

Suivi des populations d'Anguille européenne et continuité écologique au niveau du premier obstacle bloquant de la Berre, la Cesse et l'Orbiel - Année 2022



Table des matières

Table des figures et tableaux	2
Introduction	3
I/ Contexte de l'étude.....	4
1.1. L'Anguille européenne	4
1.2. Caractéristiques de la Berre	6
1.3. Caractéristiques de la Cesse	7
1.4. Caractéristiques de l'Orbiel	8
II/ Matériel et méthodes.....	9
2.1. Choix des stations et protocole d'échantillonnage	9
2.2. Caractéristiques des sites de suivi.....	11
2.3. Informations sur la Continuité Ecologique – Protocole ICE	16
2.4. Analyses des données	17
a) Données populationnelles.....	17
b) Données environnementales	17
III/ Résultats	18
3.1. Station du hameau du Lac – Berre	18
3.2. Station de Truilhas – Cesse.....	24
3.3. Station du barrage VNF – Orbiel.....	29
IV/ Conclusion et perspectives de suivi	35
Bibliographie.....	36

Table des figures et tableaux

Figure 1 : Cycle de vie de l'Anguille européenne (© MRM).....	4
Figure 2 : Débits moyens mensuel de 2009 à 2022 (HydroPortail : station de Portel-des-Corbières) ...	6
Figure 3 : Débits moyens mensuel de 1980 à 2022 (HydroPortail : station de Mirepeisset)	7
Figure 4 : Débits moyens mensuel de 1978 à 2022 (HydroPortail : station de Bouilhonnac)	8
Figure 5 : Localisation des stations d'échantillonnage anguillote 2022 vis-à-vis des enjeux départementaux liés à l'anguille et des données annexes locales	9
Figure 6 : Localisation (a) et photographie (b) de la station sur la Berre.....	12
Figure 7 : Localisation (a) et photographie (b) de la station sur la Cesse.....	13
Figure 8: Localisation (a) et photographie (b) de la station sur l'Orbiel.....	15
Figure 9 : Profil topographique de la voie de reptation du seuil du hameau du Lac	18
Figure 10 : Photographie du barrage du Lac le 05 juillet 2022.....	19
Figure 11 : Structure en classes de taille des anguilles échantillonnées en 2022 sur la station du barrage du Lac	20
Figure 12 : Profil topographique du seuil de Truilhas	24
Figure 13. Photographie du barrage de Truilhas le 05 juillet 2022	24
Figure 14 : Structure en classes de taille des anguilles échantillonnées en 2022 sur la station de Truilhas	26
Figure 15 : Profil topographique du barrage VNF	29
Figure 16 : Photographies du barrage VNF (A) et de la vanne en charge (B), seule exutoire de l'obstacle le 22 juin 2022.....	30
Figure 17 : Structure en classes de taille des anguilles échantillonnées en 2022 sur la station du barrage de VNF.....	32
Tableau 1 : Principales données morphologiques de la station échantillonnée sur la Berre	12
Tableau 2 : Principales données morphologiques de la station échantillonnée sur la Cesse	14
Tableau 3: Principales données morphologiques de la station échantillonnée sur l'Orbiel	15
Tableau 4: Résultats de la pêche d'inventaire anguille/ pêche complète sur la station du hameau du Lac en 2022.....	19
Tableau 5: Synthèse des différentes métriques participant à l'IPR sur la station du barrage du Lac en 2022.....	22
Tableau 6: Effectifs capturés et probabilité de présence théorique des espèces associées au calcul de l'IPR.....	23
Tableau 7: Résultats de la pêche d'inventaire anguille/ pêche complète (1 ^{er} passage) sur la station de Truilhas en 2022	25
Tableau 8: Synthèse des différentes métriques participant à l'IPR sur la station de Truilhas en 2022	27
Tableau 9: Effectifs capturés et probabilité de présence théorique des espèces associées au calcul de l'IPR.....	28
Tableau 10: Résultats de la pêche d'inventaire anguille/ pêche complète sur la station du barrage VNF en 2022	31
Tableau 11: Synthèse des différentes métriques participant à l'IPR sur la station du barrage VNF en 2022.....	33
Tableau 12: Effectifs capturés et probabilité de présence théorique des espèces associées au calcul de l'IPR.....	34

Introduction

L'Anguille européenne est un poisson amphihalien thalassotoque qui a connu un fort effondrement de sa population ces cinquante dernières années. En effet, cette réduction représente aujourd'hui 90% des effectifs des années 1970 à l'échelle globale. De nombreux facteurs sont à l'origine de cet effondrement populationnel (obstacles à la migration, surpêche, pollution, réduction des habitats, parasitisme...). Elle est donc maintenant classée en danger critique d'extinction sur la liste rouge de l'IUCN (International Union for Conservation of Nature) que ce soit à l'échelle mondiale ou française. Son déclin a conduit à l'instauration en 2007 d'un règlement européen (n°1100/2007) visant à rétablir des populations plus conséquentes et stables en lien avec les valeurs historiques. Ce règlement est transcrit dans le Plan National de Gestion de l'Anguille. Le SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027 et le PAn de Gestion des POissons Migrateurs 2022-2027 retranscrivent ensuite de manière plus pratique ces enjeux de restauration de la population d'Anguille européenne avec notamment des objectifs de reconquête des milieux au travers de la restauration de la continuité écologique.

Le département de l'Aude abrite plusieurs cours d'eau avec des enjeux importants pour la migration de l'Anguille européenne. En effet, l'Aude possède 4 rivières faisant partie de la Zone d'Action Prioritaire du PLAGEPOMI 2022-2027 : l'Aude, le Fresquel, l'Orbiel et la Berre. De plus, le département possède aussi 8 autres cours d'eau faisant partie de la Zone d'Action à Long Terme du PLAGEPOMI pour l'Anguille européenne.

Ainsi, en concertation avec Migrateurs Rhône Méditerranée et en complément des données issues des réseaux de suivi de l'État, il a été décidé de renforcer en 2021 les données concernant les populations d'Anguilles sur le territoire départemental. En effet, le PLAGEPOMI 2016-2021 intégrait un renforcement du volet connaissance de cette espèce par la mise en place de stations de suivi supplémentaires et pertinentes vis-à-vis de l'estimation des différentes populations de l'espèce. Pour cela, en 2021 deux nouveaux sites d'échantillonnage ont été choisis, au pied du premier obstacle bloquant sur deux cours d'eau : la Berre et la Cesse. En 2022, en plus de la poursuite du suivi sur ces deux cours d'eau, une nouvelle station a été définie sur l'Orbiel, toujours au pied du premier obstacle bloquant du cours d'eau. Ces trois cours d'eau sont classés en liste 1 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement sur l'ensemble de leur linéaire. La Berre fait également partie de la Zone d'Action Prioritaire et la Cesse et l'Orbiel de la Zone d'Action à Long Terme du PLAGEPOMI 2022-2027 pour ce qui est de l'Anguille européenne.

L'objectif de cette étude est donc de poursuivre (ou d'initier pour l'Orbiel) le suivi des populations d'anguilles sur ces trois cours d'eau à l'aval du premier obstacle bloquant du linéaire pour ces poissons. Les investigations mises en place en 2021 et poursuivies cette année ont pour ambition d'être reconduites dans le futur. L'ensemble de ces investigations couplées à des mesures ICE (Informations sur la Continuité Écologique) devraient aussi permettre d'appréhender et qualifier au mieux l'impact de ces seuils sur la migration des Anguilles et des autres espèces piscicoles. À partir de ce diagnostic, de futures actions de restauration de la continuité écologique pourraient être entreprises.

Ce rapport présente donc les résultats de la campagne 2022 sur ces trois cours d'eau.

I/ Contexte de l'étude

1.1. L'Anguille européenne

L'Anguille européenne est le seul grand migrateur thalassotoque européen, le seul poisson migrateur européen à se reproduire en mer et croître en eau douce. Cette espèce présente une large distribution géographique (Europe septentrionale, Europe occidentale et méridionale et l'ensemble du bassin méditerranéen).

L'Anguille est un prédateur dont le régime alimentaire varie suivant la disponibilité des proies dans son milieu (crustacés, mollusques bivalves, vers, larves d'insectes, poissons etc.). En milieu marin, elle consomme également des vers enfouis dans la vase. En eau douce, on peut la rencontrer dans différents milieux (fleuves, rivières, lacs de plaine ou lagunes). C'est un poisson benthique qui s'abrite entre les cailloux, racines, branches, etc. L'Anguille européenne se déplace sur le fond des cours d'eau et des plans d'eau et est capable de ramper sur une grande diversité de substrats. De plus, grâce à son mucus abondant et son orifice branchial étroit la protégeant de la déshydratation, l'anguille peut survivre un certain temps hors de l'eau. Cela lui permet notamment de se déplacer d'un milieu aquatique à l'autre.

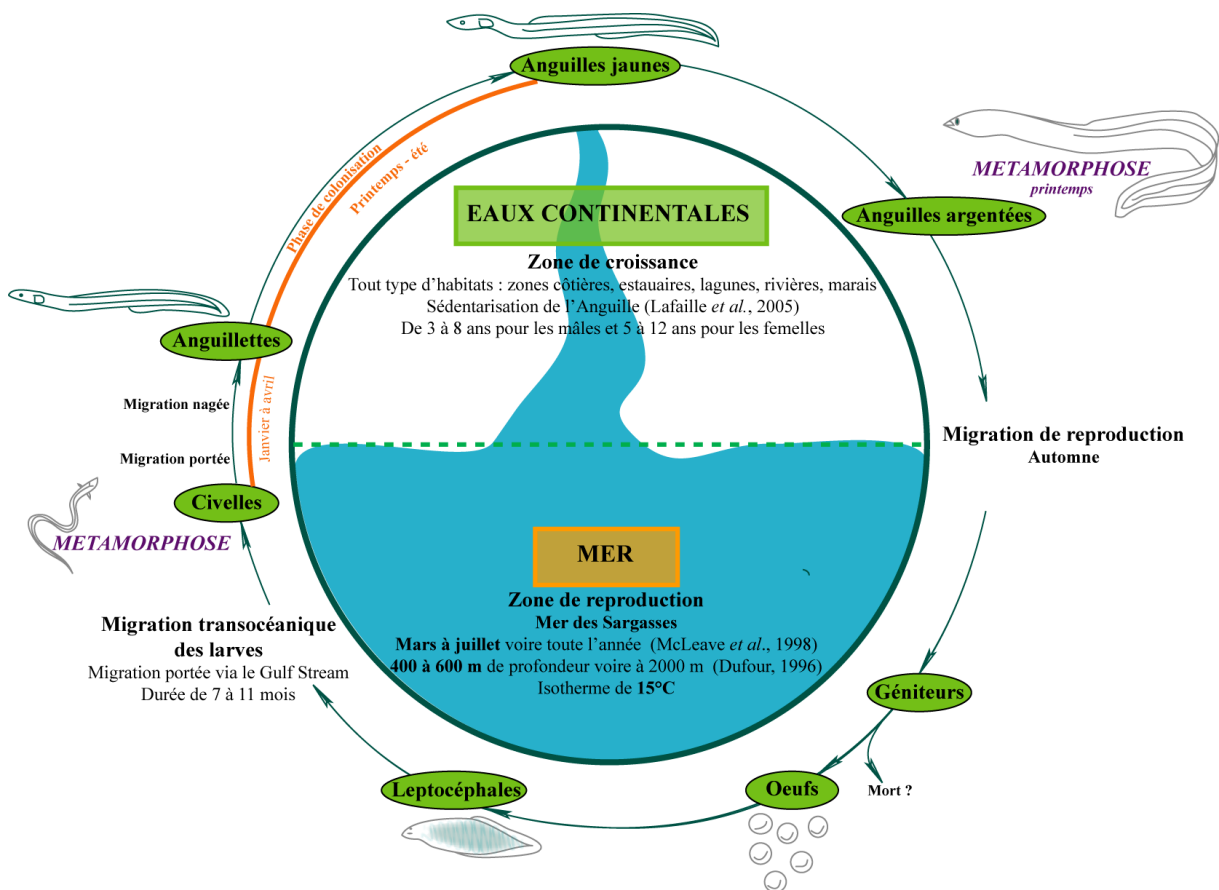


Figure 1 : Cycle de vie de l'Anguille européenne (© MRM)

L'Anguille européenne a un cycle de vie particulier dont certains points restent encore mystérieux (lieu de mort des individus adultes, mode de reproduction exact et ponte). Néanmoins, il semble que cette espèce se reproduise une unique fois dans sa vie (espèce sémelpare) (Tesch, 1977 ; Westerberg, 1979). Sa reproduction semble avoir lieu exclusivement quelque part en mer des Sargasses de mars à juillet (McLeave et al., 1998 ; Tesch & Wegner, 1990).

À l'éclosion, les larves d'Anguilles sont appelées leptocéphales (= tête plate) et sont en forme de ruban. Elles sont aplaties latéralement, transparentes et mesurent environ 5mm. Leur mode de déplacement est passif et elles sont portées par les courants océaniques du Gulf-Stream jusqu'à dériver sur les côtes européennes. Cette migration dure entre 200 et 500 jours et représente une traversée d'environ 6 000 km (Lecomte Finiger, 1994 ; McLeave et al., 1998). Durant cette migration, elles se nourrissent de plancton.

À l'approche du plateau continental, les larves leptocéphales se métamorphosent en Civelles. Elles mesurent alors environ 6 cm (de Cassamajor, 1997 ; Elie 1998) et ressemblent à de petites Anguilles transparentes. Cette métamorphose dure entre 33 et 76 jours (de Cassamajor, 1997 ; Elie, 1998). Durant cette période, les Civelles sont peu actives, cessent de s'alimenter et puisent alors dans leurs ressources énergétiques, ce qui induit une perte de poids et de taille. Les capacités natatoires de la Civelle sont limitées (fibres musculaires peu développées et vessie natatoire pas encore fonctionnelle). Ainsi, pour rentrer dans les estuaires, elles se laissent porter par les courants et tirent profit des marées pour y pénétrer (de Cassamajor, 1997). Ce besoin d'entrer dans un estuaire semble conditionné par le fait que la métamorphose en Civelle induise une perte hydrique qui pousse les individus à rechercher des eaux moins salées (de Cassamajor, 1997). Par la suite, la migration, alors nagée, au sein des estuaires se déroule entre janvier et juin sur la façade méditerranéenne (Finiger, 1976).

Lors de leur migration anadrome et lorsque la température est favorable (11-12°C environ), les Civelles se pigmentent progressivement jusqu'à atteindre le stade Anguilette (Elie et al., 1982). Durant ce stade, elles commencent à se nourrir, à nager activement et poursuivent leur migration vers l'amont des cours d'eau en colonisant les hydrosystèmes continentaux favorables et qui leurs sont accessibles.

Le stade suivant est celui de l'Anguille jaune et consiste simplement en une phase de croissance, principalement sédentaire, jusqu'à la maturité sexuelle. Ce stade est la plus longue phase de la vie de l'anguille et varie de 2 à 15 ans pour les mâles et de 4 à 20 ans pour les femelles. Durant cette phase, l'Anguille jaune se déplace essentiellement la nuit entre ses zones de repos et de chasse.

Enfin, lorsque l'Anguille jaune a accumulé suffisamment de réserves, elle effectue une dernière métamorphose pour atteindre le stade d'Anguille argentée et sa majorité sexuelle. De nombreux changements physiologiques interviennent alors pour préparer l'Anguille à son retour vers le milieu marin (changement de couleur pour mieux se fondre dans l'environnement marin, augmentation de la taille des yeux pour la vie marine assez obscure, augmentation de la taille des nageoires pectorales pour mieux nager dans l'océan, ...). Puis, elle dévale les cours d'eau à partir de l'automne jusqu'au début du printemps (Durif et al., 2009) pour effectuer sa migration catadrome retour vers la mer des Sargasses et ses zones de reproduction. Grâce à d'importants stocks de graisse, les Anguilles jeûnent pendant toute la traversée.

1.2. Caractéristiques de la Berre

La Berre prend sa source sur la commune de Quintillan, au pied des contreforts de la colline St Martin, à 280m d'altitude. Après un parcours de 40km, le cours d'eau se jette dans l'étang de Bages-Sigean au niveau de la commune de Peyriac de Mer. Ses deux principaux affluents sont en rive droite, le Barrou qui conflue à l'aval de Durban-Corbières et en rive gauche, le Ripaud. Elle est classée en seconde catégorie piscicole sur tout son linéaire. La pente est relativement importante sur les 7 premiers kilomètres du cours d'eau pour ensuite s'écouler sur une pente plus douce et régulière jusqu'à l'étang : 1,8‰ à Cascastel et Villeneuve et 3,4‰ à Sigean. De par sa proximité avec la mer Méditerranée (au travers de l'étang de Bages Sigean), la Berre constitue un fort enjeu vis-à-vis des populations de poissons migrateurs. Ainsi, les espèces repères et cibles de ce contexte regroupent des cyprinidés rhéophiles mais aussi des espèces amphihalines au travers de l'Anguille d'Europe. Ce bassin versant est relativement sauvage en amont (faible densité de la population et peu de cultures) et s'écoule au milieu d'une vallée étroite et encaissée. Après une alternance d'élargissements et de verrous jusqu'à Portel-des-Corbières, la vallée se transforme en plaine et se termine par un delta. Les zones d'habitations et de cultures essentiellement viticoles se localisent principalement dans la vallée.

La Berre est soumise à un régime pluvial méditerranéen littoral. Ses écoulements sont très irréguliers et caractérisés par la faiblesse des débits moyens et des étiages estivaux sévères. (Module = 0,629 m³/s ; QMNA5 = 0,00175 m³/s à Portel-des-Corbières). Les crues (liées aux orages) peuvent être violentes (QX₅ = 275m³/s ; QX₁₀ = 359m³/s QX₂₀ = 440m³/s).

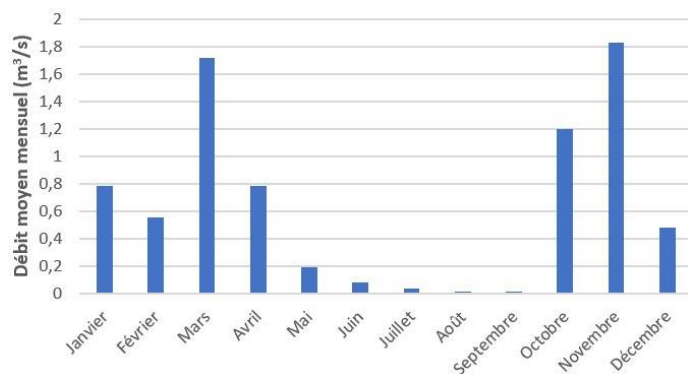


Figure 2 : Débits moyens mensuels de 2009 à 2022 (HydroPortail : station de Portel-des-Corbières)

De plus, des assecs fréquents et prolongés (dus à de faibles précipitations et des pertes karstiques) sont recensés, particulièrement sur le tronçon compris entre le Pont de Lastour et le Gué de Ville False (6 mois par an). Cet élément tend à limiter considérablement les possibilités d'échanges biologiques entre les compartiments amont et aval de la rivière. La reprise de l'écoulement se fait par des apports de la nappe alluviale sur le tronçon aval. Les débits d'automne sont intenses dès le mois d'octobre, à l'opposé des écoulements printaniers qui déclinent rapidement. Les variabilités saisonnières et interannuelles sont très fortes, à l'image des variations climatiques du littoral.

Il y a 26 obstacles à l'écoulement qui ont été répertoriés sur les 40 km de linéaire du cours d'eau dont une grande partie considérée comme infranchissable ou difficilement franchissable pour l'ensemble des espèces. De plus, les travaux réalisés en cours d'eau (endiguement, ...), les prélèvements d'eau et la mauvaise qualité d'eau induite par les activités présentes sur le bassin de la Berre (prolifération algale en période estivale) ne permettent pas un développement correct de la faune piscicole et principalement des espèces repères et cibles très sensibles aux obstacles à la migration et à la qualité de l'eau.

1.3. Caractéristiques de la Cesse

La Cesse constitue le premier grand affluent du fleuve Aude depuis son embouchure (surface du bassin versant : 237 km²). La partie supérieure (et majeure partie) de son bassin versant se situe dans le département de l'Hérault et appartient au domaine salmonicole. La Cesse parcourt 17km dans le département de l'Aude, de la résurgence de Boulidou en amont de Bize Minervois à sa confluence avec l'Aude à Sallèles d'Aude ; sa pente moyenne y est de 3.6%. Elle est classée en seconde catégorie piscicole sur tout son linéaire audois. De par sa proximité avec l'embouchure du fleuve Aude, la Cesse constitue un fort enjeu vis-à-vis des populations de poissons migrateurs. Ainsi, les espèces repères et cibles de ce contexte regroupent des cyprinidés rhéophiles mais aussi des espèces amphihalines (Anguille d'Europe et potentiellement Alose feinte de Méditerranée).

La Cesse est soumise à un régime pluvial méditerranéen fort. Ses écoulements sont ainsi fortement dépendants des précipitations et les étiages estivaux sont importants. (Module = 2,66 m³/s ; QMNA5 = 0,272 m³/s à Mirepeisset). Les crues (liées aux orages) peuvent aussi être assez importantes (QX₅ = 208m³/s ; QX₁₀ = 280m³/s ; QX₂₀ = 348m³/s ; QX₅₀ = 438m³/s).

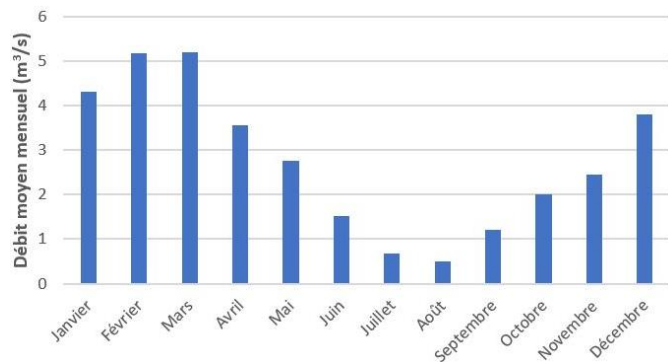


Figure 3: Débits moyens mensuel de 1980 à 2022 (HydroPortail : station de Mirepeisset)

Ce cours d'eau a pour particularité de s'assécher naturellement en période d'étiage sur un linéaire significatif au niveau des communes de Minerve et Agel. Cet élément tend à limiter considérablement les possibilités d'échanges biologiques entre les compartiments amont et aval de la rivière. Les écoulements redeviennent superficiels de manière permanente à hauteur de la résurgence du Boulidou entre les communes d'Agel et Bize-Minervois sur un linéaire de 17 km jusqu'à sa confluence avec l'Aude.

Sur le cours d'eau, il y a 10 obstacles à l'écoulement qui ont été répertoriés sur les 17,5 km de linéaire du cours d'eau en territoire audois. Sur ces 10 obstacles, 6 sont considérés comme franchissables et 4 difficilement franchissables pour l'ensemble des espèces. Les autres pressions s'exerçant sur le milieu et particulièrement les populations piscicoles sont associées à la gestion de la ressource en eau en aval de prise d'eau sur la Cesse en aval de Mirepeisset (prélèvement nautique (VNF) et agricole) et à la pollution diffuse d'origine agricole.

1.4. Caractéristiques de l'Orbiel

L'Orbiel est le quatrième grand affluent du fleuve Aude depuis son embouchure. Il prend sa source à Labruguière dans le Tarn à environ 850m d'altitude avant de rejoindre le département de l'Aude seulement 1 km plus loin. Après un parcours de 42km, le cours d'eau se jette dans l'Aude au niveau de la commune de Trèbes. Ses trois principaux affluents sont en rive droite, le Rieussec et en rive gauche, le Rieutort et la Clamoux. Il est classé en première catégorie piscicole de sa source jusqu'à sa confluence avec le Rieussec et en seconde catégorie sur le reste de son linéaire jusqu'à sa confluence avec l'Aude. La pente est relativement importante sur les 13 premiers kilomètres du cours d'eau (40 ‰ en moyenne entre sa source et St-Pierre de Vals) pour ensuite s'écouler sur une pente plus douce et régulière jusqu'à l'Aude (environ 9‰ sur ce reste de linéaire). De par sa connexion au fleuve Aude abritant des Anguilles européennes sur cette partie de son linéaire, l'Orbiel constitue un enjeu non négligeable vis-à-vis des populations de cette espèce migratrice. Ainsi, les espèces repères et cibles du bassin versant regroupent la Truite Fario pour le linéaire en 1^{ère} catégorie piscicole et des cyprinidés rhéophiles pour l'aval en 2nde catégorie piscicole mais aussi des espèces amphihalines au travers de l'Anguille d'Europe. Ce bassin versant est principalement occupé en amont par des forêts de conifères et feuillus qui laissent leur place à de très importants vignobles à l'aval.

L'Orbiel est soumis à un régime pluvial méditerranéen modéré. Ses écoulements sont ainsi fortement dépendants des précipitations et les étiages estivaux sont importants. (Module = 2,69 m³/s ; QMNA5 = 0,092 m³/s à Bouilhonnac). Les crues (liées aux orages) peuvent aussi être assez importantes (QX₅ = 148m³/s ; QX₁₀ = 198m³/s ; QX₂₀ = 245m³/s ; QX₅₀ = 307m³/s).

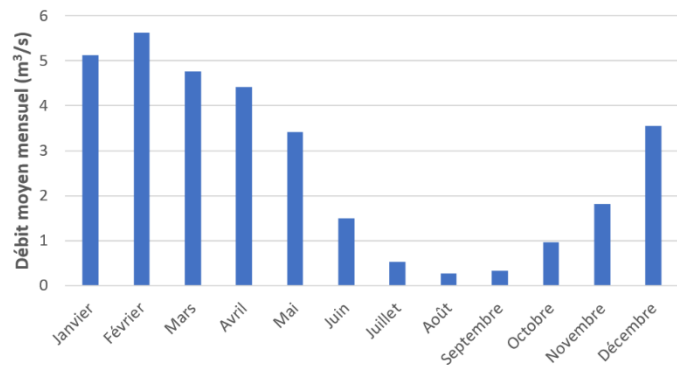


Figure 4: Débits moyens mensuel de 1978 à 2022 (HydroPortail : station de Bouilhonnac)

Sur le cours d'eau, il y a 29 obstacles à l'écoulement qui ont été répertoriés sur les 42 km de linéaire du cours d'eau dont une grande partie considérée comme infranchissable ou difficilement franchissable pour l'ensemble des espèces. De plus, les travaux passés réalisés en cours d'eau (curages, rectifications, ...), les prélèvements d'eau pour l'alimentation du Canal du midi, les dérivations agricoles et la pollution diffuse d'origine agricole représentent des pressions s'exerçant sur la faune piscicole et notamment sur les espèces repères et cibles très sensibles aux obstacles à la migration et à la qualité de l'eau.

II/ Matériel et méthodes

2.1. Choix des stations et protocole d'échantillonnage

- **Méthodologie du repérage**

Les stations d'échantillonnage de cette étude ont été choisies en complément du réseau d'État existant (RCS et RHP) et en accord avec MRM afin de compléter les données du Réseau Spécifique Anguille du bassin Rhône-Méditerranée (un seul site d'échantillonnage dans le département à Quintillan à l'amont de la Berre) (cf Figure 5). Ainsi, vis-à-vis de la problématique de la montaison de l'espèce et de son blocage par les obstacles à l'écoulement, la Berre, la Cesse et l'Orbiel étaient les cours d'eau pour lesquels les données manquaient le plus sur le bassin versant de l'Aude. Les stations de pêche ont donc été placées à l'aval du premier obstacle bloquant de ces cours d'eau afin de faire un suivi et de qualifier l'impact de ces ouvrages sur la montaison des populations locales d'Anguilles européennes et notamment sur les petits individus de moins de 30cm en migration anadrome qui sont particulièrement visés lors des pêches Anguilles.

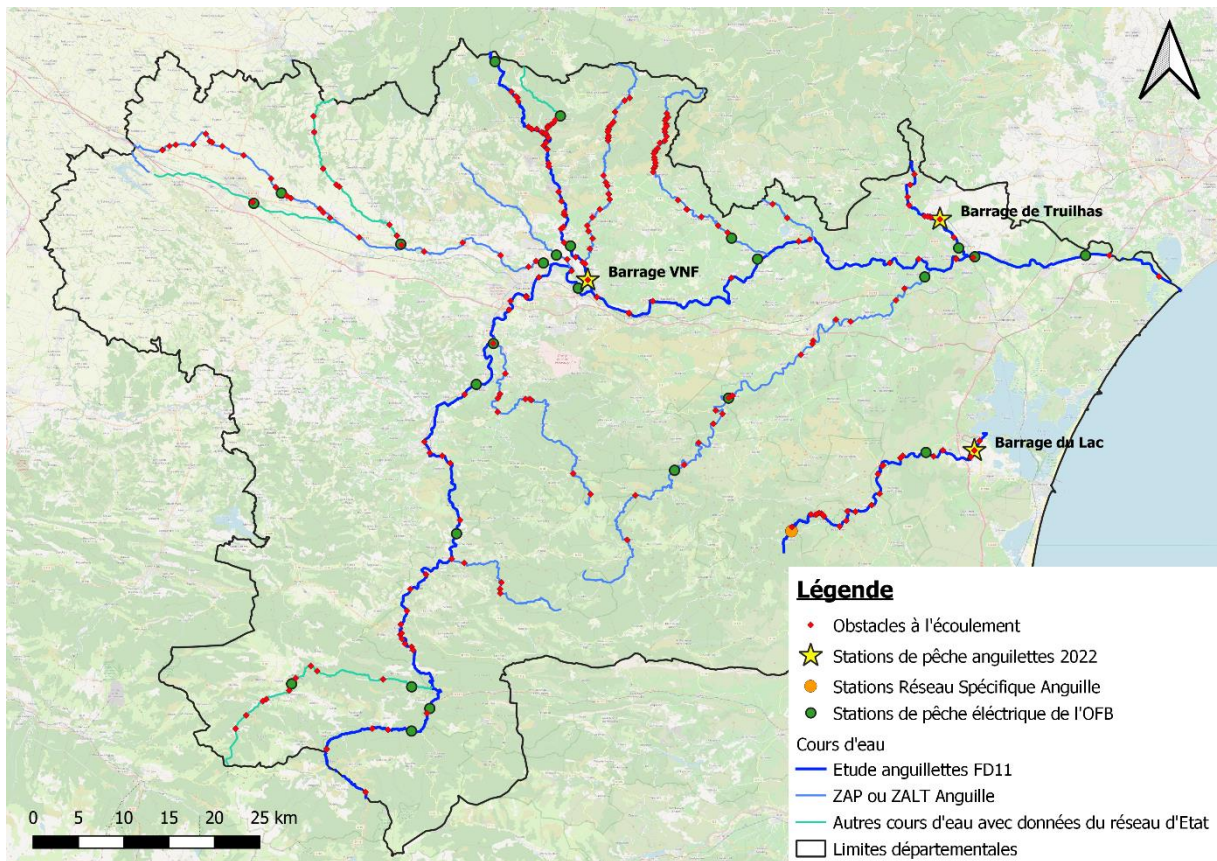


Figure 5 : Localisation des stations d'échantillonnage anguille 2022 vis-à-vis des enjeux départementaux liés à l'anguille et des données annexes locales

- **Protocole d'échantillonnage**

Le protocole d'échantillonnage est celui de la pêche électrique complète à pied. L'échantillonnage a nécessité sur les trois sites de cette étude 2 anodes (et 4 épuisettes) et un appareil de pêche électrique de type « Héron » de chez Dream électronique. Les pêches se déroulent de l'aval vers l'amont et en période de basses eaux afin de faciliter le travail des opérateurs et améliorer la capturabilité des poissons. Trois passages ont été réalisés par pêche. Lors des 3 passages, toutes les espèces piscicoles ont été capturées à l'exception des deux derniers passages sur la Cesse et l'Orbiel ou seulement les Anguilles ont été échantillonnées

Il y a néanmoins quelques différences entre le protocole classique de la pêche électrique complète à pied et celui associé à l'inventaire des Anguilles (Lambremon et al., 2021).

- Les porteurs d'anode doivent insister plus longuement (plusieurs dizaines de secondes) sur chaque zone d'échantillonnage en coupant de manière irrégulière le courant, les Anguilles y étant moins sensibles que les autres espèces piscicoles ;
- La prospection doit être plus lente afin d'échantillonner de la manière la plus exhaustive possible tout en soumettant les Anguilles plus longuement au champ électrique.
- Les jeunes et petits individus d'Anguille étant difficilement détectables, les porteurs d'épuisettes doivent systématiquement poser l'épuisette derrière l'anode et être très vigilants

Si possible, la biométrie doit être réalisée en parallèle de la pêche afin de limiter la mortalité piscicole due à un stockage trop long des individus. Après avoir été stockées dans des récipients adaptés, les Anguilles sont ensuite endormies avec de l'Eugénol afin de faciliter leur manipulation et réduire le stress induit par tout le processus. Les anguilles sont enfin placées dans un bac de réveil, afin de s'assurer de leur état et de la récupération de toutes leurs capacités avant d'être relâchées dans le milieu naturel.

2.2. Caractéristiques des sites de suivi

- **Station du hameau du lac - Berre**

La station du hameau du lac est située juste à l'aval du premier obstacle bloquant sur la Berre : le seuil du hameau du lac. Ce seuil est un seuil en enrochement avec une hauteur de chute totale d'1,67m à l'étiage et non équipé d'un dispositif de franchissement piscicole situé sous le pont de la D 6009. Ce seuil a pour usage la prise d'eau pour de l'irrigation et la stabilisation du profil en long. Il est constitué de pierres liaisonnées sur toute sa largeur dont celles du pied de l'ouvrage sont déchaussées et forment un vague amas lithologique. Un canal d'irrigation se trouve en rive droite et est équipé de vannes. L'écoulement se fait par surverse sur ce seuil. Cet ouvrage avait été décrit en 2010 comme possédant des critères défavorables pour son franchissement par les Anguilles en migration anadrome (Campton et al., 2010).

La station est localisée à 2,8 km de sa confluence avec l'étang de Sigean. Elle a été échantillonnée le 18 août 2022 (cf Figure 6). Elle est principalement constituée de radiers et plats courants dont la granulométrie dominante est constituée de cailloux fins et de blocs et la granulométrie secondaire de graviers et blocs. Pour ce qui est de l'hydrologie sur ce site, elle représente un facteur limitant à la présence importante d'anguillettes car les débits et les hauteurs d'eau sont très faibles dès mai jusqu'à début octobre. L'ensemble de la station est aussi très colmaté avec des sédiments fins (cf Tableau 1).

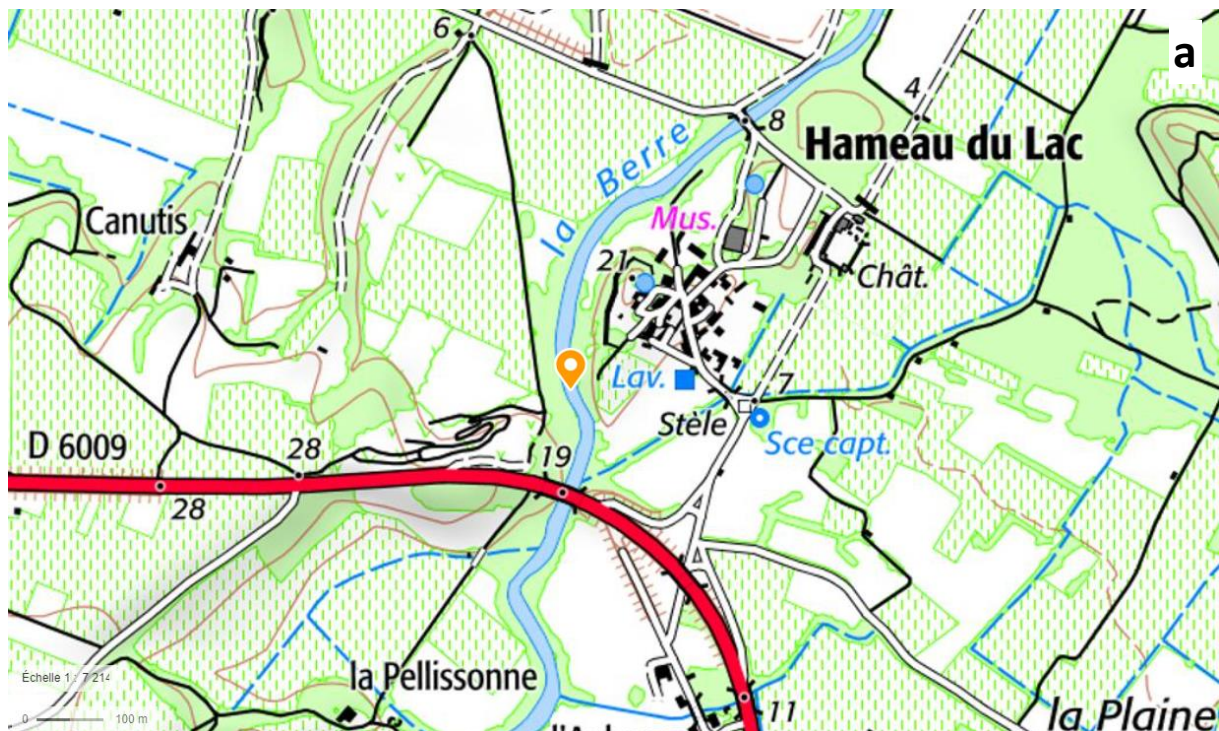




Figure 6 : Localisation (a) et photographie (b) de la station sur la Berre

Tableau 1 : Principales données morphologiques de la station échantillonnée sur la Berre

Faciès	Proportion	Profondeur (m)
Courant	8,23%	0,05
Plat	85,70%	0,28
Profond	6,07%	0,47
Largeur moyenne (m)	5,72	
Longueur totale (m)	121,10	
Surface prospectée (m ²)	692,38	

- **Station de Truilhas - Cesse**

La station de Truilhas est située juste à l'aval du premier obstacle bloquant sur la Cesse : le barrage de Truilhas. Ce barrage est en réalité un seuil incliné en béton et pierres taillées avec une hauteur de chute totale de 2m à l'étiage et non équipé d'un dispositif de franchissement piscicole. La station est localisée à 6 km de sa confluence avec l'Aude. Elle a été échantillonnée le 13 septembre 2022 (cf Figure 7).

La station est principalement constituée de radiers et plats courants mais aussi d'un grand profond. La granulométrie dominante est constituée de pierres et de cailloux grossiers et la granulométrie secondaire de blocs et cailloux fins. Les conditions hydromorphologiques semblent donc assez favorables pour la présence et la capture d'anguillettes. L'ensemble de la station est néanmoins très colmaté avec des sédiments fins (cf Tableau 2).

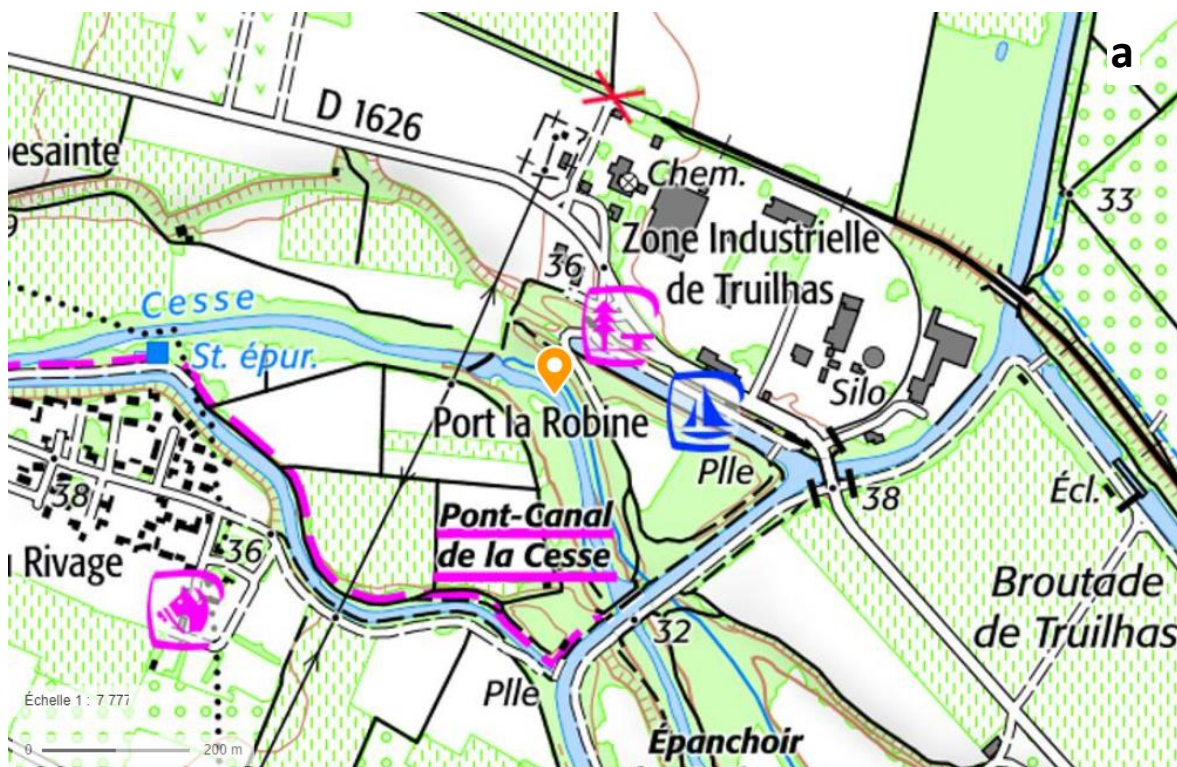


Figure 7 : Localisation (a) et photographie (b) de la station sur la Cesse

Tableau 2 : Principales données morphologiques de la station échantillonnée sur la Cesse

Facès	Proportion	Profondeur (m)
Courant	58,78%	0,14
Plat	30,47%	0,31
Profond	10,75%	0,57
Largeur moyenne (m)	10,76	
Longueur totale (m)	83,00	
Surface prospectée (m ²)	893,30	

- **Station du barrage VNF - Orbiel**

La station du barrage VNF est située juste à l'aval du premier obstacle bloquant sur l'Orbiel : le barrage VNF d'alimentation en eau du Canal du midi. Ce barrage se situe seulement à 1km de l'embouchure de l'Orbiel avec l'Aude. C'est en réalité un seuil vertical représentant une hauteur de chute de plus de 3m à l'étiage et non équipé d'un dispositif de franchissement piscicole. La station a été échantillonnée le 25 août 2022 (cf Figure 8).

La station est principalement constituée d'un grand plat courant entrecoupé régulièrement de radiers et de petits profonds plus occasionnels. La granulométrie dominante est principalement constituée de pierres et la granulométrie secondaire de dalles. De plus, l'ensemble de la station est très colmaté avec de la vase (cf Tableau 3). Les conditions hydromorphologiques ne semblent donc pas optimales mais acceptables pour la présence et la capture d'anguillettes.

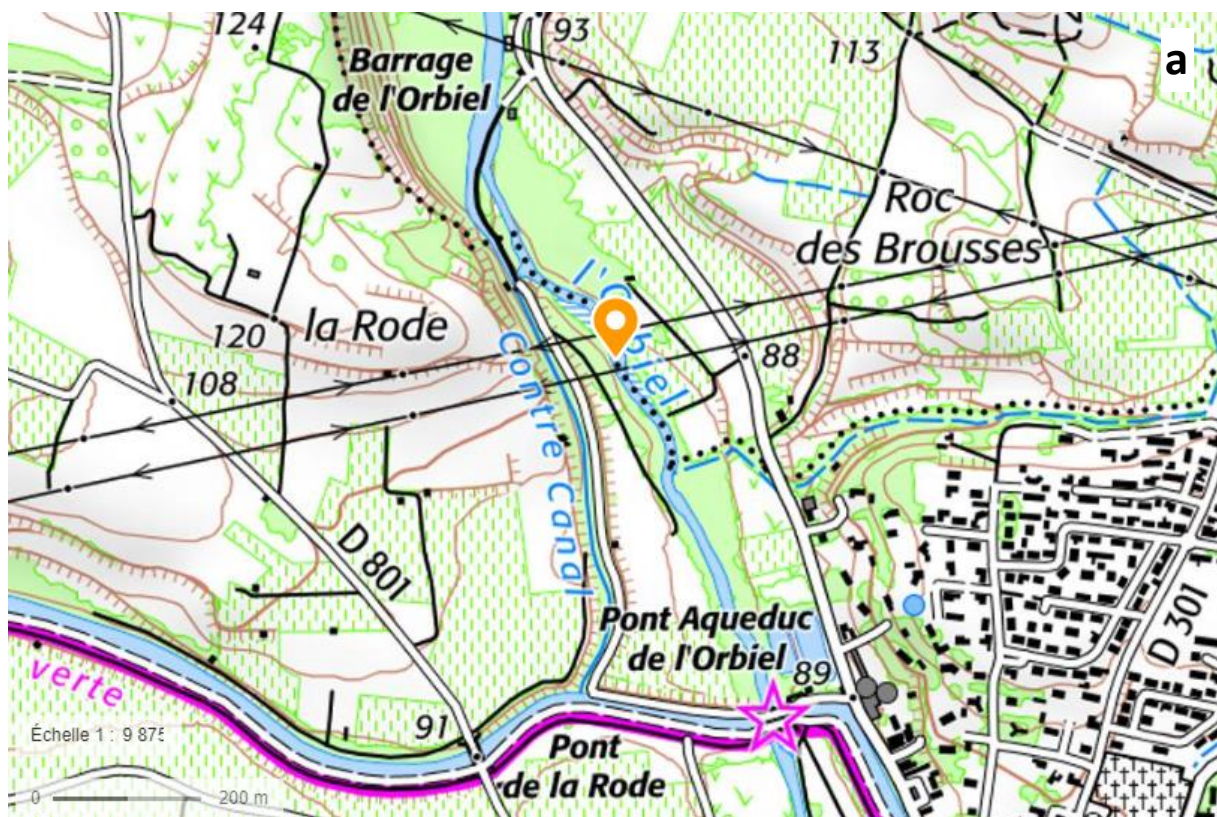




Figure 8: Localisation (a) et photographie (b) de la station sur l'Orbiel

Tableau 3: Principales données morphologiques de la station échantillonnée sur l'Orbiel

Faciès	Proportion	Profondeur (m)
Courant	24,91%	0,08
Plat	57,36%	0,22
Profond	17,73%	0,45
Largeur moyenne (m)	8,59	
Longueur totale (m)	136,00	
Surface prospectée (m ²)	1 168,90	

2.3. Informations sur la Continuité Écologique – Protocole ICE

Le protocole d'Informations sur la Continuité Écologique est un outil d'évaluation des risques d'entrave des obstacles sur la continuité piscicole développé par l'Onema en 2014 en réponse aux enjeux grandissants de la restauration des milieux aquatiques. En confrontant la géométrie d'un ouvrage, les conditions hydrauliques observées sur ledit ouvrage et les capacités de nage, de reptation pour les Anguilles, et de saut des espèces piscicoles, ce protocole permet de diagnostiquer pour chaque espèce de poisson le « risque » de blocage à la montaison. Ce « risque » s'exprime en 5 classes :

- Barrière totale (ICE=0) : hors conditions exceptionnelles pouvant permettre le passage de quelques individus, l'obstacle est totalement infranchissable pour une espèce donnée.
- Barrière partielle à impact majeur (ICE= 0.33) : le franchissement est possible pour une espèce donnée seulement durant une partie limitée de la période de migration et pour une fraction limitée de la population.
- Barrière partielle à impact significatif (ICE= 0.66) : le franchissement est possible pour une espèce donnée une grande partie du temps et pour une majeure partie de la population. Il reste cependant infranchissable une partie de la période de migration pour une fraction significative de la population.
- Barrière franchissable à impact limité (ICE=1) : l'obstacle ne représente pas d'obstacle significatif à la migration d'une espèce donnée. Il est franchissable presque toujours dans un laps de temps court et sans dommage pour l'espèce.
- Barrière à impact indéterminé (ICE=NC) : les seules données du protocole ICE ne suffisent pas à apprécier la franchissabilité de l'obstacle. De plus amples investigations sont nécessaires pour ce faire.

Deux des agents de la Fédération (chargé de mission et technicien) se sont formés auprès de l'OFB à ce protocole en 2022 afin de parfaire les connaissances de la structure en matière de continuité écologique et de diagnostic de la franchissabilité piscicole. Cette formation a permis l'acquisition d'accès à la plateforme nationale GEOBS pour la FDAPMA11 ce qui constitue un outil important d'aide à l'interprétation tout en permettant à la Fédération de contribuer à la connaissance nationale concernant la franchissabilité des ouvrages locaux.

Ce protocole a été appliqué sur les 3 obstacles de notre étude à l'étiage (conditions les plus contraignantes pour le franchissement piscicole). Le barrage VNF d'alimentation en eau du Canal du midi sur l'Orbiel a été échantillonné le 22 juin 2022 et le barrage du Lac sur la Berre et le barrage de Truilhas sur la Cesse ont été échantillonnés le 5 juillet 2022. L'application de ce protocole permet de mieux qualifier l'impact que ces ouvrages ont sur la migration anadrome des Anguilles européennes et donc leur capacité à trouver un milieu propice à leur développement. Il permettra aussi d'évaluer l'impact de ces obstacles sur la montaison du reste du peuplement piscicole local et notamment des espèces repères et cibles.

2.4. Analyses des données

a) Données populationnelles

Les Anguilles capturées en pêches électriques sont mesurées grâce à un ichtyomètre et sont ensuite pesées. Les données récoltées sont reportées sur les fiches appropriées puis traitées au travers du module de saisie de pêche électrique de NanoGIS. Les estimations du peuplement sont réalisées par la méthode De Lury. De plus, la biotypologie de Vernaux des trois stations a aussi été déterminée notamment pour vérifier la conformité de l'abondance observée des espèces locales par rapport à leur abondance théorique. Enfin, pour chaque station un IPR (Indice Poisson Rivière) a aussi été calculé afin de caractériser l'état du peuplement piscicole en général ainsi que pour déterminer les classes d'abondances théoriques des espèces locales associées à ces indices et confirmer les conclusions de la biotypologie de Vernaux pour la station.

b) Données environnementales

Les données de débit sont issues d'HydroPortail et correspondent aux stations de la Berre à Portel-des-Corbières (code station : Y082 4030), de la Cesse à Mirepeisset (code station : Y160 5050) et de l'Orbiel à Bouilhonnac (code station : Y141 5020). Les données thermiques (nécessaires au calcul du Niveau Typologique Théorique) ont été récoltées au niveau du pont canal juste en aval de la station de prélèvement sur la Cesse, au niveau de Portel-des-Corbières a seulement quelques kilomètres en amont de notre station sur la Berre et au niveau de Conques-sur-Orbiel, quelques kilomètres en amont de notre station de l'Orbiel. Ces données thermiques ont ensuite été analysées grâce à la macro Excel d'analyse thermie de la FDAAPPMA30.

III/ Résultats

3.1. Station du hameau du Lac – Berre

Informations sur la Continuité Ecologique

Le barrage du Lac (ROE 45590) est un seuil fait de 2 pans inclinés en enrochements avec une hauteur de chute totale de 1.67m. La première partie, située en rive gauche, de 19.2m de large était sans surverse le jour d'application du protocole (05/07/22). La seconde partie, située en rive droite, fait 9.4m de large et présentait un écoulement par surverse limité avec un faible tirant d'eau le jour de visite. Néanmoins au sein de ce 2^{ème} pan, une potentielle voie de reptation pour Anguille a été identifiée.

À la vue de cette géométrie de l'ouvrage, des conditions hydrauliques et des capacités biologiques de nos espèces repères et cibles locales, le score ICE de cet ouvrage est de 0 pour un franchissement par la nage. Ainsi, pour la Lamproie Marine, le Barbeau Méridional, le Toxostome et l'Anguille, cet obstacle constitue une barrière totale pour ce qui est d'un franchissement par nage. Ainsi, hors conditions exceptionnelles, il est impossible pour ces espèces de remonter par la nage ce seuil.

Néanmoins en ce qui concerne l'Anguille, les caractéristiques de la voie de reptation décrite sur le pan en rive droite (cf Figure 9) permettent de classer cet ouvrage comme barrière partielle à impact significatif (Classe ICE=0.66) pour l'Anguille jaune et même comme barrière franchissable à impact limité (classe ICE=1) pour le stade Civelle.

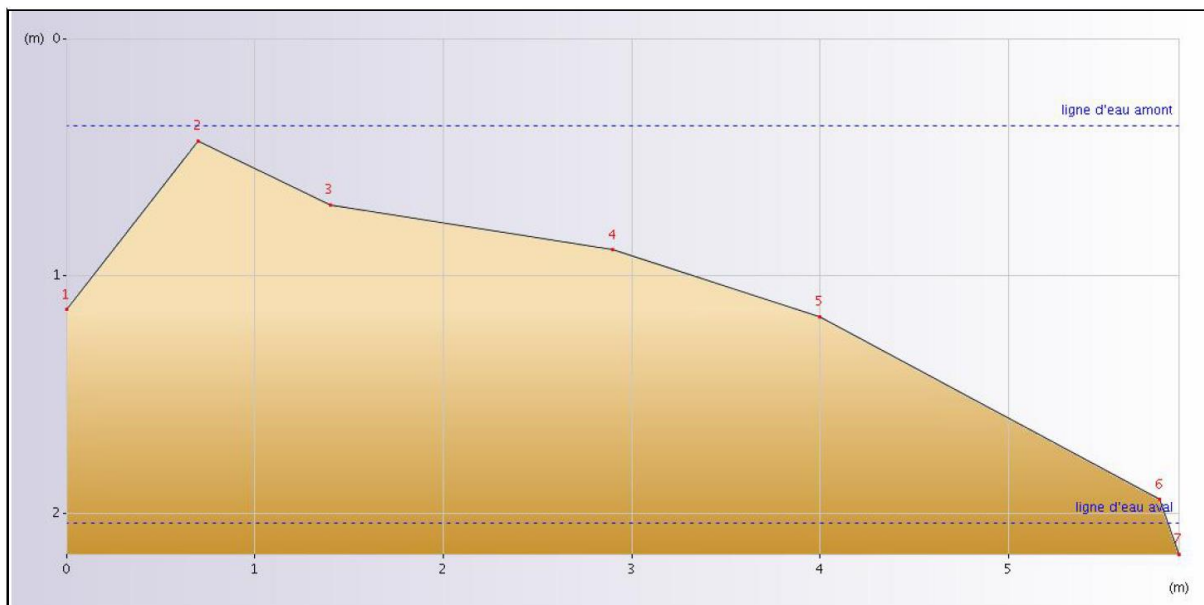


Figure 9 : Profil topographique de la voie de reptation du seuil du hameau du Lac

Ainsi cet ouvrage a un impact énorme sur les populations piscicoles locales à l'exception de l'Anguille qui peut le franchir par reptation une majorité du temps voire toute l'année (ou presque) pour les Civelles. Néanmoins, cet obstacle n'est pas exempt d'impact sur l'Anguille. En effet, il freine tout de même la vitesse de migration anadrome, fatigue les individus et n'est pas franchissable l'ensemble de l'année pour tous les stades.



Figure 10 : Photographie du barrage du Lac le 05 juillet 2022

Pêche d'inventaire

Tableau 4: Résultats de la pêche d'inventaire Anguille/ pêche complète sur la station du hameau du Lac en 2022

Espèces		Estimation de peuplement (Méthode De Lury)								
		P1	P2	P3	Effectif estimé	Densité estimée (ind/Ha)	Classe densité estimée	Biomasse estimée (kg/Ha)	Classe de biomasse estimée	Classe d'abondance estimée
Surface : 692.38 m²										
Ablette	ABL	1			1	15	0.1	-	-	-
Anguille	ANG	144	80	28	324	4996	5	174	5	5
Athérine de Boyer	ATB	11	9	3	61	941	-	3	-	-
Barbeau méridional	BAM	3	1		5	77	1	1	1	1
Black-bass	BBG	1			1	15	1	8	4	1
Carrassin	CAS	2			2	31	2	5	2	2
Carpe commune	CCO	2			2	31	2	23	3	2
Chevesne	CHE	82	59	29	292	4502	5	43	3	3
Carpe miroir	CMI	1			1	15	-	12	-	-
Epinoche	EPI	3	2		-	-	-	-	-	-
Gambusie	GAM	1			1	15	-	-	-	-
Goujon	GOU	109	89	38	594	9159	5	43	5	5
Mulet à grosses lèvres	MGL	3			3	46	-	-	-	-
Ecrevisse de Louisiane	PCC	6	6	2	14	216	-	4	-	-
Perche soleil	PES	21	10	6	40	617	4	14	5	4
Tanche	TAN	1			1	15	1	2	1	1
Toxostome	TOX	39	30	18	169	2606	5	6	1	1
Vairon	VAI	167	130	44	754	11626	4	11	3	3
TOTAL - Nb Esp : 18		597	416	168						

En 2022, 252 Anguilles ont été pêchées à l'aval du barrage du lac sur la Berre. L'effectif estimé est de 324 individus pour cette espèce sur cette station. Cela représente une densité estimée de 4996 individus par hectare et une biomasse de 174 kg/ha (cf Tableau 4).

Ces résultats correspondent à une classe de densité estimée de 5 et une classe de biomasse estimée de 5 soit une très forte abondance globale.

De plus, même si c'est bien un protocole Anguille qui a été entrepris le jour du prélèvement, l'ensemble des espèces présentes a été échantillonné au travers d'une « pêche complète ». Ainsi, grâce à cet ensemble de données, on peut voir que les Anguilles représentent 14% de l'effectif piscicole total estimé et la moitié de la biomasse piscicole totale estimée (50%). Cela appuie les données des classes de densité et d'abondance et confirme que les Anguilles ont une très forte abondance sur cette station.

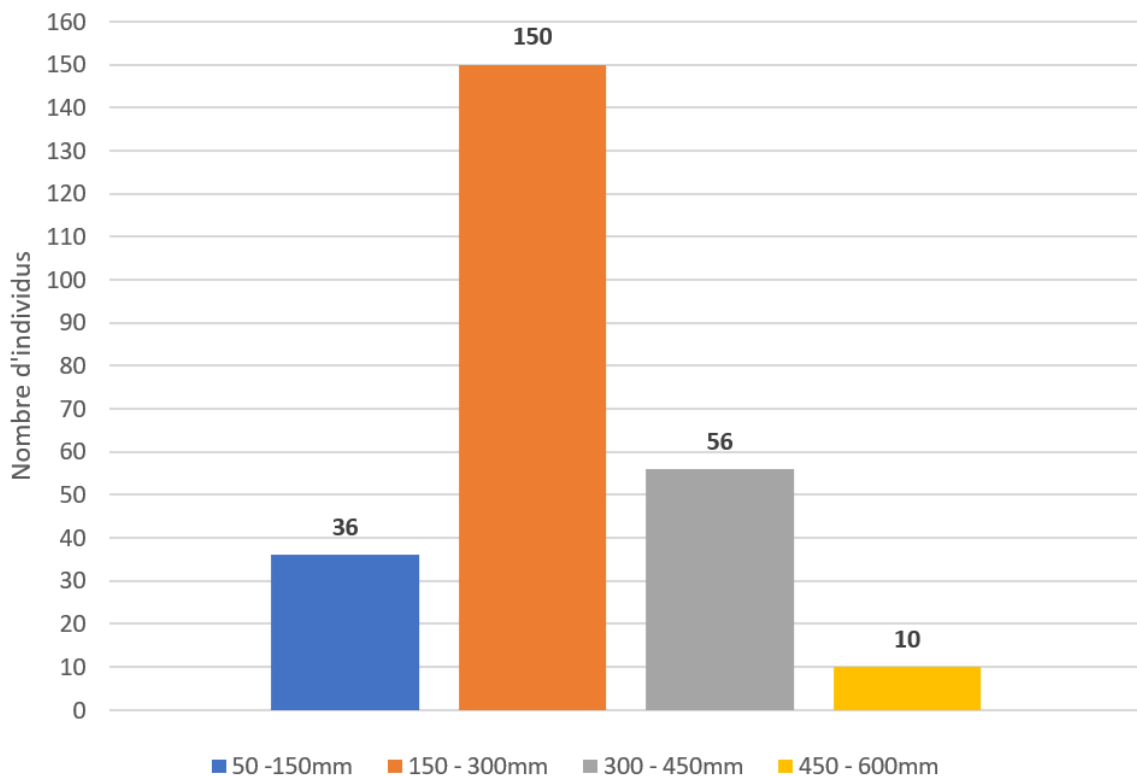


Figure 11 : Structure en classes de taille des anguilles échantillonnées en 2022 sur la station du barrage du Lac

Au-delà de la détermination de son abondance globale, l'analyse des tailles des Anguilles renseigne sur leur âge approximatif et permet de déduire la part de recrutement dans la population. L'analyse de la répartition de ces classes de taille permet de déterminer le stade de développement des individus pêchés.

Selon les travaux de Laffaille et al. (2003), les classes de tailles des Anguilles peuvent être interprétées comme suit :

- 50 – 150 mm : Civelles et jeunes Anguilles en migration anadrome dans leur première ou deuxième année de vie continentale ;
- 150 – 300 mm : Anguille jaune probablement en migration anadrome et en croissance (2 à 5 étés continentaux de croissance selon les sites et les individus) ;

- 300 – 450 mm : Individu mâle jaune sédentaire pouvant s'argenter (éventuellement en migration catadrome) ou individu femelle jaune sédentaire en croissance ;
- 450 – 600 mm : Individu femelle sédentaire pouvant s'argenter (éventuellement en migration catadrome). Individu mâle argenté en retard sur sa migration génésique (sédentarisation définitive possible). Petits gabarits (150 – 400 g) le plus souvent associés aux milieux peu profonds.

Ainsi, au travers de la figure 11, on peut voir que la population d'Anguilles de cette station est très largement dominée par les Anguilles jaunes d'au moins 2 étés en migration anadrome (classe 150 - 300mm) (60% des effectifs totaux). Les proportions de jeunes Anguilles d'un ou deux ans (classe 50 - 150mm) (14% des effectifs totaux) et d'individus sédentaires (voire en migration catadrome pour certains mâles) (classe 300 - 450mm) (22% des effectifs totaux) sont beaucoup plus faibles. Quant aux grands individus (classe 450 - 600mm), ils sont très peu représentés sur cette station avec seulement 6 individus (4% des effectifs totaux). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus en 2021 sur cette station avec respectivement 17%, 59%, 19% et 5% pour les 4 classes de tailles dans l'ordre croissant.

Cependant, la nette domination de la classe de taille 150-300 mm, regroupant les jeunes en cours de montaison, (60% des effectifs totaux) traduit une probable accumulation d'individus par blocage de leur migration anadrome par un obstacle en amont : le barrage du Lac. De plus, l'un des facteurs pouvant expliquer la faible proportion d'individus de classe 450 - 600mm pourrait être la forte pression de sélection induite par cet obstacle rendant difficile la croissance des individus sur le long terme.

Ces observations semblent s'éloigner dans un premier temps du diagnostic fait par l'ICE sur la franchissabilité du barrage du Lac par les Anguilles. Néanmoins, l'ICE caractérise ce seuil comme une barrière partielle à impact significatif pour les Anguilles (autres que le stade Civelle). Ainsi, même si le franchissement est possible pour cette espèce une grande partie du temps et pour une majeure partie de la population, il existe des périodes où cela n'est pas possible et la période de basses eaux/étiage, à laquelle nos inventaires ont été faits, en est une qui limite fortement le passage. De plus, il est spécifié dans la nomenclature ICE que l'obstacle (avec un score ICE=0.66) « reste infranchissable une partie de la période de migration pour une fraction significative de la population ». Ainsi, de par l'hydrologie, la taille très restreinte de la voie de reptation et l'importante population potentielle de la station de par sa proximité avec la mer, il n'est pas anormal d'observer une importante densité d'Anguilles au pied de cet ouvrage malgré un ICE assez « bon ».

Biotypologie de Verneaux

Le Niveau Typologique Théorique (NTT) calculé pour la station est de 6.83, soit la zone B7+ (équivalent de la zone à Barbeau sur la zonation de Huet). Ainsi, la diversité spécifique optimale sur cette station est de 21 espèces (Niveau Typologique Ichtyologique). Selon cet outil, la classe d'abondance théorique de l'Anguille sur cette station est « moyenne » (classe 3). Ainsi, l'Anguille européenne est en forte surabondance sur cette station vis-à-vis des valeurs théoriques, tout comme en 2021. Le Toxostome (classe d'abondance théorique 3), le Vairon (classe d'abondance théorique 1) et l'espèce invasive Perche Soleil (classe d'abondance théorique 0.1) sont aussi en surabondance sur cette station. Cette accumulation d'individus peut de nouveau sans doute s'expliquer par l'effet bloquant du seuil, stoppant la migration anadrome des individus dans le cas de l'Anguille. Comme énoncé précédemment cela n'est pas en désaccord avec la conclusion de l'ICE. Pour les espèces présentes, il y a aussi une forte sous-abondance d'Ablette (classe d'abondance théorique 4), d'Épinoche (classe d'abondance théorique 3) et de Tanche (classe d'abondance théorique 3) en plus des 8 espèces manquantes parmi la liste d'espèces potentiellement présentes sur cette station d'après la biotypologie de Verneaux. Il est à noter que les nouvelles espèces envahissantes comme la Gambusie ou les espèces amphihalines ou

tolérant de grandes variations de salinité comme le Mulet à grosses lèvres ou l'Athérine de Boyer que l'on retrouve sur notre station ne sont pas intégrés dans la biotypologie de Vernaux et son peuplement théorique. Il est possible que ce soit la forte pression de sélection associée à l'effet bloquant du seuil qui soit en partie responsable de cette altération du peuplement piscicole.

Indice Poisson Rivière

Grâce au fait que la pêche sur cette station soit une « pêche complète », le calcul d'un Indice Poisson Rivière (IPR) est possible. La note IPR sur cette station en 2022 est de 27.6 ce qui équivaut à une qualité médiocre du peuplement piscicole.


Lorsqu'on s'intéresse aux différentes métriques associées à l'IPR, on peut voir que certaines sont plus pénalisantes et contributives au score IPR total. En effet, certaines métriques présentent un écart significatif avec leurs valeurs théoriques et traduisent donc un peuplement observé s'éloignant du peuplement de référence (cf Tableau 5). En effet, le peuplement local semble avant tout présenter un nombre total d'espèces bien trop important vis-à-vis de la référence. De plus, la station semble héberger une densité d'individus tolérants et une densité d'individus omnivores bien trop importantes, ce qui conduit à une densité totale d'individus elle aussi trop forte et assez éloignée de la référence. Ainsi, les métriques de l'IPR semblent donc elles aussi confirmer une accumulation d'individus et d'espèces sur cette station, imputable au barrage du Lac.

Ces résultats sont en désaccord avec ceux de la biotypologie de Vernaux pour cette station qui indiquait 8 espèces manquantes vis-à-vis de son peuplement théorique. Néanmoins, il semblerait que sur cette station l'IPR caractérise mieux le peuplement piscicole local et ses altérations que la biotypologie de Vernaux. En effet, la Berre possède un bassin versant très fermé et isolé et un peuplement piscicole limité. La Berre est un côtier isolé avec un endémisme assez fort comme l'on retrouve dans les contreforts des Pyrénées. Ainsi, il est normal de trouver un nombre théorique limité d'espèces sur ce cours d'eau et la moindre espèce introduite (Carassin, Tanche, Vairon, ...) peut fortement déstabiliser le milieu.

Tableau 5: Synthèse des différentes métriques participant à l'IPR sur la station du barrage du Lac en 2022

Synthèse des résultats					
Métrique	Sigle	Valeur théorique	Valeur observée	Probabilité*	Score associé
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	1,8	2	0,6	1
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	1,8	3	0,9	0,1
Nombre total d'espèces	NTE	6,4	12	0	10,5
Densité d'individus tolérants	DIT	0	0,1	0,2	3,2
Densité d'individus omnivores	DIO	0	0,2	0	7,9
Densité d'individus invertivores	DII	0	0,4	1	0
Densité totale d'individus	DTI	0,2	0,9	0,1	4,8
Valeur totale de l'I.P.R.					27,6
Classe de qualité					Médiocre

*: Probabilité que l'écart entre métrique observé et théorique corresponde à une situation de référence (si p = 1, alors le score de la métrique est nul)

 Métriques présentant un écart significatif avec leurs valeurs théoriques.

Pour ce qui est des probabilités de présence théoriques (associées à l'IPR) des différentes espèces locales, le peuplement observé présente quelques différences par rapport au peuplement de référence. En effet, sur 23 espèces observées ou théoriquement présentes, 6 sont présentes (Ablette, Carrassin, Chevesne, Épinoche, Tanche et Vairon) malgré une probabilité théorique faible (cf Tableau 6). Néanmoins, plusieurs de ces espèces sont présentes au travers d'un faible nombre d'individus (Ablette, Carrassin, Épinoche, Tanche). De plus, aucune espèce théoriquement présente n'est absente. En ce qui concerne l'Anguille européenne, on observe une bonne corrélation pour ce qui est de l'occurrence théorique. En effet, la probabilité de présence théorique sur cette station pour cette espèce est de 100% et est en accord avec les effectifs capturés.

Tableau 6: Effectifs capturés et probabilité de présence théorique des espèces associées au calcul de l'IPR

Nom commune	Code	Effectif capturé	Probabilité de présence théorique
Ablette	ABL	1	0,09
Anguille	ANG	252	1
Barbeau fluviatile	BAF	0	0,05
Barbeau méridional	BAM	4	0,85
Blageon	BLN	0	0,02
Brème	BBB	0	0,17
Carassin	CAS	2	0,13
Carpe commune	CCO	2	0,54
Chevesne	CHE	170	0,46
Épinoche	EPI	5	0
Gardon	GAR	0	0,20
Goujon	GOU	236	0,89
Hotu	HOT	0	0,01
Loche franche	LOF	0	0
Ombre	OBR	0	0,02
Perche	PER	0	0,13
Perche soleil	PES	37	0,81
Sandre	SAN	0	0,02
Tanche	TAN	1	0,05
Toxostome	TOX	87	0,72
Truite	TRF	0	0,01
Vairon	VAI	341	0,08
Vandoise	VAN	0	0,11

Espèce à faible probabilité de présence, présente dans l'échantillon ($p < 0.5$)

3.2. Station de Truilhas – Cesse

Informations sur la Continuité Ecologique

Le barrage de Truilhas (ROE 45703) est un seuil incliné fait de béton et de pierres taillées fait d'une seule partie de 43.5m de large et présentant une hauteur de chute totale de 2.0m. Ce seuil présentait un écoulement par surverse limité avec un faible tirant d'eau le jour de visite (05/07/22). Aucune potentielle voie de reptation pour Anguille n'a été identifiée sur cet obstacle, notamment à cause de la présence d'une chute aval conséquente (50cm).

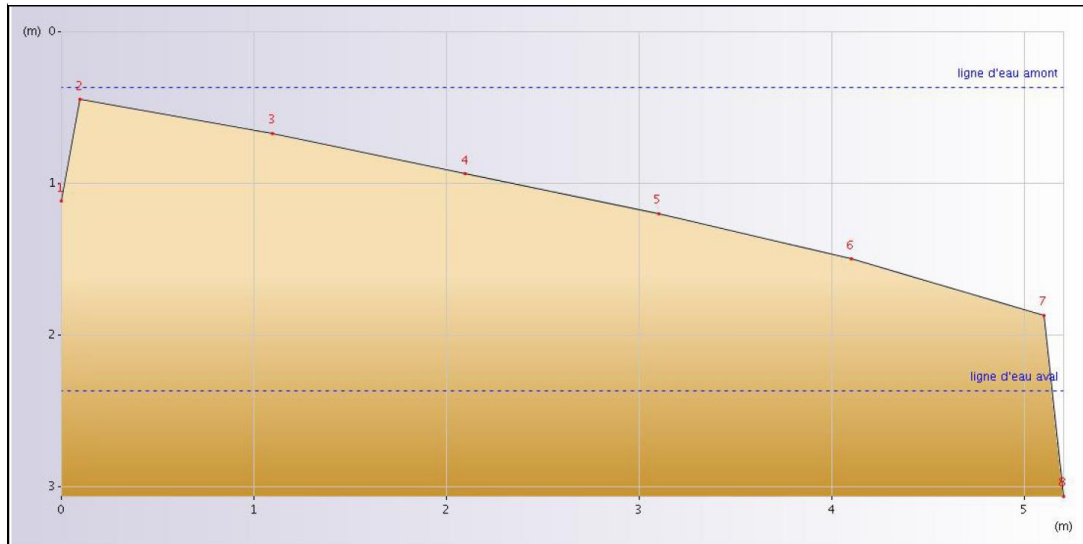


Figure 12 : Profil topographique du seuil de Truilhas

À la vue de cette géométrie de l'ouvrage (notamment la chute aval, la hauteur de chute totale et l'épaisseur du seuil), cf. figure 12, et des conditions hydrauliques ainsi que des capacités biologiques de nos espèces cibles ou repères, le score ICE de cet ouvrage est de 0. Ainsi, pour l'Alose Feinte méditerranéenne, la Lamproie Marine, le Barbeau Méridional, le Toxostome et l'Anguille jaune ou Civelle cet obstacle constitue une barrière totale. Ainsi, hors conditions exceptionnelles, il est impossible pour ces espèces de franchir par la nage ou par reptation (pour les Anguilles) cet obstacle. Ce seuil constitue donc un impact énorme pour les populations piscicoles locales ce qui peut conduire à un effet d'accumulation d'individus et d'espèces au pied de cet ouvrage et est bien évidemment un obstacle total à la montaison de ces espèces.



Figure 13. Photographie du barrage de Truilhas le 05 juillet 2022

Tableau 7: Résultats de la pêche d'inventaire Anguille/ pêche complète (1^{er} passage) sur la station de Truilhas en 2022

Surface : 893.3 m²

Espèces	P1	P2	P3	Effectif estimé	Densité brute (ind/Ha)	Classe densité brute	Biomasse brute (kg/Ha)	Classe de biomasse brute	Classe d'abondance brute
Ablette ABL	1			x	11	0.1	0	-	-
Anguille ANG	408	196	120	785	8858*	5*	155*	5*	5*
Barbeau fluviatile BAF	86			x	970	4	9	1	1
Blennie BLE	1			x	11	0.1	0	-	-
Brème commune BRE	2			x	23	1	0	-	-
Chevesne CHE	81			x	914	3	-	-	-
Epinoche EPI	3			x	34	0.1	0	-	-
Goujon GOU	156			x	1760	3	20	3	3
Loche franche LOF	16			x	181	0.1	0	-	-
Ecrevisse américaine OCL	1			x	11	-	0	-	-
Ecrevisse signal PFL	8			x	90	-	1	-	-
Pseudorasbora PSR	1			x	11	0.1	0	-	-
Spirilin ** SPI	65			x	733	4	4	3	3
Truite de rivière TRF	3			x	34	0.1	0	-	-
Vairon VAI	1341			x	15132	5	11	3	3
TOTAL - Nb Esp : 15	2173	196	120						

Biomasse des chevaines non mesurée sur le terrain

x : estimation impossible faute de pêche complète au 2^{ème} (et 3^{ème}) passage

* : estimation de la population d'anguille au travers de la méthode De Lury

En 2022, 724 anguilles ont été pêchées à l'aval du barrage de Truilhas sur la Cesse. L'effectif estimé est de 785 individus pour cette espèce sur cette station. Cela représente une densité estimée de 8858 individus par hectare et une biomasse estimée de 155 kg/ha (cf Tableau 7).

Ces résultats correspondent à une classe de densité estimée de 5 et une classe de biomasse estimée de 5 soit une très forte abondance globale.

De plus, même si c'est un protocole Anguille qui a été appliqué le jour des prélèvements, l'ensemble des espèces présentes ont été échantillonnées au travers d'une « pêche complète » lors du 1^{er} passage. Ainsi, grâce à cet ensemble de données, on peut voir que les Anguilles représentent 19% de l'effectif piscicole du 1^{er} passage et 71% de la biomasse piscicole du 1^{er} passage (si l'on exclut les Chevesnes dont la biomasse n'a pas pu être mesurée sur le terrain). Cela appuie les données des classes de densité et d'abondance et confirme que les Anguilles ont une très forte abondance sur cette station.

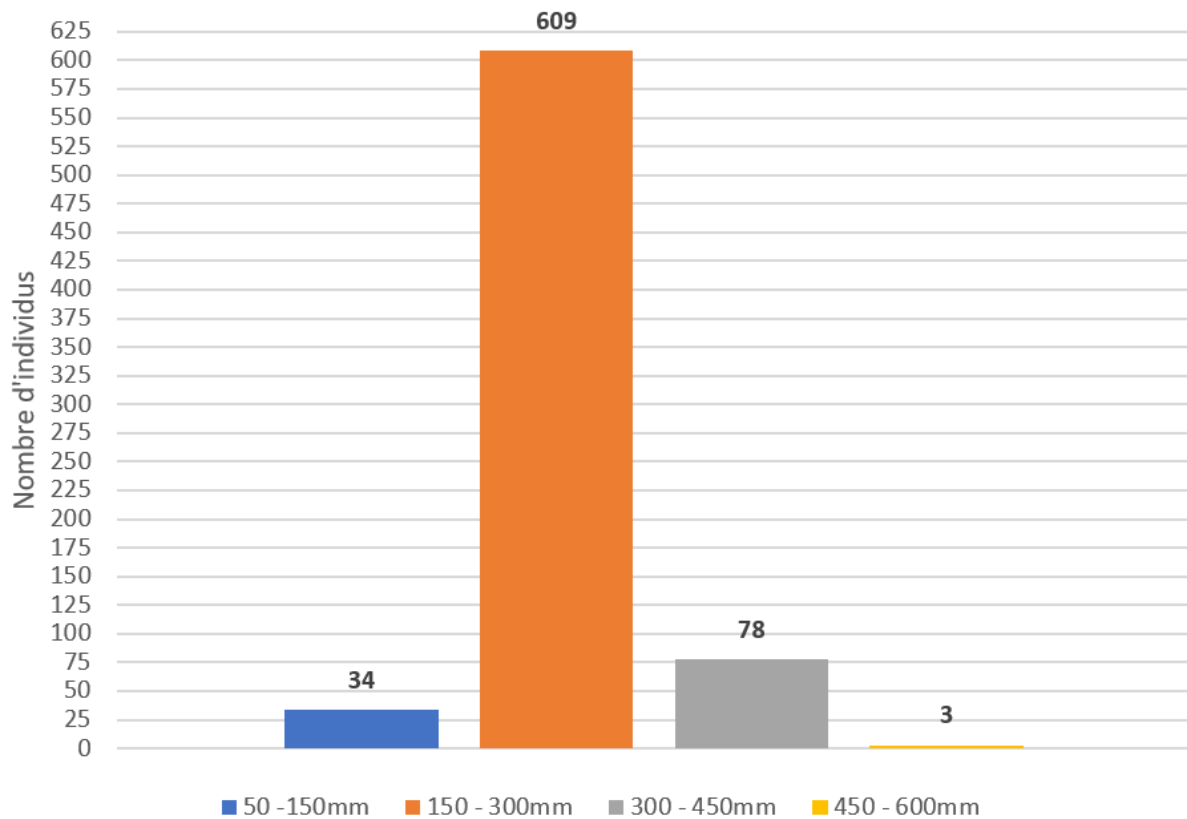


Figure 14 : Structure en classes de taille des Anguilles échantillonnées en 2022 sur la station de Truilhas

On peut voir, au travers de la figure 14, que la population d'Anguilles de cette station est très largement dominée par les Anguilles jaunes d'au moins 2 étés en migration anadrome (classe 150 - 300mm) (84% des effectifs totaux). Les proportions de jeunes Anguilles d'un ou deux ans (classe 50 - 150mm) (5% des effectifs totaux) et d'individus sédentaires (voire en migration catadrome pour certains mâles) (classe 300 - 450mm) (11% des effectifs totaux) sont beaucoup plus faibles. Quant aux grands individus (classe 450 - 600mm), ils sont très peu représentés sur cette station avec seulement 3 individus. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus en 2021 sur cette station avec respectivement 6%, 79%, 14% et 1% pour les 4 classes de tailles dans l'ordre croissant.

Cependant, la nette domination de la classe de taille comprise entre 150 et 300 mm, regroupant les jeunes en cours de montaison, (84% des effectifs totaux) traduit une probable accumulation d'individus par blocage de leur migration anadrome par un obstacle en amont : le barrage de Truilhas. Cela est en accord avec ce que laissait présager l'ICE réalisé sur cet obstacle. De plus, l'un des facteurs pouvant expliquer la quasi inexistence d'individus de classe 450 - 600mm pourrait être la forte pression de sélection induite par cet obstacle rendant difficile la croissance des individus sur le long terme.

Biotypologie de Verneaux

Le Niveau Typologique Théorique (NTT) calculé pour la station est de 6.5, soit la zone B7- (équivalent de la zone à Barbeau sur la zonation de Huet). Ainsi, la diversité spécifique optimale sur cette station est de 18 espèces (Niveau Typologique Ichtyologique). Selon cet outil, la classe d'abondance théorique de l'Anguille sur cette station est « moyenne » (classe 3). Ainsi, l'Anguille européenne est en forte surabondance sur cette station vis-à-vis des valeurs théoriques, tout comme en 2021. Cette accumulation d'individus peut, de nouveau, sans doute s'expliquer par l'effet bloquant du seuil, stoppant la migration anadrome des individus. La pêche n'étant pas « complète » sur 2 passages pour

les autres espèces, les estimations de densité et de biomasse sont impossibles à calculer et donc de comparer le peuplement observé à la théorie. Néanmoins si toutes les espèces de la station ont bien été échantillonnées au 1^{er} passage alors 5 espèces sont manquantes parmi la liste d'espèces potentiellement présentes sur cette station d'après la biotypologie de Vernaux. Il est possible que ce soit la forte pression de sélection associée à l'effet bloquant du seuil qui soit en partie responsable de cette altération du peuplement piscicole.

Indice Poisson Rivière


Grâce au fait que lors du premier passage de cette pêche, toutes les espèces aient été échantillonnées, le calcul d'un Indice Poisson Rivière (IPR) est possible. La note IPR sur cette station en 2022 est de 14.7 ce qui équivaut à une bonne qualité du peuplement piscicole.

Lorsqu'on s'intéresse aux différentes métriques associées à l'IPR, on peut voir que malgré le fait que le score IPR soit assez bon, certaines métriques présentent un écart significatif avec leurs valeurs théoriques et traduisent donc un peuplement observé s'éloignant quelque peu du peuplement de référence (cf Tableau 8). En effet, le peuplement local semble avant tout présenter une densité totale d'individus trop importante vis-à-vis de la référence. En effet, cette métrique représente à elle seule plus de la moitié de la note totale. Au sein de cette densité totale, celle des individus omnivores semble particulièrement importante et assez éloignée de la référence. Ainsi, les métriques de l'IPR semblent donc elles aussi confirmer une accumulation d'individus sur cette station, imputable au barrage de Truilhas.

Tableau 8: Synthèse des différentes métriques participant à l'IPR sur la station de Truilhas en 2022

Synthèse des résultats					
Métrique	Sigle	Valeur théorique	Valeur observée	Probabilité*	Score associé
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	2,7	3	0,6	1
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	2,9	4	0,9	0,3
Nombre total d'espèces	NTE	9,7	11	0,6	1,1
Densité d'individus tolérants	DIT	0,1	0,1	0,5	1,5
Densité d'individus omnivores	DIO	0	0,1	0,3	2,3
Densité d'individus invertivores	DII	0	0,7	1	0
Densité totale d'individus	DTI	0,2	2,4	0	8,7
Valeur totale de l'I.P.R.					14,7
Classe de qualité					Bonne

*: Probabilité que l'écart entre métrique observé et théorique corresponde à une situation de référence (si p = 1, alors le score de la métrique est nul)

 Métriques présentant un écart significatif avec leurs valeurs théoriques.

En 2021, l'IPR sur cette station était comparable avec une note de 12.7 et encore une fois une problématique de densité d'individus omnivores et de densité totale d'individus néanmoins moins importante (score DTI=4.1). En revanche l'IPR notait aussi cette année-là une légère problématique de densité d'individus tolérants (score DIT=1.6) mais surtout une problématique de nombre total d'espèces (score NTE=4).

Pour ce qui est des probabilités de présence théoriques (associées à l'IPR) des différentes espèces locales en 2022, le peuplement observé présente quelques différences par rapport au peuplement de

référence. En effet, sur 25 espèces observées ou théoriquement présentes, 7 sont présentes (Ablette Barbeau Fluvatile, Brème, Épinoche, Loche Franche, Spirlin et Truite) malgré une probabilité théorique faible (dont certaines au travers d'un faible nombre d'individus) et 6 sont absentes (Barbeau Méridional, Carpe Commune, Gardon, Perche Soleil, Toxostome, Vandoise) malgré une probabilité théorique forte (cf Tableau 9). Ces résultats sont en accord avec la biotypologie qui, elle, indiquait 5 espèces manquantes à son peuplement théorique sur cette station. À noter que l'absence de la Perche Soleil, espèce envahissante est un bon point pour le peuplement piscicole. En ce qui concerne l'Anguille européenne, on observe une bonne corrélation pour ce qui est de l'occurrence théorique. En effet, la probabilité de présence théorique sur cette station pour cette espèce est extrêmement élevée et est en accord avec les effectifs capturés.

Tableau 9: Effectifs capturés et probabilité de présence théorique des espèces associées au calcul de l'IPR

Nom commune	Code	Effectif capturé	Probabilité de présence théorique
Ablette	ABL	1	0,41
Anguille	ANG	724	0,99
Barbeau fluvatile	BAF	785	0,4
Barbeau méridional	BAM	0	0,85
Blageon	BLN	0	0,02
Brème	BBB	2	0,26
Brochet	BRO	0	0,09
Carassins	CAS	0	0,05
Carpe commune	CCO	0	0,53
Chevesne	CHE	81	0,97
Épinoche	EPI	3	0
Gardon	GAR	0	0,81
Goujon	GOU	156	0,97
Hotu	HOT	0	0,07
Loche franche	LOF	16	0,26
Ombre	OBR	0	0,02
Perche	PER	0	0,12
Perche soleil	PES	0	0,52
Sandre	SAN	0	0,04
Spirlin	SPI	65	0
Tanche	TAN	0	0,22
Toxostome	TOX	0	0,77
Truite	TRF	3	0,01
Vairon	VAI	1341	0,75
Vandoise	VAN	0	0,55

Espèce à faible probabilité de présence, présente dans l'échantillon ($p < 0,5$)

Espèce à forte probabilité de présence, absente de l'échantillon ($p > 0,5$)

3.3. Station du barrage VNF – Orbiel

Informations sur la Continuité Ecologique

Le barrage VNF d'alimentation en eau du Canal du midi (ROE 45715) est un seuil/mur vertical de 250m de long dont le seul écoulement se fait sous une vanne en charge (environ 1m de colonne d'eau en charge) et représentant une hauteur de chute totale de 3.11m. Le protocole ICE n'a donc pu être réalisé au niveau de cette vanne pour des raisons de faisabilité technique et de sécurité évidente. Néanmoins cette vanne en charge induisait des vitesses et débits rédhitoires au passage de toutes les espèces cibles ou repères locales. L'ICE a donc été réalisé faute de mieux sur le barrage en lui-même dont le profil est représenté sur la figure 15. Aucune voie de reptation pour Anguille n'a évidemment pu être identifiée sur cet obstacle.

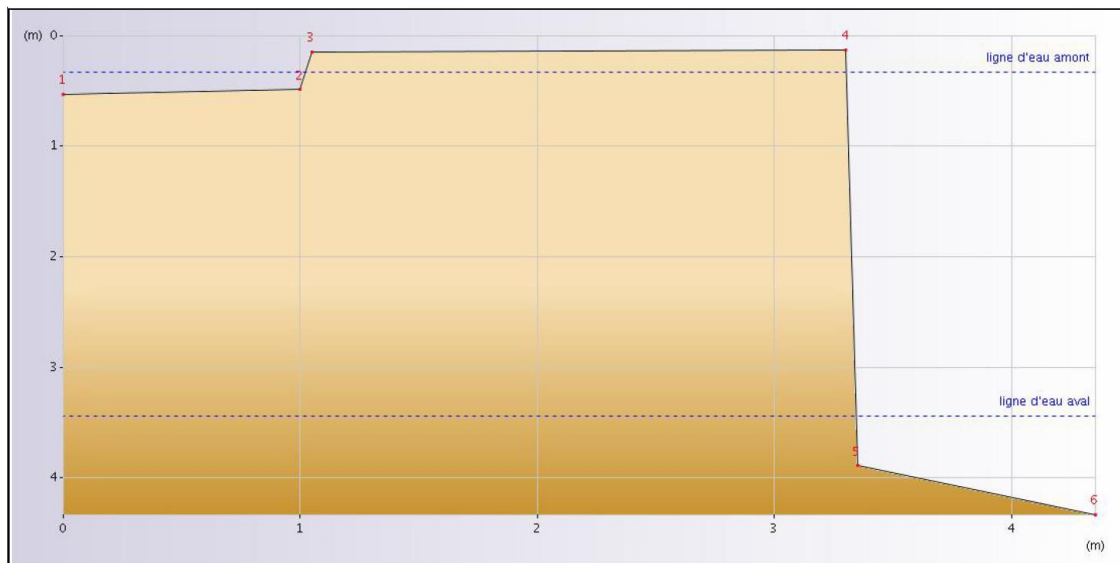


Figure 15 : Profil topographique du barrage VNF

À la vue de sa géométrie, le score ICE de cet ouvrage est évidemment de 0. Ainsi, pour la Vandoise Rostrée, la Bouvière, le Barbeau Méridional, le Toxostome et l'Anguille jaune ou Civelle cet obstacle constitue une barrière totale. Ainsi, hors conditions exceptionnelles, il est impossible pour ces espèces de franchir par la nage ou par reptation (pour les Anguilles) cet obstacle. Ce seuil constitue donc un impact énorme pour les populations piscicoles locales ce qui peut conduire à un effet d'accumulation d'individus et d'espèces au pied de cet ouvrage et est bien évidemment un obstacle total à la montaison de ces espèces.



Figure 16 : Photographies du barrage VNF (A) et de la vanne en charge (B), seule exutoire de l'obstacle le 22 juin 2022

Tableau 10: Résultats de la pêche d'inventaire Anguille/ pêche complète sur la station du barrage VNF en 2022

Surface : 1168.9 m²

Espèces	P1	P2	P3	Effectif estimé	Densité brute (ind/Ha)	Classe densité brute	Biomasse brute (kg/Ha)	Classe de biomasse brute	Classe d'abondance brute
Anguille	ANG	17	6	1	26	223*	40*	2*	2*
Barbeau fluviatile	BAF	475			x	4081	87	4	4
Chevesne	CHE	83			x	713	32	2	2
Goujon	GOU	1046			x	8988	43	5	5
Gremille	GRE	1			x	9	0	-	-
Loche franche	LOF	392			x	3368	4	1	1
Ombre commun	OBR	1			x	9	1	0.1	0.1
Perche soleil	PES	1			x	9	0	-	-
Pseudorasbora	PSR	1			x	9	0	-	-
Sandre	SAN	3			x	26	3	1	1
Spirilin	SPI	1759			x	15114	66	5	5
Toxostome	TOX	32			x	275	8	1	1
Truite de rivière	TRF	5			x	43	7	1	0.1
Vairon	VAI	558			x	4795	6	2	2
Vandoise	VAN	9			x	77	1	0.1	0.1
TOTAL - Nb Esp : 15	4383	6	1						

x : estimation impossible faute de pêche complète au 2^{ème} (et 3^{ème}) passage

* : estimation de la population d'anguille au travers de la méthode De Lury

En 2022, 24 Anguilles ont été pêchées à l'aval du barrage de la prise d'eau pour l'alimentation du Canal du midi sur l'Orbiel. L'effectif estimé est de 26 individus pour cette espèce sur cette station. Cela représente une densité de 223 individus par hectare et une biomasse de 40 kg/ha (cf Tableau 10).

Ces résultats correspondent à une classe de densité estimée de 2 et une classe de biomasse estimée de 3 soit une assez faible abondance globale.

De plus, même si c'est un protocole Anguille qui a été appliqué le jour des prélèvements, l'ensemble des espèces présentes a été échantillonné au travers d'une « pêche complète » lors du 1^{er} passage. Ainsi, grâce à cet ensemble de données, on peut voir que les Anguilles représentent une part infime de l'effectif piscicole du 1^{er} passage (0.4%) et 11% de la biomasse piscicole du 1^{er} passage. Cela appuie les données des classes de densité et d'abondance et confirme que les Anguilles ont une assez faible abondance sur cette station.

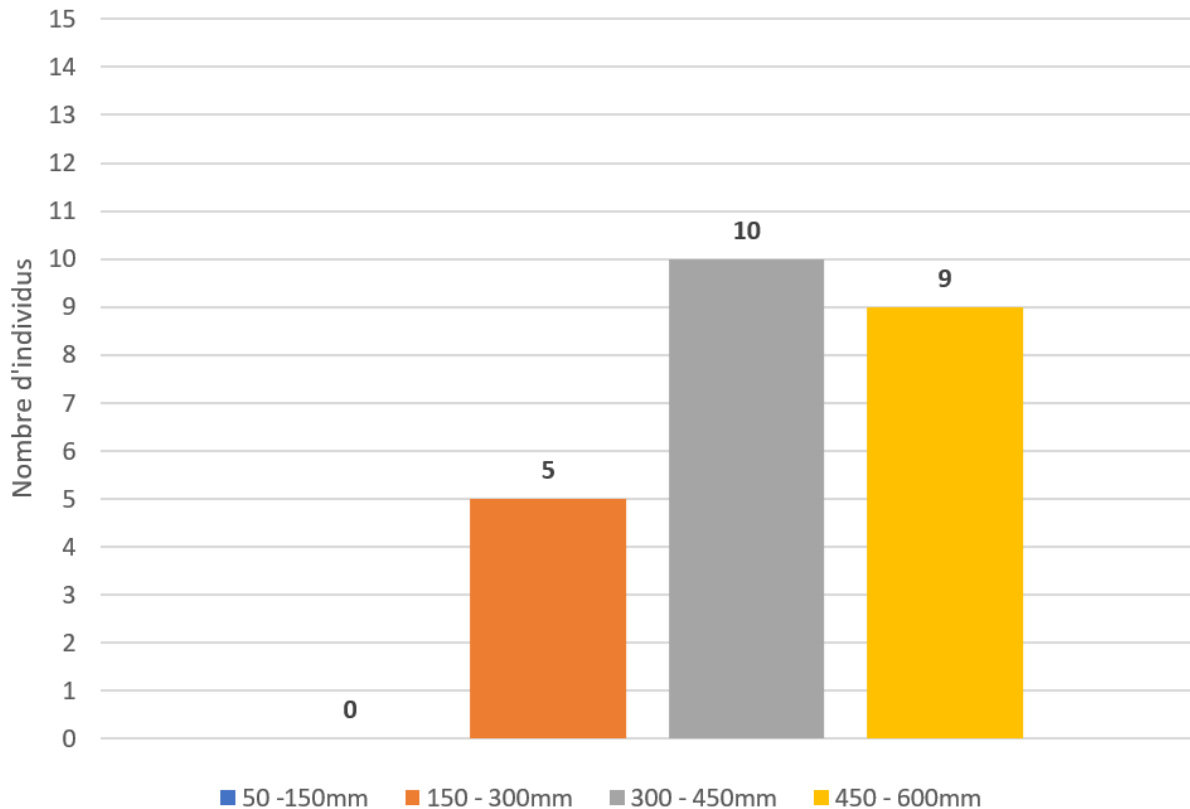


Figure 17 : Structure en classes de taille des anguilles échantillonnées en 2022 sur la station du barrage de VNF

On peut voir, au travers de la figure 17, que la faible population d'Anguilles de cette station est composée d'individus assez âgés : 21% d'Anguilles jaunes d'au moins 2 étés en migration anadrome (classe 150 - 300mm), 42% d'individus sédentaires (voire en migration catadrome pour certains mâles) (classe 300 - 450mm) et 37% de grands individus (classe 450 - 600mm) dont un individu de plus de 750mm et d'environ 1.1kg. En revanche il n'y a aucune jeune Anguille d'un ou deux ans (classe 50 - 150mm).

Le recrutement inexistant de ces jeunes Anguilles (classe 50 - 150mm) peut éventuellement être expliqué par l'éloignement de la station vis-à-vis de la mer rendant difficile l'accès à cette dernière pour ce jeune stade. De plus, même si la population d'Anguille est de manière absolue assez faible, elle est en revanche assez importante pour une station aussi « haute » sur le bassin versant de l'Aude et est bien plus importante que n'importe quelle autre population d'Anguille de l'Orbiel. Ainsi, le barrage VNF de l'Orbiel semble lui aussi bien induire un effet bloquant pour l'Anguille, en accord avec ce que laissait présager l'ICE réalisé sur cet obstacle.

Biotypologie de Verneaux

Le Niveau Typologique Théorique (NTT) calculé pour la station est de 5.18, soit la zone B5+ (équivalent de la zone à Ombre sur la zonation de Huet). Ainsi, la diversité spécifique optimale sur cette station est de 9 espèces (Niveau Typologique Ichtyologique). Selon cet outil, la classe d'abondance théorique de l'Anguille sur cette station est « faible » (classe 1). Ainsi, l'Anguille européenne est en surabondance sur cette station vis-à-vis des valeurs théoriques. Cette accumulation d'individus peut, de nouveau, sans doute s'expliquer par l'effet bloquant du seuil, stoppant la migration anadrome des individus. La pêche n'étant pas « complète » sur 2 passages pour les autres espèces, les estimations de densité et

de biomasse sont impossibles à calculer, rendant impossible également la comparaison entre le peuplement observé et la théorie. Néanmoins, d'après les espèces échantillonnées lors du 1^{er} passage, aucune espèce théoriquement présente n'est manquante. Au contraire, de nombreuses espèces sont présentes malgré une absence théorique (Grémille, Pseudorasbora, Perche Soleil, Sandre, ...). Cette accumulation d'individus et d'espèces peut, de nouveau, sans doute s'expliquer par l'effet bloquant du seuil, stoppant la migration anadrome des individus dans le cas de l'Anguille.

Indice Poisson Rivière


Grâce au fait que lors du premier passage de cette pêche, toutes les espèces aient été échantillonnées, le calcul d'un Indice Poisson Rivière (IPR) est possible. La note IPR sur cette station en 2022 est de 25.6 ce qui équivaut à une qualité médiocre du peuplement piscicole.

Lorsqu'on s'intéresse aux différentes métriques associées à l'IPR, on peut voir que certaines sont plus pénalisantes et contributives au score IPR total. En effet, certaines métriques présentent un écart significatif avec leurs valeurs théoriques et traduisent donc un peuplement observé s'éloignant du peuplement de référence (cf Tableau 11). En effet, le peuplement local semble avant tout présenter un nombre total d'espèces et une densité totale d'individus bien trop importants vis-à-vis de la référence. Ces résultats sont en accords avec la biotypologie indiquant la présence de nombreuses espèces malgré une absence théorique. De plus, la station semble héberger une densité d'individus tolérants et une densité d'individus omnivores bien trop importantes, ce qui conduit à une densité totale d'individus si forte et éloignée de la référence. Ainsi, les métriques de l'IPR semblent donc elles aussi confirmer une accumulation d'individus et d'espèces sur cette station, imputable au barrage VNF.

Tableau 11: Synthèse des différentes métriques participant à l'IPR sur la station du barrage VNF en 2022

Synthèse des résultats					
Métrique	Sigle	Valeur théorique	Valeur observée	Probabilité*	Score associé
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	2,7	6	1	0
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	3	6	1	0
Nombre total d'espèces	NTE	9,1	14	0	6,1
Densité d'individus tolérants	DIT	0	0,4	0,1	4,5
Densité d'individus omnivores	DIO	0	0,1	0,2	3,3
Densité d'individus invertivores	DII	0	2,4	1	0
Densité totale d'individus	DTI	0,2	3,8	0	11,6
Valeur totale de l'I.P.R.					25,6
Classe de qualité					Médiocre

*: Probabilité que l'écart entre métrique observé et théorique corresponde à une situation de référence (si p = 1, alors le score de la métrique est nul)

 Métriques présentant un écart significatif avec leurs valeurs théoriques.

Pour ce qui est des probabilités de présence théoriques (associées à l'IPR) des différentes espèces locales, le peuplement observé présente quelques différences par rapport au peuplement de référence. En effet, sur 28 espèces observées ou théoriquement présentes, 7 sont présentes (Grémille, Ombre Commun, Perche Soleil, Sandre, Spirin, Toxostome et Truite) malgré une probabilité théorique faible (dont certaines sont présentes au travers d'un faible nombre d'individus) et 2 sont absentes (Barbeau Méridional et Gardon) malgré une probabilité théorique forte (cf Tableau 12). Néanmoins

l'absence du Barbeau Méridional n'est pas anormale étant donné la présence du Barbeau Fluvial et la difficulté d'échantillonner les deux espèces sur une même station (du moins sans introgression). En ce qui concerne l'Anguille européenne, la probabilité de présence théorique sur cette station pour cette espèce est extrêmement élevée. Cela est en accord avec le fait que même si la population locale de cette espèce ne compte que 24 individus, elle est en réalité assez importante. En effet, pour une station aussi « haute » sur le bassin versant de l'Aude ce nombre est notable et est bien plus important que pour n'importe quelle autre population d'Anguille de l'Orbiel.

Tableau 12: Effectifs capturés et probabilité de présence théorique des espèces associées au calcul de l'IPR

Nom commune	Code	Effectif capturé	Probabilité de présence théorique
Ablette	ABL	0	0,36
Anguille	ANG	24	0,93
Barbeau fluvial	BAF	475	0,66
Barbeau méridional	BAM	0	0,78
Blageon	BLN	0	0,12
Brème	BBB	0	0,12
Brochet	BRO	0	0,13
Carassins	CAS	0	0,02
Carpe commune	CCO	0	0,23
Chabot	CHA	0	0,02
Chevesne	CHE	83	0,98
Epinoche	EPI	0	0
Gardon	GAR	0	0,72
Goujon	GOU	1046	0,93
Gremille	GRE	1	0
Hotu	HOT	0	0,1
Loche franche	LOF	392	0,5
Ombre	OBR	1	0,1
Perche	PER	0	0,05
Perche soleil	PES	1	0,36
Rotengle	ROT	0	0,1
Sandre	SAN	3	0,02
Spiralin	SPI	1759	0
Tanche	TAN	0	0,14
Toxostome	TOX	32	0,34
Truite	TRF	5	0,12
Vairon	VAI	558	0,88
Vandoise	VAN	9	0,52

Espèce à faible probabilité de présence, présente dans l'échantillon ($p < 0,5$)

Espèce à forte probabilité de présence, absente de l'échantillon ($p > 0,5$)

IV/ Conclusion et perspectives de suivi

En conclusion, il semblerait que les trois stations d'inventaires Anguille échantillonnées en 2022 dans le département présentent des densités d'Anguilles importantes. En effet, pour les deux stations les plus en aval, la densité d'individus ou de biomasse sont très importantes. Pour la station de l'Orbiel plus en amont, l'abondance de l'espèce peut sembler plus faible dans un premier temps mais est en réalité conséquente vis-à-vis de la situation de la station et des autres données de présence d'Anguilles du cours d'eau. De plus, le Niveau Typologique Théorique de la biotypologie de Vernaux nous indique même que les Anguilles sont en surabondance vis-à-vis de la théorie sur les trois stations.

De plus, au travers de la structure en taille des populations d'Anguilles échantillonnées, on s'aperçoit que l'écrasante majorité des individus (surtout sur les deux stations les plus à l'aval) appartient au stade de jeunes Anguilles jaunes en phase de montaison. De telles proportions d'une même classe de taille d'individus regroupés au même endroit semblent être induites par un blocage de la phase de migration anadrome de ces individus. Cela semble nous confirmer l'infranchissabilité des deux obstacles présents en amont de nos trois stations d'échantillonnage.

Ces données sont soutenues par les mesures ICE qui classent les seuils de l'Orbiel et de la Cesse comme totalement infranchissables pour les Anguilles et toute autre espèce piscicole sauf conditions exceptionnelles. Le seuil de la Berre est classé quant à lui tout aussi imperméable au passage par la nage de n'importe quelle espèce piscicole mais plus perméable aux Anguilles le franchissant par reptation. En effet, cet obstacle est classé comme barrière franchissable à impact limité pour les Civelles et barrière partielle à impact significatif pour les Anguilles jaunes. Néanmoins le barrage du Lac est loin d'être exempt d'impact sur les Anguilles. Il reste en effet infranchissable une partie de la période de migration (notamment en période d'étiage où notre inventaire a été réalisé) pour une fraction significative de la population. De plus il freine tout de même la vitesse de migration anadrome et son franchissement épuise certains individus le reste de l'année.

Pour ce qui est de l'IPR, ce dernier indique une qualité médiocre du peuplement piscicole des stations de la Berre et de l'Orbiel imputable à une diversité spécifique trop importante et une densité d'individus totale aussi trop importante vis-à-vis de la référence. Pour la station de la Cesse, l'IPR indique un peuplement piscicole de bonne qualité mais tout de même perturbé par une densité d'individus trop forte vis-à-vis de la référence. Les probabilités de présence théoriques associées à l'IPR semblent indiquer aussi le « manque », en accord avec la biotypologie de Vernaux, de 6 espèces avec des probabilités de présences théoriques élevées. Cela traduit encore les perturbations et pressions exercées par les obstacles à l'amont de nos stations.

Ainsi, l'Anguille européenne est bien présente à l'aval de ces trois cours d'eau que sont la Berre, la Cesse et l'Orbiel mais la colonisation de ces derniers est entravée par des obstacles dans le lit du cours d'eau. Ces obstacles perturbent aussi fortement le reste des populations piscicoles avec une accumulation systématique d'individus et d'espèces dans le cas de la Berre et l'Orbiel. L'objectif sera donc de poursuivre le suivi sur le long terme des populations d'Anguilles et des autres espèces piscicoles de ces cours d'eau au rythme des éventuelles actions de restauration de la continuité écologique qui pourraient être entreprises.

Bibliographie

- CAMPTON P., GEORGEON M., LEBEL I., 2010. Étude des conditions de migration anadrome de l'Anguille (*Anguilla anguilla*) sur les fleuves côtiers méditerranéens : Berre, Orbieu, Fresquel, Jaur, Gapeau, Real Martin, Brague, Cagne, Var, Paillons. Campagne d'étude 2009 - Rapport annexe. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 422p.
- CASSAMAJOR (de) M.N., 1997. Cycle biologique de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Dixièmes rencontres interrégionales de l'AGLIA, Saint Jean de Luz, 37-45
- DURIF C.M.F., VAN GINNEKEN V., DUFOUR S., MÜLLER T., ELIE P., 2009, Seasonal Evolution and Individual Differences in Silvering Eels from Different locations., Van den Thillart et al., Spawning Migration of the European Eel., Springer Science + Business Media B.V., Chapter 2, pp.13-38.
- ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTRELLE I., CHARLON N., 1982, Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L. (poisson téléostéen anguilliforme)., Vie et Milieu 32 :149-157.
- ELIE P., 1998. Vie d'anguille. Eaux libres, 24 : 4-7
- FINIGER, 1976, Contribution à l'étude biologique et écologique des civelles (*Anguilla anguilla* Linné 1758) lors de leur pénétration dans un étang méditerranéen. Vie Milieu, 26, 123-144.
- LAFFAILLE P. et LAFAGE D., 2003. Organisation spatiale et évaluation de l'état des stocks d'anguilles du bassin versant de l'Aulne. Rapport final. Contrat de Plan Etat-Région 2000-2006. Fédération du Finistère pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 63 pp.
- LAMBREMON J., CAMPTON P., 2021. Étude de la colonisation de l'Arc par l'Anguille européenne. Campagne d'Études 2020. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 33p + Annexes
- LECOMTE-FINIGER R., 1994, The early life of the European eel. Nature, 370 : 424 p.
- MCCLEAVE J.D., BRICKLEY P.J., O'BRIEN K.M., KISTNER D.A., WONG M.W., GALLAGHER M., WATSON S.M., 1998. Do leptocephali of the European eel swim to reach continental waters ? Status of the question., Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 78, 285-306.
- TESCH F.W., 1977, The eel. Biology and management of anguillid eels. Chapman & Hall. 434 p.
- TESCH F.W., WEGNER G., 1990, The distribution of small larvae of *Anguilla* Sp. Related to hydrographic conditions between Bermuda and Puerto Rico, Internationale revue der gesamtem Hydrobiologie, 6 :845-858.
- WESTERBERG H., 1979, Counter-current orientation in the migration of the European eel. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 174 : 134-143.