



RAPPORT TECHNIQUE D'ÉTUDE

Suivi 2017-2018 de la migration des anguilles d'avalaison du bassin de la Loire dans le cadre de la contribution à la gestion de l'espèce et de ses habitats



APPEL À PROJETS

Recherche, expérimentation, acquisition et valorisation des connaissances sur les populations de poissons migrateurs amphihalins sur le bassin de la Loire

PORTEUR DE PROJET

AAPPBLB (Association Agréée des Pêcheurs Professionnels en eau douce du Bassin Loire Bretagne)

Mathieu Bodin, Directeur et Antoine Proust, Chargé d'études

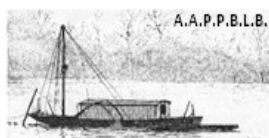
Jérôme Monfray, Président et Philippe Boisneau, Vice-Président délégué « Migrateurs »

PARTENNAIRES FINANCIERS ET INSTITUTIONNELS

AELB (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)
FEDER (Fonds Européens de Développement Régional)
DREAL de Bassin Loire-Bretagne
Région Centre Val-de-Loire

PARTENNAIRES TECHNIQUES

Les pêcheurs professionnels au guideau
du bassin de la Loire
Université de Tours-CITERES UMR7324
MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle)



Mars 2018

Table des matières

Introduction.....	4
1. Calendrier de captures et caractéristiques biologiques.....	6
1.1. Matériel et Méthodes.....	6
1.1.1. Sites d'étude.....	6
1.1.2. Technique de capture.....	7
1.1.3. Relève hebdomadaire.....	7
1.1.4. Données récoltées.....	8
1.1.4.1. Une vision à minima de la dynamique migratoire.....	8
1.1.4.2. Effort de pêche et captures d'anguilles.....	8
1.1.4.3. Confidentialité des données.....	8
1.1.4.4. Caractéristiques morphologiques et critères d'argenteure.....	9
1.1.5. Niveau de contamination des vessies par le parasite <i>Anguillicoloïdes crassus</i>	10
1.2. Résultats.....	12
1.2.1. Calendrier des CPUE et hydrologie.....	12
1.2.2. Efforts de pêche et captures pendant la relève hebdomadaire.....	14
1.2.3. Sex ratio des anguilles capturées au guideau.....	15
1.2.4. Caractéristiques biométriques des anguilles échantillonnées.....	16
1.2.4.1. Calendrier d'échantillonnage.....	16
1.2.4.2. Relation taille, poids et coefficient d'embonpoint K.....	17
1.2.5. Niveau de contamination des vessies par le parasite <i>Anguillicoloïdes crassus</i>	20
Discussion.....	21

Liste des figures

Figure 1: Localisation des pêcheries au guideau pour le suivi 2017-2018.....	6
Figure 2: Schéma d'un guideau (Source: Guide des engins de pêche fluviale et lacustre, CSP, 2003)	7
Figure 3: Hydrologie 2017-2018 à Montjean-sur-Loire et CPUE (hydrologie, source: banque hydro)	12
Figure 4: Distribution des CPUE en relève hebdomadaire (RH) et hors relève hebdomadaire.....	15
Figure 5: Calendrier d'échantillonnage 2017-2018 des anguilles d'avalaison	16
Figure 6: Relation taille, poids et embonpoint: anguille argentée 2017-2018.....	17
Figure 7: Distributions des longueurs, poids et embonpoints des anguilles mâles et femelles échantillonnées en 2017-2018. Les lettres A et B représentent l'absence de différence significative entre lots.....	18
Figure 8: Relation taille, poids et embonpoint: anguille d'avalaison 2017-2018.....	18
Figure 9: Distribution de l'Indice Oculaire Gauche des anguilles argentées mâles et femelles échantillonnées en 2017-2018. Les lettres A représentent l'absence de différence significative entre lots.....	19
Figure 10: Niveau de contamination des anguilles d'avalaison par <i>Anguillicoloïdes crassus</i>	20

Liste des tableaux

Tableau 1 : Lots de pêche associés au guideau en 2017-2018.....	6
Tableau 2 : Comparaison interannuelle des débits de la Loire à Montjean-sur-Loire.....	12
Tableau 3 : Valeurs descriptives des CPUE 2017-2018.....	13
Tableau 4 : Effort de pêche au guideau pendant la relève hebdomadaire.....	14
Tableau 5 : Sex ratio des anguilles d'avalaison 2017-2018 (données pêcheurs professionnels).....	15

Tableau 6 : Proportion d'anguilles argentées mâles et femelles présentant des signes externes d'argenture (ligne latérale et livrée).....	19
Tableau 7 : Proportion d'anguilles mâles et femelles jaunes, en cours d'argenture ou argentées.....	20
Tableau 8 : Comparaison interannuelle du niveau de contamination des anguilles d'avalaison par Anguillicoloïdes crassus.....	21

Liste des annexes

Annexe 1: Fiche de caractérisation des stades de l'anguille.....	23
--	----

Introduction

La population de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est, depuis vingt-cinq ans, en régression constante sur toute sa zone de répartition. Le niveau d'abondance observé depuis 1990 a chuté de 80 % en trois générations. Selon le CIEM (2006), le stock d'anguille est en dessous de ses limites biologiques. Le recrutement est à un niveau minimal historique et la plupart des observations ne montrent pas de tendance à la récupération. Les causes de cette régression sont multiples et synergiques. Selon la commission des pêcheries intérieures (EIFAC) de la FAO, elles peuvent être classées en deux groupes, les causes d'origine océanique et celles d'origine continentale. Les facteurs continentaux sont multiples, la pêche qui s'exerce sur l'ensemble des écophases, la très forte régression des habitats de grossissement, les difficultés de circulation, le non accès à une grande partie du réseau hydrographique, la toxicité des polluants, l'infestation parasitaire...

Pour permettre la reconstitution du stock d'anguille européenne, le conseil des ministres européens a adopté, en septembre 2007, un règlement (CE n°1100/2007 du 18/09/07) qui demande à chaque état concerné d'établir des plans de gestion de l'anguille pour restaurer le stock, bassin par bassin. Ce règlement prévoit un échappement minimum de 40% des futurs géniteurs et un repeuplement des cours d'eau européens. Le programme INTERREG III B, INDICANG, dans des travaux antérieurs, avait anticipé cette démarche et proposé la mise au point d'indicateurs de l'état des stocks d'anguilles sur des bassins versants index. Ces indicateurs portent sur les trois écophases, civelles, anguilles jaunes et anguilles argentées et sur la qualité des bassins versants.

Considérant que la production d'anguilles argentées est la première cible de gestion à atteindre (CIEM 2005) et que peu de données sont disponibles (CIEM 2014), les objectifs sur cette écophase visent à évaluer l'échappement en anguilles. L'échappement en anguilles argentées d'un bassin versant se caractérise par sa production potentielle de géniteurs appelée également potentiel reproducteur, leur qualité, c'est-à-dire leur capacité à se reproduire, mais aussi par la mortalité directe d'origine anthropique qui vient réduire cet échappement (INDICANG, 2008). Le potentiel reproducteur représente la quantité d'anguilles argentées dévalant du bassin, telle qu'elle serait observée, chaque année, si la dévalaison ne dépendait pas des facteurs climatiques imprévisibles et sans mortalité d'origine anthropique.

La Loire est le seul grand fleuve français sur lequel il existe une pêcherie d'anguilles de dévalaison organisée. L'Association Agréée des Pêcheurs Professionnels en eau douce du Bassin Loire Bretagne (AAPPBLB) fournit, au tableau de bord Anguille – Loire, un indice annuel de l'abondance des anguilles argentées. Cet indice est construit à partir des captures annuelles de quatre pêcheries sélectionnées parmi les 5 à 13 pratiquants l'avalaison. Sont également transmises les données journalières de captures au guideau (Capture Par Unité d'Effort, CPUE) de tous les pêcheurs.

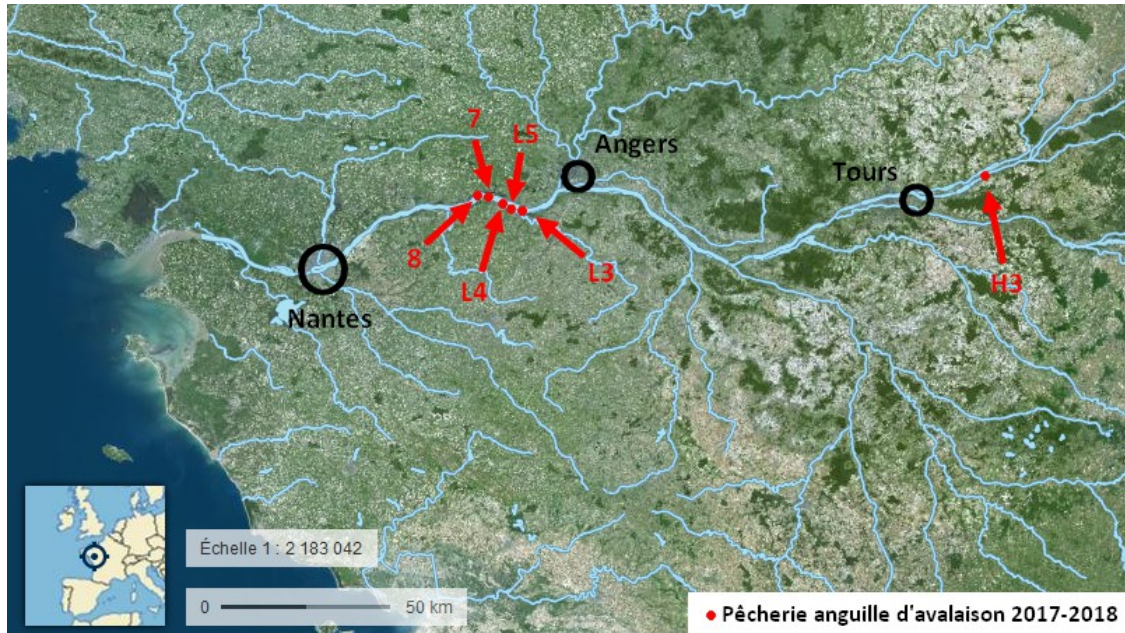
De 1987 à 2007, la réglementation relative à la pratique de la pêche d'anguilles de dévalaison autorisait les captures sans discontinuer du 1^{er} octobre au 15 février. Depuis 2008, l'application d'une nouvelle réglementation, en lien avec le règlement européen instituant une relève hebdomadaire du samedi à partir de 18 heures au lundi à 6 heures, pour la même période de pêche, a entraîné un changement dans les pratiques et dans la constitution de l'indice d'abondance puisque 28% des jours de la saison de pêche ne peuvent plus être échantillonnés. En 2009, le recalcul de l'indice d'abondance pour la période 1987-2007 en enlevant les périodes de relève hebdomadaire a montré la constance de la pêcherie au guideau dans son activité de manière globale. Une réduction de la période de pêche de 28% en durée a entraîné une réduction globale des efforts de 27% et des captures de 26%. Mais ceci ne doit pas cacher de grandes disparités interannuelles mais aussi inter pêcheries.

Ce rapport d'exécution présente, pour la campagne 2017-2018, l'effort de pêche de l'ensemble des pêcheurs professionnels localisés à l'amont d'Ançenis, incluant les relèves hebdomadaires. Les caractéristiques des géniteurs seront également analysées (sexe, taille, masse, condition corporelle). Une évaluation non exhaustive de la contamination de la vessie natatoire par le parasite *Anguillicoloides crassus* sera fournie. Enfin, l'indice d'abondance, construit à partir des captures annuelles des quatre mêmes pêcheries depuis 1987, apportera des précisions quant à l'évolution interannuelle de l'abondance des géniteurs d'anguilles dévalant la Loire pendant la période autorisée de pêche (du 1^{er} octobre 2017 au 15 février 2018). Le calcul de l'indice d'abondance a été reconduit avec application virtuelle de la relève hebdomadaire dans son intégralité de façon à disposer d'un élément de comparaison avec les années antérieures ; l'analyse des captures et efforts de pêche, sur les relèves hebdomadaires pêchées, ayant été préalablement conduite.

1. Calendrier de captures et caractéristiques biologiques

1.1. Matériel et Méthodes

1.1.1. Sites d'étude



Depuis 1987, les sites de suivi de migration des anguilles d'avalaison correspondent aux pêcheries au guideau en activité, principalement localisées sur le cours de la Loire. En 2017-2018, elles sont situées entre Amboise (Indre-et-Loire) et Varades (Loire-Atlantique), la numérotation correspondant au lot sur lesquels les guideaux sont positionnés (Figure 1). La grande majorité du bassin hydrographique de la Loire peut donc être potentiellement suivi, à l'exception des masses d'eau se situant à l'aval de Varades et comprenant une population relativement importante d'anguilles (Erdre, Sèvre Nantaise, Grand-Lieu...).

Tableau 1 : Lots de pêche associés au guideau en 2017-2018

Lot de pêche	Département	Pêcherie
H3	37	Boisneau P.
L3	49	Monfray J.
L5 & L4	49	Rezé L. & Lassalle E.
7 & 8	44	Perraud Y. & M.

La liste des pêcheurs ainsi que numéro de lot sur lesquels ils exercent leur activité sont présentés dans le Tableau 1. Pour la campagne 2017-2018, seulement 5 guideaux sont en activité, en raison de problèmes techniques et de santé pour deux pêcheurs pratiquant l'avalaison habituellement. Il était 11 en 2010-2011.

1.1.2. Technique de capture

- **Le guideau**

Le guideau, également appelé dideau, est un engin de capture sélectif utilisé pour pêcher l'anguille d'avalaison dite argentée. En Europe, la technique de pêche au guideau n'est plus pratiquée que sur le bassin de la Loire. La période réglementaire de pêche, qui débute le 1^{er} octobre et se termine le 15 février de l'année suivante, correspond à la période préférentielle de migration des anguilles d'avalaison. Cette pêche se pratique essentiellement de nuit, lors de crues accompagnées le plus souvent de conditions météorologiques dépressionnaires. Elle nécessite plusieurs relèves du filet durant la nuit afin qu'il ne soit obstrué par les feuilles, branches ou troncs emportés par le courant. Le guideau est un filet en forme d'entonnoir d'environ 25 m de long sur 10 m de large et 5 m de haut dont les mailles se rétrécissent pour se terminer, par la poche, à 10 mm de côté. Il est amarré à deux poteaux métalliques horizontaux reliés à un treuil permettant de manœuvrer le guideau depuis un bateau. Le bateau est ancré face au courant qui maintient le guideau ouvert et entraîne les anguilles dans celui-ci jusqu'à la poche qui se trouve à son extrémité (Figure 2).

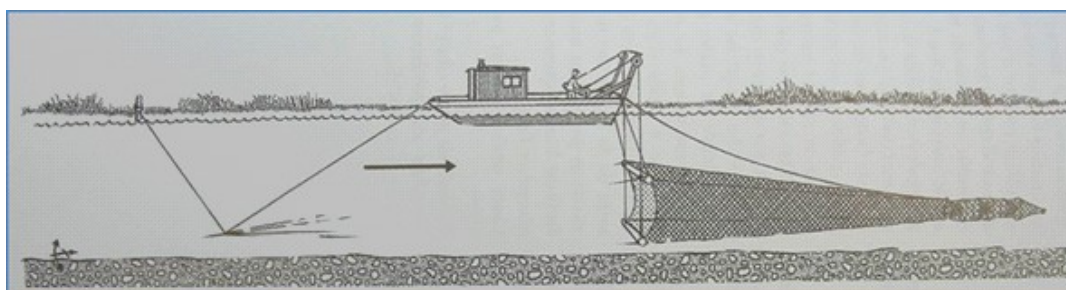


Figure 2: Schéma d'un guideau (Source: Guide des engins de pêche fluviale et lacustre, CSP, 2003)

1.1.3. Relève hebdomadaire

Pour la campagne de pêche au guideau 2017-2018 (du 1^{er} octobre 2017 au 15 février 2018), la relève hebdomadaire s'applique à nouveau pour la pêche de l'anguille argentée sur les deux départements concernés, à savoir le Maine-et-Loire et la Loire-Atlantique. Afin de pérenniser le suivi réalisé par les pêcheurs professionnels sur cette écophase de l'anguille depuis 1987, l'étude inclut l'ensemble des guideaux pour le suivi de la dévalaison entre le samedi 18h et le lundi 6h. Les arrêtés de pêche scientifique ont ainsi permis aux pêcheurs professionnels au guideau de poursuivre leur effort de pêche pendant les

week-ends dans un contexte réglementaire précis, suivant un quota équivalent à la moyenne des nuits de pêche réalisées depuis le début des données historiques en possession de l'AAPPBLB, lorsque les conditions hydroclimatiques étaient favorables et avec obligation de remise à l'eau de l'ensemble des captures. Les signatures des arrêtés, au préalable de la campagne, ont permis un bon suivi des captures dès le début de la saison de pêche.

1.1.4. Données récoltées

1.1.4.1. Une vision à minima de la dynamique migratoire

Les anguilles adultes dévalent le fleuve pour traverser l'Océan Atlantique et aller se reproduire dans la mer des Sargasses. La période préférentielle où la majorité des anguilles dévale est l'automne et l'hiver. Cependant, contrairement à ce qui est inscrit dans le PLAGEPOMI Loire 2014-2019 (§2.2.1 p19), la dévalaison des anguilles en Loire n'a pas lieu exclusivement entre octobre et février, cette période correspondant à la période de pêche, mais les migrations ont lieu toute l'année. Cela est prouvé par exemple par l'utilisation de la technique du guideau pour le suivi de la dévalaison des smolts au printemps (avril, mai, juin) dans le secteur de Varades où plusieurs anguilles argentées y sont dénombrées. Plus surprenant, plusieurs d'entre elles ont été observées alors qu'il n'y avait aucune augmentation de débit. En 2019, un suivi de dévalaison en période de fermeture de pêche (du 16 février au 30 septembre) est programmé pour confirmer ou non ces observations passées.

En plus de la restriction temporelle de l'échantillonnage des anguilles d'avalaison au guideau, une restriction géographique est également opérée du fait de l'absence d'échantillonnage à l'aval d'Ancenis. Les travaux récents sur le lac de Grand-Lieu montrent une production relativement importante de cet écosystème (213 387 EDAAGL sur la saison d'avalaison 2015-2016).

Les résultats fournis dans ce rapport représentent donc une vision à minima de la dynamique migratoire des anguilles d'avalaison du bassin de la Loire.

1.1.4.2. Effort de pêche et captures d'anguilles

Chaque année, les pêcheurs professionnels d'anguilles argentées transmettent à l'AAPPBLB leurs données journalières de capture, en différenciant les grosses anguilles, qui sont les femelles, des petites, qui sont les mâles dont la longueur est inférieure à 460mm. L'autre donnée essentielle est l'effort de pêche exprimé en nombre d'heures de pêche par 24h. Le nombre de captures est alors rapporté à une unité commune d'effort de pêche pour obtenir la CPUE (Capture Par Unité d'Effort), permettant ainsi la comparaison entre plusieurs pêcheries et/ou plusieurs sous-bassins d'étude. La CPUE représente le nombre d'anguilles capturées par bateau actif et par nuit de pêche, c'est-à-dire de la veille à 12h au lendemain à 12h.

$$CPUE = \frac{\text{Nombre d'anguilles capturées}}{\text{Nombre de nuits de pêche}}$$

1.1.4.3. Confidentialité des données

Les données de captures et d'efforts de pêche transmises gracieusement par les pêcheurs professionnels sont des données individuelles de leurs entreprises de pêche. Afin de préserver la confidentialité des données individuelles, aucune donnée brute de capture n'est renseignée dans ce rapport. Ce principe de regroupement de données est par ailleurs inspiré des synthèses des captures via le SNPE (Suivi National de la Pêche aux Engins) produites par l'ONEMA.

1.1.4.4. Caractéristiques morphologiques et critères d'argenture

- **Biométrie et éviscération**

Deux types de mesures existent, celles réalisées in situ sur les anguilles utilisées par le Muséum National d'Histoire Naturel lors du marquage des anguilles pour les CMR (Capture, Marquage, Recapture) et celles réalisées en atelier lors des éviscérations d'anguilles destinées à la fumaison.

- **Relation taille, poids et coefficient d'embonpoint K**

Après avoir été endormies dans un bain anesthésiant, les anguilles sont mesurées à l'aide d'un réglet et pesées à l'aide d'une balance dont la précision est de 5g, les unités utilisées étant le mm pour la longueur (Lt) et le g pour la masse (Pt). A l'aide de ces deux mesures, le coefficient de condition, noté K, est calculé et permet de mesurer l'embonpoint des anguilles.

$$K = \frac{100 * Pt (g)}{(0,1 * Lt (mm))^3}$$

- **Sex ratio**

A chaque relève du guideau, le pêcheur compte les anguilles capturées en différenciant les femelles (LT ≥ 460mm) des mâles. A partir de ces données fournies par l'ensemble des pêcheurs au guideau, le rapport des sexes de la population d'anguilles d'avalaison capturées est calculé.

- **Critères d'argenture**

Divers critères d'argenture sont utilisés (Annexe 1). Parmi ceux-ci, l'indice d'argenture basé sur le diamètre oculaire, la livrée de l'anguille et la présence de points noirs sur la ligne latérale.

- Le **diamètre horizontal et vertical** de chaque œil (Dh et Dv, en mm) est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. L'indice oculaire, noté IO, est calculé pour chaque œil à partir de la formule de Pankhurst (1982) :

$$IO = \left(\frac{Dv + Dh}{4} \right)^2 * \frac{\pi}{Lt}$$

Les études précédentes montraient qu'il n'y avait pas de différence significative entre les diamètres de l'œil gauche et droit. Ainsi, seuls les diamètres oculaires verticaux et horizontaux de l'œil gauche sont mesurés, permettant d'optimiser la durée des mesures pour chaque anguille et par conséquent augmenter la taille de l'échantillon d'anguilles étudiées.

Cependant, les diamètres oculaires ne sont pas mesurés sur toutes les anguilles destinées à la fumaison et réservées par le pêcheur pour le suivi. En effet, pour permettre au pêcheur de retirer plus facilement le mucus, ces anguilles sont préalablement plongées plusieurs heures dans une solution salée très concentrée. Mais cette solution modifie également la morphologie de l'œil; c'est pourquoi ce paramètre n'est pas systématiquement mesuré sur ces individus.

- La présence d'au moins un point noir sur la ligne latérale, de la pectorale à la queue, est ainsi codifié:

Ou : 1 Non: 0

- La **livrée** de l'anguille est évaluée à partir du contraste de couleur entre les faces dorsales et ventrales

Oui: 1 Non (jaune ou vert): 0

1.1.5. Niveau de contamination des vessies par le parasite *Anguillicoloïdes crassus*

Depuis plusieurs années, de nombreuses anguilles d'avalaison capturées sur différents sites de pêche ont été éviscérées pour la fumaison et font l'objet d'observations de la vessie natatoire afin d'en estimer la contamination par le parasite *Anguillicoloïdes crassus*.

Ce nématode est ingéré au stade adulte par l'anguille puis se fait un chemin du tube digestif vers la vessie natatoire. Il y pond de nombreux œufs, qui seront rejetés via le tube digestif. Les larves naissent dans l'eau et attendent sur les substrats (vase, sable...) d'être ingérées par un hôte intermédiaire, un copépode ou un autre crustacé, parfois un poisson. La larve évolue alors dans cet hôte jusqu'à ce qu'il soit mangé par une anguille et le cycle recommence.

Après éviscération d'une anguille, les nématodes présents dans la vessie natatoire sont comptés. L'opacité et la pigmentation de la vessie permettent de mettre en évidence l'importance de la dégradation de la paroi interne de la vessie due à ces nématodes. Si toutefois aucun parasite n'est présent au moment de la dissection mais que la vessie présente des débris ou une pigmentation, alors la vessie a déjà contenu des nématodes mais ceux-ci ont disparu. Ainsi, pour la contamination des vessies par *Anguillicoloïdes crassus*, trois critères sont étudiés:

- **Nombre de nématodes:** comptage des nématodes une fois la vessie ouverte

- **Opacité de la vessie:**

0: vessie transparente

1: vessie nacrée

2: vessie opaque

- **Pigmentation, Débris:**

0: vessie sans exsudat ni pigmentation

1: vessie avec exsudat ou pigmentation

2: vessie avec exsudat et pigmentation

Cette étude sur la contamination des vessies natatoires par *Anguillicoloïdes crassus* ne fait l'objet d'aucun sacrifice supplémentaire d'individus d'anguilles puisque réalisée à partir d'individus destinés à la fumaison pour commercialisation.

1.2. Résultats

1.2.1. Calendrier des CPUE et hydrologie

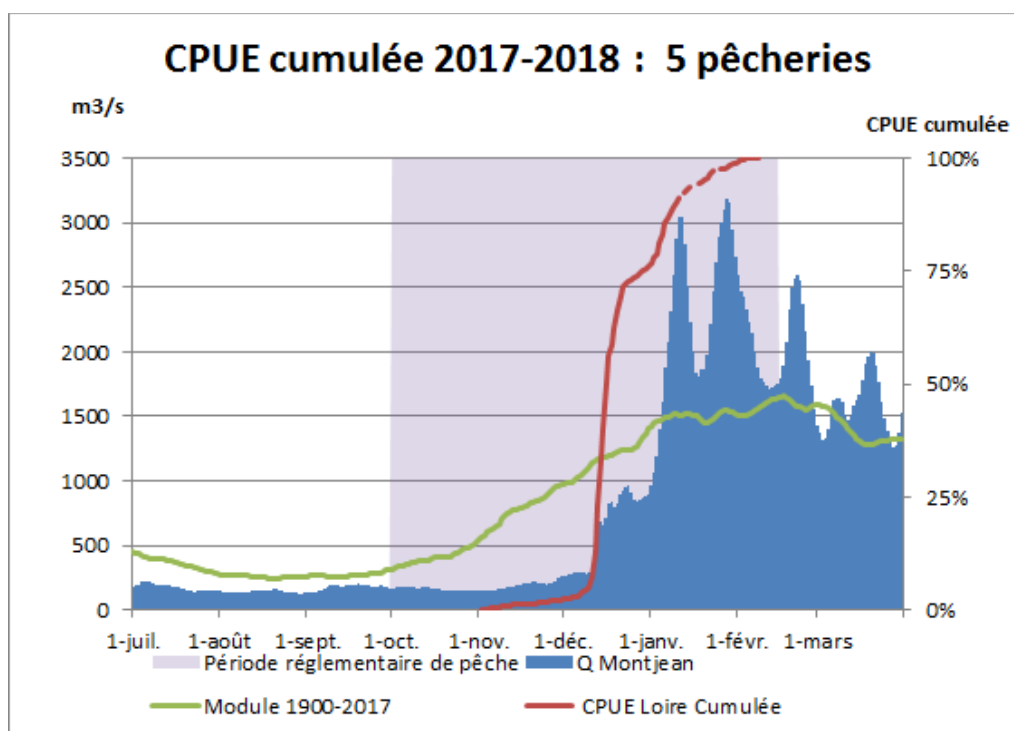


Figure 3: Hydrologie 2017-2018 à Montjean-sur-Loire et CPUE (hydrologie, source: banque hydro)

L'étiage prolongé traduit les très faibles captures d'anguilles (5%) durant les deux premiers mois et demi de la période réglementaire de pêche (Figure 3). La rupture d'étiage intervient mi-décembre où les débits passent de 300 m³/s à 900 m³/s. Durant cette période de 15 jours, 70% des captures ont eu lieu. Suite à cette première élévation du débit, une crue biennale intervient début janvier avec un débit passant de 1 000 à 3 000 m³/s en 10 jours, 15% des captures sont alors effectuées sur cette période. A la mi-janvier, une nouvelle crue biennale intervient consécutivement à la première, passant de 1 800 à 3 200 m³/s en 9 jours, mais elle n'apporte que de faibles captures. Ces périodes de crues importantes marquent l'arrêt momentané des pêcheries dû à des conditions de pêche dangereuses et de faibles dévalaisons d'anguilles, ce qui traduit la discontinuité de la courbe des CPUE.

Tableau 2 : Comparaison interannuelle des débits de la Loire à Montjean-sur-Loire

Débits moyens en m ³ /s à Montjean-sur-Loire	De 1900 à la campagne 2016-2017	Campagne 2017-2018	Delta
01/10/n au 31/12/n	792	329	- 58,00%
01/01/n+1 au 15/02/n+1	1 520	2 303	+ 66,00%
01/10/n au 15/02/n+1	1 156	1 316	+ 12,00%

Tout comme les campagnes de pêche 2015-2016 et 2016-2017, l'hydrologie 2017-2018 est atypique avec seulement 2 crues tardives (Tableau 2). Les débits automnaux (octobre, novembre, et décembre) sont particulièrement faibles avec un delta inférieur de 58% par rapport à la période 1900-2016, à l'inverse de la période du 1^{er} janvier au 15 février où les débits sont nettement supérieurs à la moyenne interannuelle (+66%).

Tableau 3 : Valeurs descriptives des CPUE 2017-2018

2017-2018	Loire
Pêcheries en activité	6
Cumul des nuits de pêche autorisées	6*138=828
Cumul des nuits de pêche effectuées (1)	294 (36%)
CPUE Minimum	0
CPUE Maximum	293
CPUE Moyenne	27
Pourcentage des nuits avec CPUE nulle	2,10%
Anguilles capturées	9 946
Anguilles prélevées	8035
Anguilles relâchées (2)	1 911 (19%)
(1) Nombre cumulé de nuits de pêche pour l'ensemble des pêcheries	
(2) Anguilles capturées, comptabilisées et relâchées pendant la relève hebdomadaire	

Lors de la campagne 2017-2018, 9 946 anguilles ont été capturées par l'ensemble des pêcheries (Tableau 3), soit deux fois moins que la moyenne interannuelle depuis la campagne 2001-2002. Avec 1 911 (19%) anguilles capturées puis relâchées lors de la relève hebdomadaire, le pourcentage de relâche est de l'ordre de celui de la moyenne interannuelle (23%) calculée depuis la mise en place de la relève hebdomadaire en 2008-2009. D'autre part, bien que le rapport entre le cumul des nuits de pêche effectuées et le nombre de nuits de pêche autorisées soit faible (36%), le pourcentage des nuits avec CPUE nulle est très faible (2,10%). Ces valeurs montrent la capacité des pêcheurs à mettre en œuvre leur pêcherie de façon optimale en réalisant un effort de pêche que lorsqu'ils estiment que les conditions sont favorables aux captures

1.2.2. Efforts de pêche et captures pendant la relève hebdomadaire

Tableau 4 : Effort de pêche au guideau pendant la relève hebdomadaire

2017-2018		Loire					
		H3	L3	L5	L4	7	8
Octobre							
Novembre	5			X	X		X
	6			X	X		X
	12			X	X		X
	13			X	X		X
	19		X	X	X		X
	20		X	X	X		
	26		X	X	X		X
	27		X	X	X		X
Décembre	3	X	X	X	X		X
	4	X	X				
	10	X	X	X	X		X
	11	X	X	X	X		X
	17		X	X	X	X	
	18		X	X	X	X	
	24		X	X	X	X	
	25		X	X	X		
	31		X	X	X		
Janvier	1		X			X	
	7	X	X	X	X		
	8	X	X	X	X		
	14		X				
	15		X				
	21		X	X	X		
	22		X	X	X		
	28		X				
	29		X				
Février	4		X	X	X		
	5		X	X	X		
Nombre de nuits		6	24	22	22	4	10
Nombre d'anguilles		0	542	595	248	499	27

Pendant les périodes de relève hebdomadaire de la campagne 2017-2018, tous les pêcheurs professionnels impliqués dans cette étude ont été autorisés à effectuer des suivis de dévalaison par comptage puis remise à l'eau des anguilles capturées. Les 5 guideaux ont ainsi totalisé 82 nuits de pêches scientifiques réparties sur 28 nuits de week-end comprises entre le 5 novembre 2017 et le 5 février 2018 (Tableau 4).

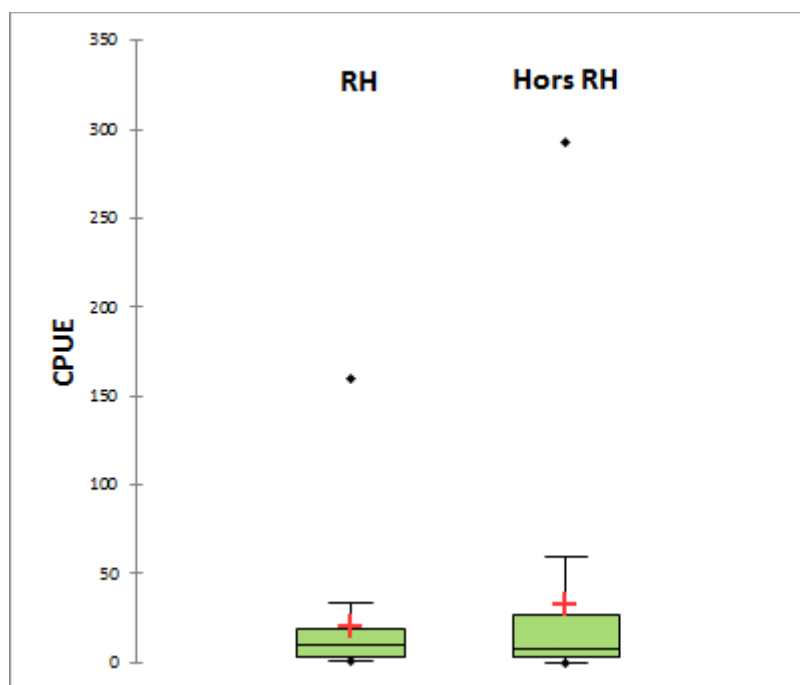


Figure 4: Distribution des CPUE en relève hebdomadaire (RH) et hors relève hebdomadaire

Bien que les CPUE moyennes soient plus élevées d'un tiers hors période de relève hebdomadaire par rapport aux pêches scientifiques des week-end, l'analyse des CPUE de l'ensemble des pêcheries démontre qu'il n'y a pas de différence significative en période de relève hebdomadaire et hors relève hebdomadaire (Test de Mann-Whitney, p-value=0,859 Figure 4). Cela met en évidence que les pêcheurs échantillonnent correctement les nuits de relève hebdomadaire.

1.2.3. Sex ratio des anguilles capturées au guideau

Tableau 5 : Sex ratio des anguilles d'avalaison 2017-2018 (données pêcheurs professionnels)

Sex ratio	Chalonnnes (L3)		Montjean (L4+L5)		Varades (7+8)		Loire	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
2015-16	77%	23%	64%	36%	68%	32%	71%	29%
2016-17	67%	33%	40%	60%	72%	28%	57%	43%
2017-18	72%	28%	65%	35%	63%	37%	67%	33%

Si le sex ratio est d'ordre général autour de 80% de femelles et 20% de mâles sur la Loire à l'amont d'Ancenis, une tendance au rééquilibrage de ce dernier est observée depuis la campagne 2015-2016. Cette saison, la part de mâles est de nouveau plus élevée qu'à l'ordinaire avec 33% (Tableau 5). D'autre part, un gradient amont aval est observé entre les pêcheries, au fur et mesure que l'on se rapproche de l'estuaire, la proportion de mâles augmentant.

1.2.4. Caractéristiques biométriques des anguilles échantillonnées

1.2.4.1. Calendrier d'échantillonnage

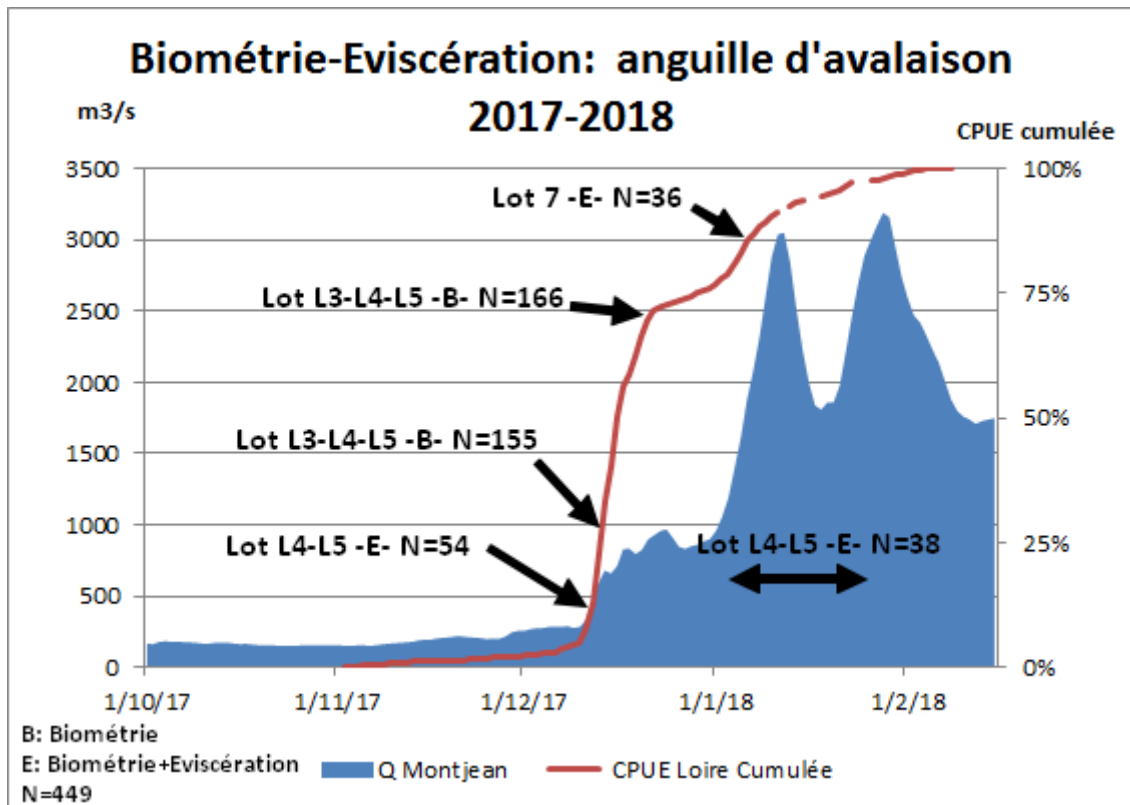


Figure 5: Calendrier d'échantillonnage 2017-2018 des anguilles d'avalaison

Le personnel de l'AAPPBLB a pu effectuer des mesures de biométrie sur 449 individus dont 128 ont été éviscérés pour l'analyse de contamination des vessies par le nématode (Figure 5). Au total, 5 sessions d'échantillonnage réparties sur l'ensemble de la période de pêche ont été réalisées, dont 2 en collaboration avec le MNHN lors du marquage des anguilles pour les deux sessions de Capture-Marquage-Recapture des 14 et 21 décembre 2017, soit 301 individus.

1.2.4.2. Relation taille, poids et coefficient d'embonpoint K

Il existe un lien entre la longueur et le poids des individus mâles et femelles (Figure 6) ainsi que pour l'embonpoint et la longueur des anguilles (Tests de Bravais-Pearson, p-values=4,46E-203 et 1,32E-15). La Figure 6 illustre ces corrélations notamment pour la longueur et le poids des individus ($R = 0,9888$ et $N=449$).

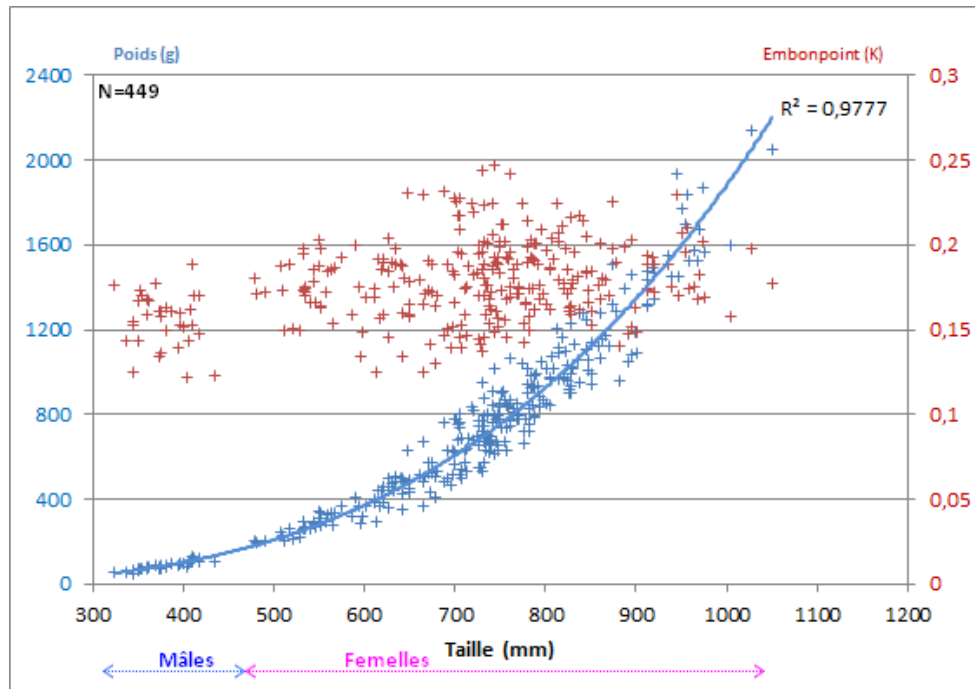


Figure 6: Relation taille, poids et embonpoint: anguille argentée 2017-2018

La Figure 7 présente la distribution des longueurs, poids et embonpoints des anguilles argentées échantillonnées en 2017-2018. Concernant les femelles, la distribution des embonpoints révèle qu'il n'y a pas de différence significative pour l'ensemble des lots (Test de Kruskal-Wallis, p-value=0,211), à l'inverse des longueurs et des poids (p-values<0,0001). Cependant, les comparaisons multiples par paires attestent que les différences ne sont pas toutes significatives entre lots (méthode de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner). C'est par exemple le cas pour la taille et le poids des anguilles femelles sur les lots L5 (B) et 7 (B). Chez les mâles, la distribution des longueurs et des embonpoints ne démontrent pas de différence significative entre les lots (Tests de Mann-Whitney, p-values= 0,281 et 0,059), contrairement aux poids (p-value=0,049).

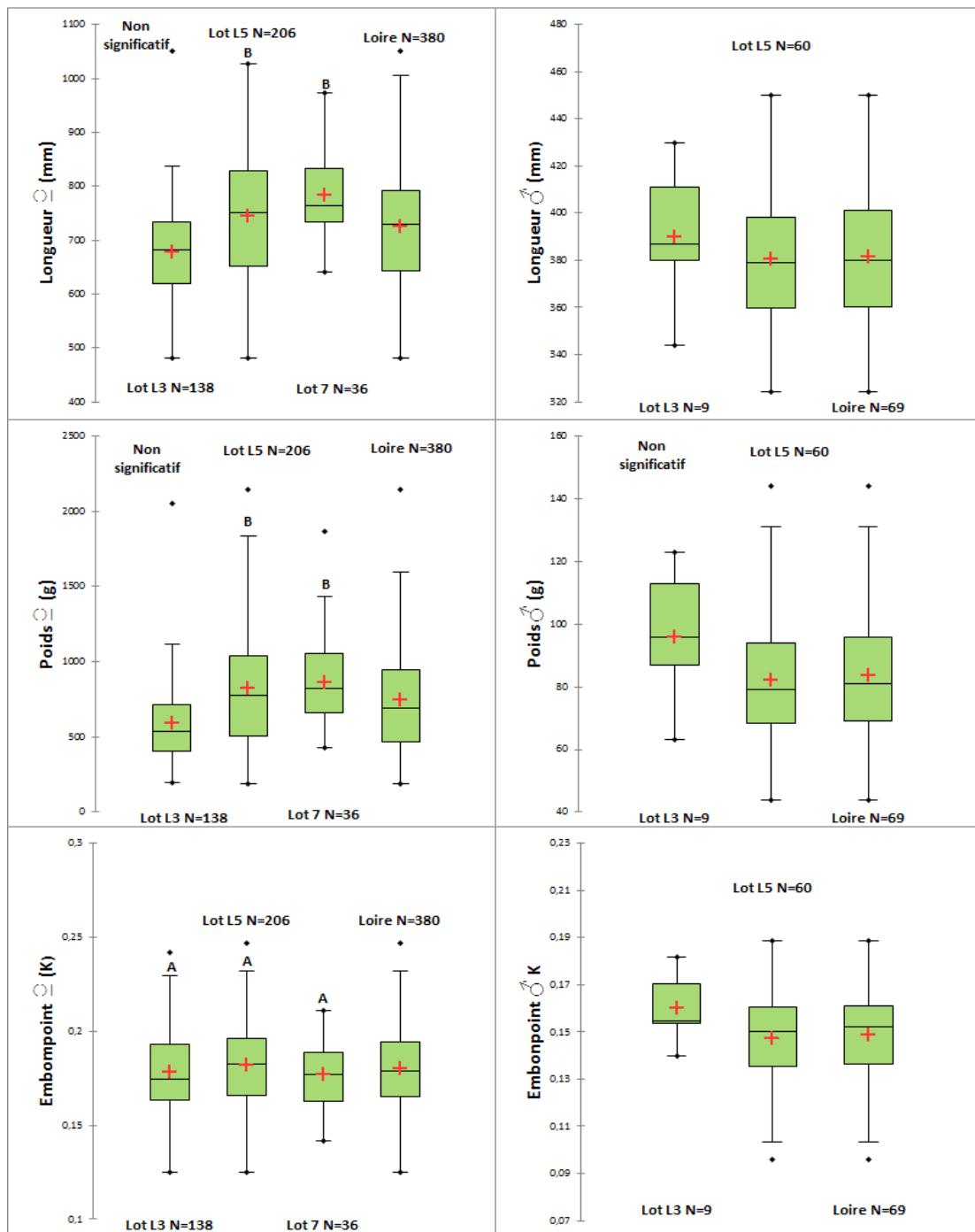


Figure 7: Distributions des longueurs, poids et embonpoints des anguilles mâles et femelles échantillonnées en 2017-2018. Les lettres A et B représentent l'absence de différence significative entre lots

1.2.4.3. Argenture

- **Ligne latérale et livrée**

Tableau 6 : Proportion d'anguilles argentées mâles et femelles présentant des signes externes d'argenture (ligne latérale et livrée)

Lots	Lot L5 ♀N=83	Lot 7 ♀N=36	Loire 2017-2018 ♀N=119	Lot L5 N=9 ♂	Loire 2017-2018 ♂N=9
Ligne latérale	100%	100%	100%	100%	100%
Livrée	58%	75%	63%	89%	89%

Quel que soit le sexe, toutes les anguilles échantillonnées présentent au moins un point noir sur leur ligne latérale (Tableau 6). Chez les femelles, la proportion de livrée marquée est de 63% et elle augmente à mesure que l'on se rapproche de l'estuaire. Concernant les mâles, près de 90% d'entre eux ont une livrée marquée. D'ordre général, ces résultats sont similaires aux années précédentes pour la ligne latérale des individus mais différent pour la livrée avec une proportion de livrée marquée plus élevée d'un tiers pour les deux sexes.

- **Indice Oculaire Gauche**

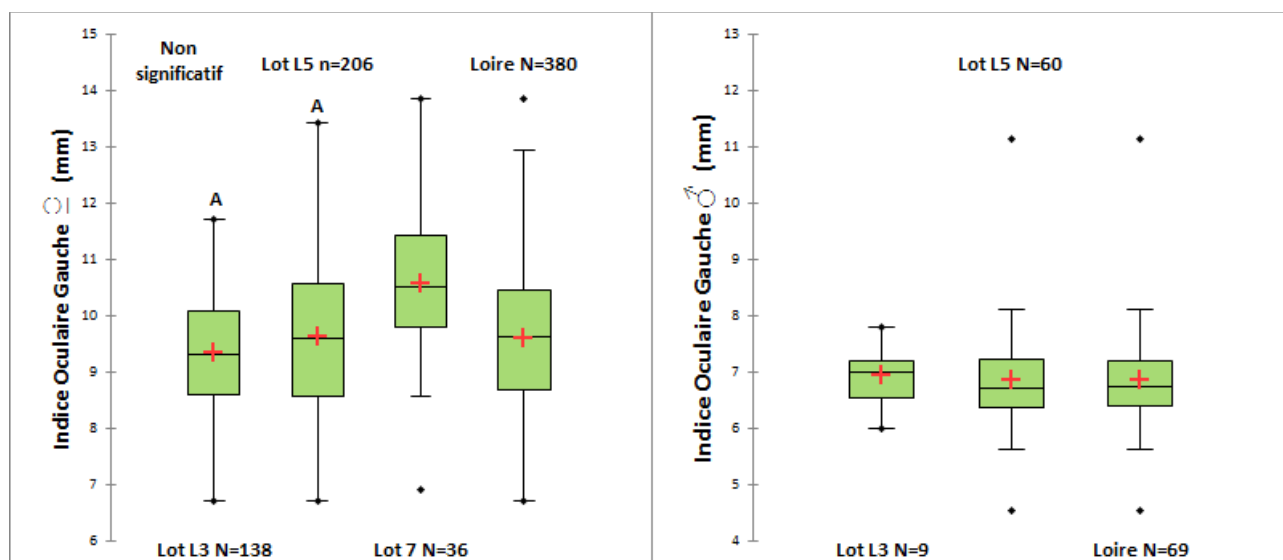


Figure 9: Distribution de l'Indice Oculaire Gauche des anguilles argentées mâles et femelles échantillonnées en 2017-2018. Les lettres A représentent l'absence de différence significative entre lots

Sur 380 anguilles femelles échantillonnées (Figure 9), toutes présentent un indice oculaire gauche (IOG) supérieur à 6,5mm correspondant à un critère d'argenture. De plus, la distribution de l'indice oculaire gauche démontre qu'il y a une différence significative pour l'ensemble des lots (Test de Kruskal-Wallis, p-

value<0,0001). Cependant, les différences ne sont pas toutes significatives comme entre le lot L3 (A) et L5 (A) (méthode de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner). Chez les mâles, sur 69 individus seuls deux tiers d'entre eux ont un indice oculaire gauche supérieur à 6,5mm et il n'y a pas de différence significative de l'IOG entre les lots (Test de Mann-Whitney, p-value=0,486).

- **Stade d'argenture**

Tableau 7 : Proportion d'anguilles mâles et femelles jaunes, en cours d'argenture ou argentées

Lots	Lot L5 ♀N=83	Lot 7 ♀N=36	Loire 2017-2018 ♀N=119	Lot L5 N=9 ♂	Loire 2017-2018 ♂N=9
Argentée	58%	75%	63%	56%	56%
En cours	42%	25%	37%	44%	44%
Jaune	-	-	-	-	-

En réunissant les trois critères d'argenture, aucune anguille n'est au stade « anguille jaune » (Tableau 7) ce qui est semblable aux années antérieures. Quel que soit le sexe, plus de la moitié des anguilles échantillonnées sont au stade « anguille argentée ». D'autre part, le lot situé le plus proche de l'estuaire à Varades présente le pourcentage d'anguilles argentées femelles le plus élevé avec 75%.

1.2.5. Niveau de contamination des vessies par le parasite *Anguillicoloïdes crassus*

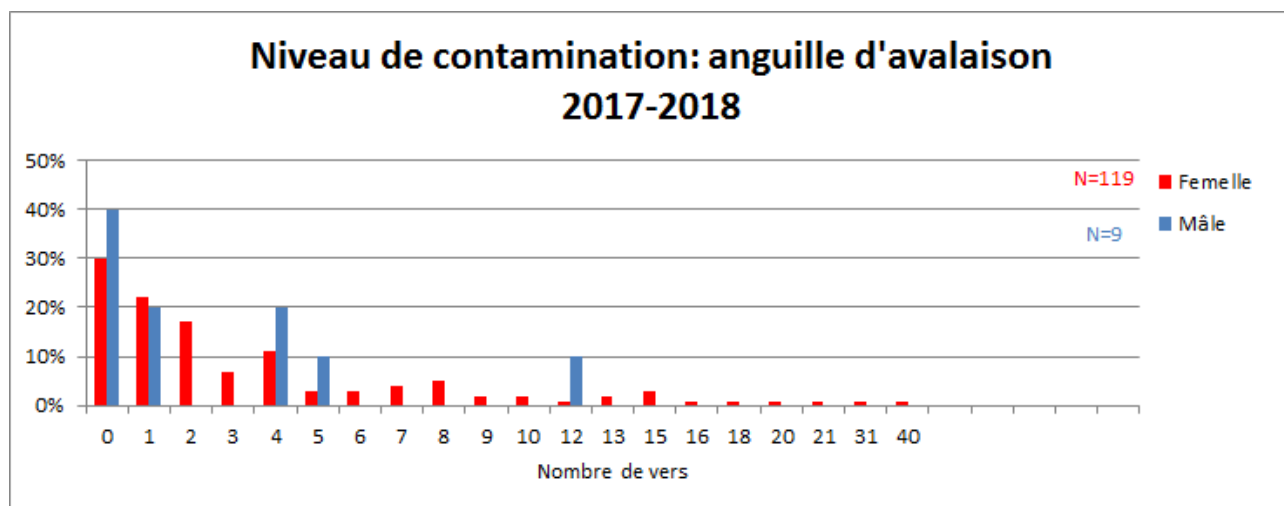


Figure 10: Niveau de contamination des anguilles d'avalaison par *Anguillicoloïdes crassus*

Dans 40% des cas chez les mâles et 30% chez les femelles, aucun nématode n'est présent dans la vessie des 128 anguilles échantillonnées (Figure 10). Le nombre maximal de vers retrouvés dans une vessie

est de 40 pour une anguille femelle capturée sur le lot L5.

Tableau 8 : Comparaison interannuelle du niveau de contamination des anguilles d'avalaison par *Anguillicoloïdes crassus*

Années	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2013-2018
Echantillon	129	142	366	180	128	945
Nb moy vers	3,9	4	3,3	4,6	4	3,83
Nb max vers	52	33	37	92	40	92
% ang saines	0,8	0,7	2,2	6,1	0	2,6

Bien qu'une anguille sur trois ne comporte pas de vers dans la vessie (Tableau 8), aucune d'entre elle n'est saine car l'état sanitaire d'un individu dépend à la fois de la présence de vers mais aussi de la transparence de la vessie, de sa pigmentation et de l'exsudat. Ainsi, la totalité des anguilles qui ne possèdent pas de vers dans la vessie natatoire présentent une opacité marquée et/ou avec de la pigmentation et/ou de l'exsudat. Après un léger recul de la contamination des individus l'année précédente, le taux de prévalence est maximal cette année avec 100% et ce pour la première fois depuis les cinq dernières saisons de pêche

Discussion

La campagne de pêche 2017-2018 a été marquée par des conditions hydrologiques et de pêche délicates. Ainsi elle s'est scindée en trois parties distinctes, une première caractérisée par le prolongement de l'étiage jusqu'à la fin novembre avec des niveaux exceptionnellement bas et la quasi absence d'anguille argentée, une seconde distinguée par la rupture d'étiage et l'abondance d'anguille, enfin une dernière période en 2018 marquée par deux crues biennales consécutives et de faibles captures d'anguilles dues aux conditions de pêche dangereuses. Au total 9 946 anguilles ont été capturées contre une moyenne annuelle d'environ 20 000 individus depuis une dizaine d'années. Ces faibles captures s'expliquent en partie par des conditions de pêche dans un premier temps non propices à la dévalaison des anguilles, puis dans un second temps par des conditions de débit et de charge en matière organique trop importantes pour pouvoir observer les dévalaisons via la pêche au guideau. Les pêcheurs ont ainsi été contraints à plusieurs arrêts momentanés de la pêche, pour exemple le filet et la poche d'un guideau ont été complètement arrachés dans ces conditions. De plus, seuls 6 guideaux étaient en activités cette saison, l'effort de pêche global est donc nettement inférieur aux années précédentes et à la flotte autorisée par le PGA Français (13 guideaux en Loire).

Par ailleurs, avec 88 nuits de pêches scientifiques réparties sur 28 nuits de week-end, les 6 pêcheries ont montré leur implication dans le suivi de cette étude. Les CPUE lors de la relève hebdomadaire représentent ainsi 19% des CPUE totales de la Loire, soit un pourcentage du même ordre de grandeur que la moyenne calculée (23%) depuis la mise en place de la relève hebdomadaire en 2008-2009. De plus, l'analyse des CPUE a démontré qu'il n'y a pas de différence significative en période de relève hebdomadaire et hors relève hebdomadaire. Cela met donc en évidence la volonté des pêcheurs à échantillonner correctement les nuits de relève hebdomadaire.

Concernant le sex ratio des 9 946 anguilles argentées capturées lors de cette campagne, s'il est d'ordinaire aux alentours de 80% de femelles et 20% de mâles sur la Loire, une tendance au rééquilibrage de ce dernier est observée depuis la campagne 2015-2016. De nouveau cette saison, ce phénomène se confirme puisque 67% des individus capturés sont des femelles contre 33% de mâles. Ceci peut traduire un meilleur recrutement de mâles associé aux arrivées massives de civelles entre 2011 et 2013 et à la réussite des opérations de repeuplement en Loire aval : le déterminisme du sexe pouvant être sous l'influence de plusieurs variables environnementales, comme la densité en anguilles. En outre, les premiers retours du repeuplement réalisé sur la Creuse en 2013 par l'AAPPBLB sont attendus cette saison puisque lors des deux séquences de CMR réalisées par le MNHN, des anguilles ont été conservées pour analyses otholitimétriques, principalement des mâles.

Le suivi biométrique mis en œuvre par l'AAPPBLB a permis d'échantillonner 446 individus en 5 sessions d'échantillonnage réparties sur l'ensemble de la période de pêche. Il met en évidence une forte corrélation entre la taille et le poids des individus. Quel que soit le sexe des individus, la distribution des embonpoints ne démontre pas de différence significative entre les lots, tout comme les longueurs chez les mâles. En revanche, ces différences sont significatives pour la distribution des poids des anguilles et des longueurs chez les femelles.

En termes d'argenteure, les différents critères permettant d'évaluer le stade des individus ont permis d'établir, parmi les individus capturés, l'absence d'anguille jaune et une majorité d'individus au stade argenté. Enfin, le lot situé le plus proche de l'estuaire à Varades présente le pourcentage d'anguilles argentées femelles le plus élevé avec 75%.

L'éviscération de 128 individus destinés à la fumaison a permis une nouvelle fois d'assurer le suivi du parasitisme des anguilles pour cette saison. Bien que dans 40% des cas chez les mâles et 30% chez les femelles, les éviscérations ne révèlent pas la présence du nématode, les signes de contamination antérieure sont constatés dans 100% des cas.

Comment caractériser le stade d'une anguille ?

Stade anguille jaune



Stade anguille argentée

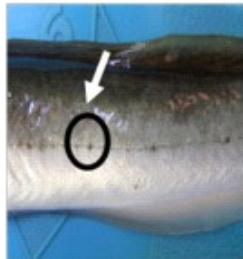
= métamorphose qui correspond à des transformations physiologiques et morphologiques entre les 2 stades

Trois questions à se poser pour caractériser précisément un stade

La ligne latérale est elle différenciée ?



Y a t il **au moins un point noir** présent sur la ligne latérale (de la pectorale à la queue) ?



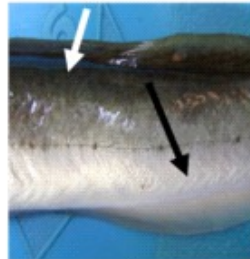
Crédits photos = J. Violland

Non = 0
Oui = 1

Comment est la livrée (couleur de la robe) de l'anguille ?



Y a t il un **contraste de couleurs** entre les faces dorsale et ventrale ?
(si jaune et ou vert = 0)



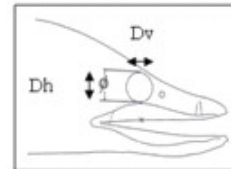
Non = 0
Oui = 1

L'oeil est il gros proportionnellement à la taille de l'anguille ?



Mesurer :

- **taille** de l'anguille L_t (mm)
- **diamètres oculaires** horizontal D_h et vertical D_v (mm) (avec pied à coulisses)



Calculer :

$$IO = \left[\frac{D_h + D_v}{4} \right] \times 100$$

si $IO < 6.5$ = 0
si $6.5 \leq IO < 8$ = 1
si $IO \geq 8$ = 2

Combinaisons des 3 critères

0	0	0
autres (de 001 à 102)		
1	1	1
1	1	2

= jaune

= en cours d'argenture
et/ou erreur
de caractérisation

= argentée

Annexe 1: Fiche de caractérisation des stades de l'anguille