



5

RIVIERE INDEX DRONNE

Suivi de la dévalaison de l'Anguille

Bilan de 5 années de suivi

(octobre 2011 - juin 2016)

Pascal VERDEYROUX

Etablissement Public Territorial du bassin de la Dordogne

Olivier GUERRI

Etablissement Public Territorial du bassin de la Dordogne

Août 2017

Résumé

Dans le cadre du réseau national des Rivières Index Anguille, EPIDOR (EPTB Dordogne) a mis en place en 2011 un réseau de trois pêcheries scientifiques destiné à l'étude de la dévalaison de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) sur la rivière Dronne. Les objectifs de cette action étaient notamment d'améliorer les connaissances disponibles sur l'anguille, sur son comportement de dévalaison et sur les caractéristiques de la population de ce bassin.

Ce suivi a été réalisé sur cinq années, de l'automne 2011 jusqu'à l'été 2016. Trois pêcheries ont été aménagées ou restaurées pour l'occasion. Réparties sur les 100 premiers kilomètres aval de l'axe, il s'agissait, de l'amont vers l'aval, des sites de Rénamon, Poltrot et Monfourat. Au total, 1279 captures d'anguilles ont été enregistrées pour 456 nuits pêchées.

Des captures ont été enregistrées de mi-octobre jusqu'à fin juin. Cela suggère que, contrairement à ce qu'il est parfois considéré, la dévalaison de l'anguille peut s'étendre sur une grande partie de l'année.

Cette migration a pu être observée pour des conditions de débits très variables, comprises entre 0,3 et 4 fois le module. Sachant que les pêcheries n'ont pas pu être utilisées pour des débits faibles et n'étaient plus efficaces lors des débits très élevés, il est très probable que la dévalaison puisse avoir lieu pour une gamme de débits encore plus étendue. La répartition de la dévalaison en fonction des débits reste difficile à décrire. On peut cependant noter qu'il a été possible d'observer des migrations significatives à partir de valeurs de débits modérées, de l'ordre du module.

Au moins 16 % des captures ont eu lieu en journée. Cette information apparaît très intéressante compte tenu du fait que les migrations diurnes ne sont généralement pas prises en compte dans certaines mesures de gestion comme les protocoles d'arrêt de turbinage.

Les recaptures et les détections d'anguilles marquées ont généralement eu lieu rapidement après leurs lâchers. Sur 145 anguilles contrôlées, la moitié l'a été

moins de 1,8 jour après le marquage. Cela indique qu'il y a peu de reprise tardive de la dévalaison chez ces individus ce qui aurait pu biaiser les taux de recaptures. Cela suggère que ces recaptures peuvent être utilisées pour évaluer l'efficacité des pêcheries et estimer le stock dévalant annuel.

L'efficacité des pêcheries a pu être décrite à l'aide de deux indicateurs : le taux de recapture (part des anguilles recapturées sur celles marquées et relâchées en amont) et le taux de contrôle (basé sur les recaptures et les détections RFID enregistrées en dehors des pêches). Le premier apporte des informations sur le stock total dévalant et le second renseigne sur le taux de recapture maximal possible. Sur les dernières années, lors desquelles le fonctionnement des pêcheries a été considéré comme satisfaisant, pour Rénamon le taux de recapture a été de 17 % et le taux de contrôle de 24 %, pour Poltrot ils ont été respectivement de 12 % et de 19 %, et enfin pour Monfourat ils ont été de 0,4 % et 1,1 %.

Un premier essai d'estimation du stock dévalant a été réalisé. Il montre que ce stock augmente bien de l'amont vers l'aval. Au niveau de Rénamon, la production a été estimée à plusieurs centaines d'anguilles par an (de l'ordre de 400 à 600). A Poltrot, elle a été estimée entre plusieurs centaines et quelques milliers (de l'ordre de 800 à 3000). Cependant, les taux de recapture modestes impliquent de considérer ces résultats avec quelques réserves. A Monfourat, les taux de recapture ont été si faibles qu'il n'a pas été possible d'avancer d'estimations chiffrées. On peut cependant imaginer que pour l'ensemble du bassin de la Dronne, la production annuelle d'anguilles argentées correspond au moins à plusieurs milliers d'individus. Cet effectif est non négligeable et il confirme l'intérêt de la Dronne pour la préservation de cette espèce.

Les premières données sur les caractéristiques morphologiques des anguilles en dévalaison ont été obtenues pour la Dronne. L'étude des individus capturés a mis en évidence deux principaux groupes, avec d'un côté des anguilles argentées femelles de grande taille qui peuvent dévaler *a minima* d'octobre à fin juin et d'un autre côté, des petites anguilles

jaunes qui peuvent être amenées à dévaler les obstacles, notamment au printemps.

Il n'apparaît pas utile de poursuivre le suivi de la dévalaison sur la Dronne à partir de la pêcherie de Rénamon car le potentiel de connaissances offert par ce site semble avoir été bien exploité lors de cette étude. Il ne semble pas non plus pertinent de poursuivre le suivi au niveau de Monfourat, du moins tant que l'efficacité de la pêcherie n'est pas améliorée de façon très significative. En revanche, il apparaîtrait intéressant de poursuivre le suivi à partir de la pêcherie de Poltrot afin de compléter les données recueillies sur le comportement de l'anguille en dévalaison, en particulier en lien avec la saisonnalité, les horaires et les débits, de pouvoir mieux décrire les conditions favorables à la capture des anguilles argentées mais aussi des petites anguilles jaunes et d'assurer une surveillance de l'évolution du stock de géniteurs de la Dronne en raison de la situation critique de l'espèce.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
SECTION A : CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	2
1. RAPPELS SUR LA SITUATION DE L'ANGUILLE.....	2
2. LE RESEAU « RIVIERES INDEX ».....	3
3. LE BASSIN DE LA DRONNE.....	4
4. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	5
SECTION B : MATERIEL ET METHODE	6
1. PRINCIPE DE L'ETUDE	6
2. PRESENTATION DES TROIS PECHERIES.....	6
2.1. RENAMON.....	7
2.2. POLTROT.....	8
2.3. MONFOURAT.....	9
3. PIEGEAGE.....	10
3.1. PERIODES.....	10
3.2. DEROULEMENT DU PIEGEAGE	10
3.3. OBJECTIFS DE FONCTIONNEMENT.....	10
4. TRAITEMENT DES ANGUILLES CAPTUREES	11
5. BIOMETRIE	12
6. MARQUAGE	14
6.1. POSE DU TRANSPONDEUR	14
6.2. DEVENIR DES ANGUILLES ECHANTILLONNEES	14
6.3. PRINCIPE DU SUIVI.....	15
6.4. EVALUATION DU STOCK	16
7. SUIVI DE LA TEMPERATURE	16
SECTION C : RESULTATS	17
1. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES	17
1.1. DEBITS.....	17
1.2. TEMPERATURES	18
2. FONCTIONNEMENT DES PECHERIES ET CAPTURES.....	19
2.1. RENAMON.....	19
2.1.1. <i>Fonctionnalité</i>	19
2.1.2. <i>Pêches et captures</i>	19
2.2. POLTROT.....	20
2.2.1. <i>Fonctionnalité</i>	20
2.2.2. <i>Pêches et captures</i>	20
2.3. MONFOURAT.....	21
2.3.1. <i>Fonctionnalité</i>	21
2.3.2. <i>Pêches et captures</i>	21
2.4. RECAPITULATIF.....	22
3. INFLUENCE DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX.....	23
3.1. DEROULEMENT DETAILLE DES CINQ ANNEES DE SUIVI	23
3.1.1. <i>Saison 1</i>	23
3.1.2. <i>Saison 2</i>	24
3.1.3. <i>Saison 3</i>	24
3.1.4. <i>Saison 4</i>	25
3.1.5. <i>Saison 5</i>	26
3.2. SAISONNALITE	27
3.3. HYDROLOGIE	28

3.4.	NYCTHEMERE	29
3.5.	HORAIRES	29
4.	MARQUAGE ET SUIVI DES ANGUILLES	30
4.1.	MARQUAGES REALISES.....	30
4.2.	LACHERS	30
4.3.	CONTROLES (RECAPTURES ET DETECTIONS RFID)	31
4.3.1.	<i>Lieux et types de contrôle</i>	<i>31</i>
4.3.2.	<i>Croisement des données recaptures et RFID</i>	<i>31</i>
4.3.3.	<i>Caractéristiques des anguilles contrôlées.....</i>	<i>32</i>
4.3.4.	<i>Délais entre marquages et contrôles.....</i>	<i>33</i>
4.3.5.	<i>Vitesses de déplacement.....</i>	<i>34</i>
4.3.6.	<i>Taux de perte observé à Poltrot.....</i>	<i>34</i>
4.4.	EFFICACITE DES PECHERIES	35
4.4.1.	<i>Rénamon</i>	<i>35</i>
4.4.2.	<i>Poltrot.....</i>	<i>36</i>
4.4.3.	<i>Monfourat</i>	<i>37</i>
4.4.4.	<i>Synthèse des taux de recapture et de contrôle</i>	<i>37</i>
4.5.	ESTIMATION DU STOCK.....	38
5.	CARACTERISTIQUES DES ANGUILLES CAPTUREES	39
5.1.	ARGENTURE.....	39
5.2.	LONGUEUR DU CORPS.....	40
5.3.	SEXE.....	41
5.4.	POIDS.....	42
5.5.	HAUTEUR ET LARGEUR DE LA TETE.....	43
 SECTION D : DISCUSSION.....		45
1.	UTILISATION ET EFFICACITE DES PECHERIES.....	45
2.	COMPORTEMENT DE DEVALAISON	46
2.1.	SAISONNALITE	46
2.2.	NYCTHEMERE	46
2.3.	HYDROLOGIE	46
3.	CARACTERISATION DU STOCK.....	47
3.1.	BIOMETRIE, SEXE ET ARGENTURE	47
3.2.	ESTIMATION DU STOCK.....	48
4.	IMPLICATIONS POUR LA GESTION DE L'ANGUILLE SUR LA DRONNE.....	48
5.	PERSPECTIVES.....	49
 CONCLUSION.....		50

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

INTRODUCTION

L'Anguille européenne est un poisson migrateur amphihalien thalassotoque. Elle naît en mer, puis colonise les milieux aquatiques continentaux afin d'y effectuer sa croissance. Après plusieurs années passées en eau douce, elle dévale les cours d'eau et regagne le milieu marin pour se reproduire.

Cette espèce subit de nombreuses pressions, notamment des prélèvements par la pêche aux stades alevin (civelle), juvénile (anguille jaune) et adulte (anguille argentée), des difficultés d'accès aux zones de grossissement (obstacles à la montaison), une raréfaction des habitats propices à son développement (régression des zones humides, altérations hydromorphologiques des cours d'eau, assècs...), des problèmes de contamination par des substances toxiques (PCB, HAP, pesticides, métaux lourds...), l'apparition de nouvelles pathologies (comme le ver parasite *Anguillicola crassus*) ou encore des mortalités lors de la dévalaison au niveau des turbines hydroélectriques. L'anguille européenne a ainsi vu sa population fortement diminuer. Elle est aujourd'hui considérée comme en danger critique d'extinction par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature).

En conséquence, un règlement européen (CE n°1100/2007) a incité la France à élaborer un plan d'action national : le Plan de Gestion de l'Anguille (PGA). Ce plan prévoit des mesures de gestion comme la réduction des mortalités par pêche, l'amélioration des conditions de franchissement des obstacles (montaison et dévalaison) ou l'amélioration de la qualité des habitats. Il prévoit également la constitution d'un réseau de sites index, dont l'objectif est notamment de suivre la population d'anguilles dévalantes (et donc de la quantité de reproducteurs) afin de mesurer les effets des mesures de gestions engagées. Ces sites index se répartissent au sein de grandes Unités de Gestion de l'Anguille (UGA). Pour l'UGA Garonne-Dordogne-Charente-Seudre-Leyre, le site index choisi correspond à la rivière Dronne, sous-affluent de la rivière Dordogne.

La mise en place et le suivi de ce site index ont été assurés par EPIDOR, l'Etablissement Public Territorial du Bassin (EPTB) de la Dordogne de 2011 à 2016. Cette opération a été soutenue au niveau scientifique et méthodologique par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA ; devenu Agence Française de la Biodiversité ou AFB) qui coordonne les différents sites index français.

Ce suivi visait à acquérir des informations sur la population d'anguilles argentées du bassin de la Dronne (caractéristiques physiques, comportement de migration, niveau d'abondance) et sur l'évolution du stock dévalant. Le présent document décrit le déroulement de l'opération et les résultats obtenus tout au long des cinq années de ce suivi.

Section A : Contexte et objectifs de l'étude

1. Rappels sur la situation de l'anguille

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un poisson migrateur dont la population fonctionne à l'échelle européenne. Elle se reproduit de l'autre côté de l'océan Atlantique, dans la mer des Sargasses, puis colonise les rivières d'Europe où elle effectue sa croissance. La France, par sa position privilégiée par rapport au Gulf Stream, est l'une des zones les plus fortement alimentée par les arrivées océaniques de civelles (alevins d'anguilles).

Depuis plusieurs décennies, on observe une nette décroissance des populations d'anguilles. Les statistiques de pêche françaises montrent une chute brutale à partir des années 1980 (fig. 1 et fig. 2). Cette situation a motivé l'adoption d'un règlement européen en 2007 et d'un plan national français (PGA) en 2010 pour la restauration de l'anguille.

Fig. 1 : Evolution du recrutement en civelles dans les principaux bassins versants français (MEEDA et al., 2010)

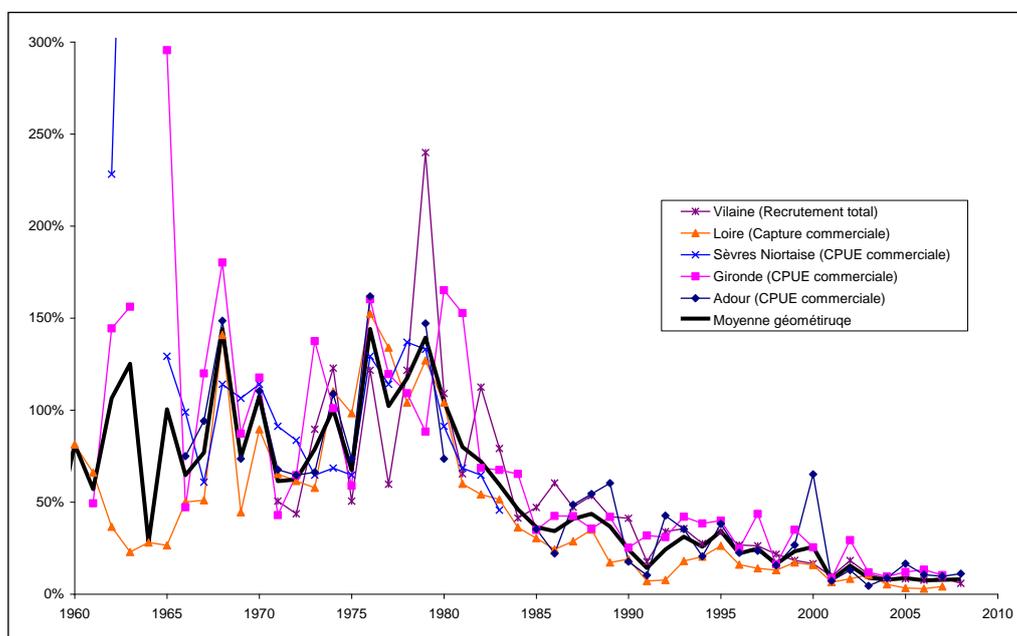
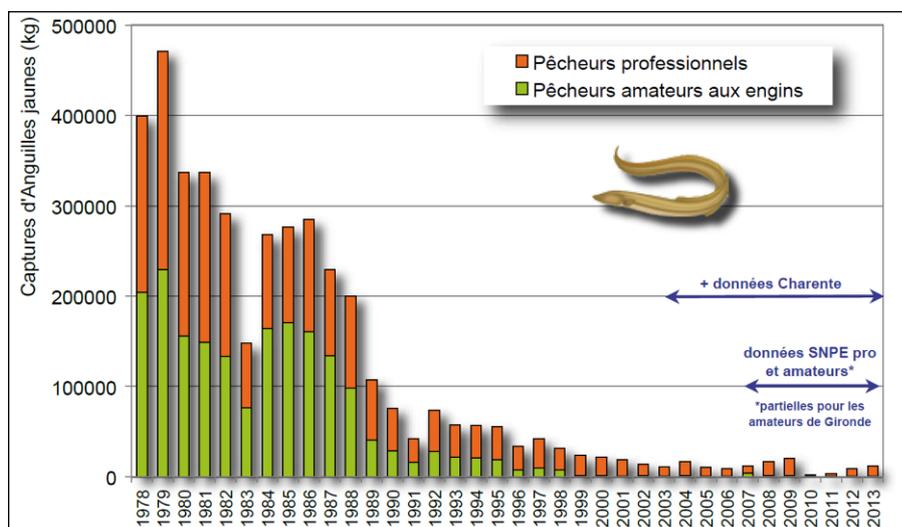


Fig. 2 : Evolution des captures d'anguilles jaunes de 1978 à 2013 (sources IRSTEA, ONEMA - SNPE et CRPMEM Aq ; PLAGEPOMI Garonne-Dordogne 2015-2019)



2. Le réseau « Rivières Index »

Pour tenter de mesurer l'efficacité des mesures conservatoires contenues dans le PGA, ce plan prévoit la mise en place un réseau de suivi de l'espèce sur des « sites index ». Ce réseau, coordonné au niveau national par l'ONEMA (devenu AFB), doit représenter les principaux contextes des rivières françaises à anguilles (fig. 3 et Annexe I).

La rivière Dronne a été retenue comme l'un de ces sites nationaux. Pour la mise en œuvre des sites index, il est prévu de s'appuyer sur des porteurs d'action locaux. EPIDOR a été sollicité pour porter le suivi de la dévalaison du site index Dronne.



Fig. 3 : Carte des UGA (Unités de Gestion de l'Anguille) et localisation des sites index français (EPIDOR d'après le MEEDA et l'ONEMA)

3. Le bassin de la Dronne

La rivière Dronne prend sa source sur le massif cristallin du Limousin, traverse ensuite un secteur karstique et finit par se jeter dans l'Isle, un affluent de la Dordogne, en zone d'influence des marées. D'amont en aval, elle traverse les départements de la Haute-Vienne (87), de la Dordogne (24), de la Charente (16), de la Charente-Maritime (17) et de la Gironde (33).

La Dronne s'écoule sur environ 200 km et présente un module à l'exutoire de 25 m³/s. Son bassin versant s'étend sur 2790 km². Sa pente moyenne est de 2,4 %. Elle est jalonnée par de nombreux ouvrages transversaux. On compte 50 ouvrages sur les 120 km aval de l'axe, soit en moyenne un ouvrage tous les 2,4 km. Ce sont en majorité des seuils de taille modeste liés à des anciens moulins (fig. 4). Il existe une bonne connaissance de ces ouvrages et de leurs impacts théoriques sur la continuité écologique (ECOGEA, 2011 ; Raffin, 2011 ; EPIDOR, unpub.). En revanche, entre son exutoire et l'océan Atlantique (environ 145 km), il n'existe aucun obstacle à la continuité écologique.

L'histoire de la Dronne rapporte une forte abondance d'anguilles et un grand intérêt porté à l'espèce. Tous les moulins installés sur la moitié aval de l'axe possédaient jadis une pêcherie d'avalaison.

Sur la partie aval de la Dronne, au niveau du seuil de Monfourat, se trouve une station de contrôle de la montaison des poissons migrateurs (passe à bassins équipée d'un vidéo contrôle et rampe à brosse équipée d'un piège). Cette station est gérée par l'association Migrateurs Garonne Dordogne (MIGADO). Son objectif est de connaître le flux d'individus entrant sur le bassin. Cependant, la station vidéo de la passe à bassins n'est fonctionnelle que depuis quelques années et le piège sur la rampe à anguillettes n'avait pas encore été mis en service en 2016 (fig. 5).

Les données des réseaux de suivis piscicoles et notamment le RCS/RHP de l'ONEMA permettent de situer approximativement la limite amont de la répartition de l'anguille sur ce bassin. Pour les principaux axes, les stations les plus amont où l'anguille a été recensée sont St-Pardoux-la-Rivière pour la Dronne, Saint-Jory-de-Chalais pour la Côte, La-Rochebeaucourt-et-Argentine pour la Lizonne et Montmoreau-Saint-Cybard pour la Tude (fig. 6).

Un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) à l'échelle du bassin Isle-Dronne est actuellement en cours d'élaboration.

Toutes ces caractéristiques ont contribué à l'intégration de la Dronne au réseau national des Rivières Index Anguille.



Fig. 4 : Un des nombreux ouvrages de la Dronne



Fig. 5 : Passe à bassin (au premier plan) et rampe à brosse (au second plan) du seuil de Monfourat

La Dronne comporte trois affluents principaux qui sont, d'amont en aval (fig. 6) :

- la Côte (bassin versant de 340 km², module à l'exutoire de 4,4 m³/s),
- la Lizonne (bassin versant de 630 km², module à l'exutoire de 5,6 m³/s),
- la Tude (bassin versant de 320 km², module à l'exutoire de 2,5 m³/s),

Les principales stations de mesure des débits utilisées pour ce suivi sont :

- Villetoueix : module de 11,3 m³/s (20 km en aval de Rénamon),
- Bonnes : module de 19,5 m³/s (11 km en aval de Poltrot),
- Coutras : module de 25 m³/s (14 km en aval de Monfourat).

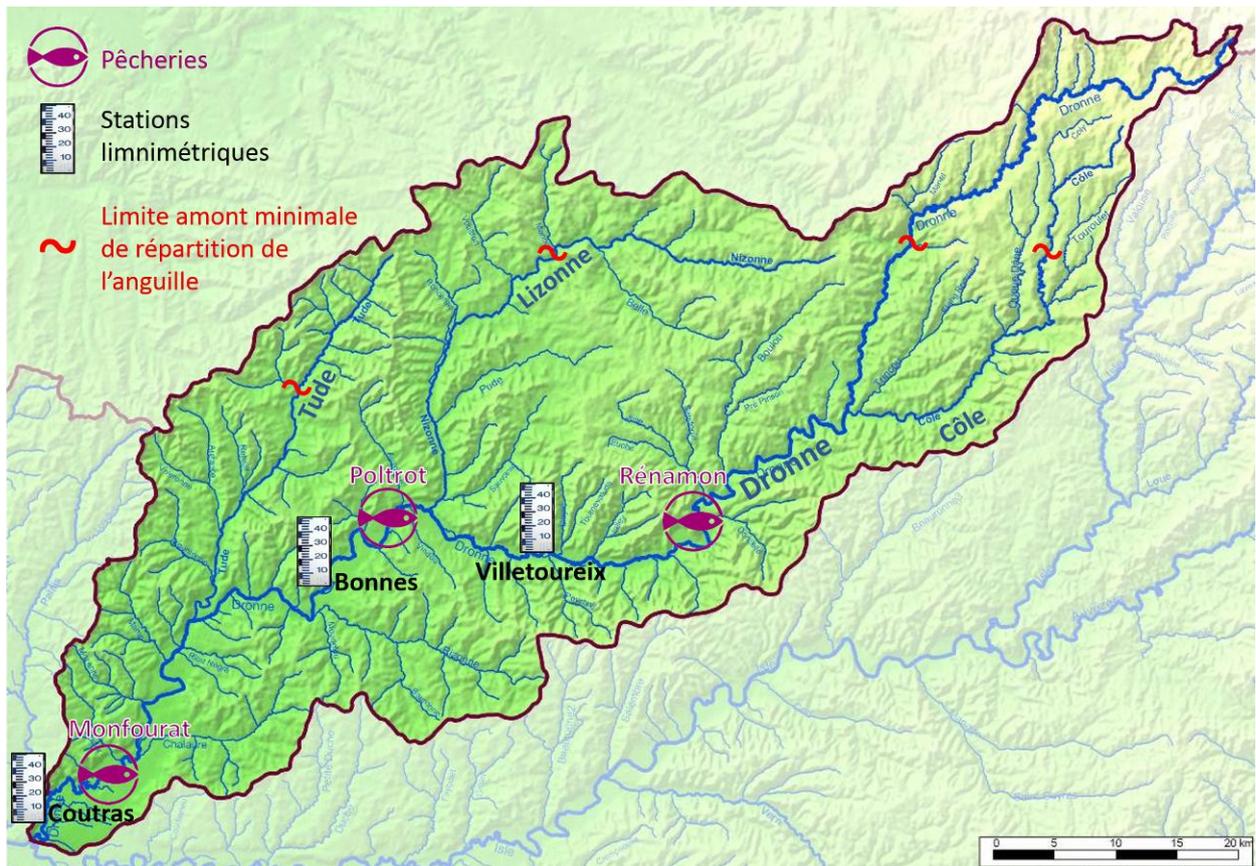


Fig. 6 : Réseau hydrographique du bassin de la Dronne

4. Objectifs de l'étude

Cette étude avait pour but de contribuer à l'amélioration des connaissances disponibles sur la population nationale d'anguille, sur le comportement de dévalaison de l'espèce et sur le fonctionnement du bassin de la Dronne. Elle visait à répondre à trois objectifs :

- Etudier les périodes et les rythmes d'avalaison des anguilles et les mettre en relation avec les paramètres environnementaux (périodes, horaires, débits...),
- Estimer un flux d'anguilles d'avalaison et le potentiel de production du bassin versant,
- Mieux connaître les caractéristiques des anguilles d'avalaison (taille, poids, argenture...).

Section B : Matériel et méthode

1. Principe de l'étude

Le principe de l'étude était le suivi d'anguilles en dévalaison le long de leur axe migratoire par capture, marquage et recapture sur 5 ans. Elle s'est appuyée sur un réseau de trois pêcheries d'avalaison implantées sur des ouvrages existants. Les pêcheries sont des installations traditionnelles, constituées de pièges aménagés dans des pertuis, dont l'alimentation en eau est contrôlée par des vannes.

L'exploitation de ces pêcheries devait permettre de répondre aux différents objectifs de l'étude. Pour répondre au premier objectif, qui correspondait à l'étude des périodes et des rythmes d'avalaison des anguilles, il était nécessaire de mener le plus d'échantillonnages possibles tout au long de la saison et de réaliser un suivi des variables environnementales. Afin de pouvoir estimer le flux d'anguilles dévalantes, tous les individus capturés ont été comptabilisés et l'efficacité d'échantillonnage des pêcheries a été estimée à partir des marquages et des recaptures. Enfin, la caractérisation des anguilles d'avalaison a consisté à réaliser des observations et des mesures biométriques des individus capturés.

2. Présentation des trois pêcheries

Les trois pêcheries d'avalaison ont été réparties sur la moitié aval de la Dronne (fig. 8). Deux de ces pêcheries correspondent à des installations traditionnelles qui ont été réhabilités et adaptées pour l'étude (Rénamon et Poltrot). La troisième a été entièrement créée au niveau du canal de dévalaison d'une usine hydroélectrique (Monfourat). Les travaux d'adaptation ont été menés en 2011 par EPIDOR, en accord avec les propriétaires.

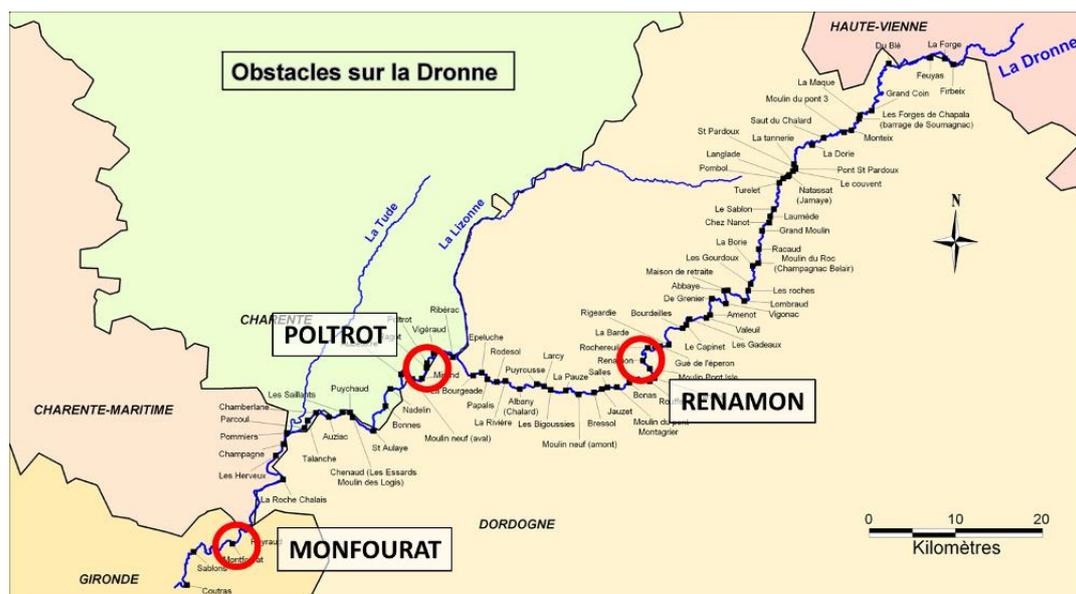


Fig. 8 : Carte de localisation des pêcheries d'avalaison (ONEMA-EPIDOR 2010)

2.1. Rénamon

Le site de Rénamon (24) se situe à 103 km de l'exutoire de la Dronne. A ce niveau, le module de la Dronne est environ de 10 m³/s. Il constitue le 38^{ème} ouvrage depuis l'aval et correspond au 32^{ème} obstacle à la continuité écologique. C'est un ancien moulin reconverti en résidence secondaire.

Cet ouvrage est composé d'un très long seuil (180 m) qui guide une partie du débit vers le moulin. Ce moulin est équipé d'une pêcherie d'avalaison traditionnelle composée d'une vanne levante contrôlant l'alimentation en eau d'un plan de grille incliné. Sur ce plan de grille étaient disposés des paniers destinés à recevoir les anguilles, littéralement filtrées par le dispositif. Cet ouvrage était encore fonctionnel, mais a dû être modifié. Les grilles d'origine (espacement des barreaux de 30 mm) ont été remplacées par des grilles plus fines (espacement de 20 mm) permettant de capturer une plus grande gamme de taille d'anguilles. Les paniers métalliques ont été remplacés par une goulotte et un vivier permettant de stocker les anguilles sans risque de blessures (fig. 9).

Dans le cadre de cette étude, la gestion de cette pêcherie a été assurée par le Syndicat de Rivières du Bassin de la Dronne (SRB Dronne, anciennement SYMAGE Dronne et SMEAP).



Fig. 9 : Site et pêcherie de Rénamon

2.2. Poltrot

Le site de Poltrot (16) se situe à 64 km de l'exutoire de la Dronne. A ce niveau, le module de la Dronne est de 18 m³/s. Il constitue le 19^{ème} ouvrage depuis l'aval et correspond au 17^{ème} obstacle à la continuité écologique. C'est un ancien moulin reconverti par la Communauté De Communes Lavalette Tude Dronne en un site de découverte nature.

Cet ouvrage se compose d'un seuil, d'un canal d'aménagé (350 m de long), d'un tronçon court-circuité et d'un ancien moulin équipé d'une pêcherie traditionnelle. Elle se composait de deux vannes levantes, d'un plan de grilles (espacement de 17 mm) et de paniers. Cette pêcherie était en mauvais état. Les vannes ont été remplacées, les grilles ont été restaurées et rendues mobiles grâce à un treuil électrique. Les paniers ont été remplacés par une goulotte débouchant dans un vivier. Une vanne de décharge située à côté de la pêcherie a également été équipée d'un plan de grille. Pour des raisons de sécurité, une passerelle d'accès a été installée (fig. 10).

Dans le cadre de cette étude, la gestion de cette pêcherie a été assurée par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement Hydraulique (SIAH) Tude et Dronne aval.



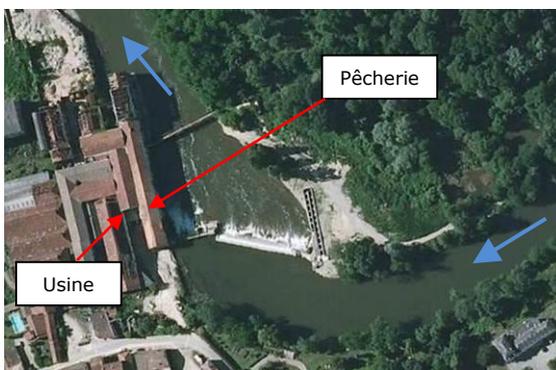
Fig. 10 : Site et pêcherie de Poltrot

2.3. Monfourat

Le site de Monfourat (33) se situe à 15 km de l'exutoire de la Dronne. A ce niveau, le module de la Dronne est de 25 m³/s. Monfourat constitue le 2^{ème} ouvrage depuis l'aval et correspond également au 2^{ème} obstacle à la continuité écologique. C'est une ancienne papeterie récemment reconvertie en microcentrale hydroélectrique, exploitée par l'EURL hydroélectrique de Monfourat.

Une pêcherie a été créée de toute pièce dans le canal de dévalaison de l'usine. Une vanne levante a été installée dans la partie amont de ce pertuis de façon à pouvoir mettre la pêcherie hors d'eau. Des murets ont été dressés de part et d'autre de ce canal pour permettre l'installation d'un plan de grille (espacement de 15 mm). Deux goulottes guident les anguilles vers un vivier. Le débit peut être régulé par un clapet situé à l'aval du canal (fig. 11).

Lors de la première saison, cette pêcherie a été gérée par MIGADO. Lors des quatre saisons suivantes, elle a été gérée en interne par EPIDOR.



Vue aérienne (IGN, Géoportail)



Usine vue de l'aval



Plan de grille (en assec)



Canal de dévalaison



Canal de dévalaison (avant travaux)



Canal de dévalaison (après travaux)

Fig. 11 : Site et pêcherie de Monfourat

3. Piégeage

3.1. Périodes

Les précédents travaux sur la dévalaison de l'Anguille européenne indiquent que la période favorable à cette migration correspond à l'automne et l'hiver (Frost 1950, Deelder 1970, Hvidsten 1985, Lobon-Cervia et Carrascal 1992, Wickström et al. 1996 in Durif, 2003 ; Tesch 2003, Behrmann-Gobel et Eckmann 2003, Chadwick et al. 2007 in Adam et al., 2008). Cependant, elle est très fortement influencée par l'hydrologie et une augmentation de débit peut induire une dévalaison à des périodes *a priori* peu favorables, comme au printemps (Durif, 2003 ; Adam et al., 2008, ICES-FAO, 2011 in Chanseau et al., 2012).

Afin de pouvoir analyser l'intensité de la dévalaison en fonction des périodes de l'année, il était prévu de réaliser des pêches tout au long de l'année si les conditions le permettaient. Il est important de noter que les pêcheries utilisées ne peuvent être activées que pour une certaine gamme de débit. Par exemple, elles ne sont pas fonctionnelles si le débit est trop faible, comme en étiage. Au final, sur les cinq années de l'étude, toutes les pêches ont été menées entre mi-octobre et fin juin.

Afin de maximiser le nombre d'individus capturés, un effort particulier d'échantillonnage a été appliqué lors des événements *a priori* les plus favorables, notamment les augmentations de débit en automne et en début d'hiver.

3.2. Déroulement du piégeage

Une opération de piégeage consiste d'abord à vérifier l'état de l'ensemble des organes de la pêcherie. Ensuite, les éléments de piégeage (grille, goulotte et vivier) sont mis en position de pêche. Enfin, la ou les vannes sont ouvertes afin d'alimenter le piège en eau et de permettre aux anguilles de dévaler à l'intérieur de celui-ci.

Les relèves se font à intervalles plus ou moins régulier en fonction des conditions, notamment de la quantité de débris dérivants qui colmatent les grilles, et des quantités de poissons capturés. En général, les relèves ont eu lieu soit deux fois par jour (le matin et le soir) afin de différencier les captures diurnes et nocturnes, soit plus régulièrement en fonction de la rapidité du colmatage des grilles qui demandait un nettoyage de la pêcherie.

3.3. Objectifs de fonctionnement

Les premières années, les objectifs de fonctionnement étaient les mêmes pour les trois pêcheries, c'est-à-dire une mise en pêche dès que les conditions le permettaient afin d'avoir une idée de la répartition de la migration sur l'année et application d'un effort particulier sur les périodes *a priori* les plus favorables afin de maximiser le nombre de captures.

Après quelques saisons d'utilisation, les objectifs de fonctionnement ont été adaptés à chaque pêcherie en fonction de leur position sur l'axe et de leur fonctionnalité :

- Pour Rénamon (pêcherie amont), il s'agissait surtout de cibler les pêches sur les périodes *a priori* les plus propices à la dévalaison (pics de débits) afin d'avoir une idée du stock ayant pu coloniser la partie amont de l'axe malgré la présence de très nombreux obstacles à la montaison.

- Pour Poltrot (pêcherie médiane), il s'agissait d'échantillonner de façon aussi continue que possible, afin d'avoir une idée sur la répartition de la dévalaison selon les périodes de l'année et les conditions environnementales.

- Pour Monfourat (pêcherie aval), l'objectif principal était de cibler les pêches sur les périodes a priori les plus propices à la dévalaison afin d'avoir une idée du stock global grâce à sa position aval.

4. Traitement des anguilles capturées

Après chaque relève des pièges, les anguilles ont été comptabilisées, observées, mesurées, et marquées si besoin. Certaines ont été stockées temporairement (moins de 24 heures) dans des bacs alimentés en continu avec l'eau de la Dronne par une pompe (fig. 12). Selon les cas (marquage ou recapture) elles ont été relâchées en amont ou en aval des pêcheries.



Fig. 12 : Bac de stabulation

Pour la biométrie et le marquage des anguilles, l'anesthésie est nécessaire. Les individus capturés ont été endormis par lot de cinq grâce à de l'eugénol. La solution employée était dosée à 0,00012 % d'huile essentielle de clou de girofle (1,2 mL d'HE pour 10 L d'eau).

Ces opérations ont été effectuées le plus rapidement possible, souvent le matin suivant la capture, afin de réduire au maximum les durées de stabulation.

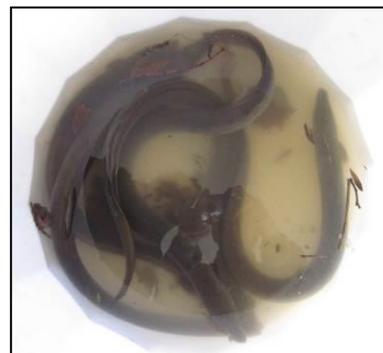


Fig. 13 : Anesthésie d'anguilles

5. Biométrie

Les anguilles ont été caractérisées selon (fig. 14) :

- la longueur du corps (avec un ichtyomètre, fig. A)
- la longueur de la nageoire pectorale (avec un pied à coulisse, fig. B)
- le diamètre oculaire vertical et horizontal (avec un pied à coulisse, fig. C)
- la largeur et la hauteur de la tête (avec un pied à coulisse, fig. D)
- la coloration (fig. E) :
 - J pour Jaune (dos brun, ventre jaunâtre, pectorale transparente)
 - Int pour Intermédiaire
 - A pour Argentée (dos sombre, ventre blanc, pectorale opaque)
- l'état de la ligne latérale :
 - O : pas visible
 - V : visible mais sans ou avec peu de corpuscules noirs
 - X : visible avec beaucoup de corpuscules noirs (fig. F)
- l'état sanitaire général de l'anguille
- le poids

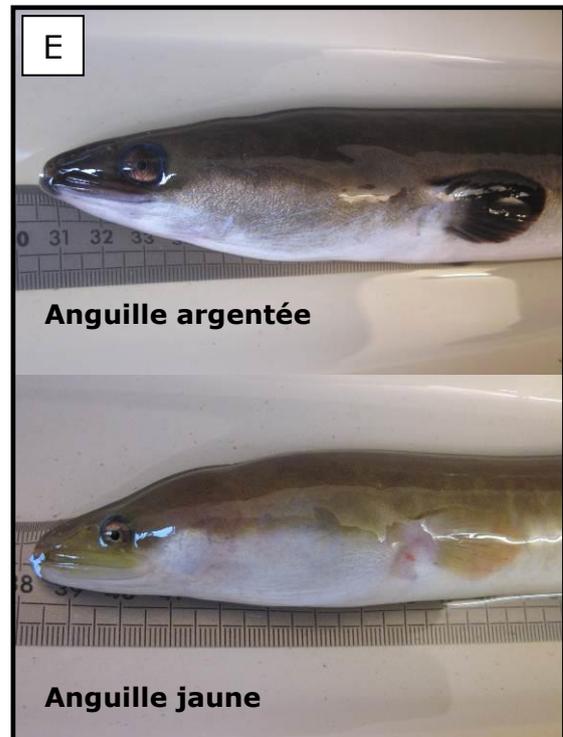


Fig. 14 : Caractérisation des anguilles

La mesure des diamètres oculaires et de la longueur des anguilles permet de déterminer l'indice oculaire (IO) de Pankhurst (1982) :

$$IO = [(Dv+Dh)/4]^2 * \pi / Lt * 100$$

Dv : diamètre oculaire vertical, *Dh* : diamètre oculaire horizontal et *Lt* : longueur totale

L'indice oculaire de Pankhurst (IO) permet de connaître l'argenteure d'une anguille à partir de la longueur de son corps et de ses diamètres oculaires. Selon les auteurs, le seuil au-dessus duquel une anguille est considérée comme argentée est de 6,5 (NEDAP, 2006) ou 8 (Durif, 2003). Ce dernier indique que le seuil de 8 est à utiliser pour les individus femelles, caractérisés par une taille supérieure à 45 cm.

Cependant, le croisement avec les autres indices de maturité (coloration et état de la ligne latérale) peut être utile pour confirmer le stade déterminé à partir du calcul de l'indice oculaire. Dans la présente étude, le stade de maturité des anguilles a été déterminé à partir du croisement de ces trois variables selon les tableaux suivants :

Tab. 1 : Détermination du stade des anguilles

		IO < 6,5		
		Coloration		
		A	Int	J
Ligne latérale	Marquée	A	Int	Int
	Visible	Int	Int	J
	Absente	J	J	J

		IO entre 6,5 et 8		
		Coloration		
		A	Int	J
Ligne latérale	Marquée	A	A	Int
	Visible	A	Int	Int
	Absente	Int	Int	J

		IO > 8		
		Coloration		
		A	Int	J
Ligne latérale	Marquée	A	A	A
	Visible	A	A	Int
	Absente	A	Int	Int

IO : Indice Oculaire, *A* : Argenté, *Int* : Intermédiaire, *J* : Jaune

6. Marquage

6.1. Pose du transpondeur

Pour chaque anguille capturée, une inspection visuelle et un passage au lecteur de transpondeurs PIT-tag ont été réalisées afin d'identifier les individus déjà marqués. Les anguilles capturées pour la première fois, si elles étaient assez grosses (au moins 50 cm), ont été marquées selon le protocole suivant (fig. 15) :

- le matériel est nettoyé à la Bétadine® (désinfectant à base d'iode),
- la peau de l'anguille est pré-percée avec une aiguille de 2,5 mm (fig. A),
- l'orifice est élargi avec une aiguille de 4 mm (fig. B),
- le transpondeur est inséré manuellement dans la cavité générale (fig. C),
- une goutte de colle chirurgicale est appliquée pour colmater l'orifice (fig. D).

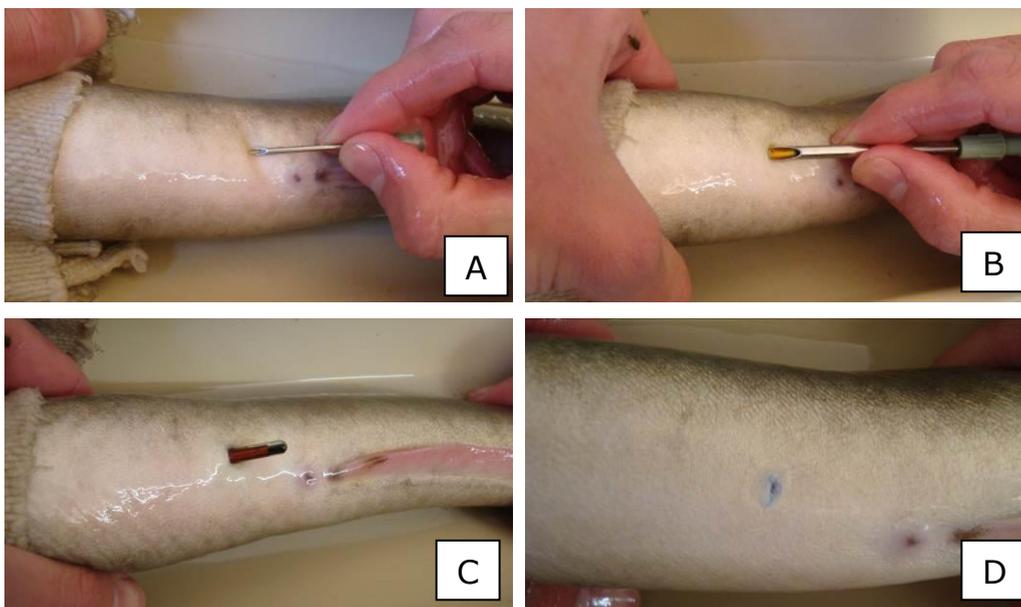


Fig. 15 : Marquage d'une anguille avec un transpondeur

6.2. Devenir des anguilles échantillonnées

Après la biométrie et le marquage (ou le contrôle des marques) les anguilles ont été relâchées :

- En amont des pêcheries pour les anguilles nouvellement marquées (fig. 16) :
 - Pour Rénamon, les lâchers ont été réalisés à l'aval de Rochereuil (2,5 km en amont),
 - Pour Poltrot, les anguilles ont été relâchées à Petit-Bersac (2,6 km en amont),
 - Pour Monfourat, elles ont été relâchées aux Eglisottes (3,2 km en amont).
- En aval immédiat des pêcheries pour les individus recapturés ou non marqués.



NB : le marquage et les mesures ont été réalisés par deux agents des opérateurs locaux pour chaque site (c'est à dire du SRB Dronne pour Rénamon, du SIAH Tude Dronne aval pour Poltrot et d'EPIDOR pour Monfourat), après avoir suivi une formation dispensée par l'ONEMA.

Fig. 16 : Lâcher d'anguilles marquées

6.3. Principe du suivi

Au niveau de chacun des trois sites, les anguilles qui dévalent ont deux voies de passage possibles. Elles peuvent passer soit par le seuil, soit par la pêcherie. Les anguilles capturées au niveau des pêcheries correspondent donc à un échantillon de la population dévalante. Afin de pouvoir estimer le flux dévalant, il est nécessaire d'évaluer l'efficacité de chacune des pêcheries.

Pour cela, les anguilles capturées au niveau d'une pêcherie ont été marquées et relâchées en amont du dispositif. En théorie, elles doivent reprendre leur migration de dévalaison et repasser au niveau de l'ouvrage par l'une des deux voies de passage (seuil ou pêcherie). La proportion d'anguilles recapturées traduit alors l'efficacité de la pêcherie.

Les anguilles ont été marquées avec des PIT-tag (Passive Integrated Transpondeur), qui sont des marques passives permettant une identification individuelle. Afin de contrôler en continu si des anguilles marquées repassent par les pêcheries, des antennes couplées à des enregistreurs RFID (Radio Frequency Identification) prêtés par le Pôle Ecohydraulique, détectant ces marques ont été installés au niveau des vannes d'alimentation de chaque pêcherie (fig. 17 et 18). Ces vannes restent ouvertes en permanence, même lorsque les pêcheries sont désactivées (les grilles sont relevées). La mise en pêche ou non n'influence donc pas la probabilité de passage des anguilles par les pêcheries.

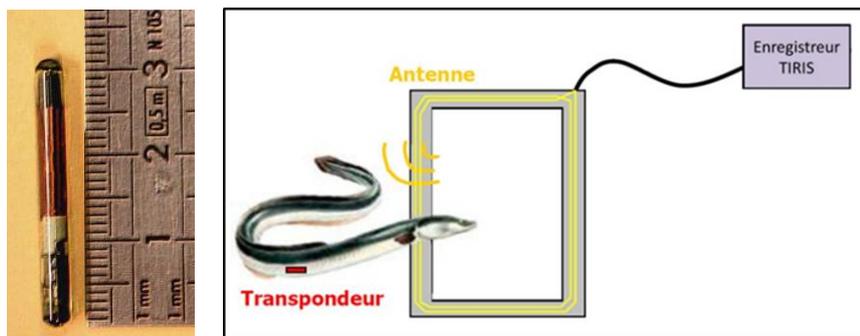


Fig. 17 : Transpondeur et schéma du dispositif RFID de détection de ces marques (ONEMA)

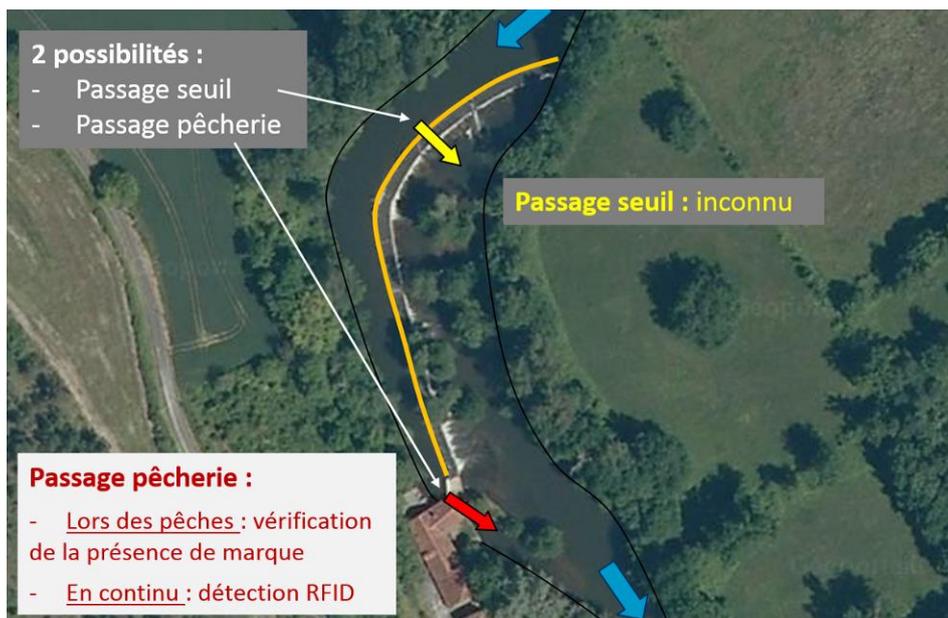


Fig. 18 : Schéma du principe d'évaluation de l'efficacité des pêcheries (IGN, Géoportail)

6.4. Evaluation du stock

La proportion d'anguilles recapturées lors des pêches permet d'évaluer la quantité totale d'anguilles dévalantes. Cependant, la proportion de recaptures influence grandement la fiabilité et la précision d'une telle évaluation. Ainsi, plusieurs méthodes de calculs peuvent être utilisées.

Considérons :

- C = le nombre total d'anguilles différentes capturées au niveau d'une pêcherie,
- M = le nombre d'anguilles marquées et relâchées en amont, qui doivent en théorie repasser par le site, et qui ont la même probabilité d'être recapturées que les anguilles non marquées,
- R = le nombre d'individus recapturés,
- N = le stock total dévalant.

Alors $R/C = M/N$

Ce qui permet d'estimer de manière brute le stock : $N = MC/R$

Cependant, si le nombre de recaptures est limité, cette estimation peut être biaisée. Chapman (1951) a développé une méthode de calcul afin de prendre en compte ce biais. Cette méthode est également appelée « méthode de Petersen modifiée » et est souvent utilisée dans l'estimation de stocks de poissons à partir de données issues de pêcheries (Fish et wildlife population ecology, 2008).

L'estimation du stock par la méthode de Chapman (1951) correspond à N_{Chap} :

$$N_{\text{Chap}} = (M+1) (C+1) / (R+1)$$

La variance de ce stock estimé s'exprime : $\text{Var}(N_{\text{Chap}}) = [(M+1) (C+1) (M-R) (C-R)] / [(R+1)^2 (R+2)]$

L'intervalle de confiance à 95 % correspond à : $N_{\text{Chap}} \pm 1,965 * [\text{Var}(N_{\text{Chap}})]^{0,5}$

7. Suivi de la température

Des sondes autonomes de marque Hobo® (fig. 19), enregistrant la température de l'eau toutes les heures, ont été immergées au niveau des pêcheries de Poltrot et de Monfourat.



Fig. 19 : Sonde autonome Hobo

1. Conditions environnementales

1.1. Débits

L'hydrologie de la Dronne s'est montrée très variable d'une saison à l'autre (fig. 20) :

- Lors de la première saison (2011-2012), les débits ont été globalement faibles. L'étiage 2011 a été très marqué et s'est prolongé jusqu'à mi-décembre. Ensuite, seulement 3 pics de débits ont été observés (de 2 à 7,4 fois le module) mais ces pics ont été brefs et les débits sont restés faibles le reste du temps (en-dessous du module).

- Lors de la seconde saison (2012-2013), mis à part une petite augmentation de débit fin octobre (équivalente au module) il a également fallu attendre mi-décembre pour observer des débits plus soutenus (3 fois le module). Par la suite, les débits sont restés variables mais élevés (entre 0,8 et 6,5 fois le module) jusqu'à fin juin.

- Lors de la troisième saison (2013-2014), le premier dépassement du module a été observé début novembre. Ensuite, les débits ont été globalement élevés, avec toujours d'importantes variations mais aussi de longues périodes de débits élevés (par exemple plus de 2 fois le module pendant 46 jours de janvier à mars 2014).

- Lors de la quatrième saison (2014-2015), le premier dépassement du module a été observé mi-novembre. Ensuite, les débits ont oscillé autour du module jusqu'à mi-mai avec deux pics jusqu'à 4 fois le module en janvier et mars.

- Lors de la cinquième saison (2015-2016), l'étiage s'est prolongé jusqu'à début janvier. Ensuite, plusieurs augmentations très importantes de débits ont été observées avec un maximum à 8,7 fois le module mi-février. Les débits ne sont revenus en dessous du module que début avril. Ensuite, cette valeur moyenne a été dépassée brièvement à quatre reprises, la dernière à la mi-juin.

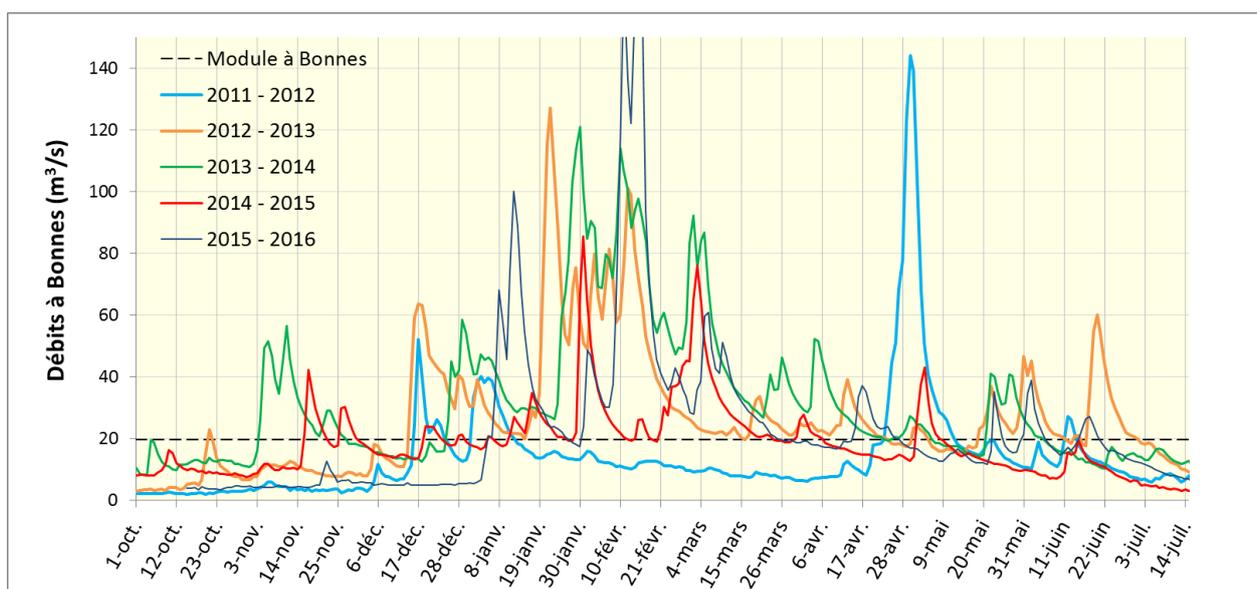


Fig. 20 : Hydrologie de la Dronne à Bonnes lors des 5 saisons de suivi

1.2. Températures

En ce qui concerne les températures de l'eau, la variabilité inter-annuelle a été beaucoup moins marquée. Elles ont été globalement en diminution d'octobre à décembre. Les températures les plus basses ont été observées entre début décembre et fin février. Ensuite, elles ont été à nouveau globalement en augmentation. La première saison s'est démarquée des autres par une période très froide mi-février 2012 (fig. 21).

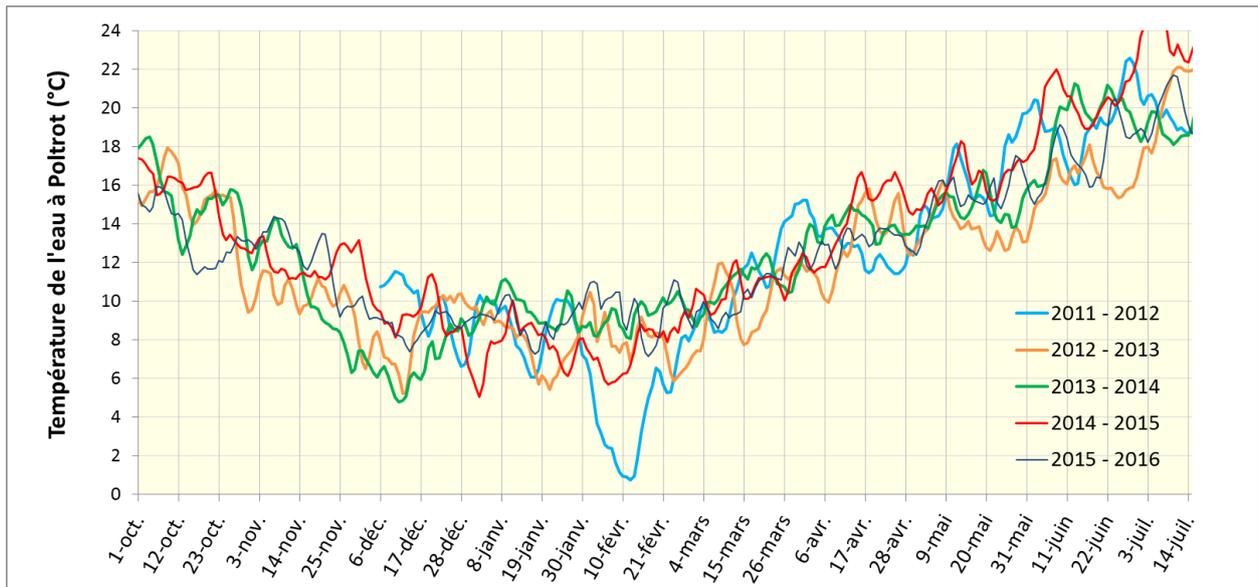


Fig. 21 : Température de l'eau de la Dronne à Poltrot lors des 5 saisons de suivi

NB : Le suivi de l'hydrologie et de la température de l'eau par saison est disponible en Annexe II.

2. Fonctionnement des pêcheries et captures

2.1. Rénamon

2.1.1. Fonctionnalité

La plage de fonctionnement de cette pêcherie commence pour un débit de la Dronne d'environ 17 m³/s (mesuré à Villetoureix ; soit 1,5 fois le module) et se termine à environ 60 m³/s (soit 5,5 fois le module). A noter que les paniers d'origine peuvent être remis en position basse. Dans cette configuration, la pêche est possible à partir de 6 m³/s (soit la moitié du module), mais il est indispensable de surveiller en continu l'arrivée des anguilles pour éviter qu'elles se blessent (fig. 22).

2.1.2. Pêches et captures

Entre novembre 2011 et avril 2016, 41 épisodes de pêches ont été menés. Ils ont duré de un à 12 jours consécutifs. Ils représentent 138 nuits pêchées et ont permis de capturer 317 anguilles.

Tab. 2 : Bilan des pêches réalisées à Rénamon de 2011 à 2016

Saison	Début pêches	Fin pêches	Nb de nuits pêchées	Nombre d'anguilles
2011-2012	7-nov.	30-avr.	12	9
2012-2013	14-déc.	23-juin	36	124
2013-2014	4-nov.	28-mai	33	49
2014-2015	17-nov.	6-mai	26	30
2015-2016	3-janv.	18-avr.	31	105
TOTAL	7-nov.-11	18-avr.-16	138	317



Fig. 22 : Rénamon en configuration classique (à g.), avec paniers (au centre) et le vannage (à d.)

2.2. Poltrot

2.2.1. Fonctionnalité

La plage de fonctionnement de la pêcherie de Poltrot se situe entre 20 et 70 m³/s mesurés à la station de Bonnes (soit environ du module à 3,6 fois le module). L'aménagement d'un plan de grille dans le pertuis de décharge (fig. 23) entre les saisons 2 et 3 n'a pas permis d'augmenter la plage de fonctionnement de la pêcherie mais a permis d'augmenter un peu son efficacité (cf. part. C.4.4.2).

2.2.2. Pêches et captures

Entre décembre 2011 et juin 2016, 39 épisodes de pêches ont été menés. Ces sessions ont duré de un à 22 jours consécutifs. Au total, elles représentent 251 nuits pêchées et ont permis de capturer 784 anguilles.

Tab. 3 : Bilan des pêches réalisées à Poltrot de 2011 à 2016

Saison	Début pêches	Fin pêches	Nb de nuits pêchées	Nombre d'anguilles
2011-2012	8-déc.	8-mai	14	143
2012-2013	22-oct.	28-juin	72	221
2013-2014	4-nov.	6-juin	62	141
2014-2015	17-nov.	8-mai	44	133
2015-2016	5-janv.	18-juin	59	146
TOTAL	8-déc.-11	18-juin-16	251	784



Fig. 23 : Equipement du pertuis de décharge

2.3. Monfourat

2.3.1. Fonctionnalité

La plage de fonctionnement de la pêcherie de Monfourat se situe entre 28 et 150 m³/s mesurés à la station de Coutras (soit de 1,1 fois le module à 6 fois le module).

Cependant, à partir d'environ 50 m³/s (soit 2 fois le module), l'efficacité de la pêcherie diminue de manière très importante en raison de la configuration de l'ouvrage. Le seuil de Monfourat est relativement court (65 m) et l'usine hydroélectrique n'est équipée que d'une seule turbine pouvant entonner 6,5 m³/s au maximum. Par conséquent, au-delà d'un certain débit (de l'ordre de 50 m³/s) une importante lame d'eau surverse sur le seuil (supérieure à 40 cm) ce qui rend cette voie de passage très attractive pour les anguilles en dévalaison par rapport au canal d'aménagé à l'extrémité duquel se trouve la pêcherie (fig. 24). A noter également que la pêcherie ne peut être utilisée que lorsque la turbine fonctionne. Or, celle-ci a présenté de nombreuses pannes et périodes d'arrêts plus ou moins prolongées qui ont régulièrement rendu les pêches impossibles.

2.3.2. Pêches et captures

Entre janvier 2012 et avril 2016, 38 épisodes de pêches ont été menés. Ces sessions ont duré de un à 6 jours consécutifs. Au total, elles représentent 67 nuits pêchées et ont permis de capturer 178 anguilles.

Tab. 4 : Bilan des pêches réalisées à Monfourat de 2011 à 2016

Saison	Début pêches	Fin pêches	Nb de nuits pêchées	Nombre d'anguilles
2011-2012	17-janv.	10-mai	9	0
2012-2013	14-déc.	21-juin	12	39
2013-2014	4-nov.	27-mai	23	52
2014-2015	16-janv.	4-mai	12	44
2015-2016	5-janv.	18-avr.	11	43
TOTAL	7-nov.-11	18-avr.-16	67	178

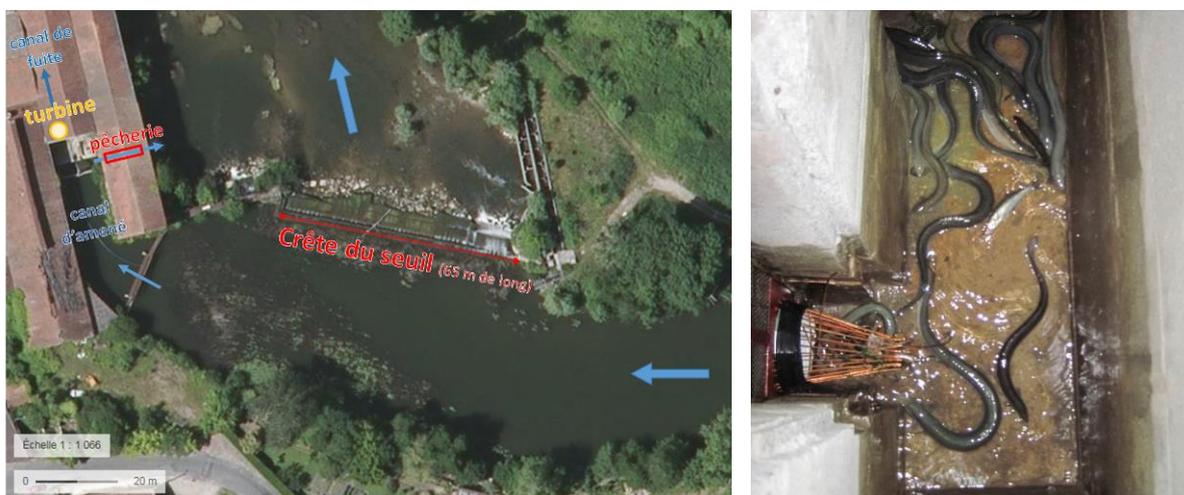


Fig. 24 : Configuration du site de Monfourat (à g.) et anguilles dans le vivier de la pêcherie (à d.)

2.4. Récapitulatif

En cinq saisons de suivi, entre décembre 2011 et juin 2016, 118 épisodes de pêche ont été menés pour un cumul de 456 nuits pêchées.

Au total, 1279 captures d'anguilles ont été enregistrées (correspondant à 1186 individus différents et 93 recaptures).

La figure 25 présente la répartition de ces captures en fonction des pêcheries et des saisons.

Le tableau 5 donne les détails des nombres de pêches et de nuits pêchées.

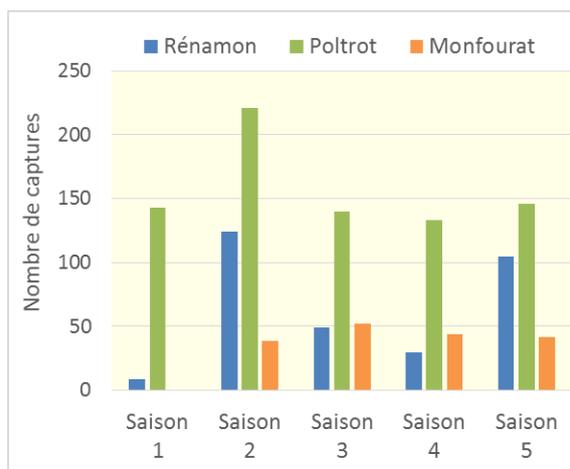


Fig. 25 : Répartition des captures en fonction des saisons et des pêcheries

Tab. 5 : Récapitulatif des pêches et des captures en fonction des saisons et des pêcheries

		Nb de nuits pêchées	Nombre d'anguilles capturées
s 1 2011-2012	Rénamon	12	9
	Poltrot	14	143
	Monfourat	9	0
	TOTAL	35	152
s 2 2012-2013	Rénamon	36	124
	Poltrot	72	221
	Monfourat	12	39
	TOTAL	120	384
s 3 2013-2014	Rénamon	33	49
	Poltrot	62	141
	Monfourat	23	52
	TOTAL	118	242
s 4 2014-2015	Rénamon	26	30
	Poltrot	44	133
	Monfourat	12	44
	TOTAL	82	207
s 5 2015-2016	Rénamon	31	105
	Poltrot	59	146
	Monfourat	11	43
	TOTAL	101	294
TOTAL		456	1279
Total	Rénamon	138	317
	Poltrot	251	784
	Monfourat	67	178
TOTAL		456	1279

3. Influence des paramètres environnementaux

Rappels :

- ◆ Les stations de mesure des débits utilisées sont (cf. fig. 6) :
 - Villeteureix : 20 km en aval de Rénamon (module de 11,3 m³/s),
 - Bonnes : 11 km en aval de Poltrot (module de 19,5 m³/s),
 - Coutras : 14 km en aval de Monfourat (module de 25 m³/s).
- ◆ Les débits pour lesquels le fonctionnement des pêcheries est optimal sont :
 - pour Rénamon : de 17 m³/s à 60 m³/s (mesurés à Villeteureix),
 - pour Poltrot : de 20 à 70 m³/s (mesurés à Bonnes),
 - pour Monfourat : de 28 à 50 m³/s (mesurés à Coutras).

3.1. Déroulement détaillé des cinq années de suivi

3.1.1. Saison 1

Lors de la première saison (2011-2012), les débits ont été globalement très faibles. Les pêcheries ont pu être activées lors de seulement trois augmentations de débits. Sur les 152 anguilles capturées, environ 80 % ont été prises en décembre-janvier, et 20 % en avril-mai. Lors de cette seconde période, les débits ont été très élevés et n'ont pas permis aux pêcheries de présenter une bonne efficacité. Ces dispositifs ont été même complètement inutilisables pendant les quelques jours situés autour du pic de débit (le 30 avril, débit maximum de l'ordre de 7,5 fois le module à Bonnes).

Lors de cette première saison, les pêcheries de Monfourat et de Rénamon ne présentaient pas encore une fonctionnalité satisfaisante (des améliorations y ont été apportées par la suite). De plus, celle de Monfourat n'a pas pu être utilisée avant la mi-janvier en raison d'un arrêt prolongé de la turbine hydroélectrique et donc de l'absence de débit d'attrait dans le canal d'amené.

Malheureusement, pour des raisons de disponibilité de personnel, aucun échantillonnage n'a pu être réalisé après la mi-mai, alors que les conditions étaient potentiellement favorables à la dévalaison (notamment le 12 juin 2012) et qu'il aurait été intéressant de vérifier si des anguilles dévalantes pouvaient être capturées à cette période.

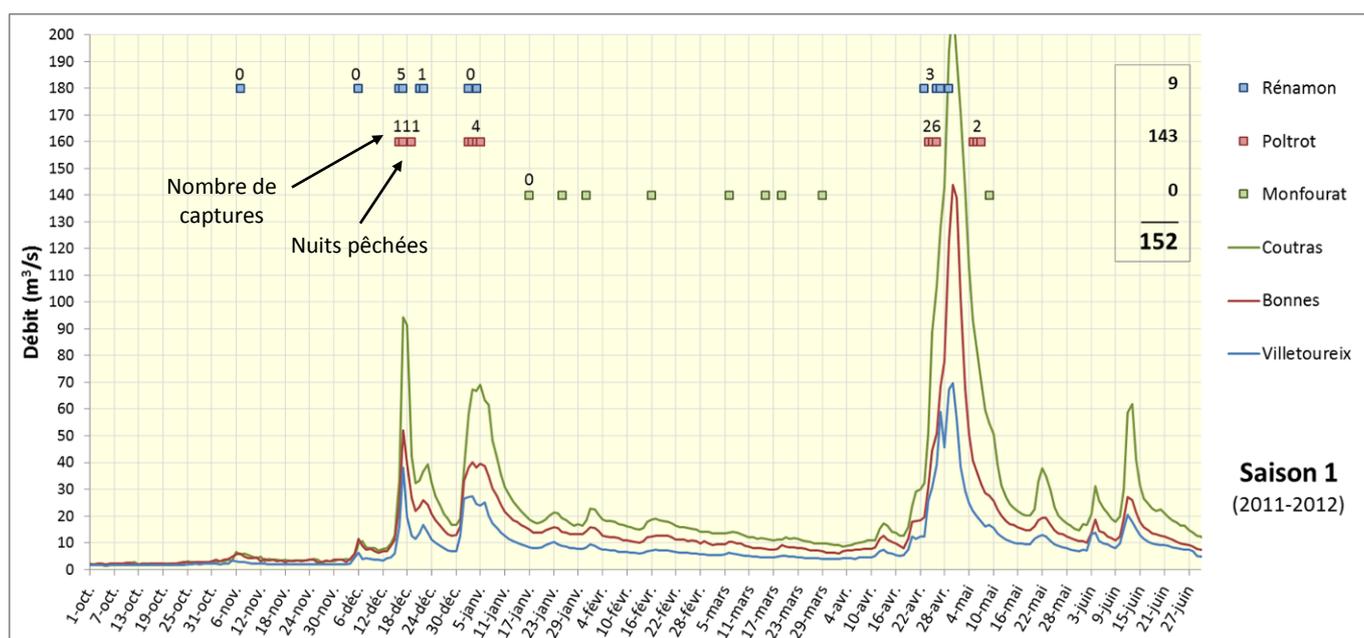


Fig. 26 : Débits, pêches et captures lors de la saison 1

3.1.2. Saison 2

Lors de la seconde saison (2012-2013), les débits ont été en moyenne beaucoup plus élevés que lors de la saison précédente. Les pêches et les captures ont été réalisées sur une période plus étendue (de fin octobre à fin juin).

La première pêche a été réalisée à Poltrot le 22 octobre et a permis de capturer 6 anguilles en deux nuits pour un débit équivalent à 1,1 fois le module. Les premières captures importantes ont été réalisées à Poltrot et à Monfourat lors de l'augmentation de débit du 16 décembre. A Rénamon, des captures ont été réalisées seulement en fin de saison (d'avril à fin juin). Cela est à mettre en lien avec le fait que cette pêcherie n'était pas encore parfaitement opérationnelle en début de saison.

A Poltrot et à Monfourat, la majorité des captures a été réalisée lors du premier coup d'eau (mi-décembre) et le reste lors de trois pics de débits observés en fin de saison (de fin mai à fin juin). Si l'on écarte Rénamon, la répartition des captures sur la saison est de 59 % entre octobre et décembre, 2 % entre février et avril et 39 % en mai-juin.

A plusieurs reprises, les forts débits ont rendu les pêcheries inefficaces en raison de leur faible attractivité par rapport aux importantes surverses qui étaient observées sur le reste des ouvrages (seuils, pertuis de décharges et débordements divers). A certaines périodes les débits étaient même trop élevés pour pouvoir mettre en pêche.

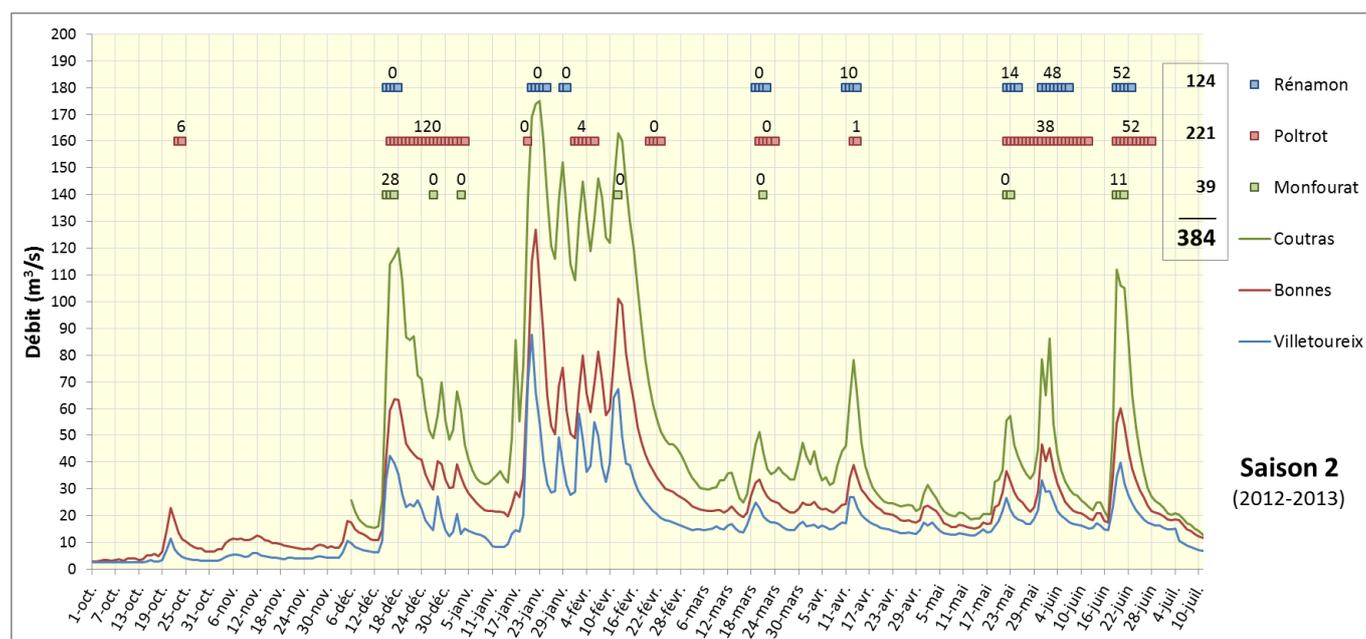


Fig. 27 : Débits, pêches et captures lors de la saison 2

3.1.3. Saison 3

Lors de la troisième saison (2013-2014), les trois pêcheries étaient parfaitement fonctionnelles. L'hydrologie a été comparable à celle de la saison 2, avec de longues périodes de débits élevés, rendant les pêches inefficaces voire impossibles.

A Rénamon et à Poltrot, les sessions les plus productives ont été la première (début novembre) et la dernière (fin mai). Pour Monfourat, la majorité des captures a été réalisée lors de la première pêche.

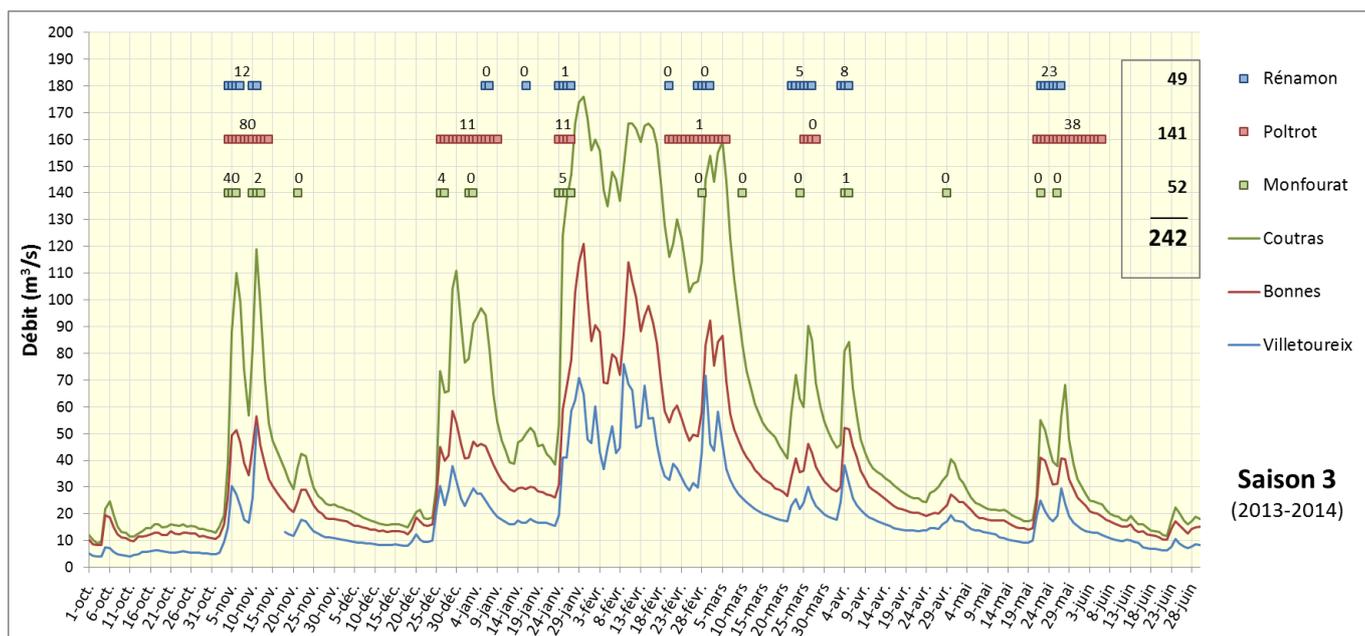


Fig. 28 : Débits, pêches et captures lors de la saison 3

3.1.4. Saison 4

La saison 4 a présenté une hydrologie moyenne, avec 4 principaux pics de débits allant de 2,6 à 6 fois le module. Les pêches ont été menées entre le 17 novembre et le 7 mai.

Pour Rénamon, les captures se répartissent à peu près équitablement entre la première (9 anguilles mi-novembre), l'avant-dernière (9 captures fin-février) et la dernière (11 anguilles en mai) session de pêche. Pour Poltrot, la première période de pêche est celle qui a permis le plus de captures (74 anguilles mi-novembre) alors que le débit n'a pas dépassé 2,2 fois le module, puis viens la seconde session (28 anguilles mi-janvier) lors de laquelle le débit n'a pas dépassé 1,8 fois le module. Pour Monfourat, les pêches n'ont pu débuter qu'en janvier. La première pêche est celle qui a permis de capturer le plus d'anguilles alors que le débit n'a pas dépassé 1,7 fois le module.

Si on ne prend en compte que Rénamon et Poltrot, les captures se sont réparties sur 3 périodes :

- 51 % en novembre (débit maximal à 2,2 fois le module),
- 34 % en janvier-février-mars (débit maximal à 6 fois le module),
- 15 % en mai (débit maximal à 3,4 fois le module).

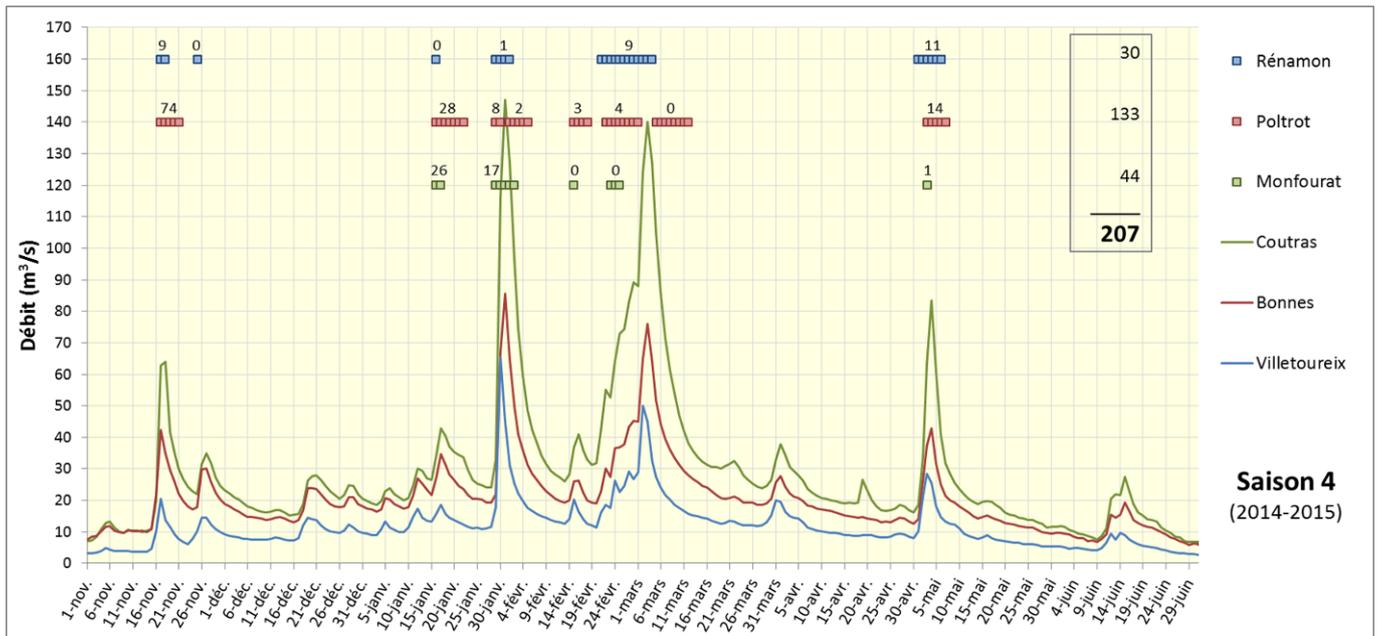


Fig. 29 : Débits, pêches et captures lors de la saison 4

3.1.5. Saison 5

La saison 2015-2016 est celle lors de laquelle l'étiage s'est le plus étendu. La première augmentation de débit permettant l'utilisation des pêcheries a été observée le 4 janvier. Par la suite, plusieurs pics de débits élevés se sont succédés, avec un maximum équivalent à 9 fois le module le 15 février.

Comme pour la plupart des saisons suivies, les captures les plus importantes ont été réalisées lors de la première augmentation de débit de la saison, mais les épisodes de forte hydrologie qui ont suivi ont fortement diminué l'efficacité des engins de pêche et ont même parfois empêché leur utilisation. Les échantillonnages tardifs ont également permis de capturer quelques individus (22 individus à Poltrot entre fin-mai et fin-juin soit 15 % des captures pour cette pêche).

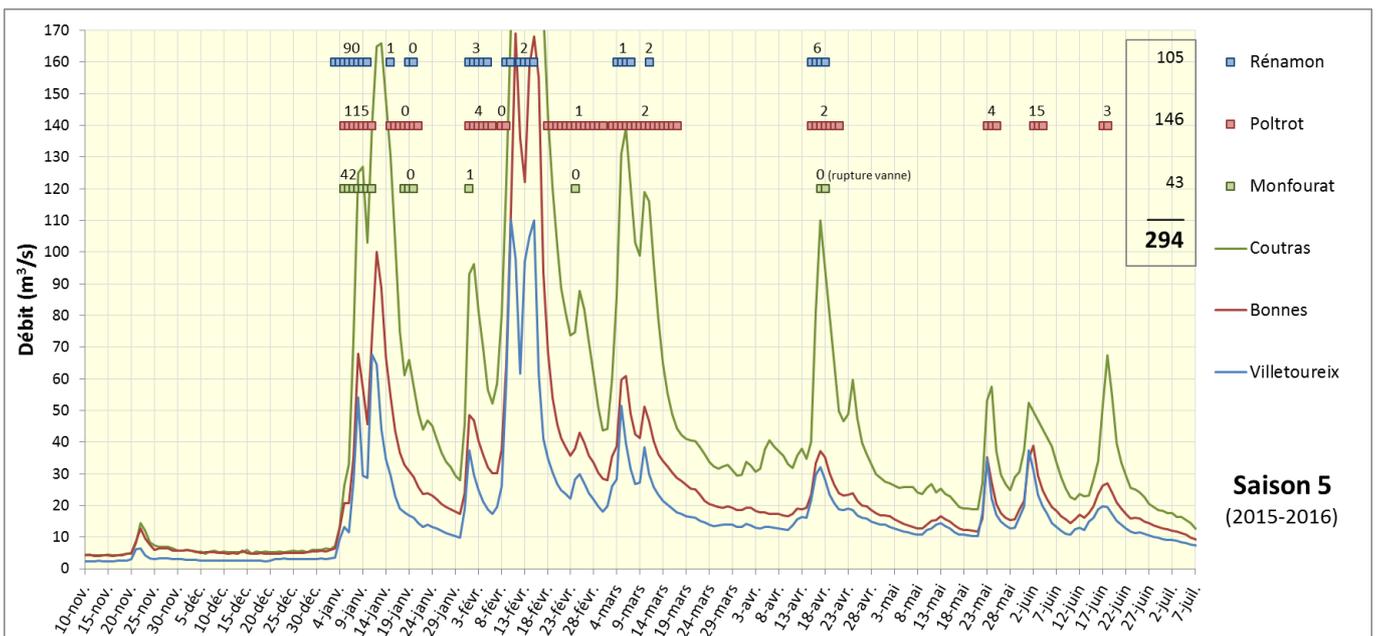


Fig. 30 : Débits, pêches et captures lors de la saison 5

3.2. Saisonnalité

NB : En raison de la plus grande régularité d'utilisation de la pêcherie de Poltrot, de sa meilleure efficacité et du nombre plus important d'anguilles échantillonnées sur ce site, seules les données issues de cette pêcherie sont utilisées dans l'analyse suivante.

Pour la pêcherie de Poltrot, le cumul mensuel du nombre de nuits pêchées et du nombre d'anguilles capturées pour les cinq saisons est présenté dans le tableau 6. La répartition mensuelle des captures et les CPUE (Captures Par Unité d'Effort) mensuelles sont présentées dans la figure 31.

Pour ces cinq années étudiées, la majorité des anguilles (96 %) ont été capturées au cours de six mois (novembre, décembre, janvier, avril, mai et juin) sur les neuf mois échantillonnés.

Tab. 6 : Données mensuelles pour Poltrot

	nb nuits pêchées	nb anguilles	%	nb ang par nuit
octobre	2	6	0,8%	3,0
novembre	16	154	19,6%	9,6
décembre	25	234	29,8%	9,4
janvier	42	174	22,2%	4,1
février	51	18	2,3%	0,4
mars	41	3	0,4%	0,1
avril	11	29	3,7%	2,6
mai	31	72	9,2%	2,3
juin	32	94	12,0%	2,9
	251	784	100,0%	3,1

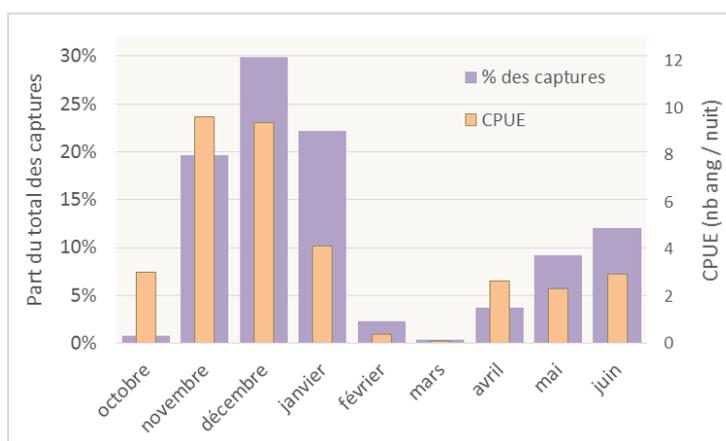


Fig. 31 : Répartition mensuelle des captures à Poltrot

3.3. Hydrologie

Le tableau 7 présente, par classe de débit, le nombre de dates où Poltrot était en pêche et le nombre cumulé de captures. Les captures ont été affiliées non plus à une nuit de pêche mais à une date afin d'attribuer la valeur de débit la plus juste qui correspond au moment de la capture (c'est pour cette raison que le nombre de dates pêchées à Poltrot n'est ici plus de 251 mais de 258). A noter que les débits disponibles sont les débits moyens journaliers et qu'ils peuvent cacher des valeurs instantanées assez variables, notamment lors des brusques montées de débits. Au final, le nombre moyen de captures par jour est très proche pour les pêches menées pour des débits compris dans les quatre premières classes de débit (soit depuis la mise en eau de la pêcherie, c'est-à-dire du module, et jusqu'à quatre fois le module).

Tab. 7 : Données cumulées par classe de débits pour Poltrot

Débit à Bonnes (m ³ /s)		Nb de dates pêchées	Nb de captures	Nb moyen de captures par jour
< 19,5	< module	2	6	3,0
19,5 - 39	module - module*2	139	415	3,0
39 - 58,5	module*2 - module*3	88	269	3,1
58,5 - 78	module*3 - module*4	24	94	3,9
> 78	module*4 - module*5	5	0	0,0
		258	784	3,0

Les dispositifs RFID (détecteurs de PIT-tag) installés au niveau des trois pêcheries ont permis de détecter le passage de 146 anguilles marquées, indépendamment du fait que les pêcheries étaient en pêche ou non. L'analyse des débits moyens journaliers de ces jours de passage montrent que :

- le débit minimal où un passage a été enregistré était de 6,5 m³/s (soit 0,3 fois le module),
- le débit médian des jours de passage était de 35 m³/s (soit 1,8 fois le module),
- le débit maximal était de 77,8 m³/s (soit 4 fois le module).

La figure suivante présente la répartition des détections RFID en fonction des débits. On constate que 55 % des passages détectés ont eu lieu pour des débits situés entre 20 et 40 m³/s, soit environ entre le module et deux fois le module.

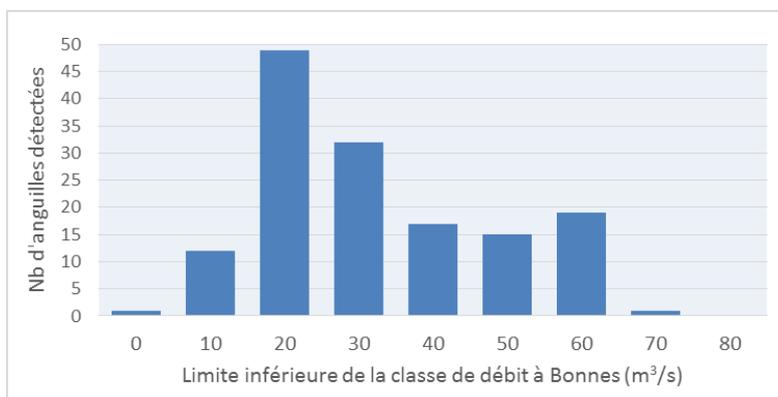


Fig. 32 : Répartition des détections RFID en fonction des débits à Bonnes

3.4. Nycthémère

La plupart du temps, les relèves des pêcheries ont eu lieu tôt le matin et en fin d'après-midi afin de connaître la part de migration diurne et nocturne. Quelques fois, une seule relève a pu être effectuée par tranche de 24 h ce qui explique la part de migration « indéterminée ». Le tableau suivant présente la répartition diurne et nocturne des captures pour l'ensemble de l'étude.

Tab. 8 : Part des captures diurnes et nocturnes

	Nombre d'anguilles capturées			
	de jour	de nuit	indéterminé	
Saison 1	25	109	18	152
Saison 2	50	123	211	384
Saison 3	37	165	40	242
Saison 4	42	137	28	207
Saison 5	45	195	54	294
Total	199	729	351	1279
	16%	57%	27%	100%
	21%	79%		100%

On retiendra que sur les 1279 anguilles capturées :

- 16 % ont été capturées en journée de façon certaine,
- 57 % ont été capturées de nuit de façon certaine,
- 27 % sont issues de durées de pêche chevauchant des périodes diurnes et nocturnes.

3.5. Horaires

Grâce aux dispositifs RFID (détecteurs de PIT-tag) installés au niveau des pêcheries, il a été possible de connaître l'heure de passage de 109 anguilles marquées. La répartition horaire de ces passages est présentée dans la figure suivante. On notera que la majorité des passages ont été enregistrés en première partie de nuit (50 % ont eu lieu entre 18:00 et 23:00).

A partir de ces 109 données, on note que :

- environ 18 % des passages ont eu lieu de jour (en majorité l'après-midi),
- environ 82 % des passages ont eu lieu de nuit.

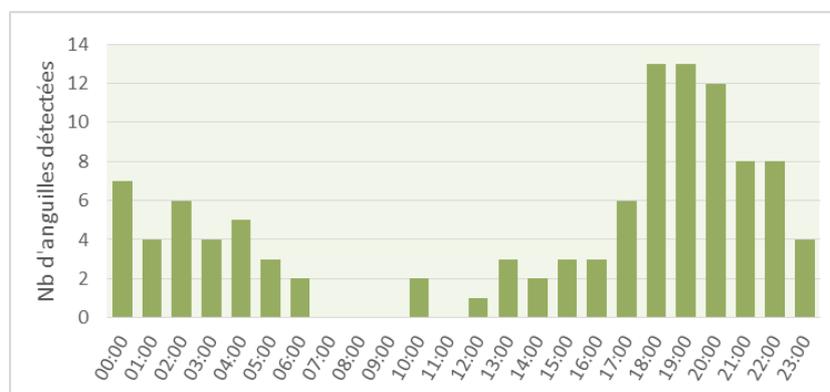


Fig. 33 : Répartition horaire des détections RFID

4. Marquage et suivi des anguilles

4.1. Marquages réalisés

Sur les 1279 captures d'anguilles enregistrées lors de ces cinq saisons de suivi :

- 897 ont été marquées avec un PIT tag,
- 137 ont été confiées au Pôle Ecohydraulique pour une étude de radiotélémetrie*,
- 245 n'ont pas été marquées :
 - 115 étaient trop petites (anguilles jaunes ou argentées mâles),
 - 93 correspondaient à des recaptures (individus déjà marqués ; dont un en radio),
 - 22 se sont échappées des bacs de stabulation,
 - 9 en raison de contraintes techniques (panne de lecteur),
 - 6 présentaient un trop mauvais état sanitaire.

** Les données relatives au suivi des 137 anguilles marquées par le Pôle Ecohydraulique ne seront pas traitées dans la suite de ce document.*

4.2. Lâchers

Les 897 anguilles marquées avec un PIT tag ont été relâchées :

- 128 à environ 3 km en amont de Rénamon (cf. part. B.6.2),
- 69 en aval immédiat de Rénamon,
- 550 à environ 3 km en amont de Poltrot,
- 150 à environ 3 km en amont de Monfourat,

Au final, on se retrouve donc avec :

- 128 anguilles marquées en amont de Rénamon,
- 747 en amont de Poltrot (128 + 69 + 550),
- 897 en amont de Monfourat (toutes les anguilles marquées).



Fig. 34 : Lâcher d'anguilles marquées

4.3. Contrôles (recaptures et détections RFID)

4.3.1. Lieux et types de contrôle

Au total, 146 anguilles marquées avec un PIT-tag ont été contrôlées au niveau des pêcheries :

- 30 à Rénamon,
- 107 à Poltrot,
- 9 à Monfourat.

Sur ces 146 anguilles contrôlées :

- 92 ont été recapturées,
- 54 ont été détectées par les systèmes de détection RFID.

Le tableau suivant présente la répartition des contrôles en fonction des pêcheries et des types de contrôle réalisés.

Tab. 9 : Lieux et méthodes de contrôle des anguilles marquées

	Rénamon	Poltrot	Monfourat	
Recaptures	21	68	3	92
Détections RFID seules	9	39	6	54
Total des contrôles	30	107	9	146

4.3.2. Croisement des données recaptures et RFID

Les dispositifs RFID permettent de détecter le passage des anguilles marquées dans les pêcheries qu'elles soient en action de pêche ou non. Les antennes étant placées en amont immédiat des pièges, cela permet :

● **En dehors des pêches** : le système RFID permet de connaître le nombre d'anguilles marquées qui repassent par les pêcheries et donc l'efficacité théorique maximale de chaque engin de pêche.

● **Lors des pêches** :

- de connaître l'heure précise à laquelle les anguilles marquées ont été recapturées, ce qui apporte des informations sur la répartition horaire de la migration (cf. fig. 33).

- de détecter les anguilles qui sont parvenues à s'échapper des pêcheries. Certaines anguilles détectées par le RFID n'ont pas été retrouvées dans les viviers. Cela concerne 12 individus. Ces échappements ont pu se produire au niveau des plans de grille, des goulottes ou bien des viviers, en particulier lorsque les débits étaient élevés et que ces organes commençaient à être noyés par l'aval.

- de connaître l'efficacité des systèmes de détection RFID grâce aux anguilles recapturées mais qui n'ont pas été détectées par le RFID. Au total cela concerne 36 anguilles :

- aucune à Rénamon (soit 21 détections RFID sur les 21 recaptures) permettant d'évaluer l'efficacité de ce système RFID à 100 %.

- 34 à Poltrot (soit 34 détections RFID sur les 68 recaptures) soit une efficacité globale du RFID de 50 %. Ce mauvais résultat est lié à la fois à des difficultés techniques de réalisation d'antennes RFID efficaces sur ce site et à plusieurs coupures de courant qui ont entraîné des pertes de données au niveau de l'enregistreur (le modèle utilisé ne disposait que d'une mémoire vive).

Cependant, ces problèmes ont été résolus avant le début de la cinquième saison, grâce à l'installation de nouveaux boîtiers détecteurs-enregistreurs. Cela a permis d'obtenir 100 % de détection lors de cette dernière saison. On retiendra donc deux périodes de fonctionnement du système RFID à Poltrot, la première comprenant les 4 premières saisons avec une efficacité moyenne de 39 % (22 détections sur 56 recaptures) et la seconde correspondant à la cinquième saison avec une efficacité de 100 % (12 détections sur 12 recaptures).

- 2 à Monfourat (une seule détection RFID sur les 3 recaptures soit 33 % d'efficacité). Cette mauvaise efficacité est liée à d'importantes difficultés techniques dans la réalisation d'une antenne RFID efficace sur ce site, probablement en raison d'un environnement très métallique.

Tab. 10 : Bilan de l'efficacité des systèmes de détection RFID

	Rénamon	Poltrot (s1-s4)	Poltrot (s5)	Monfourat	
Recaptures (total)	21	56	12	3	92
Recaptures avec détection	21	22	12	1	56
Recaptures sans détection	0	34	0	2	36
Efficacité du RFID	100%	39%	100%	33%	

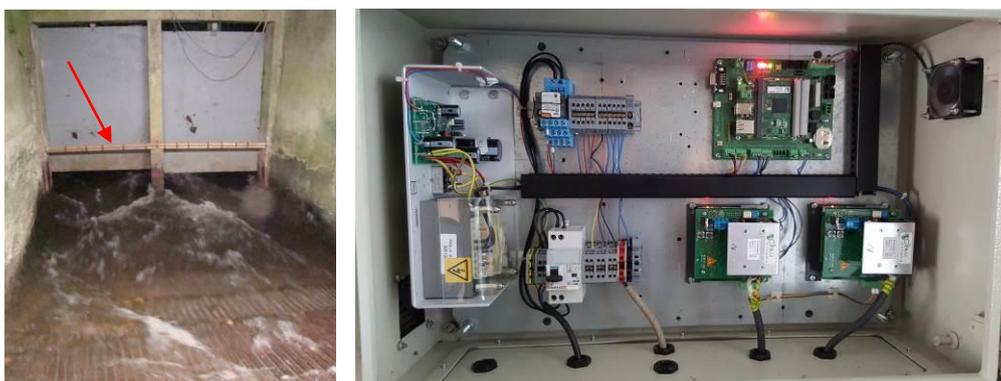


Fig. 35 : Dispositif RFID de Poltrot : une des antennes (à g.) et le nouveau boîtier enregistreur (à d.)

4.3.3. Caractéristiques des anguilles contrôlées

Sur les 146 anguilles contrôlées :

- Sur les 30 contrôlées à Rénamon, toutes avaient été marquées et relâchées 3 km en amont,
- Sur les 107 contrôlées à Poltrot :
 - 19 avaient été marquées et lâchées à Rénamon,
 - 88 avaient été marquées et lâchées 3 km en amont de Poltrot,
- Sur les 9 contrôlées à Monfourat :
 - 3 avaient été marquées et lâchées à Rénamon,
 - 3 avaient été marquées et lâchées à Poltrot,
 - 2 avaient été marquées et lâchées 3 km en amont de Monfourat,
 - 1 recapture n'a pas pu être identifiée en raison d'une panne de lecteur de marque.

4.3.4. Délais entre marquages et contrôles

NB : Les données suivantes portent sur les 145 contrôles d'anguilles formellement identifiées.

Globalement, les contrôles des anguilles (recaptures et/ou détections RFID) ont eu lieu rapidement après les marquages. Sur les 145 contrôles, la moitié ont eu lieu moins de 1,8 jour après le lâcher et 68 % ont eu lieu moins d'une semaine après le lâcher.

● **En fonction du stade** : Les délais de contrôle en fonction du stade des anguilles sont présentés dans le tableau suivant. Ils montrent que les anguilles argentées ont eu tendance à être recontrôlées plus rapidement que les individus au stade intermédiaire et jaune.

Tab. 11 : Délais de contrôle en fonction du stade des anguilles

Stade	Effectifs	Délais entre marquage et contrôle (jours)			
		Min	Médiane	Max	Moyenne
Argenté	123	0,1	1,6	248,7	19,5
Intermédiaire	14	0,5	12,2	240,6	49,0
Jaune	8	0,8	4,5	792,4	103,9
TOTAL	145	0,1	1,8	792,4	27,0

● **En Fonction des distances parcourues** : Les délais de contrôle en fonction des distances parcourues sont présentés dans le tableau suivant. Ils montrent que plus la distance parcourue est longue et plus la durée entre le lâcher et le contrôle a tendance à être importante.

Tab. 12 : Délais de contrôle en fonction des lieux de lâcher et de contrôle

Lieu de marquage	Rénamon	Rénamon	Poltrout	Rénamon	Poltrout	Monfourat	TOTAL		
Lieu de contrôle	Rénamon	Poltrout	Poltrout	Monfourat	Monfourat	Monfourat			
Nombre de données	30	19	88	3	3	2	145		
Nb de contrôles où le délai est	< 7 jours	27	9	59	0	2	2	99	68%
	entre 7 et 30 jours	0	6	13	1	0	0	20	14%
	> 30 jours	3	4	16	2	1	0	26	18%
Délais médian (en jours)	0,6	10,5	1,9	53,7	1,5	2,5	1,8		

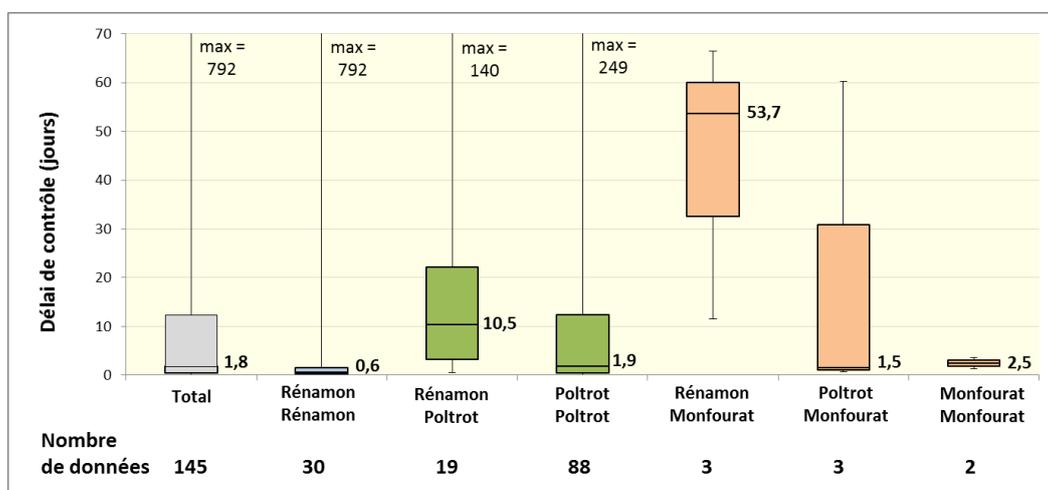


Fig. 36 : Graphique (boxplot) des délais de contrôle en fonction des lieux de lâcher et de contrôle

4.3.5. Vitesses de déplacement

Les marques utilisées (transpondeurs passifs) ne permettent pas de connaître les périodes réelles d'activité. Elles ne permettent donc pas de connaître les vitesses réelles de déplacement. En revanche, il est possible de décrire les vitesses de déplacements « brutes » en fonction des lieux et moments de lâcher comparés aux lieux et moments de contrôle ou de recapture. Les vitesses de déplacement « brutes » estimées sont très variables selon les individus et présentent une valeur médiane de 2,4 km/j.

Tab. 13 : Distances, délais et vitesse médiane de dévalaison des anguilles contrôlées

Lieu de marquage	Rénamon	Rénamon	Poltrot	Rénamon	Poltrot	Monfourat	
Lieu de contrôle	Rénamon	Poltrot	Poltrot	Monfourat	Monfourat	Monfourat	Total
Distance (km)	3	42	3	91	52	3	
Nombre de données	30	19	88	3	3	2	145
Délai médian (j.)	0,6	10,5	1,9	53,7	1,5	2,5	1,8
Vitesse médiane (km/j.)	5,1	4,0	1,6	1,7	34,7	1,2	2,4

4.3.6. Taux de perte observé à Poltrot

La pêcherie de Poltrot est celle qui a permis de contrôler le plus d'anguilles (107 sur 145 soit 74 %). Il est possible de comparer le taux de contrôle des anguilles lâchées à Rénamon (42 km en amont) à celui des anguilles lâchées juste en amont de Poltrot (3 km) afin de voir si le lieu de lâcher et la distance à parcourir influe sur la probabilité de retrouver ces anguilles à Poltrot. Au final, moins de 10 % des anguilles marquées et lâchées à Rénamon ont été contrôlées à Poltrot, alors que cette proportion atteint 16 % pour celles marquées et lâchées en amont immédiat de cette pêcherie.

Tab. 14 : Comparaison du taux de contrôle des anguilles à Poltrot selon leur provenance

Lieu de marquage	Rénamon	Poltrot	
Lieu de contrôle	Poltrot	Poltrot	
Nb de marquages	197	550	747
Nb de contrôles	19	88	107
Taux de contrôle	10%	16%	14%



Fig. 37 : Anguille recapturée à Poltrot

4.4. Efficacité des pêcheries

■ Le taux de recapture est la proportion d'anguilles marquées qui sont recapturées.

■ Le taux de contrôle est la proportion des anguilles marquées qui repassent par la pêcherie y compris en dehors des périodes de pêche (anguilles recapturées lors des pêches ou détectées par le RFID le reste du temps). Ce taux décrit la part de la population qui ne franchit pas le seuil par surverse et peut être considéré comme le taux de recapture maximal potentiel, qui dépend de la configuration de chaque site et des conditions de débits observés lors de la dévalaison.

A noter que pour Poltrot et Monfourat, les systèmes de détection RFID ne présentaient pas une efficacité totale. Pour Poltrot, cette efficacité a été très variable les quatre premières années, mais a ensuite été de 100 % la dernière année. Pour Monfourat, elle n'a pas pu être raisonnablement évaluée (seulement 3 recaptures ; cf. tab. 10). Pour ces deux cas de figure, le taux de contrôle a donc tendance à être sous-estimé dans une mesure qu'il est difficile d'évaluer.

4.4.1. Rénamon

Pour l'ensemble du suivi :

- 128 anguilles marquées en PIT tag ont été lâchées en amont de Rénamon,
- 30 ont été contrôlées à Rénamon :
 - 21 recaptures,
 - 9 détections RFID.

■ Le taux de recapture global pour Rénamon est de 16 % (21 anguilles sur 128). Ce taux a été de 21 % lors de la dernière saison de suivi, lors de laquelle le plus grand nombre de lâchers a été réalisé en amont de ce site (82 anguilles). On retiendra un taux moyen de recapture de 17 % (21 sur 122) pour les trois dernières années où le fonctionnement a pu être considéré comme satisfaisant et où un nombre suffisant d'anguilles avait pu être marquées et relâchées en amont

■ Le taux de contrôle global pour Rénamon est de 23 % (30 anguilles sur 128). Ce taux de contrôle est comparable pour les trois dernières saisons (de 23 à 27 %) avec une moyenne à 24 % (29 sur 122).

Tab. 15 : Recaptures et contrôles à Rénamon

Rénamon	Nb de lâchers en amont	Nb de recaptures	Taux de recapture	Nb de contrôles	Taux de contrôle
Saison 1	6	0	0%	1	17%
Saison 2	0	0		0	
Saison 3	25	3	12%	6	24%
Saison 4	15	1	7%	4	27%
Saison 5	82	17	21%	19	23%

4.4.2. Poltrou

Pour l'ensemble du suivi :

- 747 anguilles marquées en PIT tag ont été lâchées en amont de Poltrou,
- 107 ont été contrôlées à Poltrou :
 - 68 recaptures,
 - 39 détections RFID.

■ Le taux de recapture global pour Poltrou est de 9 % (68 anguilles sur 747). Ce taux a varié de 6 % à 14 % selon les années.

■ Le taux de contrôle global pour Poltrou est de 14 % (107 anguilles sur 747). Ce taux est très proche pour les saisons de suivis 2, 3 et 4 (entre 16 et 17 %).

Tab. 16 : Recaptures et contrôles à Poltrou

Poltrou	Nb de lâchers en amont	Nb de recaptures	Taux de recapture	Nb de contrôles	Taux de contrôle
Saison 1	109	6	6%	10	9%
Saison 2	215	23	11%	36	17%
Saison 3	118	17	14%	20	17%
Saison 4	90	10	11%	14	16%
Saison 5	215	12	6%	27	13%

Dans la partie C.4.3.6, il est apparu que les anguilles lâchées à Rénamon avaient moins de probabilité d'être contrôlées à Poltrou que celles lâchées juste en amont de Poltrou. Le tableau suivant présente les recaptures et les contrôles réalisés à Poltrou uniquement pour les anguilles relâchées 3 km en amont de cette pêche.

Tab. 17 : Recaptures et contrôles à Poltrou des anguilles lâchées 3 km en amont

Poltrou	Nb de lâchers en amont	Nb de recaptures	Taux de recapture	Nb de contrôles	Taux de contrôle
Saison 1	103	6	6%	9	9%
Saison 2	153	15	10%	24	16%
Saison 3	93	15	16%	19	20%
Saison 4	69	9	13%	13	19%
Saison 5	132	12	9%	23	17%

La prise en compte des seules anguilles lâchées juste en amont de Poltrou (tab. 17) permet également de mettre en évidence une augmentation de l'efficacité de cette pêche suite à l'équipement du pertuis de décharge avec un plan de grille réalisé juste avant la saison 3 :

- avant (s1 et s2) : taux de recapture de 8 % (21/256) et taux de contrôle de 13 % (33/256),
- après (s3 à s5): taux de recapture de 12 % (36/294) et taux de contrôle de 19 % (55/294).

Cette modification a permis d'améliorer le taux de recapture de 4 % et le taux de contrôle de 6 %.

4.4.3. Monfourat

Pour l'ensemble du suivi :

- 897 anguilles marquées en PIT tag ont été lâchées en amont de Monfourat,
- 9 ont été contrôlées à Monfourat :
 - 3 recaptures,
 - 6 détections RFID.

■ Le taux de recapture global pour Monfourat est de 0,3 % (3 anguilles sur 897). Ce dispositif a fonctionné de manière satisfaisante dès la seconde saison. Le taux de recapture moyen retenu est de 0,4 % (3 sur 788).

■ Le taux de contrôle global pour Monfourat est de 1,0 % (9 anguilles sur 897). Le taux de contrôle moyen retenu est de 1,1 % (9 sur 788).

Tab. 18 : Recaptures et contrôles à Monfourat

Monfourat	Nb de lâchers en amont	Nb de recaptures	Taux de recapture	Nb de contrôles	Taux de contrôle
Saison 1	109	0	0,0%	0	0%
Saison 2	240	1	0,4%	3	1,3%
Saison 3	166	1	0,6%	2	1,2%
Saison 4	128	1	0,8%	4	3,1%
Saison 5	254	0	0,0%	0	0,0%



Fig. 38 : Installation de l'antenne RFID à Monfourat

4.4.4. Synthèse des taux de recapture et de contrôle

Tab. 19 : Synthèse des taux de recapture et des taux de contrôle retenus

	Marquage amont	Recaptures	Taux de recapture	Contrôles (R + DR)	Taux de contrôle
Rénamon (s3-s5)	122	21	17%	29	24%
Poltrou (s3-s5)	294	36	12%	55	19%
Monfourat (s2-s5)	788	3	0,4%	9	1,1%

4.5. Estimation du stock

L'estimation du stock annuel dévalant au niveau des pêcheries a été réalisée selon les différentes méthodes présentées dans la partie B.6.4. Le tableau suivant présente le stock estimé de façon brute (N_{Brut}), le stock estimé selon la méthode Chapman de 1951 (N_{Chap}) et les limites inférieures et supérieures de l'intervalle de confiance à 95 %. Pour Poltrot, seules les données relatives aux anguilles relâchées 3 km en amont de la pêcherie ont été prises en compte. Pour Monfourat, le taux de recapture est trop faible pour permettre de proposer des estimations.

Tab. 20 : Estimations des stocks dévalants au niveau de Rénamon et de Poltrot

	Rénamon					Evaluation du stock (Chapman, 1951)			
	Nb anguilles différentes capturées	Nb lâchées en amont	Nb de recaptures	Taux de recapture	N_{Brut}	N_{Chap}	Variance	Limite inf (95%)	Limite sup (95%)
Saison 1	9	6	0	0%	?				
Saison 2	124	0	-	-	-				
Saison 3	46	25	3	12,0%	383	306	14450	69	542
Saison 4	29	15	1	6,7%	435	240	15680	29	486
Saison 5	88	82	17	20,7%	424	410	5538	264	557

	Poltrot					Evaluation du stock (Chapman, 1951)			
	Nb anguilles différentes capturées	Nb lâchées en amont	Nb de recaptures	Taux de recapture	N_{Brut}	N_{Chap}	Variance	Limite inf (95%)	Limite sup (95%)
Saison 1	137	103	6	5,5%	2489	2050	465232	710	3391
Saison 2	206	153	15	10,7%	1917	1992	193070	1129	2856
Saison 3	126	93	15	16,1%	781	746	23750	443	1049
Saison 4	124	69	9	13,0%	951	875	54886	415	1335
Saison 5	134	132	12	9,1%	1474	1381	111099	726	2036

Ces données doivent être considérées avec prudence, notamment parce que le taux de recapture reste modeste pour certaines saisons et que les intervalles de confiance sont très étendus.

Il est important de noter :

- que les pêcheries n'ont jamais pu être utilisées à certaines périodes (entre juillet et septembre) et lors de certaines conditions (débits faibles ou très élevés) et qu'il est fort probable qu'une partie de la migration n'ait pas pu être échantillonnée,
- que l'efficacité des pêcheries diminue fortement lors des débits élevés,
- que les débits évoluent très rapidement sur la Dronne, et par conséquent, que l'efficacité d'une pêcherie peut évoluer entre le moment où une anguille est capturée et le moment où elle reprend sa migration pour éventuellement être recapturée,
- que les anguilles marquées peuvent éventuellement présenter un comportement altéré.

Pour toutes ces raisons, il est probable que ces données aient plutôt tendance à entraîner une sous-estimation du stock dévalant. Il conviendra donc de s'intéresser à la fourchette haute de l'estimation.

Au final et en toute logique, on retrouve bien des effectifs qui augmentent de l'amont vers l'aval, avec un stock de l'ordre de :

- quelques centaines d'anguilles (400 à 600 ?) dévalant par année au niveau de Rénamon,
- plusieurs centaines à quelques milliers (800 à 3000 ?) au niveau de Poltrot,
- probablement plusieurs milliers au niveau de Monfourat.

5. Caractéristiques des anguilles capturées

5.1. Argenture

Sur les 1186 anguilles différentes capturées dans le cadre de l'étude, le stade de maturité a été déterminé pour 1173 d'entre elles (soit 99 %) :

- 13 % étaient des anguilles jaunes (immatures, en phase de croissance),
- 7 % étaient au stade intermédiaire (en cours d'argenture),
- 80 % étaient au stade argenté (matures et en dévalaison en vue de la reproduction).

Tab. 21 : Stade des anguilles capturées en fonction des pêcheries

	Nb d'anguilles différentes	Nb d'anguilles caractérisés	Nb de jaunes	Taux de jaunes	Nb d'inter-médiaires	Taux d'inter-médiaires	Nb d'argentées	Taux d'argentées
Rénamon	296	293	106	36%	25	9%	162	55%
Poltrot	715	708	42	6%	57	8%	609	86%
Monfourat	175	172	4	2%	3	2%	165	96%
Total	1186	1173	152	13%	85	7%	936	80%



Fig. 39 : Anguille argentée (haut) et jaune (bas)

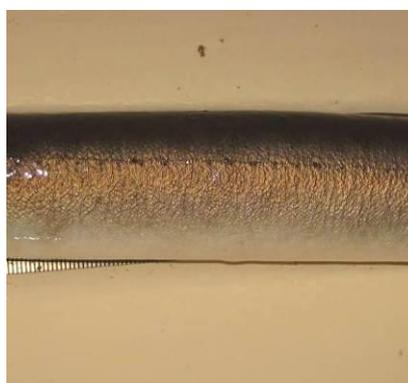


Fig. 40 : Ligne latérale marquée

5.2. Longueur du corps

Au total, sur les 1186 anguilles différentes capturées, 1139 ont été mesurées (soit 96 %) :

- la taille minimale est de 275 mm,
- la taille moyenne est de 695 mm,
- la taille médiane est de 705 mm,
- la taille maximale est de 1050 mm.

Les 47 anguilles (soit 4 % de l'échantillon) qui n'ont pas été mesurées correspondent en grande majorité à des anguilles jaunes de moins de 500 mm, qui étaient trop petites pour être marquées, qui n'ont pas été anesthésiées et qui n'ont pas pu être mesurées.

La figure suivante présente la répartition des anguilles selon des classes de taille de 50 mm. La majorité des anguilles se répartissent autour de la classe de taille de 700-750 mm. Cependant, un groupe d'anguilles de petite taille (250-500 mm) se détache du reste de l'échantillon.

Au final, on retrouve :

- une majorité (93 %) d'anguilles de taille supérieure à 500 mm (médiane à 715 mm),
- une part non négligeable (7 %) de petites anguilles de 250 à 500 mm (médiane à 360 mm), sous-estimée par l'absence de mesure d'une partie des anguilles trop petites pour être marquées.

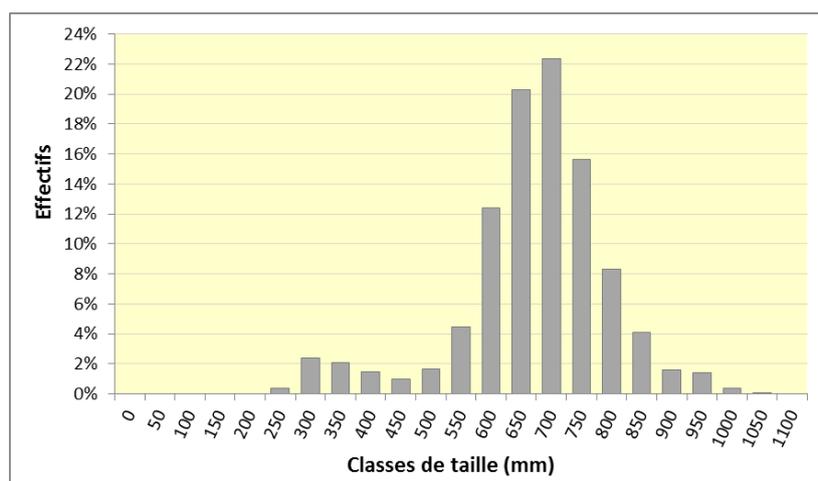


Fig. 41 : Répartition des anguilles par classes de taille de 50 mm

Le tableau suivant présente les longueurs caractéristiques des anguilles en fonction de leur stade. Au niveau des tailles moyennes, médianes et maximale, on retrouve logiquement des tailles croissantes, respectivement des anguilles jaunes vers les argentées.

Tab. 22 : Tailles caractéristiques des anguilles (en mm) selon leur stade de maturité

	TOTAL	Jaune	Intermédiaire	Argenté
Taille min	275	275	464	365
Taille moyenne	695	466	694	724
Taille médiane	705	400	698	720
Taille max	1050	835	880	1050

La figure suivante présente la taille moyenne des anguilles en fonction de leur stade et de leur lieu de capture. Une tendance se dégage chez les anguilles argentées pour lesquelles plus elles sont capturées sur l'amont de l'axe et plus la taille moyenne augmente.

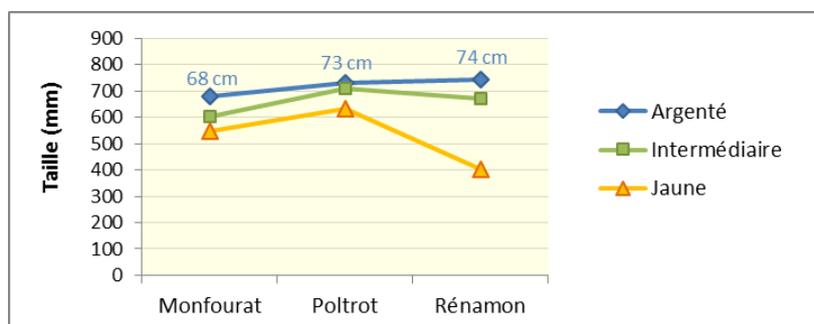


Fig. 42 : Taille moyenne des anguilles selon leur stade et le lieu de capture

5.3. Sexe

NB : Les anguilles dont la taille :

- est supérieure à 45 cm sont des femelles,
- est inférieure à 45 cm :
 - si elles sont au stade anguille jaune : peuvent être mâles ou femelles,
 - si elles sont au stade anguille argentée : sont des mâles (Durif, 2003).

Sur les 936 anguilles argentées, 934 ont été mesurées. Sur ces 934 anguilles argentées, seulement quatre mesuraient moins de 45 cm et étaient des mâles (elles mesuraient entre 365 et 405 mm). Ces mâles ont tous été capturés à Monfourat (un par saison lors des 4 dernières saisons).

Au final :

- Rénamon : 162 anguilles argentées, toutes des femelles,
- Poltrot : 609 anguilles argentées, toutes des femelles,
- Monfourat : 165 anguilles argentées, 161 femelles et 4 mâles (soit 2,4 % de mâles).



Fig. 43 : Anguille argentée mâle de 39 cm capturée à Monfourat

5.4. Poids

Au total, 1112 anguilles différentes ont été pesées :

- poids minimal de 30 g,
- poids médian de 630 g,
- poids moyen de 672 g,
- poids maximal de 2 310 g.

La figure suivante présente les relations tailles-poids pour l'ensemble de l'étude.

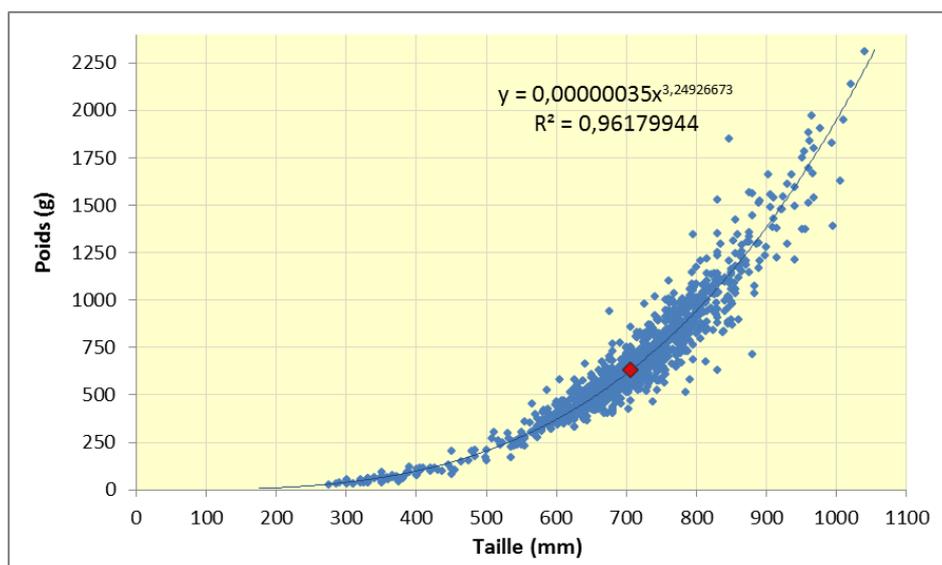


Fig. 44 : Rapports taille/poids des 1112 anguilles pesées
Le point rouge représente la taille médiane (705 mm) et le poids médian (630 g)

5.5. Hauteur et largeur de la tête

Les dimensions de la tête des anguilles apportent des informations qui peuvent être utiles pour le dimensionnement des plans de grilles des ouvrages de dévalaison sur les installations hydroélectriques. Ces grilles doivent être assez fines pour constituer des barrières physiques interdisant le passage des anguilles vers les turbines. La tête étant la plus large partie du corps de l'anguille, ses dimensions doivent être prises en compte (Chanseau et al., 2012).

Les mesures de la hauteur et de largeur de tête ont été réalisées sur 960 anguilles. Les médianes sont respectivement de 29,2 mm et de 28,5 mm. Le tableau suivant présente une synthèse des mesures pour les largeurs de tête.

Tab. 23 : Synthèse des mesures des largeurs de tête

		Argentées	Intermédiaires	Jaunes	Total
Nb d'individus mesurés		835	83	42	960
Largeur de tête (mm)	Maxi	55,0	50,0	35,0	55,0
	Médiane	29,0	27,0	24,7	28,5
	Mini	13,5	16,8	10,5	10,5



La part des différents stades (A, Int et J) des anguilles dont la tête a été mesurée ne correspond pas à la part réelle des anguilles dévalant sur la Dronne car :

- les pêcheries sélectionnent les plus grosses anguilles (les plus petites peuvent passer à travers les grilles),
- plusieurs dizaines d'anguilles jaunes, trop petites pour être marquées, n'ont pas été anesthésiées et n'ont pas pu être mesurées.

Par conséquent, la part des anguilles jaunes, c'est à dire celles qui présentent les largeurs de tête les plus faibles, est sous-estimée. Le tableau suivant montre que seulement 4 % des anguilles dont la tête a été mesurée sont des jaunes, alors qu'elles représentent 13 % de l'échantillon total.

Tab. 24 : Part des anguilles capturées et part des anguilles dont la tête a été mesurée

	Argentées	Intermédiaires	Jaunes	
% capturé	80%	7%	13%	100%
% tête mesurée	87%	9%	4%	100%

Sur les installations hydroélectriques situées dans des secteurs où les anguilles rencontrées sont majoritairement des femelles (donc des gros individus), l'ONEMA recommande actuellement dans le Sud-Ouest de la France que soient installés des plans de grilles dont l'espacement inter-barreaux ne dépasse pas 20 mm (Chanseau et al., 2012).

Le tableau suivant présente la part des anguilles mesurées dont la largeur de la tête est supérieure à 20 mm. Il montre que la majorité des anguilles (notamment les anguilles argentées et intermédiaires) ont une largeur de tête supérieure à 20 mm et donc qu'elles peuvent potentiellement être arrêtées par des grilles dont l'espacement est de 20 mm.

Tab. 25 : Part des anguilles dont la tête fait plus de 20 mm de large

		Argentées		Intermédiaires		Jaunes		Total	
Nombre d'anguilles dont la largeur de la tête est	> 20 mm	817	97,8%	81	97,6%	34	81%	932	97,1%
	< 20 mm	18	2,2%	2	2,4%	8	19%	28	2,9%

Cependant, il s'avère qu'une anguille peut chercher à forcer le passage au niveau d'une grille en compressant son corps. Des travaux ont mis en évidence que le rapport entre l'espacement minimum nécessaire au passage d'une anguille et la longueur de son corps est de 0,03 (Adam et al. 1999 in DWA, 2005). C'est à partir de cette valeur que les préconisations de dimensionnement des plans de grille ont été établies en France (Courret et Larinier, 2008). Cela signifie qu'un espacement de 20 mm doit permettre le blocage physique des anguilles de plus de 667 mm ($20/0,03=667$).

Le tableau suivant présente, pour les 1139 anguilles dont la taille est disponible, la part des individus de plus de 667 mm. La proportion des individus qui serait effectivement bloquée par des grilles de 20 mm varie de 17 à 73 % selon les stades. Pour l'échantillon total, cette part est de 67 %.

Tab. 26 : Part minimale des anguilles bloquées par des grilles de 20 mm

		Argentées		Intermédiaires		Jaunes		Indéterminé		Total	
Nombre d'anguilles dont la taille est	> 667 mm (bloquées)	686	73%	53	62%	19	17%	3	60%	761	67%
	< 667 mm	248	27%	32	38%	96	83%	2	40%	378	33%

Il est donc difficile d'estimer la part des anguilles réellement bloquées par des grilles à espacement de 20 mm. Pour cet échantillon, elle se situe entre 97 %, hypothèse optimiste car ne prenant en compte que les anguilles qui ont été mesurées (qui sont les plus grosses) et basée sur la largeur de tête sans compression, et 67 %, hypothèse pessimiste car basée sur une possibilité de compression de la tête.

La part réelle des anguilles bloquées physiquement se situe donc entre ces deux valeurs. Cependant, au-delà de l'espacement des barreaux, l'efficacité d'un plan de grille dépend aussi de sa configuration et notamment de son inclinaison, des vitesses de courant et de la configuration du ou des exutoires. Si la conception de ces derniers (nombre d'exutoires, positions, dimensions et vitesse en entrée) est optimale, ils peuvent assurer un guidage très efficace des poissons leur permettant de franchir très rapidement l'ouvrage au lieu de chercher à forcer le passage à travers le plan de grille.

1. Utilisation et efficacité des pêcheries

La pêcherie de Rénamon n'a pu être pleinement fonctionnelle qu'à partir de la troisième saison. Cependant, à partir de ce moment-là, les taux de contrôle qui y ont été observés ont été les plus élevés de l'étude (de 23 à 27 % selon les années). Cela signifie que sur ce site, une part importante des anguilles en dévalaison est susceptible de passer par le pertuis de la pêcherie s'il est ouvert. Cette particularité est principalement liée à la configuration du seuil, qui est très long (180 m) et qui guide bien les anguilles dévalantes vers le moulin. Le potentiel de cette pêcherie est donc élevé. Il a été concrétisé lors des pêches de la cinquième saison où 21 % des anguilles marquées et relâchées en amont ont été recapturées. Ce taux de recapture est le plus élevé de l'étude. Il permet d'affiner l'estimation du stock total dévalant.

La pêcherie de Poltrot a été fonctionnelle de façon satisfaisante depuis la première saison. L'équipement du pertuis de décharge avec un piège juste avant la troisième saison a permis d'augmenter le taux de recapture moyen de 4 %. Sur les trois dernières saisons, le taux de contrôle a été de 19 % et le taux de recapture a été de 12 %. Cette pêcherie est donc moins efficace que celle de Rénamon en termes de recaptures. En revanche, elle a permis d'échantillonner beaucoup plus d'individus différents (plus de 60 % des anguilles de l'étude). La meilleure « productivité » de la pêcherie de Poltrot comparé à celle de Rénamon est bien évidemment liée à sa position plus aval, qui draine un bassin versant nettement plus grand et représente donc un point de passage pour une plus grande quantité d'anguilles en dévalaison.

A Monfourat, la pêcherie a été pleinement fonctionnelle depuis le début de la seconde saison. Cependant, l'efficacité de ce dispositif est restée très faible, aussi bien en nombre de captures (45 anguilles par an en moyenne) que de recaptures (taux de recapture de 0,4 %) et de contrôle (taux de contrôle de 1 %). Ces résultats s'expliquent très probablement par la configuration du seuil qui guide peu les anguilles vers le canal d'amené au bout duquel se trouve la pêcherie et par le fait que l'usine soit sous-équipée, avec une seule turbine installée alors qu'elle est dimensionnée pour un total de trois turbines.

Au final, ces trois dispositifs s'avèrent fonctionnels et ceux de Rénamon et de Poltrot se montrent plutôt efficaces. Cependant cette efficacité varie beaucoup en fonction des débits et la relation entre les débits instantanés et l'efficacité des engins de pêche est très difficile à évaluer. La raison principale est la variation importante et très rapide des débits de la Dronne. L'efficacité des pêcheries doit logiquement être maximale quand les débits sont faibles et diminuer lorsque les débits augmentent. Lors des très forts débits, les pêcheries ne sont plus fonctionnelles et aucune information sur le comportement des anguilles n'est disponible pour ces conditions.

2. Comportement de dévalaison

2.1. Saisonnalité

Des anguilles ont été capturées de mi-octobre jusqu'à fin juin. Cela montre que de la dévalaison peut avoir lieu au moins lors de ces neuf mois de l'année. Cependant, comme aucune pêche n'a pu être menée en dehors de cet intervalle, il est possible que des migrations se produisent sur une période de l'année encore plus étendue.

La répartition mensuelle des captures montre que la majorité des prises a été observée sur 6 de ces 9 mois (de novembre à janvier et d'avril à juin). Cette distribution semble principalement liée à la répartition de l'hydrologie lors des cinq années étudiées. Il est fort probable que si les conditions hydrologiques avaient été plus favorables à la dévalaison et au fonctionnement des pêcheries, par exemple en octobre ou en mars, d'avantage de captures auraient été enregistrées à ces périodes.

2.2. Nycthémère

La proportion des captures qui ont eu lieu en journée a pu être estimée à au moins 16 % et se situe probablement entre 18 % (détections RFID diurnes) et 21 % (part des captures diurnes calculées en écartant les captures indéterminées). La part des anguilles qui dévale de jour est donc non négligeable.

2.3. Hydrologie

Le rôle de l'hydrologie sur le comportement de dévalaison de l'anguille reste difficile à décrire. Le premier élément à prendre en considération est que les pêcheries ne peuvent être utilisées que pour une certaine gamme de débit, et que leur efficacité diminue au fur et à mesure que le débit augmente. Ainsi, très peu de captures ont pu avoir lieu pour des débits inférieurs au module et pour des débits élevés, supérieurs à environ 3 fois le module.

Les détections RFID apportent un complément d'information intéressant. Leur analyse montre que le passage d'anguilles marquées a pu être détecté pour des valeurs comprises entre un tiers du module et 4 fois le module. Ces détections ont permis de constater que dans la majorité des cas, les individus marqués dévalaient pour des valeurs de débits comprises entre le module et deux fois le module. Néanmoins, cette méthode trouve aussi une limite lors des débits élevés, puisqu'au moment où les pêcheries sont complètement noyées, les déversements au niveau des seuils deviennent beaucoup plus attractifs et il devient impossible de connaître la quantité d'anguilles qui franchissent par ces autres voies de passage.

3. Caractérisation du stock

3.1. Biométrie, sexe et argenture

La capture de plus de mille anguilles a permis de mettre en évidence la présence de deux principaux groupes d'individus qui se différencient par leur taille :

- une majorité d'anguilles de grande taille, c'est-à-dire supérieure à 50 cm (taille médiane d'environ 71 cm), composée exclusivement de femelles,
- une part moins importante mais non négligeable (au moins 7 %) d'individus de petite taille (taille médiane de 36 cm),

Ces deux groupes sont eux-mêmes composés d'individus qui se différencient selon leur maturité :

- chez les anguilles de grande taille (100 % de femelles), on trouve :
 - une majorité d'anguilles argentées, qui est le stade de maturité le plus avancé rencontré en milieu continental et qui est typiquement le stade des anguilles en dévalaison,
 - une part notable (12 %) d'anguilles au stade jaune ou intermédiaire,
- chez les anguilles de petite taille, on trouve :
 - une très grande majorité d'anguilles jaunes, en pleine phase de croissance et qui, en théorie, ne devrait pas présenter un comportement de dévalaison,
 - une part très faible d'anguilles argentées (les mâles ; quatre individus au total).

Conformément à la bibliographie, la majorité des anguilles capturées grâce aux pêcheries étaient des anguilles argentées de grande taille en migration de dévalaison. Cependant, cette étude a permis de mettre en évidence qu'une part non négligeable (au moins 13 %) d'anguilles jaunes de toutes tailles peuvent franchir des obstacles de l'amont vers l'aval et présentent donc un comportement qui peut s'apparenter localement à de la dévalaison.

A noter que la part réelle des anguilles de petite taille qui présentent ce comportement est très probablement sous-estimée par les captures (au moins 7 %) en raison des grilles des pêcheries qui laissent s'échapper les plus petits individus.

L'analyse des caractéristiques des individus en fonction de leur lieu de capture a mis en évidence :

- que plus les individus matures viennent de l'amont et plus ils sont de grande taille,
- que seulement 4 anguilles mâles (argentées de moins de 45 cm) ont été capturées et elles l'ont été au niveau de la pêcherie située le plus en aval sur l'axe (à Monfourat).

Des petites anguilles (jaunes) ont pourtant été capturées à Poltrot et à Rénamon. La sélectivité de ces pêcheries plutôt favorable à la capture de grosses anguilles n'explique donc pas cette absence de mâles en amont. Il s'agit donc bien d'une répartition naturelle. Ces deux observations sont cohérentes par rapport à la bibliographie qui indique une colonisation de l'amont des bassins versants plutôt par les individus femelles et de grande taille (Parson et al., 1977 ; Arahamian, 1988 ; Vøllestad et Jonsson, 1988 in Adam et al., 2008).

Les rapports tailles/poids des individus capturés montrent que les échantillons sont similaires d'une année à l'autre. Ces données pourront être utilisées pour comparer différents bassins versants entre eux et éventuellement déceler des populations en moins bon état sanitaire que d'autres. Le fait qu'il y ait peu d'individus atypiques, notamment d'individus très maigres par rapports aux autres, indique que la population de la Dronne semble plutôt en bonne condition.

3.2. Estimation du stock

Les contrôles (recaptures et détections RFID) ont permis de constater que la plupart des anguilles marquées reprenaient très rapidement leur migration après le marquage. Cette donnée implique qu'il y a eu très peu de chevauchement des stocks qui ont dévalé d'une année à une autre et donc que les taux de recapture peuvent être utilisés pour un essai d'estimation du stock dévalant annuel.

Cependant, cette estimation reste très délicate à mener avec les données disponibles aujourd'hui, notamment en raison du faible nombre de recaptures sur l'aval de l'axe (à Monfourat) et de l'efficacité des pêcheries qui varie beaucoup en fonction des débits.

Un premier essai d'estimation des stocks montre que conformément à ce qui était attendu, le stock augmente de l'amont vers l'aval, avec comme ordre de grandeur, probablement quelques centaines d'anguilles à Rénamon, plusieurs centaines à quelques milliers à Poltrot et très probablement plusieurs milliers au niveau de Monfourat.

Le suivi de l'évolution du stock dévalant pour le bassin de la Dronne s'annonce difficile. Pour le moment, rien ne permet d'envisager de pouvoir améliorer l'efficacité de la pêcherie de Monfourat. De plus, au vu de la variabilité inter-annuelle de l'hydrologie de la Dronne et de la variabilité de l'efficacité des pêcheries en fonction du débit, l'évolution de l'estimation des stocks sur seulement quelques années risque d'avantage de traduire l'efficacité des dispositifs en lien avec les débits plutôt que l'évolution réelle du stock d'anguilles dévalantes.

4. Implications pour la gestion de l'anguille sur la Dronne

La présence d'un stock significatif d'anguilles sur la Dronne et notamment en amont du tronçon étudié confirme l'intérêt du bassin pour cette espèce. La taille plus importante des anguilles argentées dévalant de l'amont du bassin indique que ces zones présentent des habitats favorables. Il apparaîtrait pertinent d'améliorer l'accessibilité de ces secteurs pour les individus en montaison et de prendre en compte la dévalaison des géniteurs au niveau des centrales hydrauliques situées en aval. La présence d'anguilles sur la partie amont du bassin s'explique par le fait que la majorité des obstacles de l'axe correspondent à des seuils de hauteur modeste, que l'anguille montre une assez bonne capacité de franchissement, notamment grâce à ses capacités de reptation, et qu'elle présente une fenêtre de migration plus étendue que les autres poissons migrateurs ce qui peut lui permettre de profiter de conditions hydrologiques plus favorables à la montaison..

5. Perspectives

La poursuite du suivi sous la même forme, c'est-à-dire à partir des trois pêcheries, ne paraît pas forcément pertinente.

La pêcherie de Rénamon est apparue comme celle présentant la meilleure efficacité, c'est-à-dire que la proportion du stock dévalant qui peut y être capturé est plus élevée que pour les autres pêcheries. En revanche, étant située plutôt sur l'amont de la Dronne (au niveau du 32^{ème} obstacle), elle ne permet d'échantillonner aujourd'hui que peu d'individus. La poursuite des suivis avec ce dispositif n'apporterait que peu d'informations complémentaires sur la caractérisation des individus. L'évolution du stock dévalant à ce niveau permet principalement de refléter la quantité d'anguilles qui a pu coloniser l'amont de l'axe et peut donc potentiellement renseigner sur les conditions de franchissement rencontrées à l'aval. Cependant, comme une anguille peut mettre de 5 à 18 ans avant de dévaler (Keith et al., 2011), il est nécessaire d'attendre ce laps de temps si l'on souhaite mesurer l'effet de certaines mesures de gestion. La Dronne faisant actuellement l'objet de projets de restauration de la continuité écologique, il pourrait donc être intéressant de réaliser à nouveau des échantillonnages à Rénamon quelques années après la réalisation d'aménagements de cette nature.

Située sur la partie aval de la Dronne, la pêcherie de Monfourat occupe une position stratégique puisqu'elle se trouve au niveau d'un point de passage obligatoire pour la majorité des anguilles dévalantes du bassin. Le suivi du stock à ce niveau permettrait donc de connaître l'évolution du nombre total de géniteurs produits annuellement sur le bassin. Cependant, cette pêcherie s'est montrée relativement peu efficace. En raison de la configuration de l'ouvrage et du sous équipement de l'usine, dès que les débits sont un peu élevés (de l'ordre de deux fois le module), la surverse au niveau du barrage devient la voie de passage très nettement privilégiée par les anguilles. Une poursuite du suivi sur ce site n'apporterait aujourd'hui que peu d'informations supplémentaires. En revanche, il pourrait être intéressant de réévaluer l'efficacité de cette pêcherie lorsqu'une turbine supplémentaire sera installée. Si l'efficacité s'avère satisfaisante, une poursuite du suivi deviendrait alors pertinente, notamment si des mesures de gestion ont été mises en place entre temps sur le bassin.

La pêcherie de Poltrot a présenté une efficacité intéressante, aussi bien au niveau de la proportion du stock dévalant capturé (de l'ordre de 12 %) qu'au niveau du nombre d'individus échantillonnés (de l'ordre de 150 anguilles par an). Elle se trouve environ au premier tiers de l'axe Dronne colonisé par l'anguille ce qui reste une position intéressante pour pouvoir disposer d'un aperçu de la productivité du bassin. De plus, cette pêcherie présente une fonctionnalité très intéressante par exemple avec ses trois vannes qui lui permettent de s'adapter à une gamme de débits relativement large. Ainsi, il serait intéressant de poursuivre le suivi uniquement avec la pêcherie de Poltrot, notamment pour compléter les données relatives à la répartition de la dévalaison en fonction des périodes de l'année et des débits. L'amélioration de l'efficacité de l'échantillonnage doit également être un objectif à poursuivre. Celui-ci devrait permettre d'affiner l'évaluation du stock annuel dévalant et sera utile sur le plus long terme pour le suivi de cette population et l'évaluation de l'effet des mesures de gestion.

Pour des raisons organisationnelles, EPIDOR, maître d'ouvrage de la présente étude, ne pourra pas assurer la maîtrise d'ouvrage de la poursuite de ce suivi. Des discussions sont en cours avec les partenaires locaux pour étudier la façon dont cette opération pourrait se poursuivre.

CONCLUSION

Engagée en 2011, la mise en place de ce réseau de trois pêcheries scientifiques destiné à l'étude de la dévalaison de l'anguille sur la Dronne s'est montrée assez conforme aux prévisions. Lors des deux premières années, des ajustements ont dû être apportés à ces engins de pêche car leur bon fonctionnement s'avère conditionné par une foule de petits détails techniques, notamment en lien avec des calages hydrauliques. Ainsi, à partir de la deuxième ou troisième année selon les dispositifs, leur fonctionnement s'est montré assez proche des potentialités offertes par chaque site.

Le suivi réalisé sur cinq années a permis de répondre aux objectifs de l'opération en recueillant de nouvelles connaissances sur cette espèce migratrice d'intérêt, notamment sur son comportement de dévalaison, sur le stock dévalant sur la Dronne et sur les caractéristiques morphologiques de la population de ce bassin.

Il a pu être mis en évidence que, contrairement à ce qu'il est parfois admis, la période sur laquelle peut être observé la dévalaison peut être relativement étendue sur l'année. Dans le cas de ces suivis, elle s'est déroulé *a minima* de mi-octobre à fin juin.

L'influence des débits sur le déclenchement de la migration reste une donnée délicate à décrire, notamment à partir de pêcheries dont l'efficacité évolue avec ce paramètre et sur un cours d'eau comme la Dronne où l'hydrologie peut varier de façon importante et rapide. Néanmoins, la capture et la détection RFID d'anguilles dévalantes ont pu être observées pour une gamme de débits très étendue.

La répartition nyctémérale des captures et des détections a permis de mettre en évidence qu'une part significative de la dévalaison se produisait en journée. Cette information apparaît également très intéressante puisque les migrations diurnes ne sont généralement pas prises en compte dans certaines mesures de gestion comme les protocoles d'arrêt de turbinage.

Les recaptures et les détections d'anguilles marquées ont eu lieu rapidement après leurs lâchers, ce qui indique qu'elles reprennent assez vite leur migration après le marquage et donc qu'il y a peu de reprise tardive de migration pouvant fausser les taux de contrôle. Cela indique que ces recaptures peuvent être utilisées pour évaluer le stock dévalant annuel.

Un premier essai d'estimation du stock dévalant annuel a été réalisé. Les taux de recapture plutôt modestes n'ont permis de proposer que des estimations assez grossières. Cependant, elles montrent que le stock augmente bien de l'amont vers l'aval et que la production de la partie amont du bassin n'est pas négligeable. De plus, les anguilles argentées issues des secteurs amont s'avèrent être de plus grande taille, ce qui indique que les habitats situés en amont du bassin sont intéressants pour l'espèce.

Pour l'ensemble du bassin de la Dronne, la production annuelle d'anguilles argentées (c'est-à-dire de géniteurs potentiels) correspond probablement *a minima* à plusieurs milliers d'individus. Cela confirme l'intérêt de la Dronne pour la préservation de l'anguille.

Les premières données sur les caractéristiques morphologiques des anguilles en dévalaison ont été obtenues pour la Dronne. L'étude des individus capturés a mis en évidence deux principaux groupes, avec d'un côté des anguilles argentées femelles de grande taille qui peuvent dévaler d'octobre à fin juin avec tout de même plus d'individus observés lors des premiers coups d'eau de la saison, et d'un autre côté, des petites anguilles jaunes qui peuvent être amenées à dévaler les obstacles, notamment au printemps.

Il apparaîtrait intéressant de poursuivre le suivi à partir de la seule pêcherie de Poltrot afin de compléter les données recueillies sur le comportement de la dévalaison, en particulier en lien avec la saisonnalité, les horaires et les débits, de pouvoir mieux décrire les conditions favorables à la capture des petites anguilles jaunes localement dévalantes et, à plus long terme, d'assurer une surveillance de l'évolution du stock de géniteurs de la Dronne en raison de la situation critique de l'espèce.

BIBLIOGRAPHIE

ADAM G., FEUNTEUN E., PROUZET P., RIGAUD C., 2008, L'anguille européenne – Indicateurs d'abondance et de colonisation, Ed. Quae, 393 p.

CHANSEAU M., LARINIER M., COURRET D., BORDES N., 2012, La dévalaison des migrateurs amphihalins au niveau des petites centrales hydroélectriques - Note de positionnement technique de la délégation interrégionale Sud-Ouest de l'Onema, Document ONEMA, 49 p.

COURRET D., LARINIER M., 2008, Guide pour la conception de prises d'eau « ichtyocompatibles » pour les petites centrales hydroélectriques. Rapport ADEME – GHAAPPE, 60 p. + annexes.

DROUINEAU H., BAU F., ALRIC A., DELIGNE N., GOMES P., SAGNES P., 2017, Silver eel downstream migration in fragmented rivers: use of a Bayesian model to track movements triggering and duration. *Aquatic Living Resources* 30:5, 19 p.

DURIF C., ÉLIE P., DUFOUR S., MARCHELIDON J., VIDAL B., 2000, Analyse des paramètres morphologiques et physiologiques lors de la préparation à la migration de dévalaison chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) du lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique), 12 p.

DURIF C., 2003, La migration d'avalaison de l'anguille européenne : Caractérisation des fractions dévalantes, phénomène de migration et franchissement d'obstacles, Thèse Université Toulouse III, 348 p.

DURIF C., TRAVADE F., RIVES J., ELIE P., GOSSET C., 2008, Relationship between locomotor activity, environmental factors, and timing of the spawning migration in the European eel, *Anguilla Anguilla*, *Aquatic Living Resources* 21, 163-170, 8 p.

DWA, 2005. Fish protection technologies and downstreal fishways – Dimensioning, design and effectiveness inspection. ISBN 3 – 939057-35-4, 226p.

ECOGEA, 2011, Programme d'aménagement pour le rétablissement du franchissement piscicole sur l'axe Dronne, Rapport EPIDOR, 18 p.

EPIDOR, Non publié, Dronne – Catalogue des ouvrages infranchissables sur la Dronne, Document de travail EPIDOR, 87 p.

FISH & WILDLIFE POPULATION ECOLOGY, 2008, Lab 5 : Capture-Recapture, WLF n° 448, 7p.

KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E., ALLARDI J., 2011, Les poisons d'eau douce de France, Biotopes Editions, 552 p.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES, MINISTERE DE L'ALIMENTATION, DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE, 2010, Plan de gestion Anguille de la France – Volet national, 120 p.

NEDAP, >2006, Paramètres à prendre en compte, Synthèse bibliographique sur la biométrie de l'anguille argentée, 4 p.

POLE ECOHYDRAULIQUE (IMFT, ONEMA, CEMAGREF), 2011, Suivi fin du comportement de l'anguille au droit d'obstacles - Le système TIRIS, présentation « Réunion suivi télémétrique » du 27/01/11, IMFT Toulouse, 15 diapositives.

RAFFIN V., Démarches préparatoires à la restauration de la continuité écologique de la rivière Dronne, Rapport de stage Master Pro « Gestion de l'Environnement et Traitement de l'eau » Université de Limoges, 30 p.

Annexe I : Plaquette de présentation du réseau des rivières index anguille (AFB et IAV, 2017)

LES RIVIÈRES INDEX

Un réseau pour mieux suivre l'anguille

Un réseau de rivières index étendu de la manche à la méditerranée

Un site index a été choisi sur chaque unité de gestion du plan de gestion, pour refléter la diversité des milieux de vie de l'espèce : 9 cours d'eau et une lagune méditerranéenne. Le recrutement (remontée des civelles et anguillettes) et l'échappement (descente des anguilles argentées) sont suivis sur 7 rivières.



Depuis plusieurs décennies, l'anguille européenne connaît un déclin très net dans toute l'Europe à tel point que cette espèce est en danger critique d'extinction. Les raisons de cette raréfaction sont nombreuses car tout au long de son périple, l'anguille rencontre de nombreux obstacles qui nuisent à sa survie et contraignent ses déplacements (les obstacles à la migration, la modification de son habitat, la pêche, le parasitisme).

Face à cette situation préoccupante, les états membres ont adopté en 2007, un règlement européen pour la sauvegarde de l'espèce. Il s'est traduit en France par la mise en œuvre du Plan de Gestion de l'Anguille (PGA) dont les mesures ciblent les différentes causes de son déclin.

LES AXES D'INTERVENTION DU PLAN DE GESTION ANGUIILLE

- La limitation des prélèvements par pêche (quotas de capture de civelles, encadrement de la pêche de l'anguille jaune, interdiction partielle de la pêche de l'anguille argentée).
- La restauration de la circulation piscicole (définition d'une zone d'action prioritaire, classement des cours d'eau imposant d'assurer la libre circulation tant à la montaison qu'à la dévalaison).
- Le repeuplement (le transfert de civelles pêchées vers des secteurs favorables afin qu'elles puissent y croître).
- L'amélioration des connaissances et l'évaluation des mesures de gestion (programme de suivi).



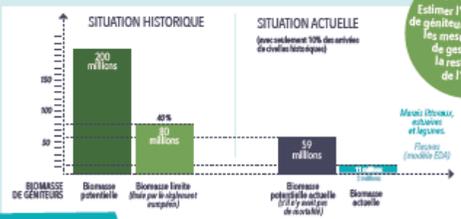
Comment sont utilisées ces données ?

Les résultats sur les rivières index « anguilles » participent à la compréhension du fonctionnement d'une population d'anguilles sur un bassin versant.

Au niveau national, ces données alimentent le modèle statistique qui prédit les densités d'anguilles jaunes dans les rivières et en déduit l'échappement historique et actuel d'anguilles argentées.

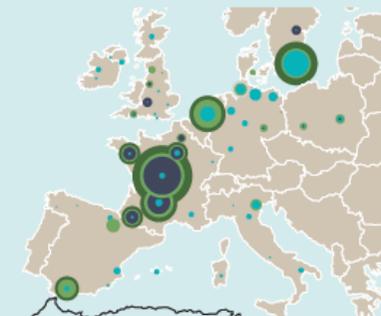


L'OBJECTIF : Estimer l'échappement de géniteurs pour évaluer les mesures du plan de gestion pour la restauration de l'espèce.



En France...

La France, compte tenu du fait qu'elle reçoit une grande partie des arrivées de civelles, a une grande responsabilité dans la gestion du stock d'anguilles.



INDICATEURS DE BIOMASSE D'ANGUILLES ARGENTÉES DES UNITÉS DE GESTION DU RÈGLEMENT ANGUIILLE EUROPÉEN : l'échappement actuel d'anguilles argentées (bleu clair), la production mensuelle complémentaire de la population actuelle (bleu foncé), la cible à atteindre (vert clair), la production théorique sans impact de l'homme (vert foncé). (Rapport anguille CREM 2013)

DES CAUSES MULTIPLES DE RÉGRESSION

- Une exploitation par la pêche à tous les stades.
- Des obstacles à franchir à la remontée des civelles et anguillettes mais également à la descente des anguilles argentées.
- Les pollutions chimiques de l'eau et des sédiments.
- Le parasitisme par le ver *Anguillicoloides crassus*.
- La dégradation des habitats piscicoles.
- Le changement du climat.

LES RIVIÈRES INDEX, un outil pour évaluer le plan de gestion... et mieux connaître l'anguille

Dans le cadre du Plan de Gestion de l'Anguille (PGA), l'Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), aujourd'hui Agence Française pour la Biodiversité (AFB), coordonne et anime un réseau de suivis scientifiques pour connaître l'état de la population et évaluer sur le long terme l'efficacité des mesures de gestion.

Les rivières index répondent, à l'échelle d'un bassin versant, à :
 Combien de civelles atteignent nos rivières chaque année ?
 Combien d'anguilles argentées repartent vers la mer pour se reproduire en mer des Sargasses ? Plus globalement, les rivières index permettent d'appréhender au mieux l'état et la dynamique de la population d'anguilles en France.

Une grande majorité des suivis existaient déjà avant la mise en œuvre du PGA.



PROTRAIT D'UNE ANGUIILLE

- Description : poisson serpentiforme dont la peau est recouverte d'un abondant mucus, des nageoires pectorales bien développées et des nageoires dorsale, caudale et anale soudées.
- Couleurs : Transparente au stade de larve brune avec le ventre jaune au stade adulte, plus argentée avant la migration vers la mer.
- Durée de vie : de 3 à plus de 20 ans.
- Habitats : colonise de nombreux milieux (estuaires, lagunes, marais, fleuves et rivières).
- Régime alimentaire : très varié suivant la disponibilité des proies et le type de milieu colonisé.
- Cycle de vie : dès leur plus jeune âge, les anguilles entreprennent un voyage périlleux à travers l'océan atlantique avant d'atteindre le littoral. Alors que certaines vont se sédentariser à l'aval des bassins, d'autres vont coloniser l'amont des cours d'eau. Elle séjourne plusieurs années en rivière jusqu'au jour où elle se prépare à nouveau pour le grand voyage à travers l'Atlantique et se reproduire dans la mer des Sargasses.

Illustration vector : Diane Morel www.dianemorel.com. Conception : Mylène Marfisi et Clément Béland (EPTB-Vilaine), Yannick Basse (GOURMAY), Sophie Der-Méditerranée (Parc de Marais Poitevins), Pierre-Marie Chaperon-Agnes (Forêt de la Vallée de la Dronne), Benoît Estève (MGRADOUR), Gaëlle Gervais et Laëtitia Le Guen (EPM), Impression / mise en page : Impprimerie Aréolacris. Crédits photos : EPTB-Vilaine, MGRADOUR, LOSIRAM, Parc du Marais Poitevin et Université de Poitiers.

DES ANGUILLES AUSCULTÉES À TOUS LES STADES DE VIE

Les anguilles sont endormies pour être comptées, mesurées, pesées. On évalue leur état de santé et on les relâche, après leur réveil, au lieu de leur capture. Certains individus sont marqués afin de pouvoir les identifier s'ils sont capturés à nouveau et de mesurer leur croissance.



DES INVENTAIRES SONT EFFECTUÉS PAR PÊCHE À L'ÉLECTRICITÉ OU PAR PÊCHE AUX VERVEUX.



2 - SUIVI DES ANGUILLES JAUNES

LES ANGUILLES JAUNES VONT MIGRER POUR COLONISER L'ESTUAIRE ET LES RIVIÈRES. ELLES VONT GRANDIR ENTRE 3 ET 20 ANS.



QUAND L'ANGUILLE ENFILE SA ROBE DE MARIÉE...

À l'automne, lorsqu'elle a accumulé suffisamment de réserves, l'anguille jaune se métamorphose en anguille argentée. Ses yeux grandissent et changent de pigments pour la préparer à une traversée océanique à grande profondeur, sa robe devient sombre sur le dos et argentée ventralement pour mieux se confondre dans son environnement. La ligne latérale se ponctue de points noirs.



SUIVI SCIENTIFIQUE DES ARRIVÉES DE CIVELLES



1 - SUIVI DES CIVELLES

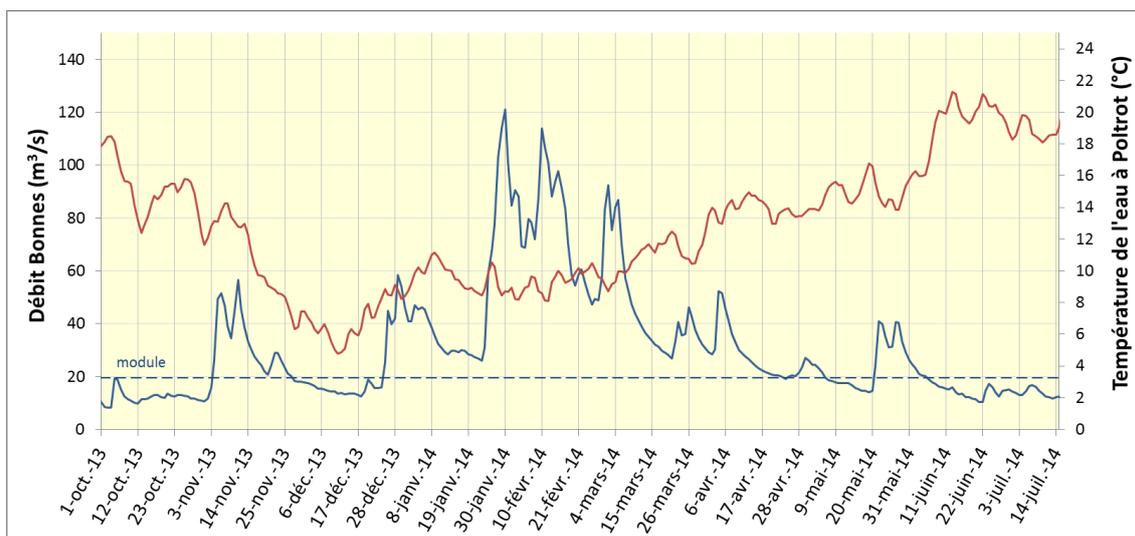
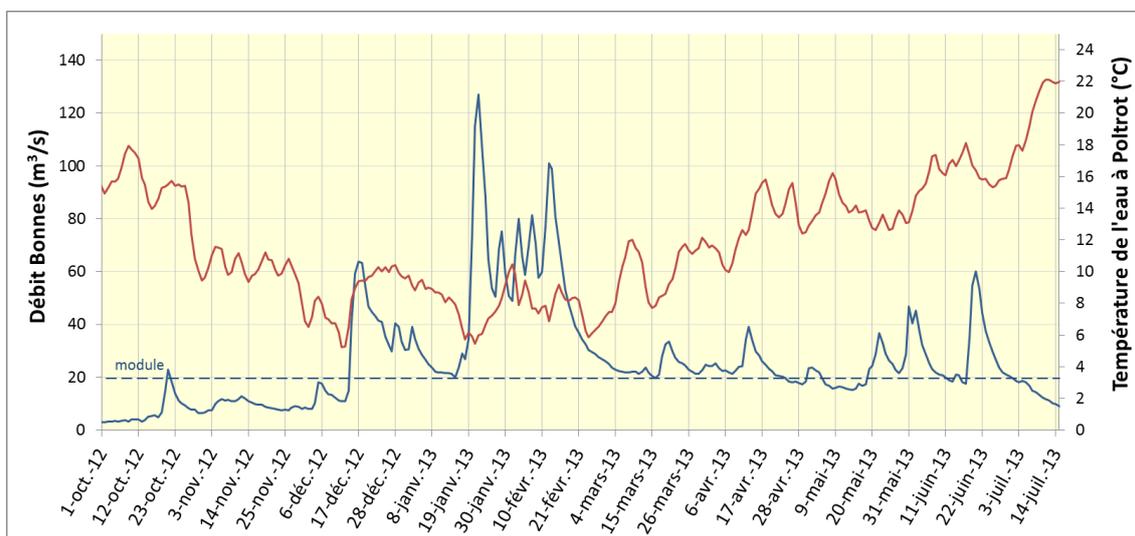
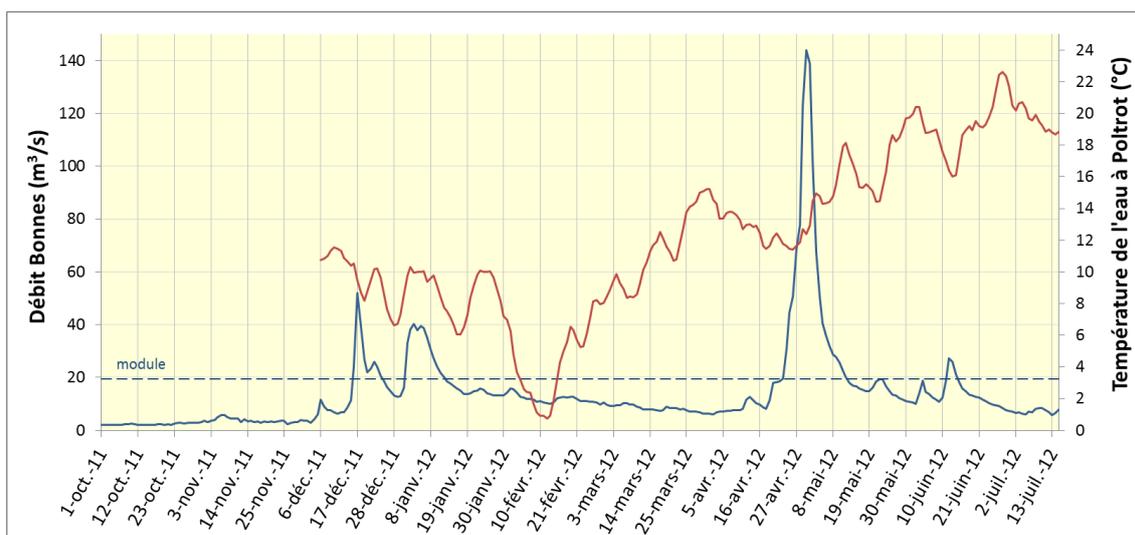
LES CIVELLES ARRIVENT CHAQUE ANNÉE EN HIVER EN ESTUAIRE DEPUIS LA MER. ELLES VONT REMONTER LES COURS D'EAUX.

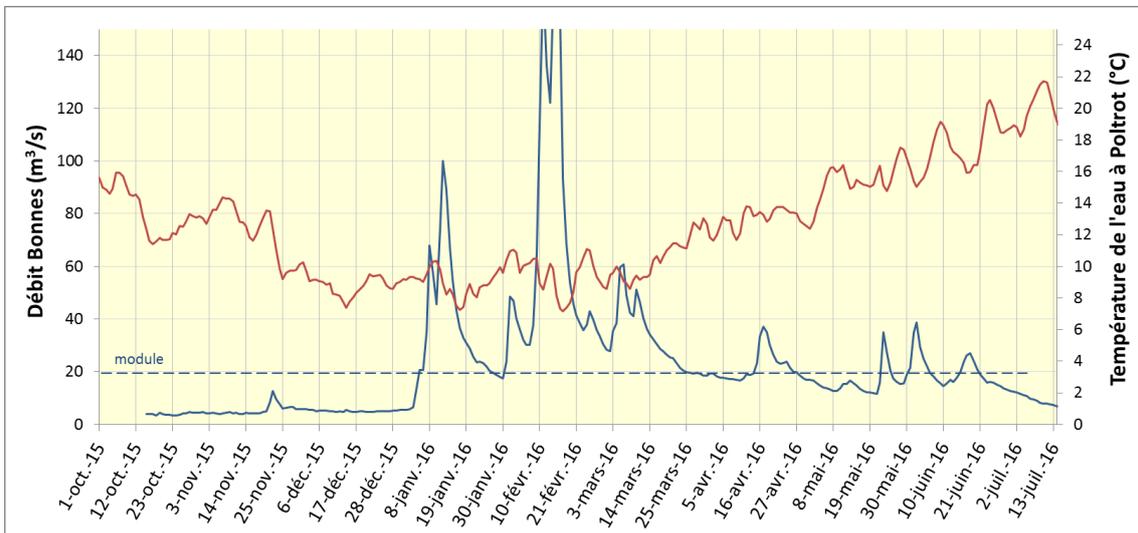
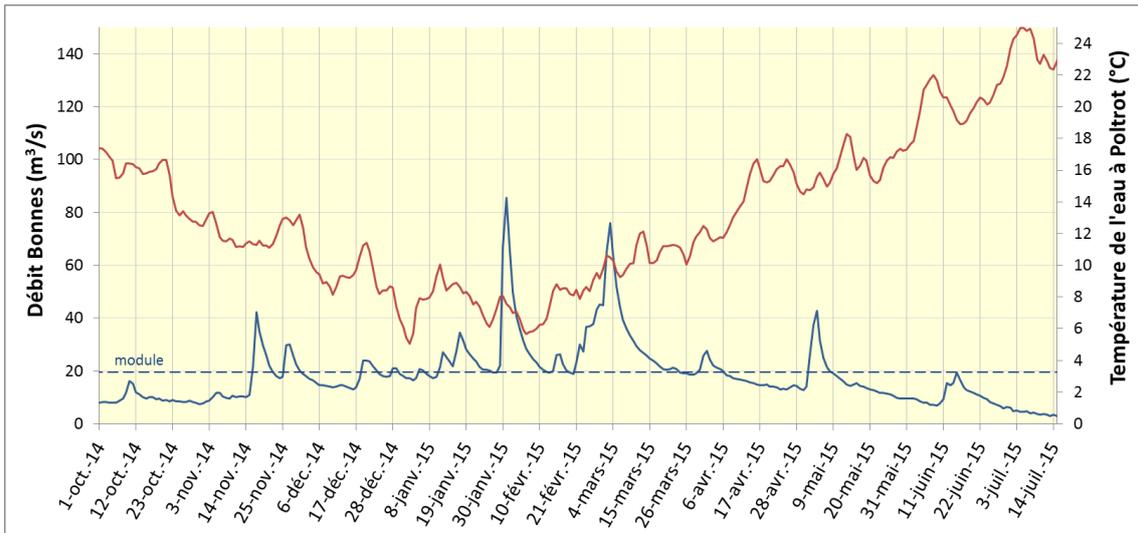
SUIVI SCIENTIFIQUE DES DESCENTES D'ANGUILLES ARGENTÉES. ELLES SONT COMPTÉES À L'AIDE DE FILETS, GRILLES ET SONARS.

3 - SUIVI DES ANGUILLES ARGENTÉES

ELLES DEVIENNENT ARGENTÉES POUR SE PRÉPARER À LA TRAVERSÉE DE L'Océan ATLANTIQUE. ELLES SE REPRODUIRONT DANS LA MER DES SARGASSES AU LARGE DE LA FLORIDE.

Annexe II : Débits et températures de la Dronne lors des 5 saisons de suivi





Débits mesurés à Bonnes (11 km en aval de Poltrot), module de 19,5 m³/s (source DREAL Nouvelle Aquitaine)
 Température de l'eau mesurée à Poltrot (source EPIDOR)



Etablissement Public Territorial du Bassin de la Dordogne

Place de la laïcité
24250 Castelnaud-la-Chapelle

☎ 05.53.29.17.65

✉ epidor@eptb-dordogne.fr

www.eptb-dordogne.fr

Partenaires financiers



Partenaires techniques



Etude entrant dans le cadre du réseau national des Rivières Index Anguille