



APPEL À PROJETS

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

RAPPORT TECHNIQUE D'ÉTUDE DU VOLET 1

Suivi 2018-2019 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



RÉDACTION

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 »

PARTENAIRES FINANCIERS ET INSTITUTIONNELS

AELB (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)

FEDER (Fonds Européens de Développement Régional)

DREAL de Bassin Loire-Bretagne

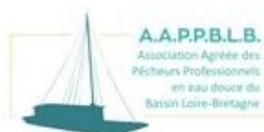
Région Centre Val-de-Loire

PARTENAIRES TECHNIQUES

Les pêcheurs professionnels au guideau
du bassin de la Loire

Université de Tours-CITERES UMR7324

MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle)



Actions en faveur des
poissons grands migrants
de bassin Loire

Mars 2019

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. Techniques de capture.....	7
1.1.3. Relève hebdomadaire.....	8
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.....	9
1.1.4.3. Confidentialité des données.....	9
1.1.4.4. Caractéristiques morphologiques et critères d'argenture.....	9
1.1.5. Niveau de contamination des vessies par le parasite <i>Anguillicoloïdes crassus</i>	11
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 2018-2019.....	6
Figure 2: Schéma d'un guideau (Source: Guide des engins de pêche fluviale et lacustre, CSP, 2003)	7
Figure 3: Schéma d'une tézelle (Source: Guide des engins de pêche fluviale et lacustre, CSP, 2003)	8
Figure 4: Hydrologie 2018-2019 à Montjean-sur-Loire et CPUE (hydrologie, source: banque hydro)	12
Figure 5: Distribution des CPUE en relève hebdomadaire (RH) et hors relève hebdomadaire.....	15
Figure 6: Calendrier d'échantillonnage 2018-2019 des anguilles d'avalaison.....	16
Figure 7: Relation taille, poids et embonpoint: anguille argentée 2018-2019.....	17
Figure 8: Distributions des longueurs, poids et embonpoints des anguilles mâles et femelles échantillonnées en 2018-2019. Les lettres B et C représentent l'absence de différence significative entre lots.....	18
Figure 9: Distribution de l'Indice Oculaire Gauche des anguilles argentées mâles et femelles échantillonnées en 2018-2019.....	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 aux pêcheries en 2018-2019.....	6
Tableau 2 : Comparaison interannuelle des débits de la Loire à Montjean-sur-Loire.....	13
Tableau 3 : Valeurs descriptives des CPUE 2018-2019.....	13
Tableau 4: Efforts de pêche et captures pendant la relève hebdomadaire.....	14
Tableau 5 : Sex ratio des anguilles d'avalaison 2018-2019 (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% de la biomasse pristine 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.

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 2018-2019, l'effort de pêche de l'ensemble des pêcheurs professionnels localisés à l'amont d'Ancenis, 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 2018 au 15 février 2019). 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

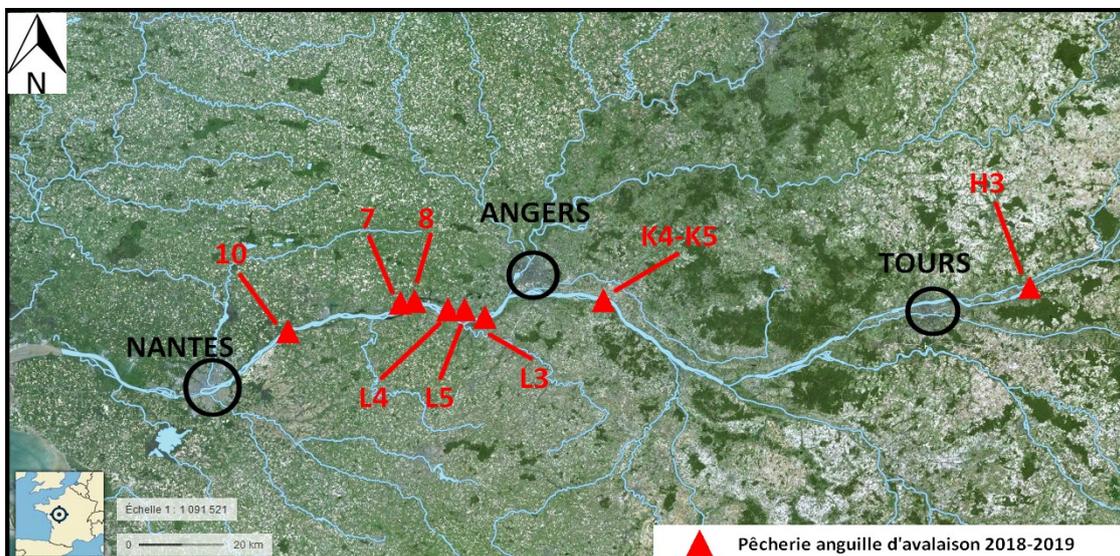


Figure 1: Localisation des pêcheries au guideau pour le suivi 2018-2019

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 2018-2019, elles sont situées entre Amboise (Indre-et-Loire) et Ancenis (Loire-Atlantique), la numérotation correspondant au lot sur lesquels les pêcheries sont positionnées (Figure 1). La grande majorité du bassin hydrographique de la Loire peut donc être potentiellement suivie, à l'exception des masses d'eau se situant à l'aval d'Ancenis et comprenant une population relativement importante d'anguilles (Erdre, Sèvre Nantaise, Grand-Lieu...).

Tableau 1 : Lots de pêche associés aux pêcheries en 2018-2019

Lot de pêche	Département	Pêcherie
H3	37	Boisneau P.
K4-K5	49	Maurand M
L3	49	Monfray J.
L5 & L4	49	Rezé L. & Grosbois D.
7 & 8	44	Perraud Y. & M.
10	44	Troussard T.

La liste des pêcheurs ainsi que numéro de lot sur lesquels ils exercent leur activité sont présentés dans le Tableau 1. Pour la campagne 2018-2019, 8 pêcheries sont en activité dont 7 guideaux et une tézelle (lot H3).

1.1.2. Techniques 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).

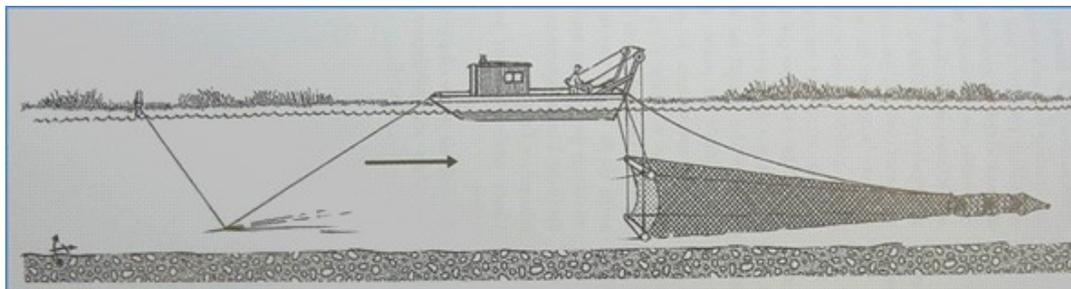


Figure 2: Schéma d'un guideau (Source: Guide des engins de pêche fluviale et lacustre, CSP, 2003)

- **La tézelle**

La tézelle se compose d'un verveux d'environ 3 m de long relié à un filet-poche conique de 12 m de long à mailles décroissantes (Figure 3). Elle est utilisée de la même manière que le guideau, face au courant, l'ouverture dirigée vers l'amont. Compte-tenu de la force du courant dans le chenal principal, elle est plus souvent utilisée proche des berges. Du fait de ces contraintes d'utilisations, la tézelle est très rarement utilisée sur la Loire mais peut l'être davantage sur des cours d'eau à gabarit plus réduit, comme la Vilaine par exemple.

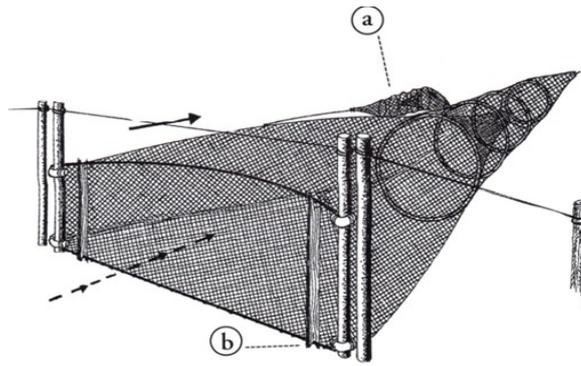


Figure 3: Schéma d'une tézelle (Source: Guide des engins de pêche fluviale et lacustre, CSP, 2003)

1.1.3. Relève hebdomadaire

Pour la campagne de pêche au guideau 2018-2019 (du 1^{er} octobre 2018 au 15 février 2019), la relève hebdomadaire s'applique à nouveau pour la pêche de l'anguille argentée sur les trois départements concernés, à savoir l'Indre-et-Loire, 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 en 2009 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 donc mis en place pour confirmer ou non ces observations passées (volet 3 de l'étude portée par le MNHN).

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 anguilles sur la saison d'avalaison 2015-2016, rapport EDAAGL présenté par l'AAPPED44).

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:

Oui : 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

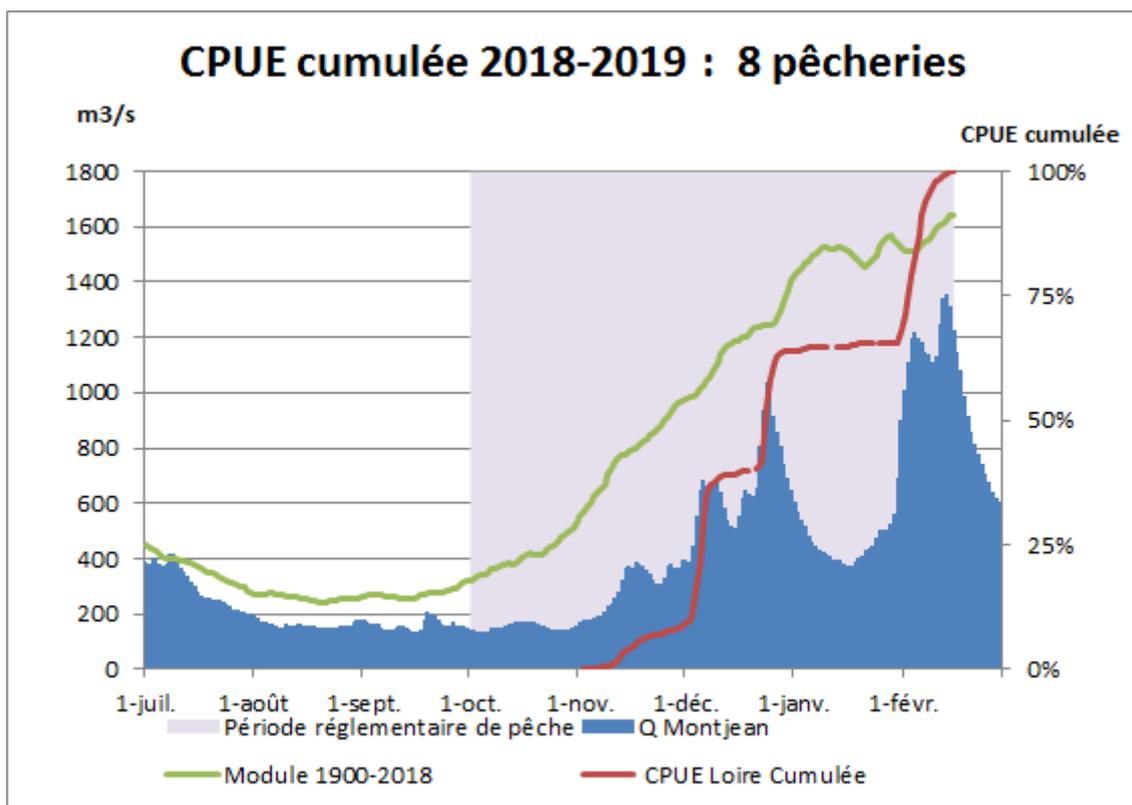


Figure 4: Hydrologie 2018-2019 à Montjean-sur-Loire et CPUE (hydrologie, source: banque hydro)

Pour la deuxième année consécutive, l'étiage prolongé explique l'absence de pêche durant le mois d'octobre (Figure 4). A la mi-novembre, la rupture d'étiage a déclenché la migration des anguilles argentées traduisant ainsi les premières captures (10% des captures totales). En décembre, deux crues consécutives d'intensité croissante (400 m³/s à 600 m³/s et 600 m³/s à 1 000 m³/s) traduisent plus de la moitié des captures de la saison (29% et 26%). Par la suite, la longue période de faibles débits du mois de janvier marque un plateau dans l'évolution des captures, avec l'arrêt momentané des pêcheries traduite par la discontinuité de la courbe des CPUE. Enfin, début février, une crue de plus forte intensité (600 m³/s à 1 200 m³/s en 5 jours) a permis la capture de plus d'un tiers des anguilles de la saison (35%).

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

Du 01/10/n au 15/02/n+1	De 1900 à la campagne 2017-2018	Campagne 2018-2019	Delta
Débit moyen en m ³ /s à Montjean-sur-Loire	486	1031	-53,00%

La saison de pêche 2018-2019 se distingue par une hydrologie particulièrement déficitaire avec un débit moyen inférieur de 53% par rapport au module interannuel calculé depuis 1900 (Tableau 2). A noter que le débit journalier de la saison n'a jamais été supérieur au module interannuel.

Tableau 3 : Valeurs descriptives des CPUE 2018-2019

2018-2019	Loire
Guideaux en activité	7
Cumul des nuits de pêche autorisées	7*138=966
Cumul des nuits de pêche effectuées (1)	381 (40%)
CPUE Minimum	0
CPUE Maximum	240
CPUE Moyenne	24
Pourcentage des nuits avec CPUE nulle	6,80%
Anguilles capturées	11 946 (100%)
Anguille prélevées	8 040 (66%)
Anguilles relâchées (2)	3 906 (34%)
(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 2018-2019, 8 040 anguilles ont été prélevées par la pêche professionnelle. 11 946 anguilles ont été capturées par l'ensemble des guideaux (Tableau 3), soit environ deux fois moins que la moyenne interannuelle depuis la campagne 2001-2002. 3 906 (34%) anguilles ont été capturées puis relâchées lors de la relève hebdomadaire, le pourcentage de relâche est nettement supérieur à celui de la moyenne interannuelle (24%) 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 (40%), le pourcentage des nuits avec CPUE nulle est très faible (6,80%). Ces valeurs montrent la capacité des pêcheurs à mettre en œuvre leur pêche 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: Efforts de pêche et captures pendant la relève hebdomadaire

2018-2019		Loire							
		H3	K4-K5	L3	L4	L5	7	8	10
Oct		PAS DE PÊCHE							
Nov	4			RH	RH	RH		RH	
	5			RH	RH	RH		RH	
	11			RH	RH	RH	RH	RH	
	12			RH	RH	RH	RH	RH	
	18			RH	RH	RH		RH	RH
	19			RH	RH	RH		RH	RH
	25			RH	RH	RH		RH	
	26			RH	RH	RH			
Déc	2	RH		RH	RH	RH		RH	
	3	RH		RH	RH	RH		RH	RH
	6	1ère session de marquage							
	9	RH	RH	CMR	CMR	CMR	CMR		CMR
	10	RH	RH	CMR	CMR	CMR	CMR		CMR
	16		RH	CMR	CMR	CMR	CMR		
	17		RH	RH	RH	RH	RH		
	23		RH	RH	RH	RH	RH		RH
	24		RH	RH	RH	RH	RH		RH
	26	2ème session de marquage							
	30		RH	CMR	CMR	CMR	CMR		CMR
	31		RH	CMR	CMR	CMR	CMR		
Janv	6			RH	RH	RH			
	7			RH	RH	RH			
	13			RH					
	14			RH					
	20		RH	RH	RH	RH	RH		
	21		RH	RH	RH	RH	RH		
	27		RH	RH					
	28		RH	RH					
Fév	3	RH	RH	RH	RH	RH	RH		RH
	4	RH	RH	RH	RH	RH	RH		RH
	5	3ème session de marquage							
	10	RH		CMR	CMR	CMR	CMR		CMR
	11	RH		CMR	CMR	CMR	CMR		CMR
Nb de nuits RH	8	14	23	19	19	9	9	7	108
Nb de nuits CMR	0	0	7	7	7	7	0	5	33
Nb d'anguilles	0	26	1211	425	900	1039	107	198	3906

Pendant les périodes de relève hebdomadaire de la campagne 2018-2019, 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 8 pêcheries ont ainsi totalisé 141 nuits de pêches scientifiques réparties sur 30 nuits de week-end comprises entre le 4 novembre 2018 et le 11 février 2019 (Tableau 4).

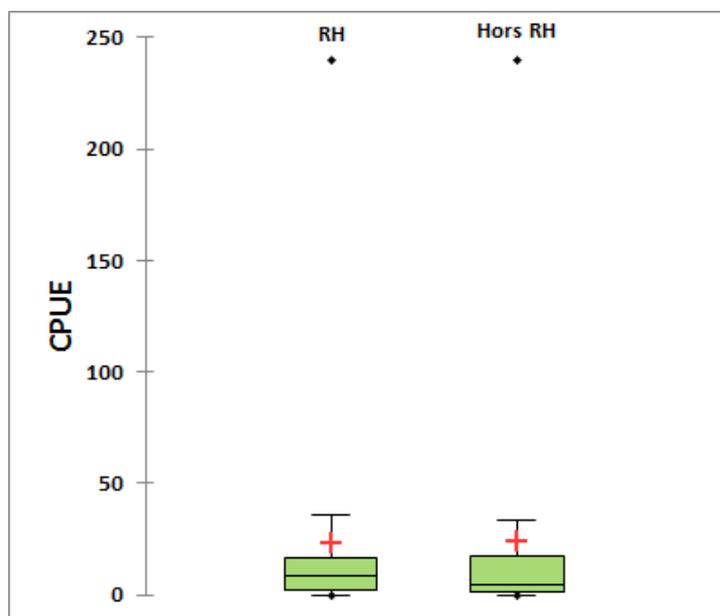


Figure 5: Distribution des CPUE en relève hebdomadaire (RH) et hors relève hebdomadaire

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=0,681 Figure 5). 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 2018-2019 (données pêcheurs professionnels)

Sex ratio	La Ménitré		Chalonnnes (L3)		Montjean (L4+L5)		Varades (7+8)		Loire	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
2015-16	88%	12%	77%	23%	64%	36%	68%	32%	71%	29%
2016-17	93%	7%	67%	33%	40%	60%	72%	28%	57%	43%
2017-18	-	-	72%	28%	65%	35%	63%	37%	67%	33%
2018-19	57%	43%	69%	31%	65%	35%	42%	58%	60%	40%

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 40% (Tableau 5). A noter que pour la première fois cette saison la part de mâles est majoritaire à Varades.

1.2.4. Caractéristiques biométriques des anguilles échantillonnées

1.2.4.1. Calendrier d'échantillonnage

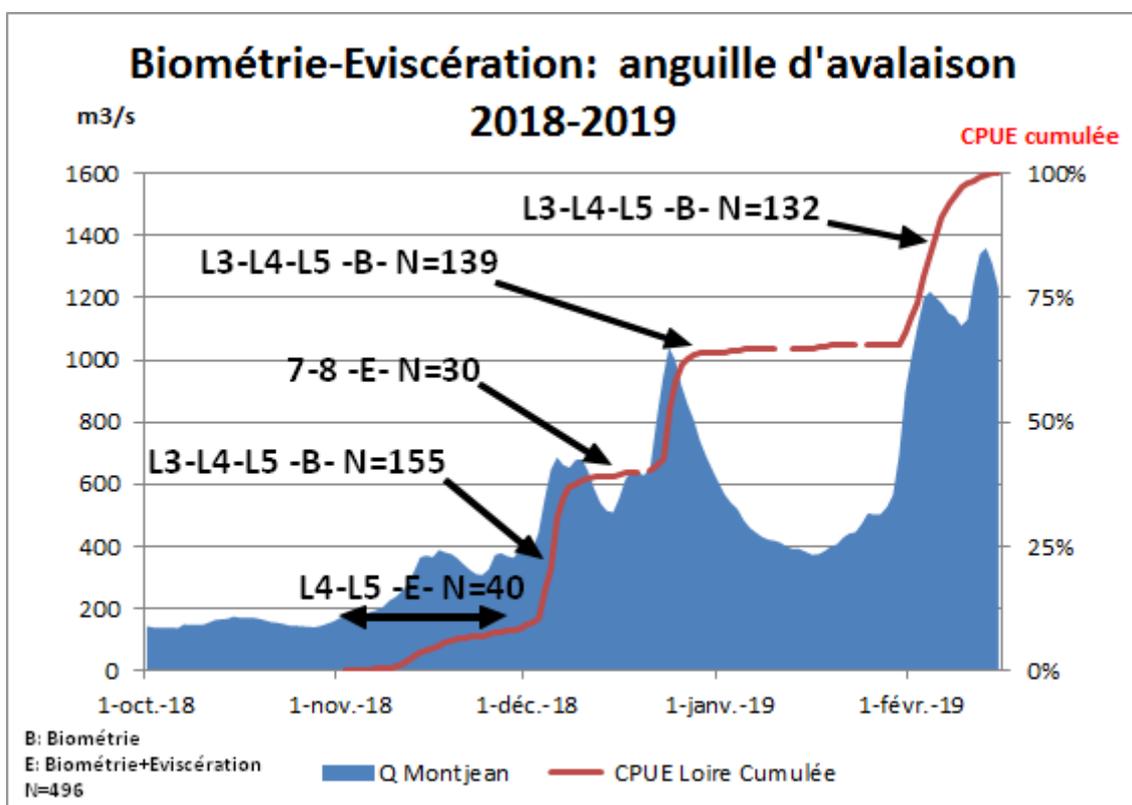


Figure 6: Calendrier d'échantillonnage 2018-2019 des anguilles d'avalaison

Le personnel de l'AAPPBLB a pu effectuer des mesures de biométrie sur 496 individus dont 70 ont été éviscérés pour l'analyse de contamination des vessies par le nématode (Figure 6). Au total, 5 sessions d'échantillonnage réparties sur l'ensemble de la période de pêche ont été réalisées, dont 3 en collaboration avec le MNHN lors du marquage des anguilles pour les trois sessions de Capture-Marquage-Recapture des 6 et 26 décembre 2018 ainsi que le 5 février 2019, soit 426 individus.

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

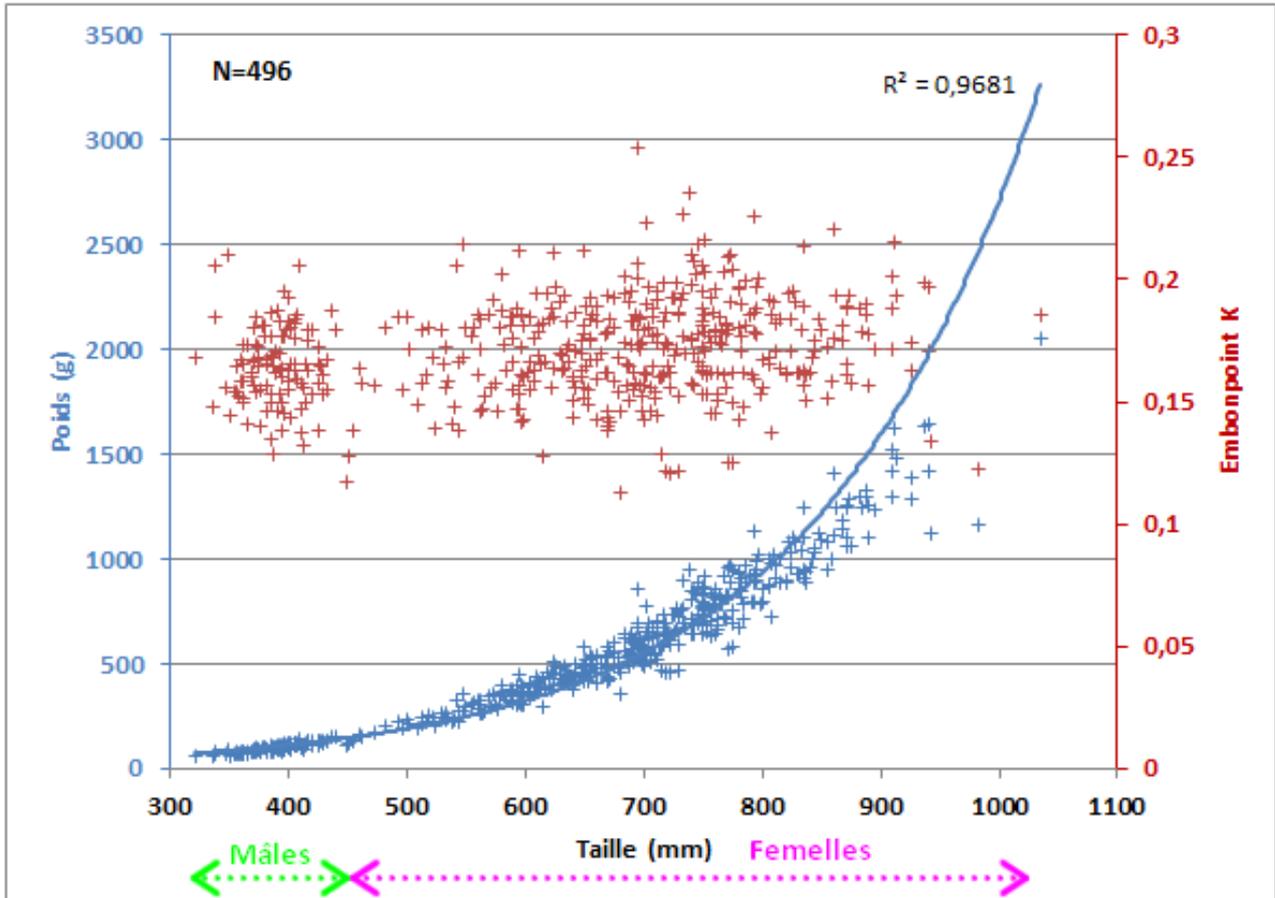


Figure 7: Relation taille, poids et embonpoint: anguille argentée 2018-2019

Il existe un fort lien entre la longueur et le poids des individus mâles et femelles (Figure 7) (Test de Bravais-Pearson, $p\text{-value}=7,50E-240$). La Figure 7 illustre cette corrélation ($R=0,9839$ et $N=496$).

La Figure 8 présente la distribution des longueurs, poids et embonpoints des anguilles argentées échantillonnées en 2018-2019. Concernant les femelles, la distribution des longueurs, poids et embonpoints révèle qu'il existe des différences significatives pour l'ensemble des lots (Tests de Kruskal-Wallis, $p\text{-values}<0,0001$). 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 des anguilles femelles sur les lots L4-L5 (C) et 7-8 (C). Chez les mâles, la distribution des embonpoints ne démontre pas de différence significative entre les lots (Test de Kruskal-Wallis, $p\text{-value}=0,994$), contrairement aux longueurs et aux poids (Test de Kruskal-Wallis, $p\text{-values}=0,0001$ et $0,026$).

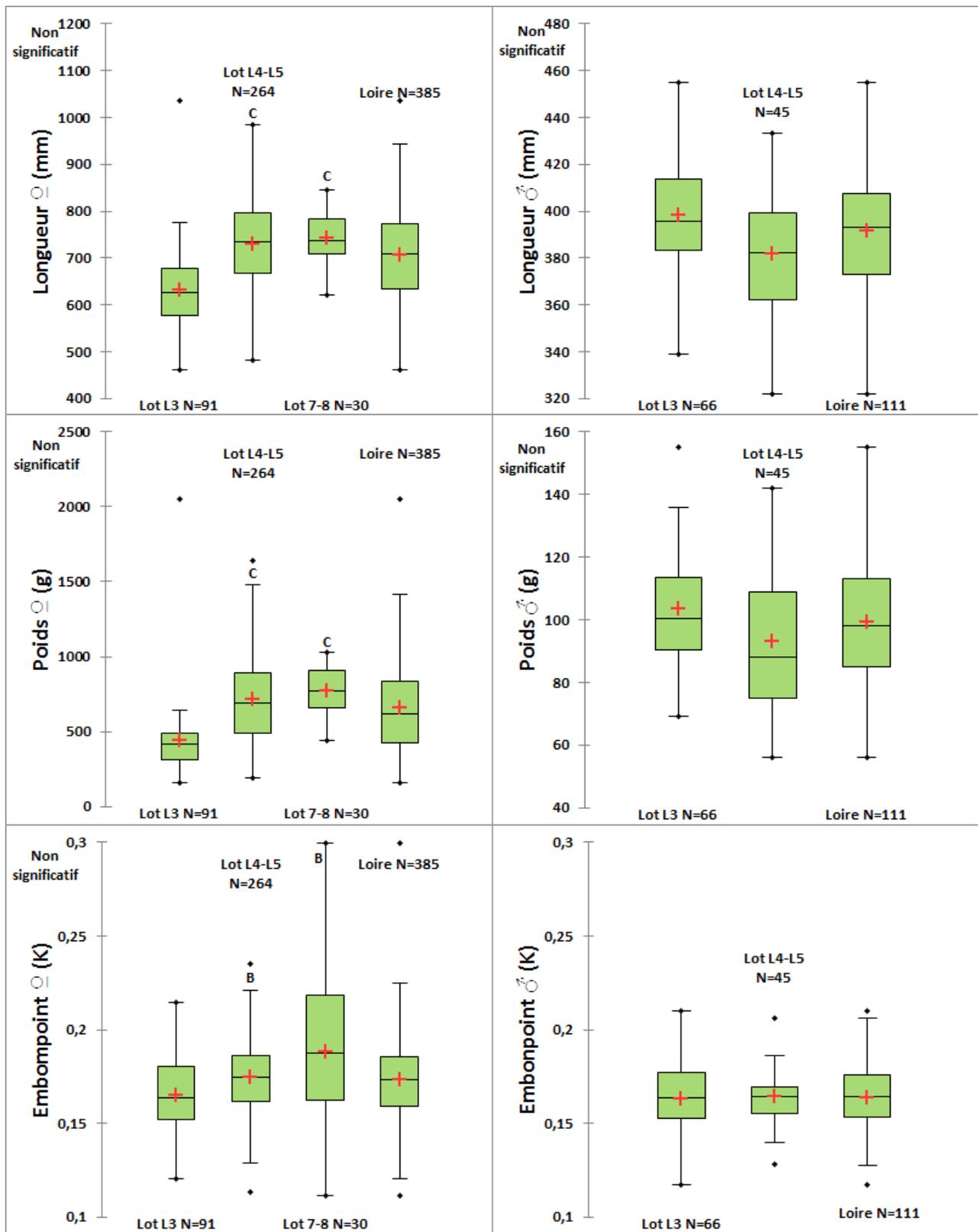


Figure 8: Distributions des longueurs, poids et embonpoints des anguilles mâles et femelles échantillonnées en 2018-2019. Les lettres B et C représentent l'absence de différence significative entre lots

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-L4 ♀ N=40	Lot 7-8 ♀ N=30	Loire 2018-2019 ♀ N=70
Ligne latérale	100%	100%	100%
Livrée	63%	87%	73%

La totalité des anguilles femelles échantillonnées lors des opérations d'éviscérations présentent au moins un point noir sur leur ligne latérale (Tableau 6). La proportion de livrée marquée est de 73% et elle augmente à mesure que l'on se rapproche de l'estuaire. 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 nettement plus élevée.

- **Indice Oculaire Gauche**

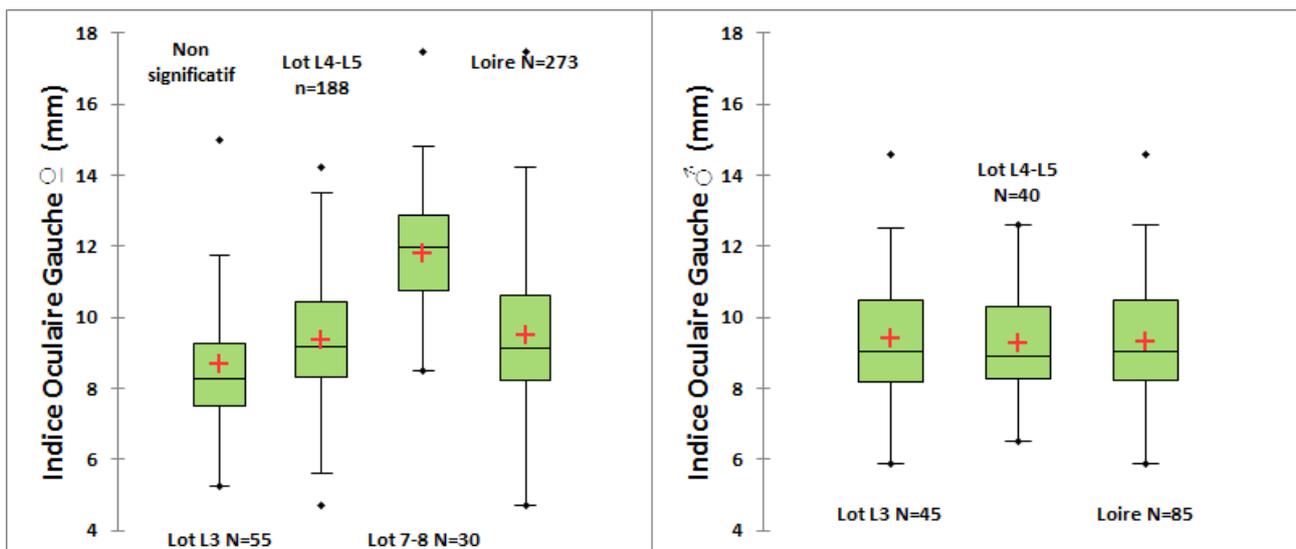


Figure 9: Distribution de l'Indice Oculaire Gauche des anguilles argentées mâles et femelles échantillonnées en 2018-2019

La Figure 9 présente la distribution de l'indice oculaire gauche des anguilles argentées échantillonnées en 2018-2019. Chez les femelles, la distribution de l'indice oculaire gauche révèle qu'il existe des différences significatives pour l'ensemble des lots (Test de Kruskal-Wallis, p-value<0,0001) contrairement aux mâles (Test de Kruskal-Wallis, p-value=0,966).

- **Stade d'argenture**

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

Lots	Lot L5-L4 ♀ N=40	Lot 7-8 ♀ N=30	Loire 2018-2019 ♀ N=70
Argentée	60%	87%	71%
En cours	40%	13%	29%
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 et les deux tiers 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 87%.

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

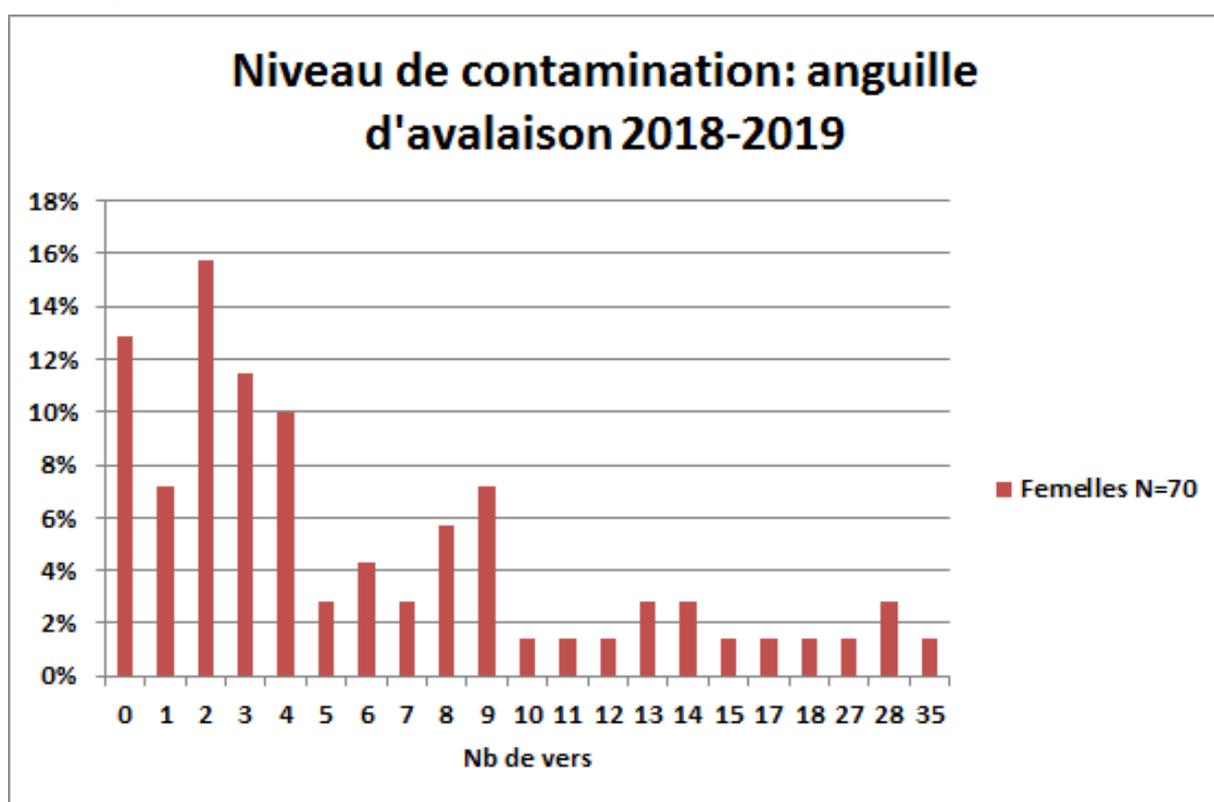


Figure 10: Niveau de contamination des anguilles d'avalaison par *Anguillicoloïdes crassus*

Dans seulement 13% des cas, les 70 anguilles femelles échantillonnées ne présentent pas de vers dans la vessie natatoire (Figure 10). Le nombre maximal de vers retrouvés dans une vessie est de 35 pour une anguille capturée à Montjean-sur-Loire.

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

Années	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2013-2019
Echantillon	129	142	366	180	128	70	1015
Nb moy vers	3,9	4	3,3	4,6	4	6,5	4,01
Nb max vers	52	33	37	92	40	35	92
% ang saines	0,8	0,7	2,2	6,1	0	0,01	2,08

Bien qu'une anguille sur dix ne comporte pas de vers dans la vessie (Tableau 8), seule l'une d'entre elle 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, pour toutes les anguilles à l'exception d'un seul individu, les vessies qui ne possèdent pas de vers présentent une opacité marquée et/ou avec de la pigmentation et/ou de l'exsudat. De plus cette année, le nombre moyen de vers présent dans les vessies est plus élevé d'un tiers par rapport à la moyenne interannuelle calculée depuis 2013.

Discussion

De nouveau cette saison, la campagne de pêche 2018-2019 a été marquée par des conditions hydrologiques atypiques. Ainsi, elle s'est scindée en cinq phases, une première caractérisée par le prolongement de l'étiage avec la quasi absence d'anguilles argentées, une seconde distinguée par la rupture d'étiage à la mi-novembre et le début de migration des anguilles, une troisième marquée par deux crues d'intensité croissante générant un flux important d'anguilles. La quatrième phase se singularise par une longue période de faibles débits au mois de janvier et la quasi absence d'anguilles. Enfin une dernière phase intervenant début février avec une crue de plus forte intensité accompagnée d'un flux important d'anguilles. Au total 11 946 anguilles ont été capturées par l'ensemble des pêcheries contre une moyenne annuelle d'environ 20 000 individus calculée sur une dizaine d'années. Ces faibles captures peuvent s'expliquer à la fois par des fenêtres propices de dévalaison assez réduites durant la saison de pêche mais également par l'arrêt de certaines pêcheries lors de flux important d'anguilles en raison de débris (branches, arbres) bloqués dans la nappe de filet du guideau. C'est notamment le cas de la pêcherie sur le lot L5 la nuit du dimanche 3 au lundi 4 février. De plus, seuls 7 guideaux étaient en activité cette saison, l'effort de pêche global est donc nettement inférieur aux années précédentes et à la flotte autorisée par le Plan de Gestion de l'Anguille Française (13 guideaux en Loire).

Par ailleurs, avec 141 nuits de pêches scientifiques réparties sur 30 nuits de week-end, les 8 pêcheries ont montré leur implication dans le suivi de cette étude. Les CPUE lors de la relève hebdomadaire représentent ainsi 34% des CPUE totales de la Loire, soit un pourcentage bien supérieur à la moyenne calculée (24%) 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 11 946 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 60% des individus capturés seraient des femelles contre 40% 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 n'ont pas été observés l'année passée puisque les 44 individus autopsiés par le MNHN ne présentaient pas de marque d'alizarine sur les otolithes. Cependant cette saison, l'effectif d'individus conservés pour analyses otolithométriques a été doublé avec plus de 80 individus et les anguilles choisies se composent uniquement de mâles afin d'optimiser les chances de trouver des individus marqués.

Le suivi biométrique mis en œuvre par l'AAPPBLB a permis d'échantillonner 496 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 longueurs et des poids démontrent des différences significatives pour l'ensemble des lots. Ces différences sont aussi significatives pour l'embonpoint des anguilles femelles à l'inverse de celui des mâles.

En termes d'argenture, les différents critères permettant d'évaluer le stade des individus ont permis d'établir, parmi les individus capturés, l'absence d'anguille jaune et plus de deux tiers 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 87%.

L'éviscération de 70 individus femelles destinés à la fumaison a permis une nouvelle fois d'assurer le suivi du parasitisme des anguilles pour cette saison. Seulement 13% des anguilles analysées ne présentent pas de vers dans la vessie natatoire et les signes de présence antérieure du nématode attestent que plus 99% des individus ont été contaminés, ce qui confirme la tendance alarmante des années passées.

Comment caractériser le stade d'une anguille ?

Stade anguille jaune



Stade anguille argentée

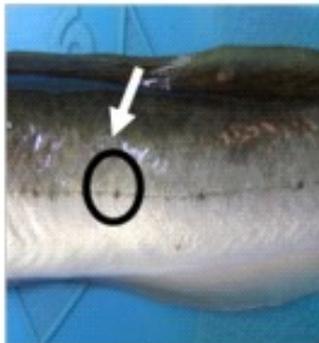
= métamorphose qui correspond à des transformations physiologiques et morphologiques entre les 2 stades

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) ?

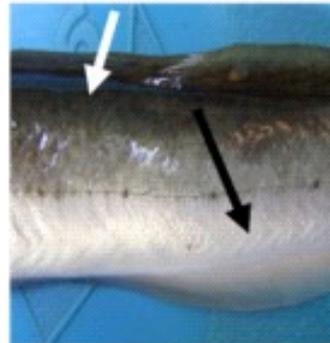


Non = 0
Oui = 1

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)



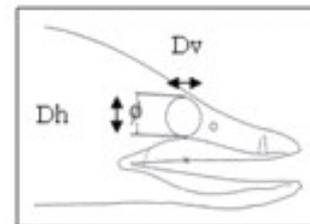
Non = 0
Oui = 1

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