



- RAPPORT D'ETUDE -



Suivi de la passe piège à anguilles du barrage E.D.F. de Mallemort sur la Durance

Campagne 2023

RIVOALLAN D., VILDIER M. • Novembre 2024



Photo de couverture
(© Association Migrateurs Rhône-Méditerranée)

Réalisation du suivi terrain et acquisition des données :

Maud VILDIER, John CONGIU, Delphine RUIZ (ARFPPMA PACA),
Accompagnés de Clément MOUGIN, Benjamin SOPENA, Laurent BENON, Guy PERONA, Paolo
BERNINI (FDAAPPMA 13). L'appui de la FDAAPPMA 13 est soutenu par l'Agence de l'Eau RMC
et la région Sud Provence Alpes Côte d'Azur

Analyses de données et rédaction du rapport :

Damien RIVOALLAN (MRM)

Relecture du rapport :

Maud VILDIER (ARFPPMA PACA), Julie MOSSERI (EDF)

Référence à citer

RIVOALLAN D., VILDIER M., 2024. Suivi de la passe piège à anguilles du barrage E.D.F. de Mallemort sur la Durance. Campagne 2023. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 20p.

1 Contexte et objectifs

1.1 L'anguille européenne et les enjeux de sa conservation sur le bassin versant de la Durance

a) Présentation succincte de l'anguille européenne

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un migrateur amphihalin thalassotoque, qui se reproduit au large des côtes américaines dans la mer des Sargasses, avant de venir grandir dans les cours d'eau européens. Cette espèce atypique possède un cycle de vie complexe (cf *Figure 1*), au cours duquel les individus subissent de multiples métamorphoses. Pour plus de précisions sur les différentes phases du cycle de vie de cette espèce, vous pouvez consulter la page dédiée sur le site de l'[observatoire des poissons migrants](#).

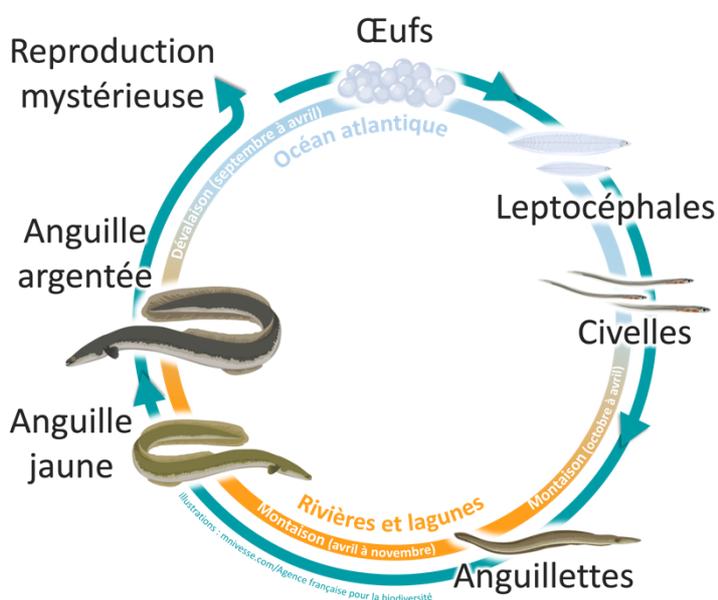


Figure 1 : Cycle de vie de l'anguille européenne (© MRM)

Autrefois très abondante, l'anguille européenne a connu un effondrement de ses effectifs depuis les années 1970¹, avec une baisse des stocks à l'échelle mondiale de plus de 90%.

De multiples facteurs sont impliqués dans ce déclin rapide de l'espèce : pollution des eaux continentales, obstacles à la migration, surpêche, braconnage, changement climatique, etc.

De fait, l'anguille européenne est aujourd'hui classée En danger Critique d'Extinction par l'UICN au niveau mondial.

b) Des plans de gestions pour assurer la protection et le suivi de l'espèce

En réponse à ce déclin, un règlement européen (n° 1100/2007) a été instauré en 2007 afin de sauvegarder l'espèce, puis transcrit en France sous la forme d'un Plan National de Gestion de l'Anguille (PGA). A l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée, ce PGA est mis en œuvre de façon concrète par l'intermédiaire du PLAGEPOMI (Plan de Gestion des Poissons Migrateurs), un document d'orientation qui fixe des objectifs à atteindre en termes de colonisation des espèces, et identifie des besoins de connaissances spécifiques.

Les différentes versions du PLAGEPOMI déclinées depuis 2009 ont notamment permis d'engager de nombreux suivis relatifs à l'anguille en Rhône-Méditerranée, qui confirment l'intérêt majeur de l'axe rhodanien pour la migration de cette espèce².

¹ : DEKKER W., 2003. Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action. Fisheries, 28(12): 28-30.

² : LAMBREMON J., RIVOALLAN D., 2023. Suivi des passes-pièges à anguilles sur le Rhône aval. Campagne d'Études 2022. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 16 p.

1.2 Les potentialités de colonisation de l'Anguille européenne sur la Durance

a) Un axe majeur pour la migration des anguilles en Méditerranée...

La Durance, étant donné ses dimensions et sa position sur le bassin rhodanien (premier affluent du Rhône en rive gauche), constitue un enjeu majeur pour la sauvegarde de l'anguille, clairement identifiée par le PLAGEPOMI actuel, qui couvre la période 2022-2027.

Ce fort intérêt vis-à-vis de la conservation de l'espèce avait notamment été mis en avant par une étude réalisée par MRM en 2016³, qui avait montrée la présence de fortes densités d'anguillettes sur les secteurs les plus avals du bassin (Anguillon et Malautière) situés entre la confluence et le barrage de Bonpas, mais également une forte baisse des densités sur les secteurs amont, laissant supposer un certain blocage au niveau de Bonpas, malgré la présence d'une rampe de montaison depuis 2003.

L'intérêt de la Durance pour l'anguille a été confirmé les années suivantes grâce aux pêches électriques spécifiques anguillettes conduites par la Fédération de pêche des Bouches du Rhône, qui ont montrées à nouveau la large colonisation de l'Anguillon et de la Malautière (FDAAPPMA13⁴, 2021). Cette étude avait aussi permis de questionner la fonctionnalité de la passe à anguilles installée au droit du barrage de Bonpas, dont l'entrée piscicole a été constatée à plusieurs reprises hors d'eau, ou masquée par les écoulements aval du barrage. De nouvelles pêches seront effectuées en 2024 et permettront d'affiner ces éléments.

L'axe Durance est donc largement colonisé par l'anguille européenne et ce territoire offre une large potentialité de dispersion des anguillettes en phase de colonisation, ainsi que de nombreux milieux propices à la croissance de ces individus. A ce titre, la Durance est classée comme Zone d'Action Prioritaire (ZAP) pour l'anguille, depuis la confluence avec le Rhône jusqu'au barrage de Cadarache, soit un linéaire d'environ 80 km.

L'Anguillon, premier affluent rive gauche de la Durance, est également classé en ZAP Anguille jusqu'au barrage du Réal et en ZALT sur les secteurs amont.

b) ... mais de fortes contraintes anthropiques à plusieurs niveaux

- **Une hydrologie fortement contrôlée**

Le cours de la Durance a été très fortement remanié par l'Homme. Cet aménagement induit une artificialisation du fonctionnement hydrologique et une diminution globale des débits, qui peut influencer sur l'attractivité et l'accessibilité de l'axe pour les anguilles (cf *Figure 2*).

Ainsi, depuis la mise en place des différents barrages hydroélectriques sur l'axe Durance-Verdon, seul un débit réservé est laissé à la Durance en aval du lac de Serre-Ponçon, le reste alimentant le canal usinier d'EDF dont une partie se rejette actuellement dans l'Étang de Berre et une autre se rejette en aval du barrage de Mallemort, sous la forme de restitutions pouvant atteindre jusqu'à 250 m³/s.

³ : GEORGEON M., ABDALLAH Y., LEBEL I., 2016. Étude de la migration anadrome de l'Anguille européenne en basse Durance, Rapport final. Association Migrateurs Rhône Méditerranée, 39p

⁴ : FDAAPPMA 13, 2021. Suivi du recrutement de l'Anguille dans les cours d'eau des Bouches-du -Rhône, 37p.

Dès lors, la Durance est principalement alimentée en aval par :

- 1- Des débits réservés délivrés à l'aval des barrages, équivalent en moyenne au 1/20^{ème} du module de la Durance, soit 9,2 m³/s en aval de Mallemort (module = 180 m³/s) ;
- 2- Au barrage de Bonpas, le débit réservé est limité à 1/40^{ème} du débit entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre (soit 4,7m³/s), à 1/20^{ème} du débit (soit 9,4m³/s) du 1^{er} octobre au 15 avril puis à 15m³/s du 15 avril au 30 juin.
- 3- Le régime de restitution en aval de Mallemort pour répondre aux limitations de turbinage vers l'étang de Berre. Le débit restitué est très variable (de 9,2 à 250 m³/s), avec de très fortes variations intra- et inter-journalières.
- 4- Les débits des affluents situés en aval du barrage de Serre-Ponçon.

Il faut également noter qu'une partie des eaux qui atteignent Mallemort sont détournées pour un usage agricole dans un canal d'irrigation. De même, des débits sont fournis pour l'agriculture à la prise d'eau de Bonpas.

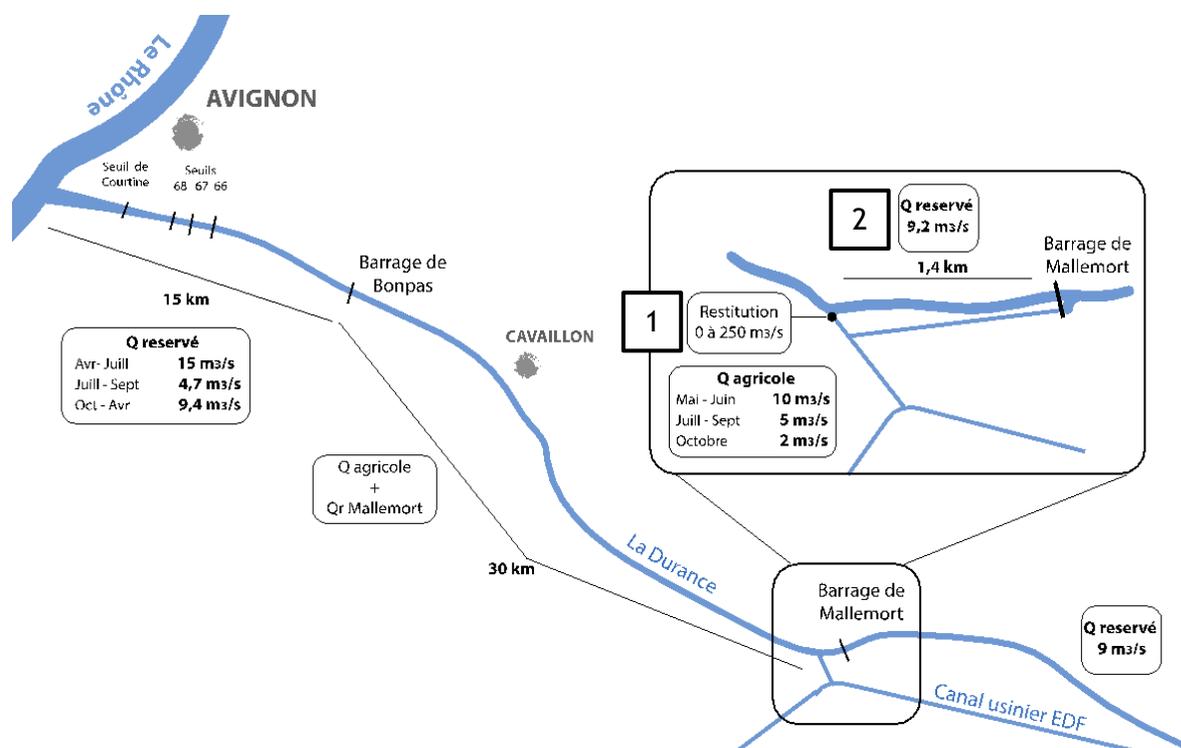


Figure 2 : Schéma du fonctionnement hydrologique de la Durance à l'aval du bassin

- **De nombreux obstacles à la continuité écologique**

Comme introduit précédemment, plusieurs ouvrages successifs viennent actuellement impacter la dynamique migratoire de l'anguille européenne sur la Durance (cf Figure 3) et plus globalement la continuité piscicole dans son ensemble.

Les 4 premiers seuils (Courtine, 68, 67 et 66) sont relativement franchissables par les anguillettes, qui peuvent les traverser grâce à leurs capacités de reptation. Ce mode de déplacement particulier nécessite toutefois le maintien d'une certaine humidité sur les parties maçonnées. La présence de ces ouvrages (et leur cumul) est néanmoins susceptible d'engendrer un retard à la migration non négligeable.

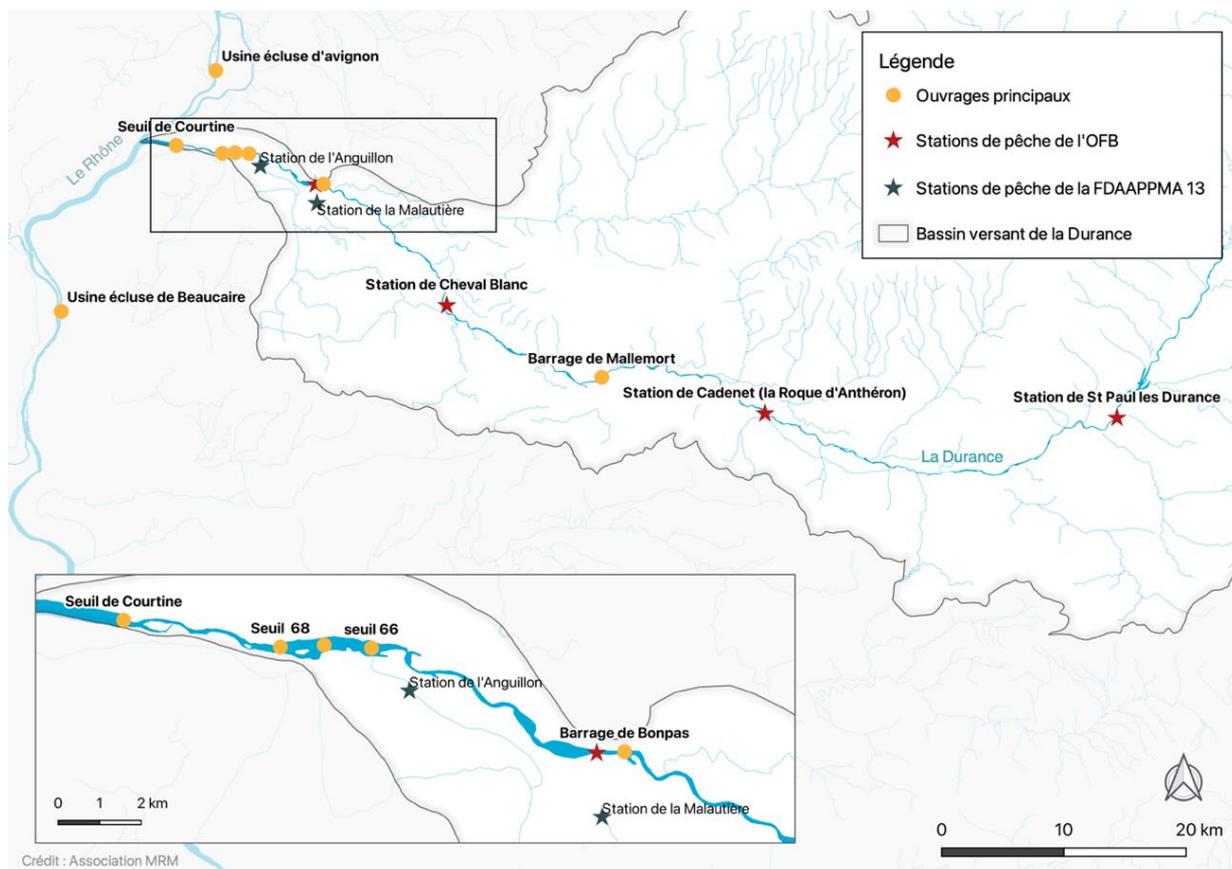


Figure 3 : Carte stations de suivis de l'OFB et de la FDAAPPMA 13, ainsi que des obstacles à la migration rencontrés sur la Durance par les anguillettes

On notera qu'en 2023, la CNR a engagé des travaux sur le seuil de Courtine afin d'améliorer l'échancrure de ce site et d'en améliorer la continuité. Les travaux ayant eu lieu entre le mois de mai et d'octobre, il est possible que ces derniers aient engendré une problématique pour la remontée des anguilles. Il est également nécessaire de noter la réalisation de travaux de dragage sur ce même secteur. L'influence de ces travaux reste difficilement quantifiable mais reste un élément de plus à prendre en compte dans la dynamique de migration des anguilles.

Par ailleurs, le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD) engage en 2024 des travaux de restauration de la continuité sur les seuils 66 (reprise de la rivière de contournement déjà existante), 67 et 68 (échancrures + rampes à macrorugosités). Ces travaux seront poursuivis en 2025 et devraient permettre un meilleur franchissement de ces seuils à partir de 2026.

Le barrage de Bonpas constitue le 5^{ème} obstacle sur la Durance. A l'origine infranchissable pour les anguilles, il a été équipé d'une rampe à microplots en 2003, mais comme évoqué précédemment, sa fonctionnalité pose à ce jour question (entrée piscicole hors d'eau ou attrait non identifiable selon les périodes et l'hydrologie).

Afin de rendre ce barrage franchissable à toutes espèces piscicoles, EDF a initié en 2023 des travaux visant d'ici 2028 à créer une passe à bassins successifs équipés de rugosités de fond. Ne sachant pas si ce dispositif serait facilement franchissable pour les anguillettes, le réseau associatif a milité auprès d'EDF et des services de l'État pour le maintien et l'amélioration de la rampe à microplots historique située en rive gauche.

Pour autant, comme cette rampe risque d'être condamnée, ou difficilement accessible pendant toute la durée des travaux, EDF a mis en place une passe-piège provisoire en rive droite afin de limiter, autant que possible, l'impact de ces travaux sur la migration des anguillettes. De plus, afin que les anguillettes ne dévalent pas dans le canal d'irrigation agricole situé à l'amont direct de l'ouvrage, une demande a été faite auprès de EDF pour mettre en place un bac de piégeage. Le réseau associatif s'est mobilisé afin d'assurer le suivi de ce piégeage et la relâche de ces anguillettes en amont du barrage de Bonpas pendant toute la durée des travaux. Ce suivi hebdomadaire a ainsi été réalisé du 25 juillet au 4 décembre pour l'année 2023 par l'Association Régionale et la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique des Bouches-du-Rhône et les résultats de ce suivi seront donc intégrés à ce rapport afin de mieux comprendre la dynamique migratoire des anguillettes sur la basse Durance.

Enfin, à l'amont de ces 5 ouvrages se trouve le barrage EDF de Mallemort, qui alimente également un prélèvement pour l'irrigation. Haut de 8 mètres et présentant une hauteur de chute susceptible d'atteindre 4,15 mètres à l'étiage, cet ouvrage était infranchissable pour l'ensemble des espèces piscicoles jusqu'en 2003 (année de construction de la passe piège à anguilles), même si des hausses significatives de débit pouvaient ponctuellement effacer partiellement ou totalement l'ouvrage.

c) Le suivi de la passe-piège à anguilles du barrage de Mallemort

Compte tenu de l'intérêt de l'axe Durance pour l'anguille, une passe-piège a été installée sur le barrage EDF de Mallemort en septembre 2003 (cf *Figure 4*). Après plusieurs années de suivi, des travaux ont été effectués en 2009 par EDF pour tenter d'améliorer l'attractivité de la passe piège.



Figure 4 : Localisation du barrage de Mallemort et de la passe-piège sur la Durance et photos du dispositif

Dès 2004, une convention triennale a été signée entre EDF, l'Association Régionale des Fédérations de PACA pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques ainsi qu'avec les Fédérations départementales des Bouches-du-Rhône et du Vaucluse, pour suivre et entretenir ce dispositif. L'association MRM a été mandatée pour analyser et interpréter les résultats des captures annuelles de la passe, qui s'intègrent aujourd'hui dans le dispositif de suivi du PLAGEPOMI 2022-2027. Depuis 2023, le suivi de la passe est assuré par l'Association Régionale, accompagnée de la Fédération départementale des Bouches-du-Rhône pour des raisons de sécurité et de compilations des données biométrie.

Située en rive gauche, la passe-piège attire les anguilles en montaison via un débit d'attrait de 20 m³/h, auquel s'ajoute un attrait provenant du débit réservé délivré au niveau du barrage.

Sur le plan scientifique, les données récoltées à Mallemort complètent chaque année celles acquises sur d'autres sites du bassin Rhône Méditerranée équipés de passes-pièges à anguilles, à savoir :

- Le comptage de civelles au niveau de la passe des Saintes-Maries-de-la-Mer ;
- Les comptages anguillettes sur le Rhône, au niveau des usines-écluses de Beaucaire (située en aval de la confluence Rhône-Durance), Avignon et Caderousse (situées en amont).

Ces éléments alimentent le dispositif de suivi du PLAGEPOMI et l'[Observatoire des poissons migrateurs en Rhône Méditerranée](#), une plateforme en ligne qui met à disposition les résultats issus des différents suivis migrateurs et propose différents contenus thématiques sur ces espèces.

2 Suivi 2023 et tendances interannuelles

2.1 Méthode et exploitation des données de captures

Le suivi de la passe-piège de Mallemort se déroule entre avril et novembre et les données de captures et de biométrie sont reportées dans un fichier partagé. Le choix de la période de suivi est issu du retour d'expérience du suivi de cette passe piège sur laquelle aucune anguille n'était capturée entre décembre et mars. Le début et la fin du suivi sont également déterminés par la température, qui doit être supérieure à 12°C, et la présence ou non d'individus dans le bac. La fréquence de relève a été réajustée en 2022 et a été définie comme suit par la convention partenariale :

Une relève de la passe à anguilles est effectuée chaque semaine, mais cette fréquence peut être ajustée en fonction des captures observées (deux fois par semaine par exemple si plus de 20 anguilles ont été capturées lors de la dernière relève). Des ajustements de ces fréquences peuvent être envisagés en cours de saison sur consultation de l'association MRM.

Sur le plan méthodologique, les anguillettes sont récupérées dans la passe et transportées en véhicule dans des bacs de 50-70L. Elles sont ensuite anesthésiées, mesurées et pesées, puis relâchées à environ 800m en amont du barrage sur une zone lentique prédéfinie.

Les captures 2023 à Mallemort sont ensuite comparées à d'autres jeux de données détaillés ci-dessous, afin d'essayer d'appréhender la dynamique migratoire de l'année :

- Des données de débits restitués en aval du barrage de Mallemort et ceux déversés à Cadarache fournis par EDF. Ce paramètre est susceptible d'influencer la migration (franchissabilité des ouvrages / variations thermiques...) et l'évolution des flux au cours de la saison.
- La température de l'eau à l'amont et à l'aval de l'ouvrage, ainsi qu'à l'aval de la restitution est fournie par le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD). Ce paramètre prépondérant dans la migration des anguillettes⁵ permet d'identifier les périodes favorables aux mouvements migratoires.
- Les données de captures d'anguillettes récoltées par l'association MRM sur d'autres passes-pièges installées sur l'axe rhodanien, au niveau du delta de Camargue et des barrages du Rhône.
- Les données de pêche électrique fournies par la FDAAPPMA 13 (voir Annexe 1), qui mène régulièrement des campagnes d'étude de la colonisation des anguillettes sur plusieurs petits tributaires de la Durance (Anguillon et Malautière notamment). Les derniers résultats proviennent de campagnes de pêche effectuées en 2021. Une nouvelle campagne sera faite en début d'année 2024.
- Les données de pêches électriques fournies par l'Office Français de la Biodiversité (voir Annexe 2). Il convient néanmoins de garder à l'esprit que ces opérations ciblent l'ensemble des espèces piscicoles et ne sont donc pas adaptées à la capture spécifique des petites anguilles.
- Les données issues de la passe-piège provisoire de Bonpas. On notera toutefois que le suivi de cette passe ne couvre pas l'entièreté de la période de migration (lancement fin juillet). Par ailleurs, des problèmes de fonctionnalité ont été identifiés au lancement de cette passe. De plus, selon l'hydrologie, le bas de la rampe pouvait être difficilement identifiable pour les anguilles (remous de la vanne 5 de l'ouvrage située à proximité de la rampe, hauteur d'eau couvrant la sortie du débit d'attrait).

Les données 2023 sont également comparées aux résultats des années précédentes afin de visualiser comment évoluent les différents paramètres observés et mieux comprendre certains constats.

2.2 Résultats du suivi

a) Flux migratoire

En 2023, **72 anguilles ont été capturées dans la passe-piège de Mallemort**, un nombre en forte baisse par rapport à l'année précédente (438), et un des plus faibles depuis le lancement du suivi. Ces captures sont ainsi bien inférieures à la moyenne de la chronique (418 individus capturés par an en moyenne sur la période 2004-2022).

⁵ : WHITE E.M. & KNIGHTS B., 1997, Environmental factors affecting migration of the European eel in the Rivers Severn and Avon, England. J. Fish. Biol., 50, 1104-1116.

Depuis le lancement du suivi le nombre moyen de captures s'élève donc à 418 anguilles par an (sur la période 2004-2022), avec un minimum de 45 captures en 2007 et un maximum de 1139 captures en 2019. La *Figure 5* illustre les fluctuations interannuelles de captures.

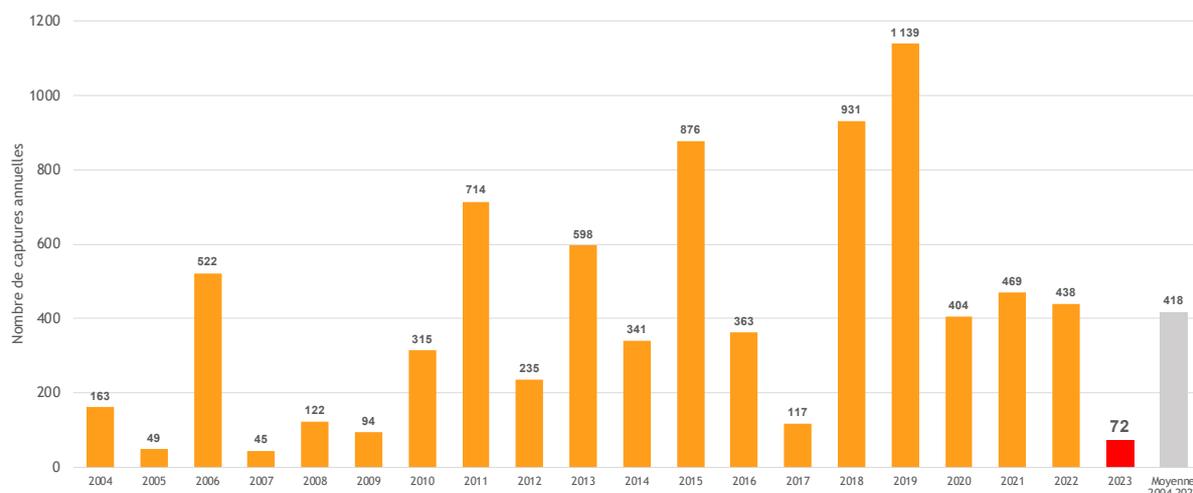


Figure 5 : Captures annuelles d'anguillettes à la passe-piège de Mallemort depuis le lancement du suivi

A la lecture de ce graphique (cf Figure 5), aucune tendance claire ne semble ressortir depuis le début du suivi. L'augmentation progressive observée depuis 2010 pourrait s'expliquer par différents éléments : augmentation du débit réservé (2014), réfection du seuil 68, travaux sur la passe à Mallemort en 2009 et ouverture des passes pièges à Beaucaire en 2007. Toutefois, entre 2010 et 2019, de fortes variations interannuelles sont observées. Puis, entre 2020 et 2022, les captures se sont stabilisées autour de 450 individus par an. En 2023 avec seulement 72 individus, le nombre de captures baisse sensiblement pour atteindre son niveau le plus bas depuis 2008.

Ainsi, l'augmentation des captures observées sur le Rhône à Beaucaire en 2022, ainsi que la hausse du recrutement en civelles ces deux dernières années (pour plus de détails, voir [partie III.3.1 en pages 16-18](#)) n'ont pour l'heure pas entraîné d'évolution significative des captures à Mallemort. Il est toutefois important de considérer les travaux ayant eu lieu sur le secteur de Courtine (reprise de l'échancrure et dragage) et sur le barrage de Bonpas en 2023 pour appréhender cette diminution des effectifs. De plus, il est nécessaire de noter que sur la fin de la période de suivi (fin octobre à début décembre), les deux passes-pièges étaient rarement en eau (les installations étant mises hors service en crue).

Le suivi de la passe-piège de Bonpas a quant à lui permis la capture de 67 individus. Ainsi, l'effectif rencontré sur ce site est également très faible. Il reste cependant important de prendre en compte les éléments précisés au préalable (problème de fonctionnalité et d'attrait, travaux effectués sur la partie aval), mais également rappeler que la période de migration n'a été que partiellement suivie.

Quoiqu'il en soit, le nombre total de captures reste très faible en comparaison des effectifs d'anguilles qui colonisent le Rhône chaque année. Il est donc délicat d'interpréter les fluctuations d'un point de vue quantitatif, mais une analyse qualitative sera néanmoins proposée par la suite.

b) Période de migration

Les effectifs étant particulièrement faibles en 2023, il convient d'appréhender les analyses avec précaution. La première capture a été observée lors de la relève du **11 avril 2023 (première relève de l'année)** et les trois dernières lors de la relève du **10 octobre**.

La fenêtre de migration principale, définie comme le nombre de jours nécessaires pour observer 90 % des passages de la saison, s'est étalée sur **149 jours** (66 captures observées entre le 24/04 et le 19/09/23). Toutefois, cette approche strictement numérique reste peu pertinente notamment au vu des effectifs rencontrés en 2023 et des problèmes d'alimentation en eau qui ont amputé une partie du suivi. Il conviendra toutefois de noter que 70% des captures sont observées en un mois (11/04 au 12/05).

Depuis 2004, les premières captures sont observées entre le 11 avril (2011 et 2023) et le 4 juillet (2009) et les dernières entre le 26 septembre (2007) et le 27 novembre (2013). La durée moyenne de migration est de 171 jours (environ 6 mois), avec de fortes variabilités interannuelles. Cette durée est bien supérieure à celle observée en moyenne à Beaucaire (3 mois) et à Avignon (1,5 mois). La durée des pics de captures varie d'une année à l'autre, mais compte tenu des faibles effectifs, il n'est pas pertinent de chercher à caractériser la dynamique migratoire.

La *Figure 6* illustre les captures cumulées par an des dernières saisons de suivi. On observe que les migrations 2022 et 2023 contrastent avec le schéma d'évolution observé des captures des dernières années. En effet, la plupart des anguilles ont été comptabilisées précocement dans la saison (67 % des individus avant la fin du mois de juin en 2022 et 80% à la mi-juin en 2023). Il est toutefois nécessaire de rappeler que le nombre d'individus rencontrés en 2023 est particulièrement faible et limite la qualité de l'analyse.

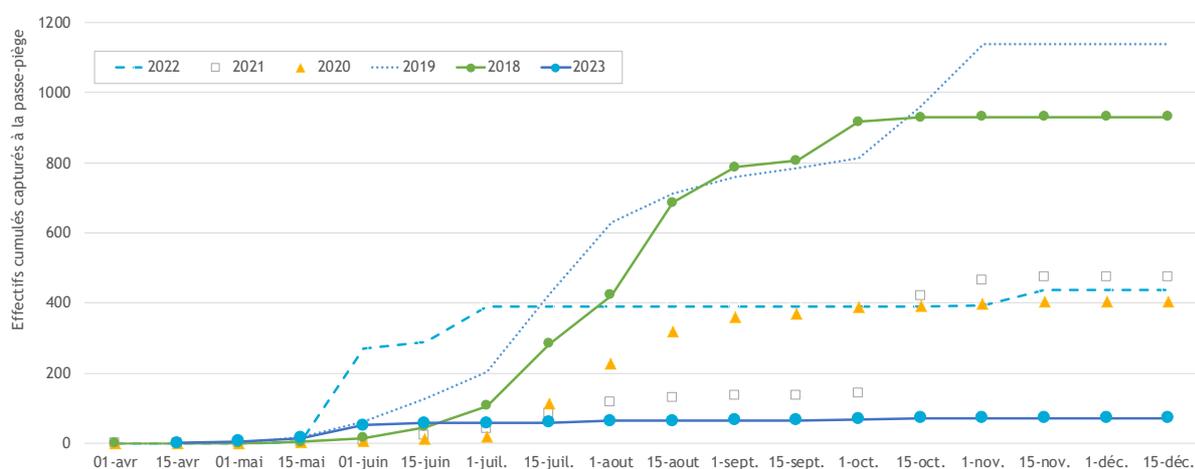


Figure 6 : Évolution des effectifs capturés au cours de l'année 2023, comparée aux années précédentes

Sur le site de Bonpas, le suivi a eu lieu du 25 juillet au 4 décembre 2023. La période de fonctionnement étant différente de celle de Mallemort, il n'est pas pertinent de comparer les données, d'autant plus que des problèmes de fonctionnalité sont à noter. On notera tout de même sur ce site, que l'intégralité des captures a eu lieu sur 2 mois à savoir du 11 août au 10 octobre, période durant laquelle la rampe à macro-plots n'était pas accessible.

- **Impact des paramètres environnementaux sur la montaison**

Le retour d'expérience des passes-pièges acquis sur le Rhône par MRM montre que l'hydrologie influence les mouvements d'anguilles, avec des pics de migration généralement corrélés à des hausses de débits⁶. Cependant, des vitesses d'écoulement trop élevées en rivière peuvent aussi freiner voire stopper la progression des anguilles, notamment sur les plus petites tailles, dont les capacités de nage sont très limitées⁷. De même, les fluctuations de la température de l'eau exercent une influence connue sur le métabolisme de l'anguille européenne, et notamment sur son comportement de nage. Les températures douces (> 10-12°C) sont favorables à la migration, alors que les températures basses ont tendance à inhiber leurs déplacements⁸. Sur le Rhône, le retour d'expérience a montré qu'une température de 15°C était nécessaire pour observer les premières captures significatives dans les passes-pièges. Les fortes températures (autour de 25°C) ne semblent pas avoir d'impact significatif sur les captures⁹.

Néanmoins, la baisse des débits, associée à la hausse des températures de l'eau, peut compliquer le franchissement des différents obstacles par les jeunes anguillettes, qui doivent disposer d'un substrat humide pour pouvoir se déplacer par reptation sur les obstacles ou les passes-pièges. Cela peut notamment être le cas sur les seuils 67 et 68.

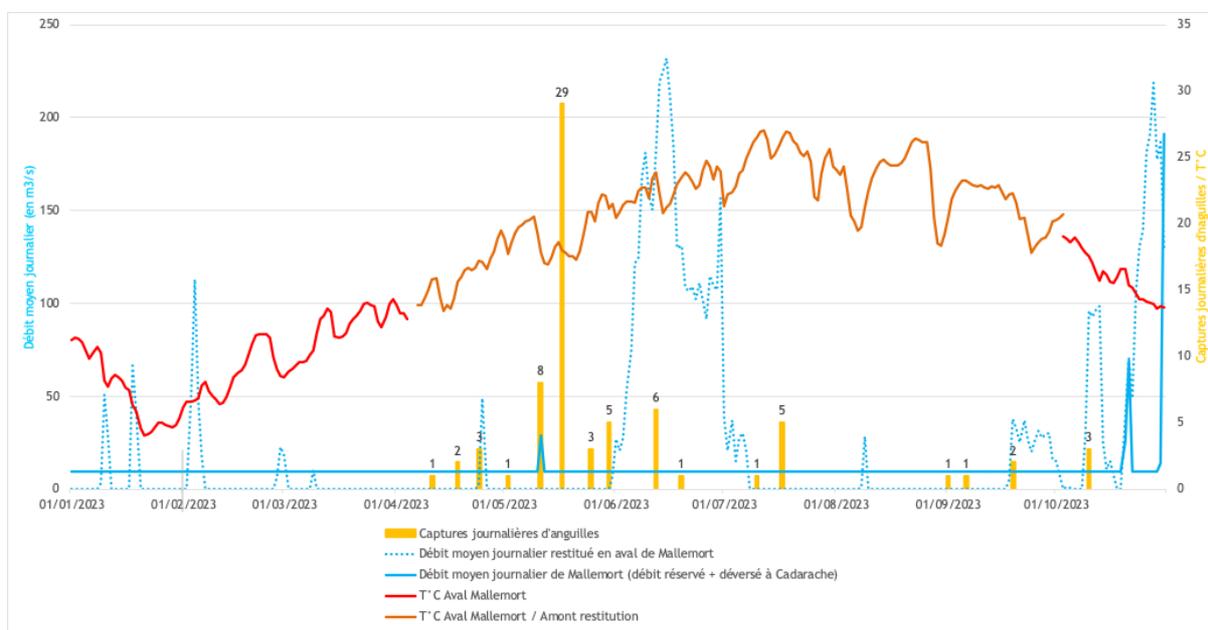


Figure 7 : Évolution des captures en fonction des variations de débit enregistrées à Mallemort (Débit restitué et débit observé à Mallemort (débit réservé + déversé à Cadarache) et de la température

En 2023, nous observons une période de restitutions d'une durée d'un mois (31 mai au 7 juillet - cf Figure 7) durant la période de montaison des anguillettes. Comme évoqué au préalable, le faible effectif des captures complexifie l'analyse des migrations. A la lecture de ce graphique, il ne semble toutefois pas y avoir de lien entre hausse des débits et migration des anguillettes.

⁶ : GEORGEON M., GUILLERMOU J., LEBEL I., 2017b. Caractérisation de la migration des anguilles du Rhône aval - Analyse pluriannuelle du suivi des passes à anguilles de Beaucaire et Avignon sur la période 2008-2015.

⁷ : LAFAILLE P., CARAGUEL J.M., LEGAULT A., 2007. Temporal patterns in the upstream migration of European glass eel (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. Estuarine, coastal and shelf science, 73(1-2) :81-91.

⁸ : LAMBREMONT J., NICOLAS D., CONTOURNET P., RIVOALLAN D., 2023. Étude du recrutement en civelles et de leur devenir dans l'étang du Vaccarès. Campagne d'études 2021-2022. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, Fondation Tour du Valat. 17p.

Aucun lien ne peut être fait entre les débits observés en fin de période de suivi et les captures, puisque les passes n'étaient pas en fonctionnement durant cette période (période de crues successives). Enfin, il est intéressant d'observer que le « pic de migration » a eu lieu à la suite d'une hausse du débit observé le 11 mai. Il est alors possible que cette hausse du débit ait entraîné le mouvement des anguilles déjà présentes sur le transect immédiat au barrage.

Afin d'évaluer l'impact des paramètres environnementaux, il est également possible de comparer les captures rencontrées avec les températures observées à l'aval de Mallemort (les données de thermie étant incomplètes sur les différentes stations de suivis, deux jeux de données sont pris en compte pour l'analyse). Les données de températures sont transmises par le SMAVD.

Quant à la température, elle est supérieure au seuil des 15°C (identifié dans le cadre du suivi des passes du Rhône) entre la première quinzaine d'avril et fin octobre. Il est donc possible que l'arrêt des passes à la fin de la période de suivi ait limité les captures sur ce site.

c) Structures en tailles

• Résultats 2023

Pour rappel, le stade « anguillette », qui caractérise les jeunes anguilles en phase de colonisation, correspond aux individus mesurant entre 100 et 300 mm. Les individus vont ensuite progressivement se sédentariser. La taille moyenne des individus capturés en 2023 s'élève à 240 mm (contre 243 et 283 mm respectivement en 2021 et 2022), avec des tailles comprises entre 100 mm et 380 mm (cf Figure 8). Seuls 14 individus de moins de 150 mm (susceptibles d'être issus du recrutement annuel) ont été capturés cette saison. Les classes de taille les plus représentées sont les [240-300 mm[(52 % des individus), qui sont également les tailles les plus représentées des deux campagnes précédentes.

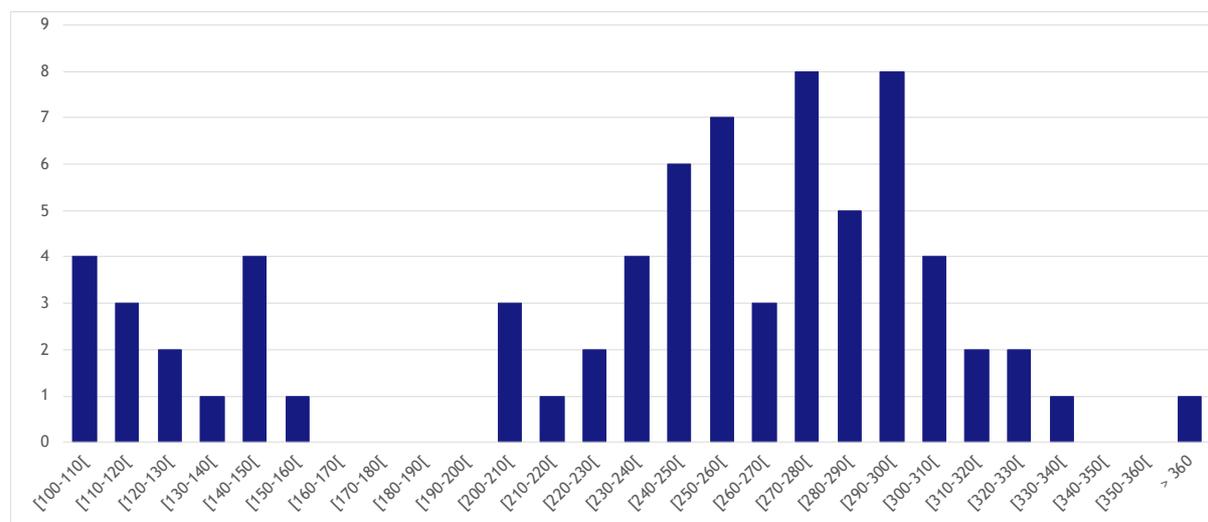


Figure 8 : Répartition des captures par classes de taille pour l'année 2023

Les classes de tailles [100-150mm[sont représentées à hauteur de 20% (contre environ 2 % des captures en 2022). Ces petites tailles sont ainsi proportionnellement plus représentées, mais au regard des captures globales le nombre d'individus de petites tailles reste particulièrement faible.

Quoiqu'il en soit, la majorité des individus capturés cette année sont âgés d'au moins 2 ans au regard de la bibliographie existante sur les taux de croissance « moyens » observés chez les anguilles européennes en rivière⁹.

Ces observations 2023 sont similaires à celles des années précédentes et peuvent s'expliquer de deux manières complémentaires :

- D'une part, le cumul des obstacles situés à l'aval du barrage de Mallemort peut générer d'importants retards de migration, qui peuvent engendrer une sédentarisation non négligeable sur les secteurs situés à l'aval de Mallemort (Durance et affluents) ;
- D'autre part, la baisse importante de la colonisation constatée sur le Rhône entre 2019 et 2021 (pour plus de détails, voir Figure 3*ci-dessus* [partie III.3.1 en pages 16-18](#)), qui peut en partie expliquer la faible représentation des classes de tailles les plus petites au niveau de la passe de Mallemort. Il est par ailleurs probable que l'augmentation des captures enregistrée sur le Rhône en 2022, ne se soit pas encore répercutée sur les captures de Mallemort.

Le cumul des obstacles reste la cause la plus probable pour expliquer les tailles et les faibles effectifs rencontrés.

En complément, nous pouvons nous intéresser à la taille des individus observés à la passe-piège de Bonpas (cf Figure 9). Sur cette passe-piège, les individus capturés sont de tailles plus importantes que sur Mallemort. Ainsi, la taille moyenne est de 338 mm contre 240 mm à Mallemort. On note également l'absence totale d'individu inférieur à 190mm et la présence d'individus de grandes tailles que l'on ne rencontre habituellement pas sur ce type de passe (jusqu'à 583 mm). Les résultats issus de ce système sont à considérer avec précaution du fait des potentiels problèmes de fonctionnement évoqués au préalable (fonctionnalité et attrait) et, qui plus est, lors d'une première année de fonctionnement. Les résultats vont tout de même dans le sens d'un retard possible en lien avec le cumul des ouvrages à l'aval et la potentielle sélectivité de la passe historique présente à Bonpas.

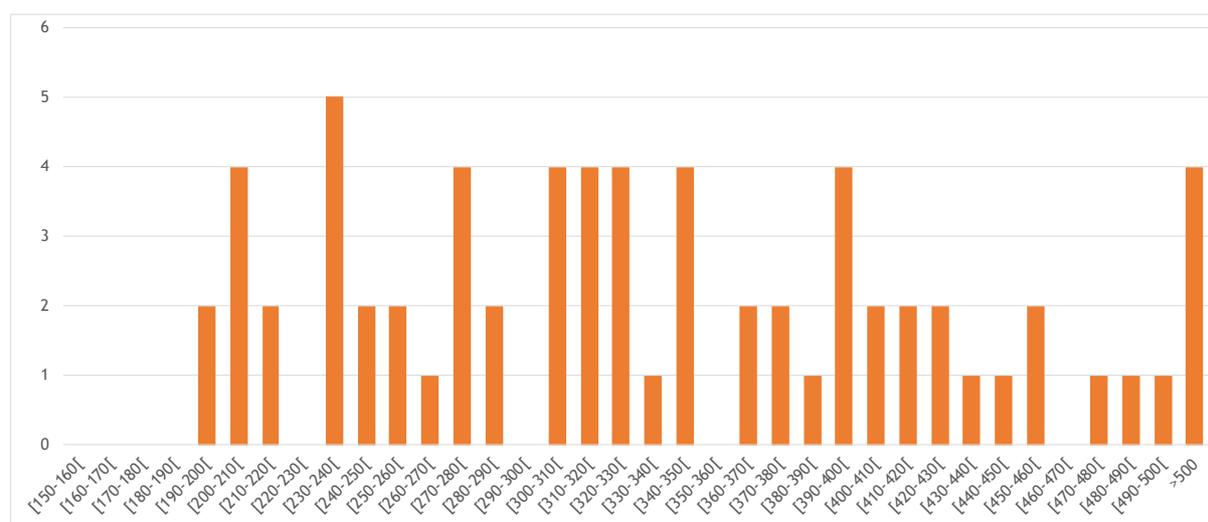


Figure 9 : Répartition des captures par classes de taille pour l'année 2023 à Bonpas

⁹ : DAVERAT F., BEAULATON L., POOLE R., LAMBERT P., WICKSTRÖM H., ANDERSSON J., APRAHAMIAN M., HIZEM B., ELIE P., GUMUS A., 2012. One century of eel growth: changes and implications. Ecology of Freshwater Fish, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Vol. 21(3): 325-336.

L'analyse des mesures biométriques réalisées sur Mallemort depuis le début du suivi en 2004 (cf *Figure 10*) fait état d'une dominance des classes de tailles comprises entre 240 et 300 mm (51,4% des captures). Les autres classes prédominantes sont les [100-110 mm[(7,8 %) et [150-160 mm[(6,3 %).

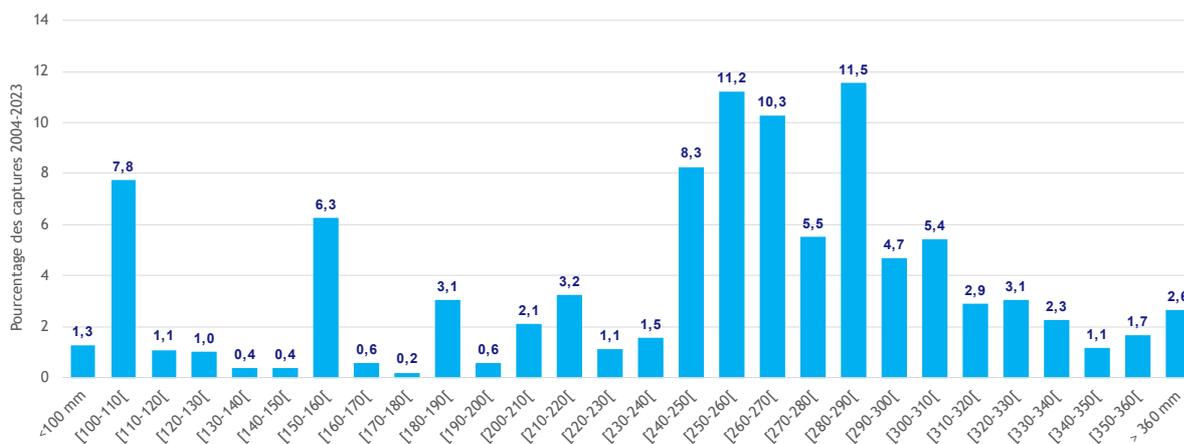


Figure 10 : Structure de taille globale des anguilles capturées sur la période 2004-2023 à Mallemort

L'observation d'une proportion non négligeable d'individus de [100-110 mm[est due en grande partie aux années 2015 et 2018, où des débits soutenus pendant plusieurs semaines ont pu faciliter le franchissement de certains obstacles à l'aval, permettant aux jeunes anguilles de progresser plus rapidement vers Mallemort. Afin de valider cette hypothèse, des analyses statistiques plus poussées seraient à mener.

La proportion d'anguilles de moins de 150 mm reste toutefois peu représentée sur l'ensemble de la période de suivi (12 % des individus observés, *Figure 10*).

Cette répartition illustre encore une fois les difficultés rencontrées par les jeunes anguilles issues du recrutement annuel pour atteindre rapidement le barrage de Mallemort. Compte tenu des vitesses de croissance des jeunes anguilles évoquées précédemment, une part importante des individus en phase de colonisation met donc potentiellement au moins deux ans à atteindre le secteur de Mallemort.

On observe aussi que les proportions des différentes classes de tailles dans les captures annuelles ont évolué progressivement depuis le lancement du suivi.

Quatre périodes semblent se distinguer. Elles sont illustrées dans la *Figure 11* :

Entre 2004 et 2008, la répartition des tailles semble peu varier entre les années et la majorité des individus (> 50 %) a une taille supérieure à 300 mm. Par ailleurs, la taille minimale est rarement inférieure à 150 mm, et ne concerne que quelques individus.

Entre 2009 et 2011, une transition avec une arrivée progressive des anguillettes de taille inférieure à 150mm et une moyenne entre 250 et 270 mm, qui s'explique potentiellement par l'amélioration de la passe de Mallemort, mais aussi avec l'ouverture des passes pièges à Beaucaire en 2007.

Entre 2012 et 2019, la taille moyenne diminue et est comprise entre 195 et 245mm et la majorité des individus (> 75 %) a une taille inférieure à 300 mm. De plus, la proportion d'individus de taille inférieure à 150 mm se stabilise entre 20 et 30 % à partir de 2012.

Depuis 2020, les gammes de tailles observées semblent se resserrer autour de 250-300 mm, sur le même modèle de transition que celui observé entre 2009 et 2011. Toutefois, les travaux d'amélioration de la continuité écologique en aval du barrage de Mallemort devraient réduire le retard à la migration des anguillettes. Cela devrait entraîner une augmentation des effectifs des gammes de taille inférieure à 150mm. Les prochaines années de suivi seront donc déterminantes pour juger de l'évolution des gammes de tailles des anguillettes sur l'axe basse Durance.

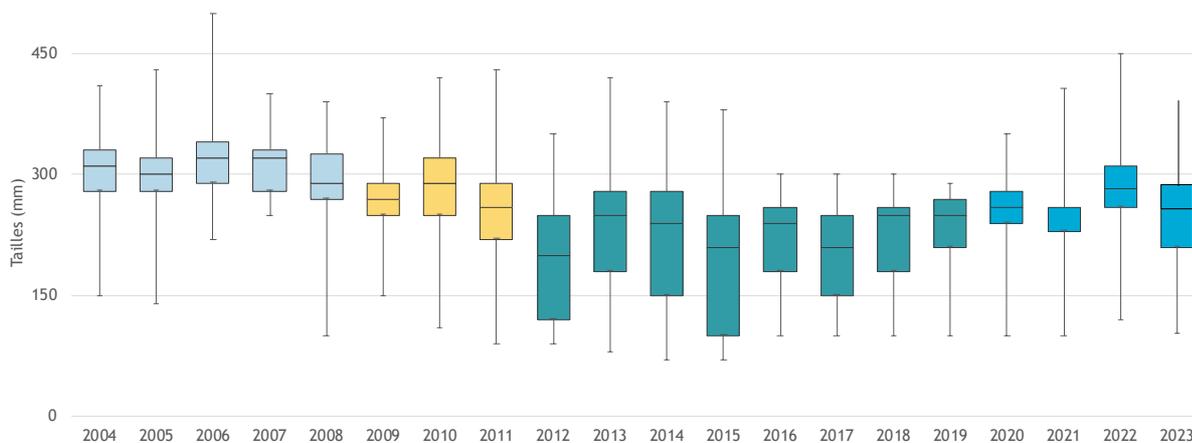


Figure 11 : Évolution interannuelle de la taille des anguilles capturées à la passe piège du barrage de Mallemort. Les couleurs illustrent les 4 périodes décrites précédemment

Encore une fois, il convient néanmoins de rappeler que compte tenu du faible nombre d'individus capturés annuellement à la passe piège de Mallemort, ce type d'hypothèse reste difficile à valider en l'état. La mise en place d'analyses statistiques entre les captures et l'hydrologie de la Durance pourrait également apporter des éléments de compréhension supplémentaires.

3 Comparaison avec les captures des autres passes-pièges du bassin Rhodanien

3.1 Recrutement en civelles au niveau du delta de Camargue

En 2023, 3 499 511 civelles ont été comptabilisées au niveau de la passe-piège du Grau de la Fourcade, à l'interface entre la mer et l'étang du Vaccarès en Camargue. Ce chiffre représente une hausse non négligeable par rapport aux cohortes précédentes et constitue le second meilleur recrutement enregistré depuis le début du suivi.

Même si ce résultat est encourageant, l'indicateur civelle développé dans le cadre du PLAGEPOMI correspond à un état **MAUVAIS** du recrutement annuel (cf Figure 12), là où une bonne année de recrutement nécessiterait la capture de plus de 12 500 000 civelles.

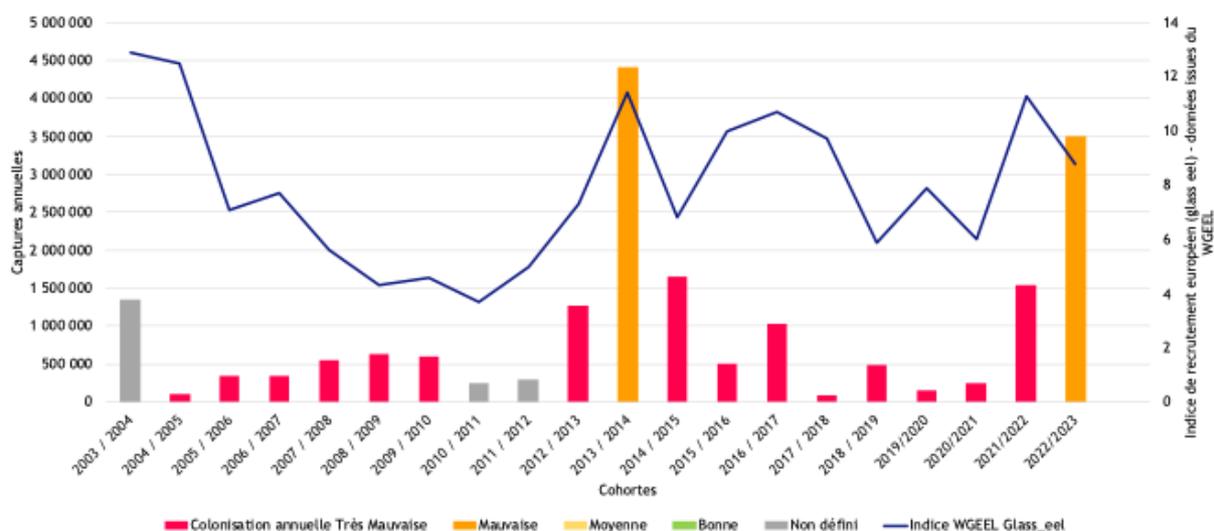


Figure 12 : Évolution des captures en civelles au niveau du site Index du Grau de la Fourcade, associé à l'état du recrutement (couleur) et à l'évolution du recrutement à l'échelle européenne (courbe)

Ces faibles recrutements en civelles observés les années précédentes peuvent en partie expliquer la faible quantité d'anguillettes qui parviennent à atteindre Mallemort. Les remontées rencontrées lors des deux dernières cohortes sont toutefois encourageantes et seront peut-être répercutées lors de prochaines saisons sur les captures de Mallemort en lien avec les projets de restauration de la continuité.

3.2 Colonisation du Rhône par les anguillettes

Les deux passes-pièges installées sur le barrage de Beaucaire en aval de la confluence Rhône Durance ont permis de comptabiliser **108 052 anguilles en 2023**¹⁰ (cf Figure 13), un résultat en forte baisse par rapport à 2022 (342 868 anguilles), mais tout de même supérieur aux années 2019 à 2021. L'année 2023 reste toutefois une année de faible colonisation de l'axe Rhône.

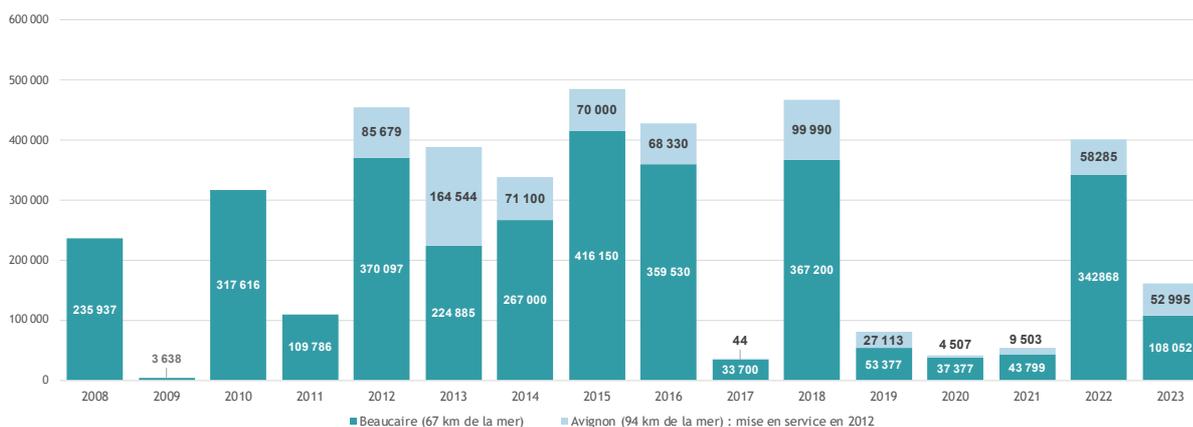


Figure 8 : Évolution des captures annuelles d'anguillettes aux passes-pièges du Rhône

10 : LAMBREMON J., RIVOALLAN D., 2024. Suivi des passes-pièges à anguilles sur le Rhône aval. Campagne d'Études 2023. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 16 p.

Il est également important de noter que sur le site de Beaucaire, situé à moins de 70 km de l'estuaire, les individus les plus jeunes (moins de 100 mm) représentent 30 % des captures en 2023, et ceux mesurant entre 100 et 150 mm représentent 54% des captures. Quant au site d'Avignon, les individus de moins de 150 mm représentent 50% des captures. Ainsi, les captures de petits individus à Beaucaire et à Avignon sont majoritaires et confortent la supposition d'un impact cumulé des ouvrages sur la Durance où les individus capturés à Mallemort ont une taille bien plus importante.

Quoiqu'il en soit, malgré l'augmentation des captures en 2022 sur le site de Beaucaire et en 2022/2023 sur le site des Saintes Maries de la Mer, les résultats restent préoccupants et la situation de l'anguille européenne n'a pas connu d'amélioration significative en Rhône Méditerranée depuis le lancement des différents suivis. En 2023, MRM a mis en place un travail d'indicateur colonisation anguilllette qui doit permettre d'évaluer la colonisation annuelle du Rhône à partir des données collectées sur les passes-pièges de Beaucaire. Même si cet indicateur n'a pas encore été validé par le COGEPOMI, les premières réflexions tendraient à indiquer une colonisation très mauvaise ces dernières années.

Plus globalement, les travaux publiés annuellement par le regroupement d'experts du *Working Group on Eels*, qui dresse le bilan annuel de l'évolution de la population d'anguilles à l'échelle européenne, montrent que, malgré des hausses ponctuelles, **le recrutement en civelles et la colonisation des anguilletes « reste à un niveau très bas » en 2023**. Cette analyse globale du peuplement de l'espèce sur l'ensemble de son aire de répartition va dans le sens des observations faites en Méditerranée et sur le site de Mallemort.

Conclusion

Avec 72 anguilles capturées à la passe-piège de Mallemort cette saison, les effectifs (comme ceux de l'ensemble de la chronique de suivi) **restent très faibles en comparaison des résultats obtenus sur les passes-pièges du Rhône**. Cela est particulièrement le cas en 2023 où les chiffres font parties des plus bas de la chronique.

Concernant les effectifs interannuels, aucune tendance claire ne semble ressortir depuis le début du suivi. L'augmentation progressive des effectifs observée depuis 2010 pourrait s'expliquer par différents éléments (augmentation du débit réservé, réfection du seuil 68, travaux à Mallemort en 2009 et ouverture des passes pièges à Beaucaire en 2007). Cependant, entre 2010 et 2019, de fortes variations interannuelles sont observées. Depuis 2020, les captures ont connu une certaine stabilité tandis que la campagne 2023 permet la capture de seulement 72 individus.

Les effectifs observés depuis 2020 pourraient être mis en lien avec la baisse de la colonisation sur le Rhône et au Vaccarès entre 2015 et 2021. Néanmoins, il faut noter qu'en 2022, les effectifs sur le Rhône à Beaucaire et au Vaccarès ont fortement augmenté par rapport à 2021. En 2023, les effectifs retrouvés à Beaucaire repartent à la baisse mais restent toutefois supérieurs aux captures 2019 - 2021. Concernant le Vaccarès, le recrutement est en forte hausse en 2023 et constitue la seconde meilleure année de recrutement de la chronique. Cette tendance à la hausse sur ces sites ne se retrouve pas à Mallemort à ce jour. On peut toutefois imaginer que les captures à Mallemort seront plus importantes d'ici un à 2 ans en lien avec la vitesse de progression des anguilles sur la Durance.

Les structures en tailles sont très différentes entre les passes pièges du Rhône aval et la passe de Mallemort. Alors que les civelles et les anguillettes de petites tailles colonisent massivement le Rhône jusqu'à Beaucaire et à Avignon, seuls quelques individus sont retrouvés chaque année à Mallemort, la plupart des anguilles étant âgées de plusieurs années.

L'étude de colonisation de la Durance par l'anguille conduite par MRM et les pêches réalisées par la FDAAPPMA 13 sur l'Anguillon et la Malautière vont aussi dans ce sens. Elles indiquent la présence significative d'anguilles de petites tailles sur les secteurs aval de Bonpas. Ces pêches laissent aussi supposer un problème de sélectivité du barrage de Bonpas malgré sa passe spécifique à anguilles.

L'ensemble de ces résultats illustre le problème de continuité écologique sur la basse Durance, particulièrement dans un contexte de sécheresse qui pourrait perdurer/s'amplifier avec le changement climatique :

- Via l'impact cumulé des 5 ouvrages présents à l'aval de Mallemort, qui peuvent engendrer un retard à la migration et une sélectivité pour les petites anguilles ;
- Via des conditions hydrologiques très limitantes, particulièrement en 2022 avec des débits très bas durant toute la saison de migration, mais également sur la plupart de la saison 2023. Le lien entre les remontées et les conditions hydrologiques mériteraient toutefois une analyse plus poussée.

Il convient également de rappeler que cette année, les travaux ayant eu lieu sur le secteur de Courtine et à Bonpas ont pu engendrer des difficultés supplémentaires de migration. On rappellera également que la passe de Mallemort n'était quasiment pas alimentée en eau entre le 20 octobre et le 4 décembre compte tenu de crue successives (passe mise hors-service en crue), ce qui a potentiellement limité les effectifs capturés. Ces éléments sont à prendre en compte spécifiquement dans l'analyse de la migration 2023.

En l'état, la poursuite du suivi de la passe-piège de Mallemort reste indispensable, notamment compte tenu des aménagements à venir d'ici 2028 sur les 5 seuils à l'aval de Mallemort.

Une vigilance particulière sera portée sur le projet d'équipement d'une passe à bassins multi-espèces du barrage de Bonpas en cours. La franchissabilité de ce type de dispositif pour les petites anguilles n'est pas encore avérée, et des questions sur leur efficacité pour cette espèce sont actuellement soulevées sur d'autres sites comme sur la passe à bassins de Sauveterre sur le Rhône. Un dispositif de suivi par video-comptage est prévu et permettra d'évaluer la franchissabilité de la passe à bassins pour les petites anguilles. Dans l'attente de ce retour d'expériences, la passe à microplots spécifique aux anguilles existante en rive gauche du barrage va être maintenue.

Dans ce contexte, la surveillance de l'évolution des captures au niveau de Mallemort renseignera sur l'efficacité des mesures de restauration engagées en basse Durance. Les données récoltées depuis 2004 permettent quant à elles de dresser un état initial des capacités de colonisation de l'anguille européenne sur cet axe de migration.

ANNEXES

I. Les pêches électriques menées par la FDAAPPMA 13 en Durance

Des campagnes de pêches électriques ciblant spécifiquement l'Anguille européenne sont régulièrement menées sur le bassin de la Durance par la Fédération départementale de Pêche des Bouches-du-Rhône. En 2021, il a été décidé de renouveler ces opérations de suivi tous les trois ans. De fait, les différentes stations n'ont pas été échantillonnées en 2022 et en 2023. Les résultats des années précédentes peuvent néanmoins être rappelés, car ils restent pertinents compte tenu du fait que les jeunes anguilles migrent sous la forme de cohortes incluant des individus issus de recrutements pluriannuels.

Deux affluents sont ciblés par ces pêches : l'Anguillon (dont la station de pêche se situe à proximité du seuil 66 et en aval du premier obstacle de cet affluent) et la Malautière (située à quelques kilomètres en amont de la confluence Durance-Anguillon). Les densités d'anguilles en phase de colonisation (<300 mm) sont présentées dans la *Figure 14* ci-dessous.

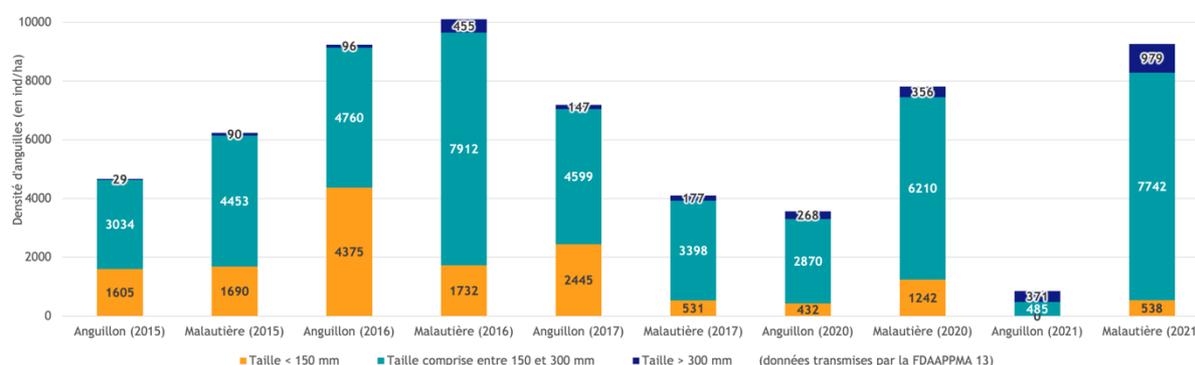


Figure 14 : Évolution des captures (ind/ha) sur les stations de pêche de l'Anguillon et de la Malautière

- Sur l'Anguillon les résultats 2021 étaient très inquiétants, avec des densités d'anguilles en forte baisse depuis 2016. Aucun individu de moins de 150 mm n'avait pu être capturé en 2021.
- Sur la Malautière, la densité d'individus de moins de 150 mm était en baisse en 2021, malgré une densité globale d'anguille comparable à celle des années précédentes.

Cette baisse de densité des milieux colonisés en anguillettes < 150 mm est inquiétante, et ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus à la passe-piège de Beaucaire sur le Rhône.

En effet, la colonisation historiquement faible de l'axe Rhône ces dernières années (malgré l'augmentation ponctuelle observée en 2022), en lien avec un recrutement au plus bas à l'échelle européenne et locale (malgré la hausse observée au Grau de la Fourcade en 2022) permet d'expliquer les faibles densités de jeunes anguilles observées en 2021-2022 sur la Durance.

II. Les densités d'anguilles observées grâce au réseau de pêches d'inventaire de l'OFB

L'Office français de la Biodiversité dispose de stations de pêche électrique dans la Zone d'Action Prioritaire Anguille de la Durance (Aval Bonpas, Cheval-Blanc et Cadenet), mises respectivement en place en 1997, 2003 et 2005. Une station supplémentaire du Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP), identifiée au niveau de Saint-Paul-Lez-Durance, est aussi pêchée tous les deux ans depuis 2007. Ces stations sont identifiées dans la *Figure 2*.

Ces opérations de pêches scientifiques ne ciblent pas spécifiquement les anguilles et sont réalisées par prospection par ambiance à un seul passage, privilégiées lorsque la largeur importante du cours d'eau rend impossible la prospection de l'ensemble du linéaire. Les résultats de ces opérations de pêche sont présentés dans la *Figure 15* ci-dessous. Il est important de noter que la station située à l'aval de Bonpas n'a pas été échantillonnée en 2023.

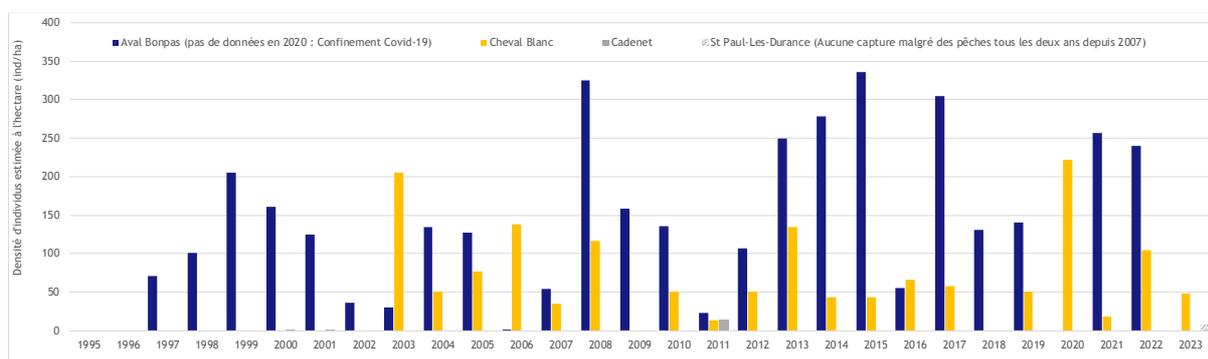


Figure 15 : Évolution des captures (en ind/ha) d'anguilles sur les sites de pêches RCS de la Durance

Sur l'ensemble des stations, aucune anguille de moins de 150 mm n'a pu être capturée en 2023. Les trois dernières captures correspondant à ces gammes de tailles remontent à 2015, sur la station située à l'aval de Bonpas. Cette station n'ayant été pêchée cette année, il n'est pas possible d'en comparer les tailles.

Sur les autres stations de pêche plus à l'amont (Cheval-Blanc, Cadenet et Saint-Paul-lez-Durance), les captures d'anguilles sont beaucoup plus ponctuelles et ne permettent pas d'apporter d'information précise quant à la dynamique de colonisation de l'axe Durance. En effet, seules 4 anguilles ont été capturées sur la station de Cheval Blanc et 1 à Saint Paul les Durance. L'ensemble de ces anguilles mesurent entre 390 et 530 mm et sont donc des individus sédentarisés.

En conclusion, et en l'absence de pêche à l'aval de Bonpas, ces opérations montrent des densités globales d'anguilles faibles en amont de Bonpas. Toutefois, ces résultats doivent être interprétés avec précaution. La méthode de prospection de ce type de pêche n'est pas véritablement adaptée à la capture des anguillettes, qui ne sont pas spécifiquement ciblées par les opérateurs, et nécessitent en général des protocoles adaptés (pêches complètes, mailles fines d'épuisettes, etc.). Ces suivis peuvent néanmoins apporter des informations de présence en cas de capture « accidentelle » d'une ou plusieurs anguilles en phase de colonisation.