantillonnées selon le sexe*

Poids	n	Min.	Max.	Moyenne
Total	100	48 g	2 479 g	658 g
Mâle (<460mm)	24	48 g	129 g	81 g
Femelle (>470mm)	76	178 g	2 479 g	841 g



*Figure 12 : distribution du poids des anguilles en fonction du sexe*



*Figure 13 : taille des anguilles en fonction du poids*

Le coefficient de condition est donné par l'indice de Fulton (IF), qui repose sur le rapport entre la taille et le poids de l'individu. Ce coefficient a été calculé à partir du poids et de la taille des individus. La formule de l'IF est la suivante :

$$K = (\text{Poids} / \text{Longueur}^3) \times 100$$

avec Poids en mg et Longueur en mm

Le coefficient moyen obtenu s'élève à 0,18 (tableau 8).

**Tableau 8 : présentation du coefficient de condition des anguilles échantillonnées selon le sexe des individus**

Indice de Fulton	n	Min.	Max.	Moyenne
Total	100	0,12	0,31	0,18
Mâle(<460mm)	24	0,12	0,18	0,15
Femelle(>470mm)	76	0,13	0,31	0,19

Le diamètre oculaire est un indicateur du degré d'argenture de l'individu. Le passage d'une anguille jaune à une anguille argentée s'accompagne d'un accroissement de la taille de l'œil. La maturité sexuelle d'un individu se définit par un indice de Pankhurst au-dessus de 6,5 (Pankhurst, 1982). La formule est la suivante :

$$IO \text{ (Indice Oculaire)} = [ (A + B) / 4 ]^2 \times [ \pi / L ] \times 10$$

A : diamètre oculaire horizontale (mm)

B : diamètre oculaire verticale (mm)

L : longueur totale (cm)

Dans le cadre cette étude, 8 individus ont un indice oculaire correspondant à des individus considérés comme immatures sexuellement (tableau 9).

**Tableau 9 : description de l'indice de Pankhurst dans la population d'étude**

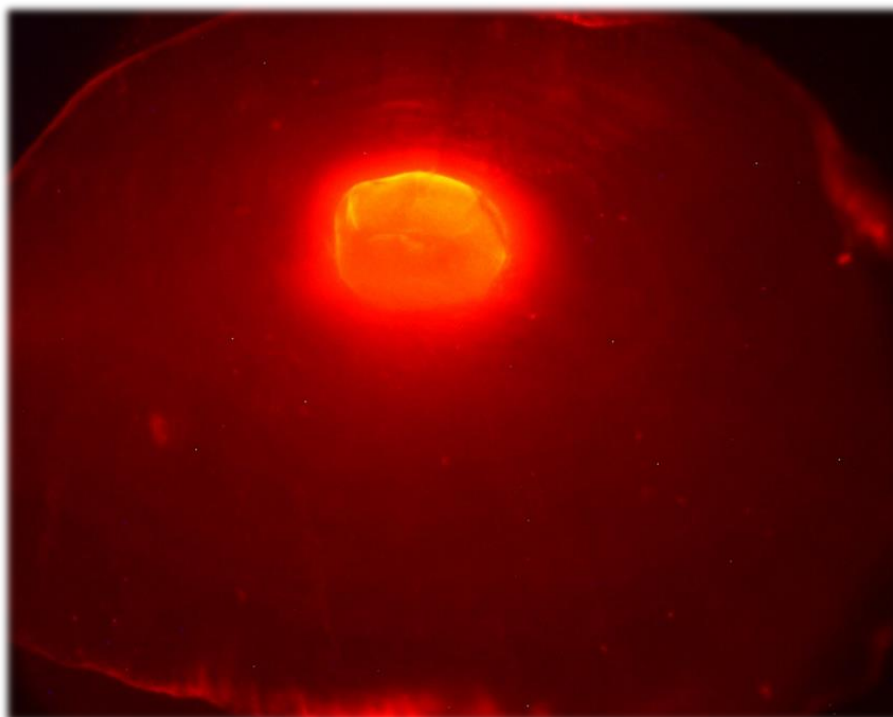
Indice de Pankhurst	n	Min.	Max.	Moyenne	n<6,5
Total	100	4,47	20,36	11,43	8
Mâle(<460mm)	24	6,18	10,89	8,26	3
Femelle(>470mm)	76	4,47	20,36	12,49	5

### Otolithométrie et âgeage

Parmi les 100 anguilles échantillonnées, 10 anguilles argentées présentent une marque nette d'alizarine (figure 14) et proviennent donc de l'une des opérations de transfert de civelles menées sur la Loire soit un pourcentage de 10%.

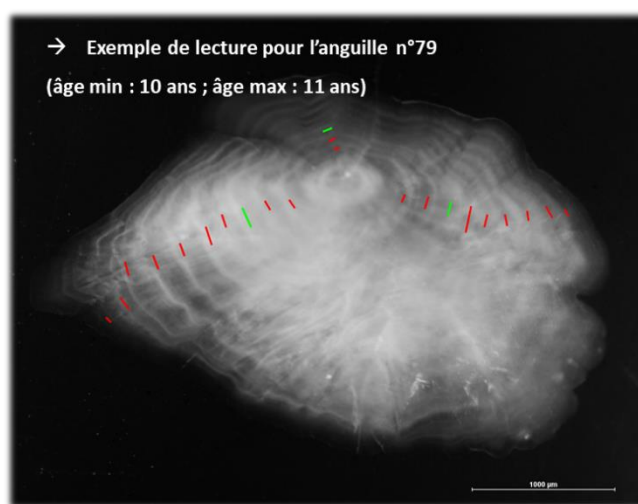
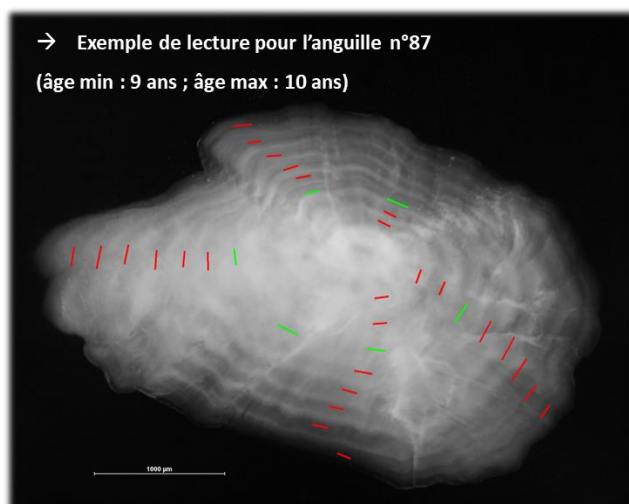
L'âge des 100 anguilles argentées est compris entre 5 ans et 14 ans (âge moyen) (figure 16).





*Figure 14 : exemple de l'otolithe marquée de l'anguille n°41. Mâle de 387mm. Age estimé de 6 ans (source : FISH PASS)*

L'âge moyen d'une anguille correspond à la moyenne entre l'estimation « basse » et l'estimation « haute » de son âge. En effet, pour certaines anguilles (60 anguilles sur 100 soit 60 %), un âge précis a été difficile à déterminer avec certitude (fourchette allant jusqu'à +/- 1 an maximum) à partir de la lecture otolithométrique (difficultés liées à la préparation puis à la lecture de certains otolithes (voir la partie « Discussion »)).



*Figure 15 : 2 exemples de lecture d'otolithe : à gauche, un exemple simple avec peu de déformations, à droite, un otolithe avec des déformations importantes rendant difficile sa lecture (source : FISH PASS)*

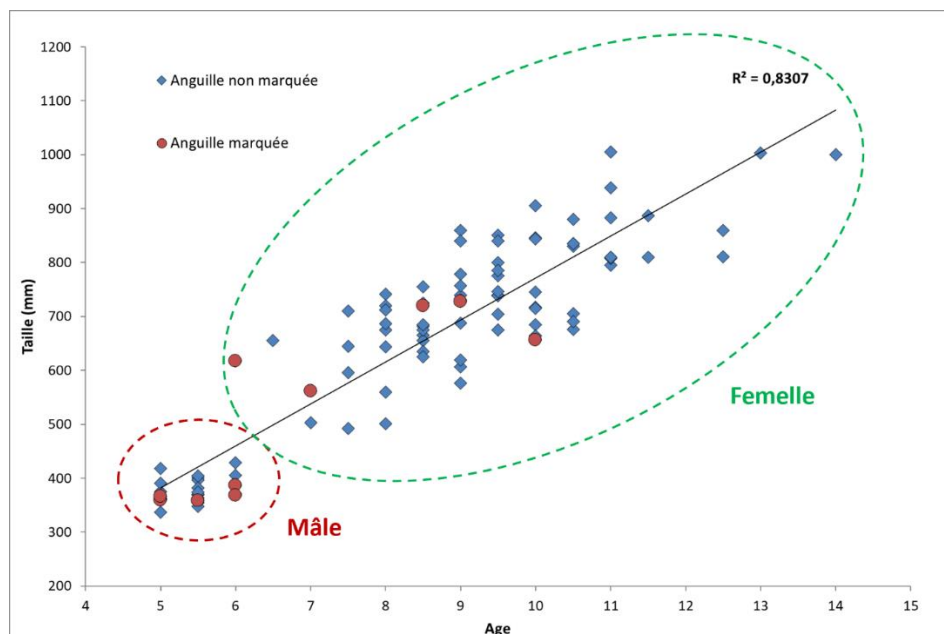


Figure 16 : taille des anguilles en fonction de l'âge et présence d'un marquage

Le sexe-ratio des individus marqués est équilibré avec 5 mâles et 5 femelles.

Tableau 10 : description de la taille des individus marqués

Taille	n	Min.	Max.	Moyenne
Total	10	358mm	728mm	512mm
Mâle(<460mm)	5	358mm	387mm	367,6mm
Femelle(>470mm)	5	562mm	728mm	656,6mm

Tableau 11 : description du poids des individus marqués

Poids	n	Min.	Max.	Moyenne
Total	10	62g	732g	305,7g
Mâle(<460mm)	5	62g	84g	72,2g
Femelle(>470mm)	5	282g	732g	539,2g

Tableau 12 : description de l'indice de Fulton des individus marqués

Indice de Fulton	n	Min.	Max.	Moyenne
Total	10	0,13	0,19	0,16
Mâle(<460mm)	5	0,13	0,18	0,15
Femelle(>470mm)	5	0,16	0,19	0,18

Les tests de comparaison n'ont pas montré de différence significative de taille entre les femelles marquées et non marquées (test de Mann-Whitney-Wilcoxon, p-value = 0.0732) ni entre les mâles marqués et non marqués (test de Mann-Whitney-Wilcoxon, p-value = 0.2352). Aucune différence significative n'a pas été constatée sur le poids entre les individus marqués et non marqués (test de Mann-Whitney-Wilcoxon, p-value femelle = 0.1185 et p-value mâle = 0.2005).

### Culture cellulaire

Sur les 100 individus analysés, 8 échantillons de rein-rate-cœur ont présenté un effet cytopathique (ECP) sur la lignée cellulaire EK-1 à 20°C et/ou à 24°C (tableau 13). Les réactions d'immunofluorescence réalisées en aval n'ont pas permis d'identifier les virus responsables de ces ECPs. Ceux-ci ont été caractérisés comme « virus enveloppés » grâce à un test au chloroforme : le chloroforme dissolvant les lipides de l'enveloppe lorsqu'elle existe, cela génère une perte du pouvoir infectieux pour les virus enveloppés.

Tous les échantillons cerveaux se sont avérés négatifs en culture cellulaire.

**Tableau 13 : individus positifs en culture cellulaire ; IF EVEX : réaction d'immunofluorescence ciblant le virus EVEX ; IF HVA : réaction d'immunofluorescence ciblant le virus AngHV-1**

Echantillon	Présence d'ECP	IF EVEX	IF HVA
5	/EK-1 à 24°C	-	-
28	/EK-1 à 24°C	-	-
36	/EK-1 à 24°C	-	-
43	/EK-1 à 20°C et 24°C	-	-
55	/EK-1 à 20°C et 24°C	-	-
59	/EK-1 à 20°C	-	-
74	/EK-1 à 20°C et 24°C	-	-
77	/EK-1 à 20°C et 24°C	-	-

Aucun virus de type AngHV-1 n'a pu être détecté par qPCR dans les échantillons analysés (100 pools de rein-rate-cœur et 100 encéphales). En revanche, les échantillons de rein-rate-cœur correspondant aux individus listés dans le tableau ci-dessous, au nombre de 12, ont présenté des résultats positifs au virus EVEX par RT-qPCR (tableau 14 et 15). Les Ct (ou Cycle Threshold) correspondent au cycle à partir duquel le signal devient significatif par rapport au bruit de fond. Plus ce cycle est atteint rapidement et plus l'échantillon est chargé en génome viral. L'analyse se déroule sur 40 cycles répétés, un Ct de détection compris entre 36 et 40 correspondants plutôt à du portage (individus positifs en limite de détection, détectés dans 95% des cas). Il est à noter qu'aucune des anguilles positives à EVEX n'étaient marquées (tableau 14). Aucun des 2 virus n'a été détecté dans les encéphales analysés.

**Tableau 14 : comparaison de la prévalence du virus EVEX chez les anguilles marquées et non-marquées**

Anguilles	n	Individus positifs	Individus positifs en %
Marquées	2	0	0,00
Non Marquées	48	12	26,00
Total	50	12	24,00

**Tableau 15 : individus positifs au test PCR ; en rouge l'individu 59 présentant un Ct de 26, plus précoce que les autres individus positifs. (1/2) : un réplica sur 2 détecté**

Echantillon	Ct EVEX	Ct HVA
52	33,16	-
56	35,51	-
58	34,94	-
59	26,4	-
64	35,99	-
68	39	-
70	36,9 (1/2)	-
72	38,16	-
80	38,86 (1/2)	-
83	37	-
97	37,52	-
100	38,38 (1/2)	-

### Résultats complémentaires

Pour les échantillons présentant un ECP en culture cellulaire, des analyses complémentaires ont été réalisées :

- une réaction d'immunofluorescence avec un anticorps J2 (cible l'ARN double brin) qui s'est avéré négatif ;
- un test chloroforme qui a permis de caractériser les virus responsables des ECPs observés sur lignée cellulaire EK-1 de « virus enveloppé » pour 7 individus (Individus 28, 36, 43, 55, 59, 74, 77).

Les 7 surnageants de culture positifs ont été transmis à la plateforme NGS. Des séquences d'acides nucléiques correspondant à des virus de type picornavirus d'anguille ont été obtenues. Deux types de Picornavirus ont ainsi été décrits :

- le Picornavirus de type A chez les individus 36, 43, 55 et 59, présentant de 95,8% à 98,8% d'identité protéique avec un picornavirus d'anguille précédemment décrit dans la littérature, l'EPV-1 (Fichtner et al., 2013) ;
- le Picornavirus de type B chez les individus 28, 74 et 77 ; ce picornavirus présentant une identité protéique d'environ 86% avec le picornavirus dit de type A.

### Résultats relatifs au diagnostic clinico-lésionnel de 50 anguilles photographiées

Seulement la moitié de l'échantillon a été pris en photo. Au total 9 individus sur 50 présentent des lésions externes, soit 18% de l'ensemble du lot (tableau 16) :

- 6 individus, soit 12% du lot, présentent des hémorragies cutanées (HE) localisées respectivement sur diverses parties du corps (C) chez 1 individu, au niveau de la mâchoire inférieure (M) chez 1 individu, sur la partie inférieure de la nageoire principale (N) chez 1 individu et au niveau de l'abdomen (A) chez 3 individus ;

- 2 individus, soit 4% du lot, présentent des érosions cutanées (ER) localisées respectivement sur diverses parties du corps (C) chez 1 individu et au niveau du flanc (F) chez 1 individu ;
- 1 individu, soit 2% du lot, présente des points blancs (PB) répartis sur l'ensemble du corps (C).

Tableau 16 : pathologies externes observées chez les individus

N°	CP	N°	CP	N°	CP	N°	CP	N°	CP
1		11		21	HEA1	31		41	
2		12	ERC1	22	ERF1	32		42	
3		13		23		33		43	
4		14	PBC3	24		3		44	
5		15		25		35	HEN1	45	
6		16	HEA1	26		36		46	
7	HEM1	17		27		37		47	
8		18		28		38		48	
9		19		29		39		49	
10	HEC1	20	HEA1	30		40		50	

D'après la grille d'interprétation ci-dessous (figure 18), on peut conclure que l'état de santé global de la fraction d'anguilles argentées échantillonnées est bon car l'Indice pathologique Global (IpG) calculé est égal à 0,16 (figure 17).

Calcul des Indices pathologiques relatifs (Ip) et de l'Indice pathologique Global (IpG)	
Ip_HE	= 6/50 = 0,120
Ip_ER	= 2/50 = 0,040
<b>IpG</b>	<b>= 0,120 + 0,040 = 0,160</b>
Calcul de l'Indice parasitaire Global (IpG)	
Ip_PB	= 1/50 x 3 = 0,060

Figure 17 : calcul de l'indice pathologiques et de l'indice pathologique global

De même, les lésions observées (hémorragies et érosions cutanées) ne semblent pas être la conséquence d'un quelconque processus pathologique dans la mesure où :

- leur intensité est faible, égale à 1 ;
- elles ne sont associées à aucune autre lésion pathologique ;
- elles sont majoritairement localisées sur la face inférieure ou distale des individus (abdomen, mâchoire, queue).

En conséquence de quoi leur cause est très probablement la conséquence d'irritations ou de frottements. A noter qu'aucune des 3 anguilles « EPV-1+ » examinées (n° 28, 36 et 43) ne présente de signe clinique en relation avec l'infection virale à Picornavirus.

Grille d'interprétation					
Classes de qualité des IpG	0 ⇒ < 0,05	0,05 ⇒ 0,20	0,21 ⇒ 0,80	0,81 ⇒ 1,40	1,41 ⇒ 4,00
Etat sanitaire correspondant	Excellent	Bon	Précaire	Dégradé	Mauvais

Figure 18 : grille d'interprétation de l'indice pathologique global

### Le picornavirus chez les poissons

De la famille des picornaviridae, le picornavirus est un virus à ARN simple brin dont la distribution est ubiquitaire et qui est largement répandu dans le règne animal.

Bien qu'il s'agisse de la première identification de ce virus chez l'anguille en France, sa première observation à l'international sur l'anguille européenne date de 2005, dans le lac de Constance en Allemagne.

Selon la bibliographie, il est observé chez de nombreuses autres espèces de poissons aussi bien marins que dulçaquicoles (poisson-chat, épinouche, vairon, sandre, perche...).

### En conclusion

Sur les 100 anguilles argentées capturées par les pêcheurs professionnels au guideau, 15 individus, entre les numéros 51 et 100 (qui n'ont pas été photographiés), se sont révélés positifs vis-à-vis d'EVEX uniquement en PCR, mais aucune indication concernant leur condition n'a pu être fournie.

En revanche, les individus numérotés de 1 à 50 (qui ont été photographiés), se sont révélés négatifs vis-à-vis d'EVEX en PCR, et leur état de santé global évalué selon l'outil « Codes pathologie », est considéré comme bon, même si l'échantillonnage est loin d'être statistiquement représentatif de la population d'argentées globale.

## Retour d'expérience sur la mise en œuvre du protocole

Le protocole a été jugé globalement satisfaisant et réalisable. Les points suivants ont notamment été relevés, et pourrait faire l'objet d'amélioration :

- une erreur sur le mode de livraison des colis d'un pêcheur a été commise, la livraison n'était pas réfrigérée causant une probable altération de l'analyse virologique (voir partie discussion). Une attention particulière devra être portée sur le mode de livraison afin que tous les échantillons arrivent réfrigérés ;
- un manque de précisions sur la mesure de la nageoire pectorale a été constatée. Cette donnée devra faire l'objet d'une attention particulière. Il est proposé de changer le type de pied à coulisse afin de faciliter la lecture de la mesure. Il est proposé de retravailler sur le guide de la biométrie à destination des pêcheurs ;
- l'ensemble des individus devra être pris en photo avec une bonne qualité d'image. Effectivement seulement 50% des individus ont été photographiés et la qualité a été jugée moyenne ;
- une intervention de l'ASPS sur place est proposée pour réaliser l'examen pathologique.

## Discussion et perspectives

### La biométrie des anguilles au regard de la bibliographie

Dans le cadre des suivis et de l'estimation du flux d'échappement des anguilles argentées de la Loire fluviale de 2002 à 2020, 818 anguilles en dévalaison ont été échantillonnées entre 2017 et 2020 (Bourillon *et al.*, 2022). 100% des anguilles échantillonnées montraient les critères d'argenteure d'Acou *et al.* (2005). Les effectifs par sexe ainsi que les données de tailles et poids ont été repris ci-dessous (figure 19).

<b>Tableau 3  </b> Effectif par saisons d'échantillonnage et par sexe (F : femelle, M : mâle) et données biométriques [moyenne ( $\mu$ ) $\pm$ écart-type (ET) et minimum – maximum (min – max)] de la taille (mm) et du poids (g) des anguilles argentées marquées lors des opérations CMR des saisons 2017-2018, 2018-2019 et 2019-2020.						
Saison	Effectif (saison)	Sexe	Effectif (sexe)	Traits	$\mu$ (ET)	min - max
2017 - 2018	275	F	240	Taille	689 (98)	480 - 1050
				Poids	633 (317)	197 - 2053
		M	35	Taille	381 (23)	338 - 431
				Poids	81 (19)	44 - 121
2018 - 2019	427	F	314	Taille	691 (101)	462 - 1035
				Poids	602 (282)	155 - 2053
		M	113	Taille	392 (27)	322 - 460
				Poids	104 (43)	56 - 486
2019 - 2020	116	F	79	Taille	690 (100)	465 - 915
				Poids	573 (280)	162 - 1540
		M	37	Taille	382 (25)	338 - 430
				Poids	86 (20)	57 - 141

Figure 19 : tableau de l'échantillonnage des suivis de l'anguille argentée en Loire 2017-2020 (source : Bourillon *et al.*, 2022)

En tenant compte de l'échantillon limité du projet BEEL, ces données de suivi nous apportent les informations suivantes sur les données collectées :

- une taille moyenne de 388mm pour les mâles, résultat proche de la moyenne observée sur le projet BEEL avec 377mm ;
- une taille moyenne de 690mm pour les femelles, résultat plus faible que la moyenne observée sur le projet BEEL avec 738mm. L'échantillonnage étant issue d'une pêche tardive dans la saison, ce résultat n'est sûrement pas représentatif de la taille moyenne des femelles sur la Loire ;
- la proportion des mâles était de 33% pour 2017-2018, 2019-2020 et 40% en 2018-2019. En comparaison, 24% de la population était composée de mâles dans le projet BEEL. La population d'étude est issue d'une pêche tardive qui explique cette sous-représentation des mâles ;
- un poids moyen de 96 grammes pour les mâles contre 91 grammes pour le projet BEEL ;
- un poids moyen de 610 grammes pour les femelles contre 841 grammes pour le projet BEEL ;
- un indice de condition qui variait de 0,1 à 0,3 pour les femelles. Le résultat est similaire sur le projet BEEL.



## Un taux élevé d'anguilles marquées

Toujours dans le même rapport (Bourillon *et al.*, 2021), 2,04% des mâles sur 196 étaient marqués sur la Loire. Lors de la saison 2019-2020, il a été estimé que 3,4% du flux total d'anguilles argentées était marqué dont 10,8% du flux dévalant de mâles.

Avec 10% d'individus marqués, le taux d'anguilles marqué est plus important. En tenant compte du fait que la moyenne des lots transférés soit marquée à hauteur de 34%, nous pouvons estimer que 30% des anguilles échantillonnées proviennent effectivement d'une opération de repeuplement. Néanmoins, le faible échantillon de la population d'étude et surtout les modalités de sélection de cet échantillon (anguilles toutes issues d'une dévalaison début janvier 2025) nécessite de poursuivre ce projet pour consolider ces résultats. La poursuite du projet devra s'accompagner d'une augmentation du nombre d'individus échantillonnés et de la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage au cours de l'ensemble de la saison de pêche afin que le résultat puisse être considéré comme représentatif.

## Un âge difficile à déterminer avec précision

### Difficultés liées à la préparation des otolithes

La détermination de l'âge à partir des otolithes chez l'anguille se complexifie avec l'âge. De forme sphéroïde plus ou moins allongée les premières années, l'otolithe d'anguille s'aplati et se déforme au cours de la croissance. L'obtention d'un plan d'observation net sur toute la surface du plan de coupe de l'otolithe devient donc complexe. Afin de pouvoir observer toutes les stries de croissances concentriques, le plan de coupe doit être choisi de manière à faire apparaître d'une part le primordium (zone centrale correspondant au démarrage de la croissance larvaire) et d'autre part, dans la mesure du possible, la totalité du pourtour de l'otolithe. Pour certains individus, le dénombrement des marques de croissance entre le primordium et le bord de l'otolithe n'a pas permis d'aboutir au même résultat selon le rayon choisi, traduisant ainsi une précision relative.

### Difficultés liées à l'interprétation de la croissance

Par sa capacité à coloniser des habitats très différents (fossés, plan d'eau, cours d'eau ...), la croissance de l'anguille européenne présente une forte hétérogénéité selon les individus. Au sein d'un échantillon d'anguilles d'avalaison, l'observateur doit prendre en considération des paternes de croissances individuels très différents, reflétant l'hétérogénéité des variables thermiques et trophiques des habitats disponibles. Ainsi, chez une majorité des individus échantillonnés, les otolithes présentent deux marques de croissance annuelle, traduisant successivement une forte croissance printanière, une baisse de l'intensité de croissance durant l'été et une reprise de croissance automnale.

Cette forte hétérogénéité de la croissance au sein d'une même cohorte est confirmée sur l'ensemble des projets de repeuplement anguille, lors de la recapture d'individus marqués, dans le cadre des opérations de suivis à 6 mois, 1 an et 3 ans.

## Déduction de l'origine des anguilles en fonction des crues

L'un des facteurs de déclenchement de la dévalaison est l'augmentation du débit lors des crues hivernales. Lors de la saison de pêche, les pêcheurs professionnels observent des vagues de dévalaison successives en lien avec le déclenchement de crues sur les affluents de la Loire en amont des guideaux.

Avec la date de pêche, il est possible de déterminer l'origine probable des anguilles argentées selon les affluents en crue à cette période.

Les pêches ayant été réalisées les 7 et 8 janvier 2025, il est nécessaire de récupérer les données de débit entre les 4 et 6 janvier sur le site « Hydroportail » afin de tenir compte du temps de dévalaison d'anguilles parties plus en amont. L'outil de visualisation de « cartes comparatives des données aux statistiques pour les hautes eaux » permet de comparer le débit moyen d'un jour choisi avec le débit moyen journalier dépassé en moyenne 10 jours par an, nommé « hautes eaux » dans la suite du rapport. C'est un indicateur fiable pour surveiller les crues en comparant une donnée journalière avec un seuil de débit élevé, qui n'est atteint ou dépassé que 10 jours par an en moyenne.

Le 4 janvier, l'Erdre et l'Indre atteignaient des débits entre 70 et 80% des hautes eaux (figure 20). Le 5 janvier, l'Erdre et la Sèvre Nantaise sont en crues, les débits sont supérieurs aux hautes eaux (148% pour l'Erdre et 152% pour la Sèvre Nantaise). A noter que la Mayenne a également un débit supérieur aux hautes eaux (118%). Dans une moindre mesure, l'Indre et la Sarthe affichent des valeurs de respectivement 99 et 88% (figure 21). Le 6 janvier, L'Erdre, La Sèvre Nantaise, la Mayenne et la Sarthe atteignent des valeurs supérieures à 100% (figure 22). Sur cette période, la Loire et les autres affluents (Vienne, Creuse et Thouet) ne présentaient pas de débits exceptionnels. On peut donc supposer que les anguilles argentées échantillonnées proviendraient majoritairement des affluents situés en amont des guideaux, c'est-à-dire la Maine et ses affluents (la Sarthe et la Mayenne) ainsi que l'Indre. Des projets de repeuplement ont eu lieu entre les années 2017 et 2021 sur ou à proximité de ces affluents (30 % de marquage). Néanmoins, il demeure difficile d'affirmer qu'elles en proviennent. En effet, le déclenchement de la dévalaison dépend d'un débit minimal encore inconnu, et ce processus est influencé par de nombreux facteurs environnementaux et biologiques.

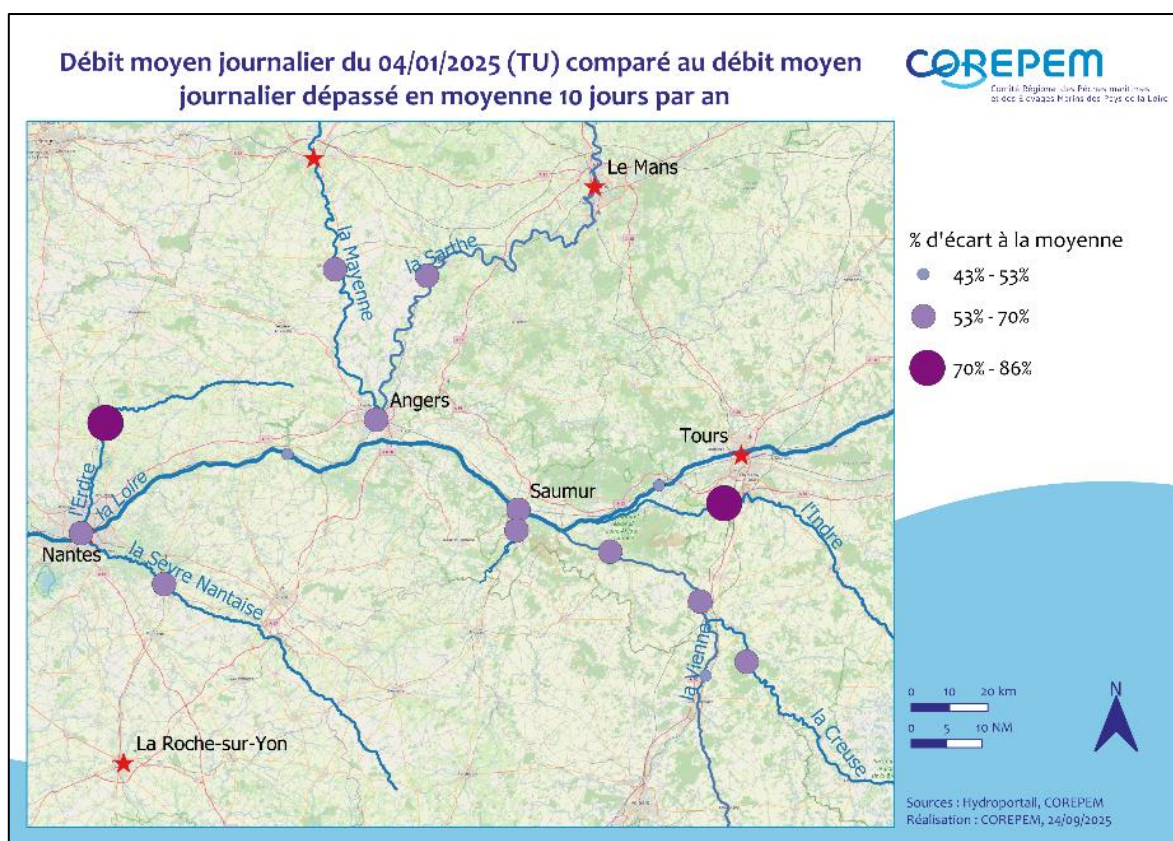


Figure 20 : débit moyen journalier du 04/01/2025 comparé au débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j par an



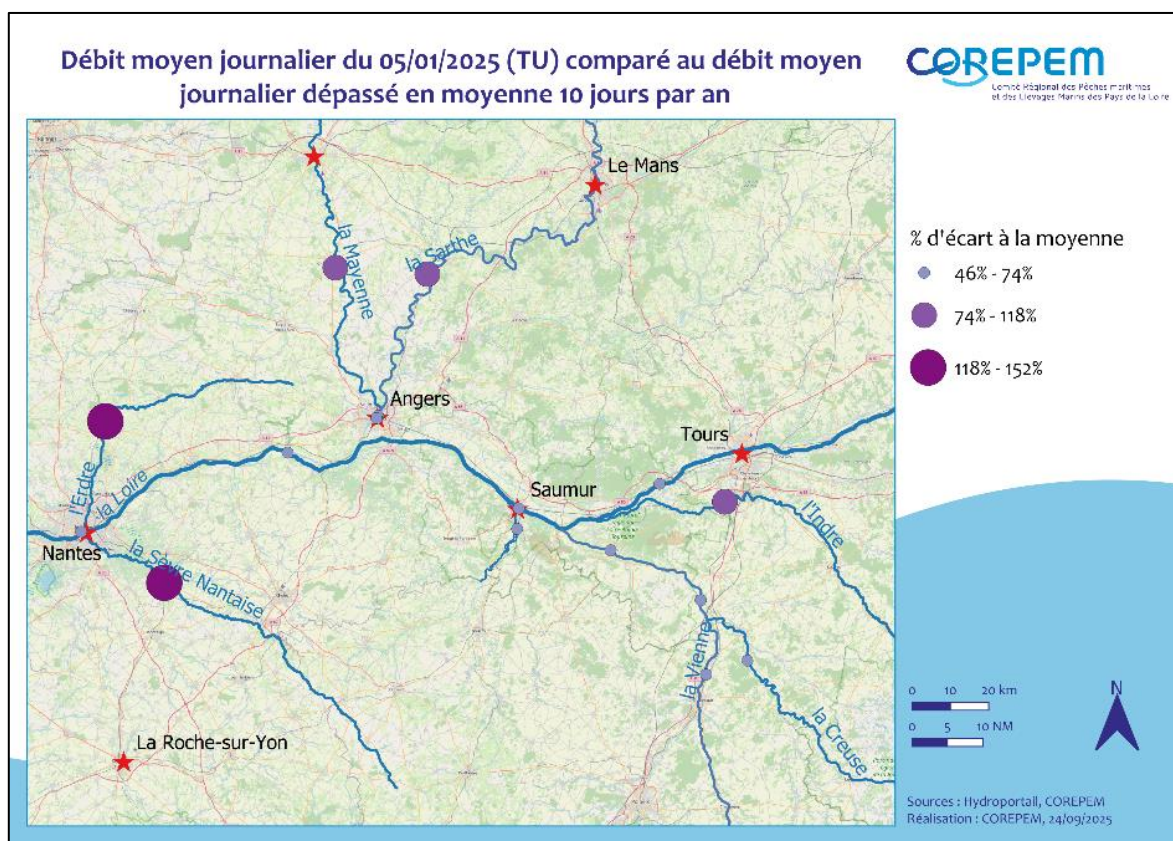


Figure 21 : débit moyen journalier du 05/01/2025 comparé au débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j par an

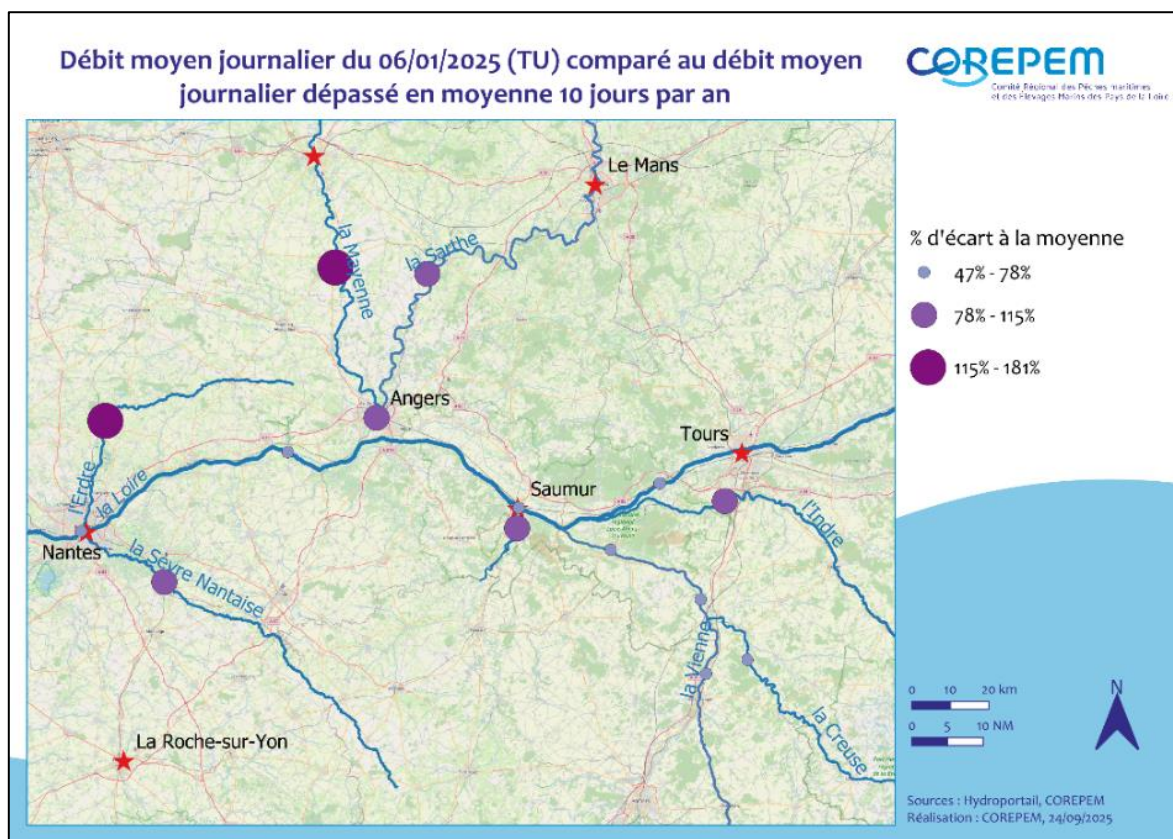


Figure 22 : débit moyen journalier du 06/01/2025 comparé au débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j par an

## Prévalence significative du virus EVEX mais absence d'Herpes virus

D'après les résultats de l'analyse virologique, EVEX a été détecté chez 15 anguilles argentées sur les 50 échantillons exploitables soit une prévalence de 7,5%. L'autre moitié de l'échantillon (50/100) n'a pas pu être exploité, du fait que le colis du second pêcheur soit arrivé à température ambiante (non-réfrigérée) au laboratoire et qu'aucun individu positif à EVEX n'ai été détecté dans ce sous-échantillon. Par précaution, ce sous-échantillon n'a pas été valorisé pour cette analyse. A noter qu'aucun des 10 individus marqués n'est infecté par le virus EVEX.

L'herpès virus n'a quant à lui pas été détecté dans l'échantillon analysé. Sur ce point, en plus du trio rein-rate-cœur, le cerveau et les branchies ont été identifiés a posteriori comme des organes à privilégier pour la recherche de l'AnGHV-1, le cerveau devenant très positif à un certain stade du cycle viral (comm. pers. A. Vanderplasschen). En revanche, du fait que le cerveau soit très riche en DNase, il conviendrait d'éviter la phase de congélation/décongélation du protocole. L'extraction de ces organes devrait alors être effectuée par les pêcheurs eux-mêmes, avec la difficulté d'extraire le cerveau sans détériorer les otolithes. Le prélèvement des branchies est toutefois une piste à retenir parmi les évolutions du protocole.

## Un état sanitaire qualifié de bon

Les données sur l'état sanitaire des anguilles argentées sont plutôt rares et sont en grande partie concentrées sur le parasite d'*Anguillicola crassus*. Ce parasite n'a pas été recherché dans le cadre de cette première année de suivi en raison de la difficulté à extraire la vessie sans la percer, et de l'intérêt moindre que représente cette donnée au regard de la forte présence du parasite sur le bassin de la Loire. Dans le cadre de cette étude, une recherche sur deux virus répandus chez l'anguille a été réalisée. En effet, les connaissances sur l'impact de ces infections virales restent limitées, considérées pourtant comme fortement pathogènes pour l'espèce principalement chez des individus stressés, notamment en condition d'élevage (P. Girard, 2025). Compte-tenu des discussions récentes sur un potentiel risque de diffusion du virus EVEX par les opérations de repeuplement français, il semble primordial d'améliorer nos connaissances sur ce virus. Et plus particulièrement, dans le cadre de ce projet, sur sa présence chez l'anguille au stade argentée et sur de potentiels signes cliniques chez les individus porteurs.

L'IpG est qualifié de bon pour les 50 individus photographiés. Des corrélations entre le portage du virus et la présence de lésions externes n'ont pas pu être réalisées sur le lot d'anguilles positifs à EVEX, qui n'a pas été photographié. Au regard de la littérature, le portage du virus pourrait être asymptomatique jusqu'à la phase migratoire et pourrait se déclencher pendant cette phase stressante. L'observation de lésions externes sur des individus positifs pourraient nous apporter des informations sur le déclenchement du virus au début de la phase migratoire.

A titre de comparaison, un suivi sanitaire d'anguilles a été réalisé dans le département du Nord en 2022 (Fédération Départementale de pêche du Nord, 2022). Le taux d'anguilles présentant des lésions externes se situait autour de 90% pour les individus de plus de 300mm. La majorité des lésions qui ont été observées sont des érosions et des hémorragies. Un IpG de 0,88 a été calculé correspondant à un état dégradé de la population. Aucun test virologique n'a été réalisé. Ces résultats sont difficilement comparables compte-tenu du fait que l'étude porte sur des anguilles jaunes et argentées, et que les caractéristiques environnementales du bassin des Flandres semblent également bien différentes du bassin versant de la Loire.

## Conclusion

Sur la forme, le projet BEEL vient valider la possibilité de mettre en œuvre un protocole d'évaluation de la contribution du programme de repeuplement au flux d'anguilles argentée dévalant la Loire. La disponibilité du matériel biologique permet en outre d'acquérir de nombreuses connaissances supplémentaires sur l'état biologique et sanitaire de cette population, à recouper avec les données antérieures issues des suivis réalisés par le MNHN en partenariat avec l'AAPPBLB.

Qu'il s'agisse d'un réseau d'acteurs complémentaires et experts de leur domaine respectif, d'un historique inégalé à l'échelle nationale en matière de repeuplement et de la présence de pêcheurs en mesure d'échantillonner des anguilles argentées, tout indique que la Loire peut devenir un lieu central dans l'amélioration des connaissances relatives à l'efficacité du repeuplement.

Sur le fond, l'identification de 10 individus marqués -révélant un taux d'anguilles issues du repeuplement de l'ordre de 30%- était un résultat inespéré lors du lancement du projet BEEL. L'état sanitaire malgré la détection du virus EVEX sur plusieurs individus a par ailleurs été qualifié de bon.

Tous ces éléments encouragent le COREPEM et ses partenaires à poursuivre ce travail en précisant davantage le plan d'échantillonnage tout en augmentant la taille de l'échantillon afin d'obtenir des indicateurs représentatifs du bassin de la Loire.

## Bibliographie

- A. ACOU, F. LEFEBVRE, P. CONTOURNET, G. POIZAT, J. PANFILI, A. J. CRIVELLI. SILVERING OF FEMALE EELS (*ANGUILLA ANGUILLA*) IN TWO SUB-POPULATIONS OF THE RHÔNE DELTA. Station Biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc, 13200 Arles, France. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2003) 368 : 55-68.
- ACOU A., BOISNEAU C., FEUNTEUN E., 2009. Prédiction des pics de dévalaison des anguilles argentées à partir des données environnementales : état des connaissances et développement d'un modèle opérationnel sur la Loire pour la gestion du turbinage. Rapport du Muséum National d'Histoire Naturelle, CRESCO, Station marine de Dinard, 126 p.
- BOURILLON B., BODIN M., ACOU A., VIRAG L-S, TRANCART T., et al. Suivi et estimation du flux d'échappement des anguilles argentées de la Loire fluviale de 2017 à 2019 et retour d'expériences sur le repeuplement. [Rapport de recherche] Museum National d'Histoire Naturelle, station de Dinard, France. 2021, pp.135.
- BISGAARD J., et PEDERSEN, MI., 1991. Mortality and growth of wild and introduced cultured eels (*Anguilla anguilla* (L.)) in a Danish stream, with special reference to a new tagging technique. Dana, 9: 57-69.
- BRAMICK U., FLADUNG E., et SIMON J., 2016. Stocking is essential to meet the silver eel escapement target in a river system with currently low natural recruitment. ICES Journal of Marine Science, Volume 73, Issue 1, Pages 91–100.
- MATONDO NB., DELREZ N., BARDONNET A. et VANDERPLASSCHEN A., 2022. A complete check-up of European eel after eight years of restocking in an upland river: Trends in growth, lipid content, sex ratio and health status. Science of The Total Environment 807:151020
- DELAGE N., AZAM D., BEAULATON L. ACOR - Apport de Connaissances aux Opérations de Repeuplement en anguille. Expérimentation in situ et ex situ. [Rapport de recherche] Rapport final No. 2018\_037\_03 (incluant 2018\_037\_02). Révision 1, AFB; Inra. 2019. ffhal-02935018f;
- GIRARD P. Synthèse bibliographique sur le virus européen X de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* – ou EVEX – visant à évaluer son impact sur les actions de repeuplement en France. ASPS, 2025.
- Fédération Départementale de pêche du 59. Suivi des populations d'anguille dans le département du Nord. 2022.
- FEUNTEUN E., SERRANITO B., LE PERU Y. Etude ADRAF : Analyse des Données de 10 années de Repeuplement Anguille en France - 2011 / 2021. ARA France, Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR BOREA, Station Marine de Dinard, CRESCO, France. École Pratique des Hautes Études – Paris Sciences et Lettres, Centre de GéoEcologie Littorale, Dinard, France. Bureau d'études FISH-PASS, Science et Ingénierie des Milieux Aquatiques, Laillé, France.
- FIJAN N.; SULIMANOVIC D.; BEARZOTTI M.; MUZINIC D.; ZWILLENBERG L.O.; CHILMONCZYK S.; VAUTHEROT J.F.; and DE KINKELIN P. Some properties of the Epithelioma papulosum cyprini (EPC) cell line from carp *Cyprinus carpio*. Ann. Virol. (Inst. Pasteur). 1983. 134E. 207-220.
- PANKHURST; Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla* (L.), 1982



- TRANCART T., ACOU A., DE OLIVEIRA E., FEUNTEUN E., 2013. Forecasting animal migration using SARIMAX: an efficient means of reducing silver eel mortality caused by turbines. *Endanger. Species Res.* 21, 181–190. <https://doi.org/10.3354/esr00517>



# TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : évolution du repeuplement en France par UGA (source : ARA France, 2025).....	2
Tableau 1 : historique des opérations de repeuplement sur la Loire depuis 2010 .....	3
Figure 2 : les opérations sur le bassin versant de la Loire depuis 2010 .....	4
Figure 3 : a) illustration du principe de capture par un guideau (CSP, 2003). b c, d) opération de relevé sur un guideau. e) poche amovible à l'extrémité du guideau lors du nettoyage après une relève (source : Bourillon et al., 2022) .....	7
Tableau 2 : structures partenaires et rôle dans le projet BEEL .....	9
Tableau 3 : calendrier du projet.....	10
Figure 4 : représentation schématique du protocole BEEL.....	11
Figure 5 : la pêche au guideau sur le bassin versant de la Loire .....	12
Tableau 4 : synthèse des informations collectées par les pêcheurs lors de l'auto-échantillonnage ....	12
.....	12
Figure 6 : photo de l'individu numéro 28 (source : M. REZE).....	13
Figure 7 : représentation schématique du protocole de virologie .....	15
Figure 8 : extraction des organes .....	15
Figure 9 : tête de l'anguille n°2.....	16
Tableau 5 : identité du pêcheur, lieu de pêche, date et répartition des individus .....	17
Tableau 6 : longueur des anguilles échantillonnées selon le sexe .....	17
.....	17
Figure 10 : effectif des anguilles en fonction du sexe et de la taille .....	17
Figure 11 : distribution de la taille des anguilles en fonction du sexe .....	17
Tableau 7 : poids des anguilles échantillonnés selon le sexe.....	18
Figure 12 : distribution du poids des anguilles en fonction du sexe .....	18
Figure 13 : taille des anguilles en fonction du poids .....	18
Tableau 8 : présentation du coefficient de condition des anguilles échantillonnées selon le sexe des individus .....	19
Tableau 9 : description de l'indice de Pankhurst dans la population d'étude .....	19
Figure 14 : exemple de l'otolithe marquée de l'anguille n°41. Mâle de 387mm. Age estimé de 6 ans (source : FISH PASS).....	20
Figure 15 : 2 exemples de lecture d'otolithe : à gauche, un exemple simple avec peu de déformations, à droite, un otolithe avec des déformations importantes rendant difficile sa lecture (source : FISH PASS).....	20
Figure 16 : taille des anguilles en fonction de l'âge et présence d'un marquage .....	21
Tableau 10 : description de la taille des individus marqués .....	21
Tableau 11 : description du poids des individus marqués .....	21
Tableau 12 : description de l'indice de Fulton des individus marqués .....	21
Tableau 13 : individus positifs en culture cellulaire ; IF EVEX : réaction d'immunofluorescence ciblant le virus EVEX ; IF HVA : réaction d'immunofluorescence ciblant le virus AngHV-1.....	22
Tableau 14 : comparaison de la prévalence du virus EVEX chez les anguilles marquées et non-marquées.....	22
Tableau 15 : individus positifs au test PCR ; en rouge l'individu 59 présentant un Ct de 26, plus précoce que les autres individus positifs. (1/2) : un réplica sur 2 détecté .....	23
Tableau 16 : pathologies externes observés chez les individus .....	24

Figure 17 : calcul de l'indice pathologiques et de l'indice pathologique global .....	24
Figure 18 : grille d'interprétation de l'indice pathologique global.....	25
Figure 19 : tableau de l'échantillonnage des suivis de l'anguille argentée en Loire 2017-2020 (source : Bourillon et al., 2022) .....	26
Figure 20 : débit moyen journalier du 04/01/2025 comparé au débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j par an .....	28
Figure 21 : débit moyen journalier du 05/01/2025 comparé au débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j par an .....	29
Figure 22 : débit moyen journalier du 06/01/2025 comparé au débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j par an .....	29



**1 rue Des Gréeurs - 85100 LES SABLES D'OLONNE**

**Tél. : 02.51.96.15.67 - [corepem@corepem.fr](mailto:corepem@corepem.fr)**

**Siret : 442 954 400 00028**

**[www.corepem.fr](http://www.corepem.fr)**