

- RAPPORT D'ETUDE -

2024 N° 10/18

# Dévalaison des anguilles sur les fleuves côtiers méditerranéens

Suivi 2023-2024 par RFID sur la Cagne & résultats préliminaires de 2024-2025

BOCCHINO J., RIVOALLAN D., CAMPTON P. • Avril 2025



Photo de couverture  
(© *MRM*)

#### Référence à citer

BOCCHINO J., RIVOALLAN D., CAMPTON P., 2025. Dévalaison des anguilles sur les fleuves côtiers méditerranéens : Suivi 2023-2024 par RFID sur la Cagne et résultats préliminaires 2024-2025, 15p.

# 1 Contexte et objectifs de l'étude

## 1.1 Les enjeux de la dévalaison

L'Anguille européenne est un migrateur amphihalien soumis à de multiples pressions, qui ont conduit à une forte régression de cette espèce, aujourd'hui classée en danger critique d'extinction (réduction de plus de 95% des effectifs en 40 ans)<sup>1</sup>.

Parmi ces différentes pressions, plusieurs études ont montré un retard à la migration ou une surmortalité des futurs reproducteurs lorsqu'ils retournent en mer. Cette migration, appelée « dévalaison » des anguilles argentées, constitue la première étape de leur voyage vers leur aire de reproduction dans la Mer des Sargasses<sup>2</sup>. Or, lors de la dévalaison, certaines anguilles peuvent se retrouver piégées dans des turbines hydroélectriques pouvant entraîner des blessures mortelles<sup>3 4</sup>.

**Il est donc indispensable de faciliter le bon déroulement de cette étape clef dans le cycle biologique d'une anguille, en adaptant la gestion des ouvrages hydroélectriques par rapports aux pics de migration.**

**Pour mettre en place une gestion efficace, il faut donc prédire le plus précisément possible les périodes « critiques » où les dévalaisons se produisent.** L'expérimentation conduite par MRM depuis 2017 sur la Cagne, petit fleuve côtier des Alpes-Maritimes, vise à répondre à cette problématique, pour laquelle très peu de données sont disponibles en Méditerranée.

En effet, les cours d'eau méditerranéens sont soumis à des épisodes cévenols imprévisibles, brefs et intenses. Dès lors, il est nécessaire de savoir si ces conditions particulières entraînent des comportements migratoires différents. Afin de répondre à cette question, les déplacements des anguilles sont suivis sur la Cagne *via* la technologie RFID. L'objectif est alors de :

1. Identifier les principales fenêtres de migration
2. Déterminer les paramètres impulsant la dévalaison
3. Étudier l'argenteure et les déplacements des anguilles en contexte méditerranéen.

Ce rapport présente les résultats finaux de la saison de migration 2023-2024, ainsi que les premiers retours de la saison 2024-2025 encore en cours.

Les résultats obtenus sont ensuite mis en perspective par une approche basée sur deux modèles prédictifs de dévalaison<sup>5</sup>. Cette approche devrait permettre à terme de prédire les périodes clefs lorsque les anguilles retournent en mer et ainsi faciliter leur gestion.

---

<sup>1</sup> : Dekker W., 2003. Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action. *Fisheries*, 28(12): 28-30.

<sup>2</sup> : Wright, R.M., Piper, A.T., Aarestrup, K. *et al.*, 2022. First direct evidence of adult European eels migrating to their breeding place in the Sargasso Sea. *Sci Rep* 12, 15362.

<sup>3</sup> : Winter H. V., Jansen H. M., Breukelaar A., 2007. Silver eel mortality during downstream migration in the River Meuse, from a population perspective. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1444-1449.

<sup>4</sup> : Dainys, J., Staknas, S., Gorfine, H., Ložys, L. 2018. Mortality of silver eels migrating through different types of hydropower turbines in Lithuania. *River Research and Applications*, 34(1): 52-59.

<sup>5</sup> : Teichert N., Tétard S., Trancart T., De Oliveira E., Acou A., Carpentier A., Bourillon B., Feunteun E., 2020. Towards transferability in fish migration models: A generic operational tool for predicting silver eel migration in rivers, *Science of The Total Environment*, Vol. 739: 140069.

## 1.2 Présentation du site d'étude

La Cagne est un petit fleuve côtier des Alpes-Maritimes d'environ 25 km de long pour un bassin versant d'une surface de 95 km<sup>2</sup> (Figure 1). Son régime hydraulique méditerranéen est essentiellement pluvial, le rendant sensible à la moindre précipitation. A environ 800 m à l'aval de Pont-des-Salles, les étiages sévères en été/début automne et le drainage de la nappe par les karsts provoquent des assecs. Selon la sévérité des périodes d'étiage, les assecs peuvent remonter jusqu'à Pont-des-Salles.

Il faut rajouter à cette pression hydrologique, une continuité écologique dégradée par la présence de plusieurs ouvrages difficilement franchissables à la montaison.

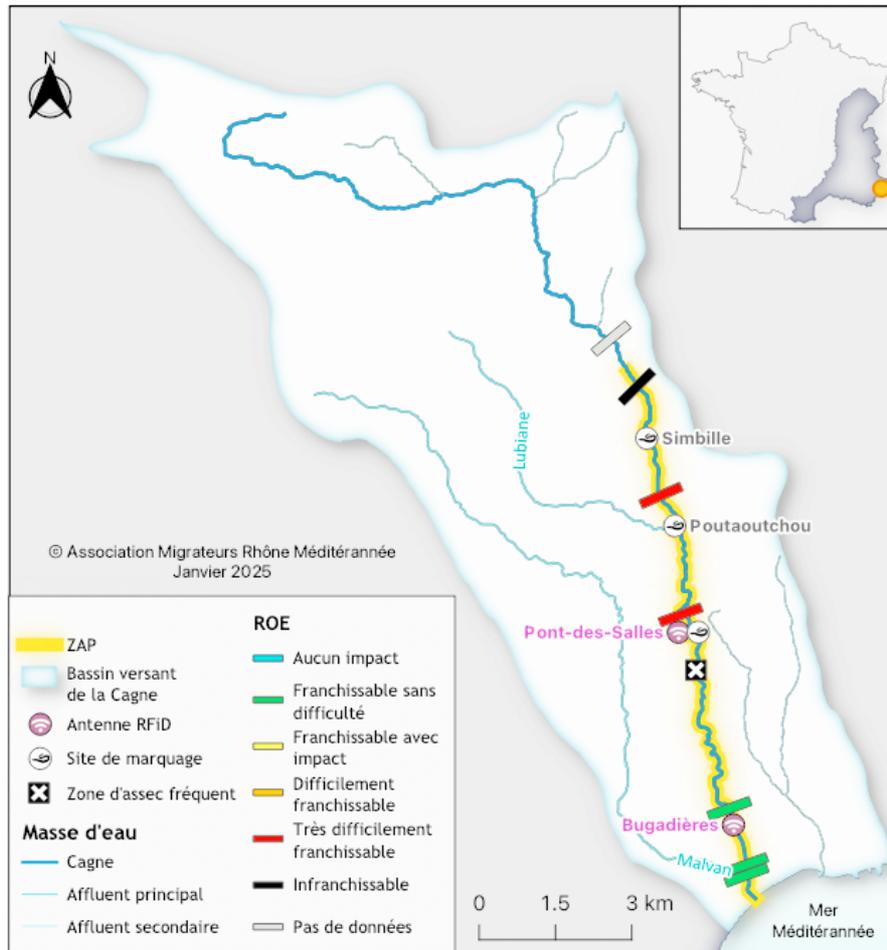


Figure 1 : Localisation du bassin versant de la Cagne

## 1.3 Les systèmes de détection RFID

Une présentation détaillée de l'étude et du fonctionnement du RFID est disponible [via ce lien](#) ou directement sur le site internet de MRM. Le suivi sur la Cagne mobilise deux types d'antenne RFID :

→ **2 paires d'antennes fixes** : le dispositif de Bugadières installé à 1,5km de l'embouchure avec la mer Méditerranée, et le dispositif de Pont-des-Salles situé à 4,7 km à l'amont de Bugadières (Figure 1 et 2). Ces antennes sont destinées à détecter les anguilles en cours de dévalaison et à étudier leur vitesse de déplacement.

→ **Tracking mobile** : il s'agit d'une déclinaison portable du modèle fixe, utilisé pour des prospections à pied (Figure 2) et destiné à dénombrer les anguilles à l'intérieur du site d'étude.



Figure 2 : A gauche, une antenne fixe de Bugadière. A droite, les antennes mobiles pour le Tracking-Mobile

## 1.4 Le marquage des anguilles par Pit-Tag



Figure 3 : Biométrie des anguilles

Depuis 2017, après réalisation de la biométrie (Figure 3), 577 anguilles ont été marquées à l'aide d'un transpondeur RFID. 3 sites de marquage ont été sélectionnés : Simbille, Poutaoutchou et Pont-des-Salles (Figure 1).

Quatre campagnes de marquage ont été conduites depuis 5 ans (2017, 2018, 2019 et 2022). Les deux premières ont ciblé exclusivement des anguilles prêtes ou quasiment prêtes à dévaler, tandis que les suivantes ont également ciblé les stades immatures (Figure 4).

Pour rappel, les anguilles sont classées par stade de développement selon plusieurs critères (taille/poids, diamètre oculaire et longueur de la nageoire pectorale). On distingue plusieurs stades :

- FI : Individu immature et aucune distinction mâle ou femelle
- FII et FIII : Femelle immature ou en transition
- FIV et FV : Femelle pré-dévalante
- MD : Mâle dévalant

Une extension du protocole de marquage à des individus immatures a été validée en COGEPOMI en 2019, dans le but d'inscrire l'étude sur le long terme, et d'étudier la croissance et les déplacements des anguilles dans la Cagne.

La procédure est réalisée par du personnel habilité et formé aux techniques de marquage. L'association MRM a obtenu en 2022 un agrément lui permettant de réaliser ce genre d'expérimentation *in situ* de façon autonome, sous le contrôle d'un comité d'éthique spécialisé (CEEA 71).

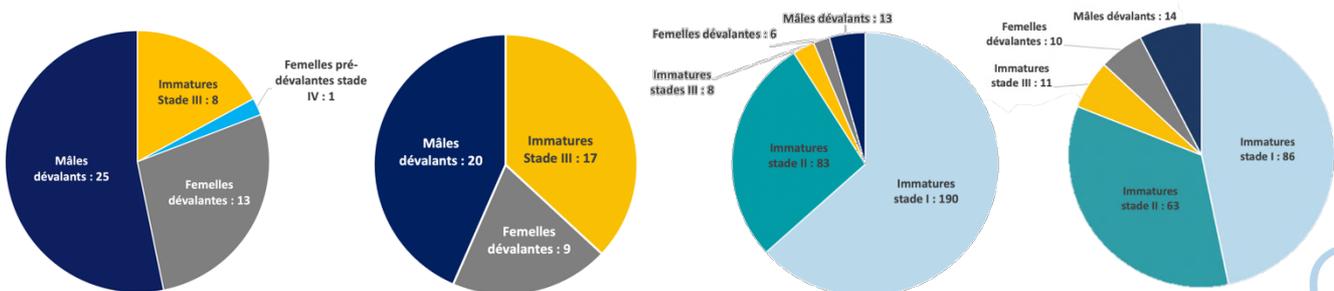


Figure 4 : Bilan des marquages d'anguilles réalisés sur la Cagne respectivement en 2017, 2018, 2019 et 2022

## 2 Résultats

### 2.1. Détections 2023 - 2024

Le prérequis à tout lancement d'une nouvelle saison d'étude dévalaison est de connaître, de la façon la plus précise possible, le nombre d'anguilles marquées encore présentes dans le système. Cette variable est estimée grâce aux Tracking-Mobile.

#### a) Les détections réalisées via le Tracking-mobile

En 2024, **deux sessions de Tracking ont été menées en juillet puis en août**. Lors de la première session, les hauteurs d'eau étaient particulièrement importantes rendant parfois compliquée une prospection à pied. La deuxième session a été bien plus efficace et 40% de nouvelles anguilles ont pu être observées par rapport à la première session.

Au total, **244 individus ont été détectés en 2024**, dont 20 ont été détectés pour la première fois. La saison d'avant, 293 anguilles avaient été contactées mais l'efficacité de détection reste similaire sachant qu'entre temps des anguilles ont dévalé.

Par ailleurs, il est également possible de calculer un **nombre théorique d'anguilles toujours présentes dans la Cagne (Figure 5)**. Pour ce faire, au nombre total d'anguilles marquées, sont soustraites les anguilles considérées comme mortes (tag retrouvé dans les assecs) et celles qui ont déjà dévalé.

Si l'on compare ce nombre théorique au nombre de détection lors du Tracking-mobile, il est alors possible de calculer un **taux d'efficacité de redétections**. On observe ainsi à l'aide de la *Figure 5* qu'au plus les anguilles sont marquées récemment au plus l'efficacité de détection est bonne. Environ 80% des individus théoriquement présents dans la Cagne et issues du marquage 2022 ont été détectés. Alors qu'aucune anguille du marquage de 2017 n'a été détectée, pour autant il en reste théoriquement encore 25 soit environ la moitié.

Les incertitudes de présence des anguilles de 2017 et 2018 sont donc particulièrement importantes.

Plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ces incertitudes. Tout d'abord, **certaines anguilles n'ont surement pas été détectées lors de leur dévalaison**. En effet, la distance de détection du RFID est relativement courte (environ 80 cm) et il a déjà été observé des crues particulièrement intenses associées à des hauteurs d'eau supérieur à cette distance de détection. Ainsi, dans ces conditions, il est possible qu'une anguille ne soit pas détectée. De plus, les pannes survenues à Bugadières entre le 24 novembre 2019 et le 10 mars 2020 ont surement augmenté les incertitudes de présence des anguilles qui avaient été marquées au préalable. En effet, cette période de dysfonctionnement correspond à une période favorable à la dévalaison des anguilles.

Il est également possible que certains individus soient morts, et que leurs tags se soient perdus. En 2021, lors du Tracking-Mobile, des tags ont été retrouvés dans des zones d'assecs. Ces détections supposent alors que des anguilles se soient retrouvées bloquées dans ces zones d'assecs et y soient mortes.

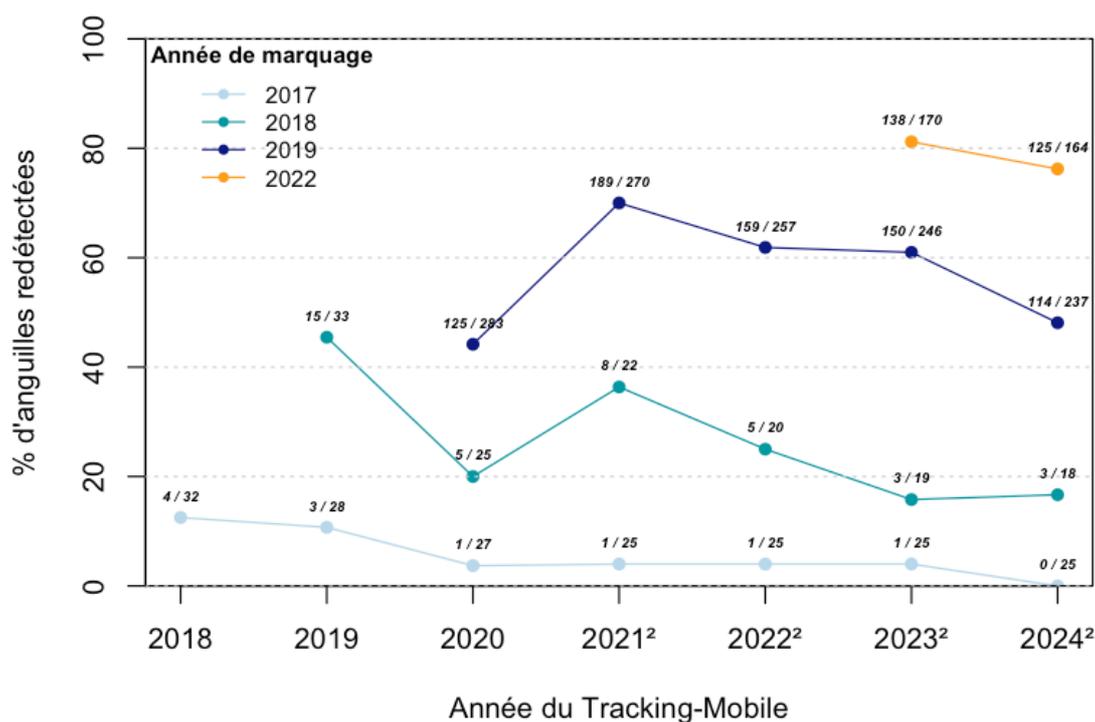


Figure 5 : Efficacité de rétection lors du Tracking-Mobile pour chaque année de marquage.  
Nombre d'anguilles redétectées / Nombre théorique d'anguilles dans la Cagne

## b) Un comportement sédentaire des anguilles

Le Tracking-Mobile de 2024 a permis de détecter en grande majorité des anguilles de 2019 et 2022. Les individus immatures FI et FII représentent la plus grande majorité de ces détections. En effet, seuls 8 individus correspondent à des stades considérés comme pré-dévalants ou dévalants ont été contactés (MD, FIV et FV).

Les sessions de Tracking menées depuis 2020 ont permis de mettre en évidence une forte sédentarité des anguilles (Figure 6). En effet, plus de 85 % des individus se déplacent seulement de quelques dizaines de mètres.

Il est intéressant de noter que la densité de détection augmente à mesure qu'on se rapproche d'un point de relâche. Plus on s'éloigne de ce dernier, plus la densité diminue que ce soit à la montaison ou à la dévalaison.

Une version interactive de la carte présentée en figure 6, retraçant les détections effectuées lors des Tracking-mobiles, est disponible en libre accès sur le [site Umap](#).

La précision du GPS utilisé est d'une cinquantaine de mètres, ainsi il est délicat d'évaluer avec précision les déplacements des anguilles. Cependant, malgré ce manque de précision, il est tout de même possible d'observer des comportements atypiques dans les migrations internes de la Cagne. En effet, chaque année, quelques individus ont entrepris une remontée ou une descente « importante » de la Cagne. Une valeur seuil arbitraire de 200m a été fixée pour séparer les déplacements des anguilles "sédentaires" avec celles qui ont changé d'habitat.

Dans l'ensemble, les anguilles qui effectuent un déplacement important sont peu nombreuses (12 individus cette année) et restent dans leur secteur de relâche initial (Figure 6). Les déplacements aval et amont semblent aléatoires selon les individus et indépendant de leur stade de développement.

Des observations lors des années précédentes ont corrélé certains déplacements importants à la dégradation des habitats dus aux assècs, ou à des crues importantes qui ont mobilisé certaines anguilles.

Il faut tout de même rappeler que chacune de ces observations reste l'exception et ne traduit pas les comportements généraux des anguilles.

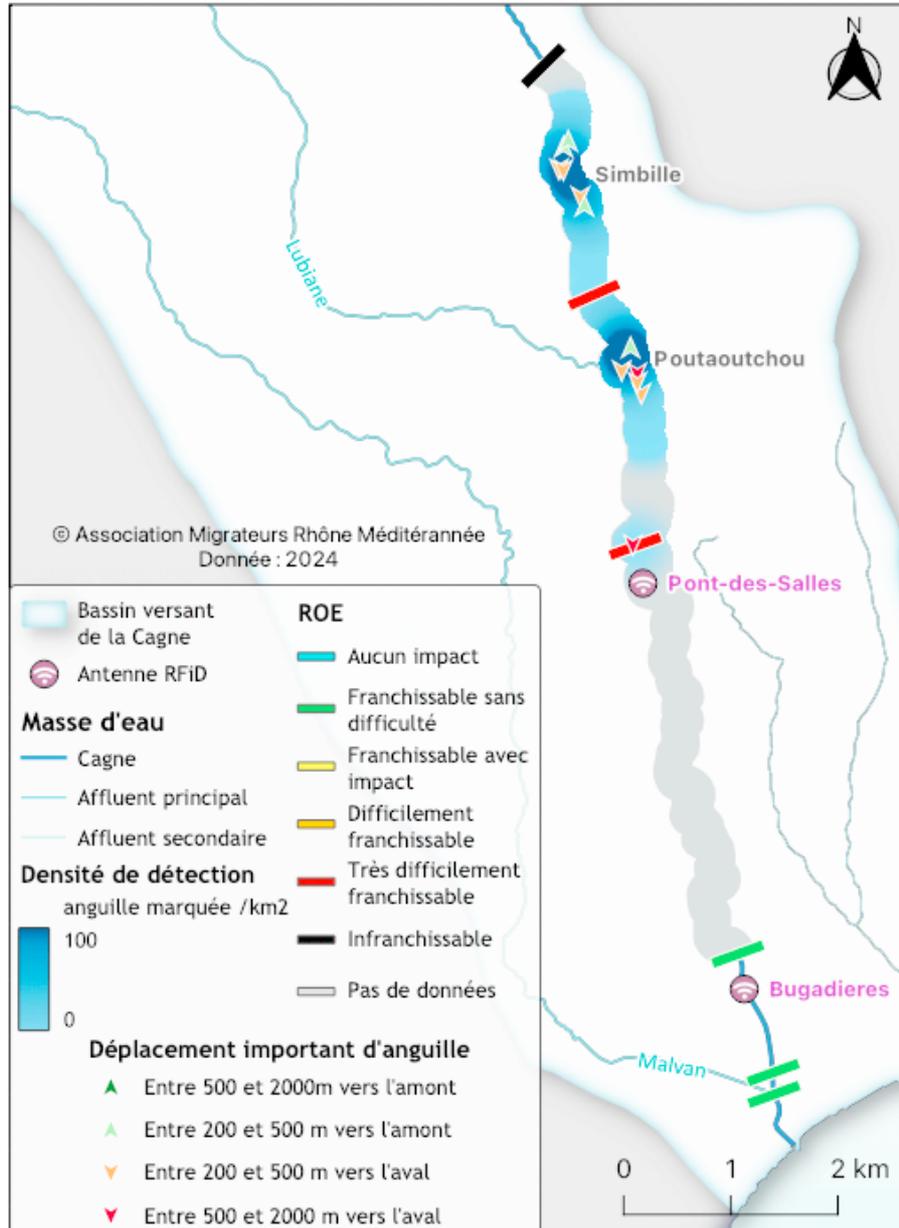


Figure 6 : Résultat du Tracking-mobile de 2024

### c) Schéma des dévalaisons des anguilles argentées lors de la saison 2023-2024

Lors de la saison 2023-2024, l'antenne à Pont-des-Salles a fonctionné toute la saison. En revanche, l'antenne à Bugadières a connu plusieurs interruptions aléatoires de fonctionnement et étalées sur plusieurs jours, jusqu'à sa réparation définitive le 10 janvier 2024.

Au total, 15 dévalaisons ont été confirmées à Bugadières auxquelles on peut aussi ajouter 1 dévalaison suspectée car détectée seulement à Pont-des-Salles (Figure 7).

Ainsi, les avaries de l'antenne de Bugadières ne semblent pas avoir eu trop d'impacts sur l'efficacité de détection, notamment car les antennes ont systématiquement fonctionné lors d'une variation de débit. De plus, le couplage des données avec l'antenne de Pont-des-Salles permet de s'assurer d'une bonne efficacité du dispositif de détection.

Les anguilles détectées lors de la saison 2023-2024 sont principalement des individus marqués en 2019 et en 2022 et qui étaient identifiés au stade FII lors de leurs marquages. Ainsi, on suppose que ces individus se sont argentés depuis leurs marquages.

Par ailleurs, seulement 3 anguilles correspondaient à des stades pré-dévalants (FIV, FV ou MD) lors de leur marquage. Une d'entre elle était d'ailleurs un mâle (MD) marqué en 2018 et il est intéressant de remarquer qu'un stade de développement avancé n'est pas forcément synonyme de dévalaison rapide. Il faut tout de même rappeler que la méthode Durif, utilisée pour identifier l'argenture, n'est pas infaillible et est dépendante de la bonne prise de mesure de la personne réalisant la biométrie.

Le schéma de migration de la saison 2023-2024 est similaire à celui des autres saisons depuis le début du suivi (*Figure 8*). Il est alors caractérisé par des pics de migration qui sont observés lors des premières variations hydrologiques d'automne.

A l'automne 2023, des variations hydrologiques faibles ont permis à quelques anguilles d'effectuer leur dévalaison. Les 3 premières dévalaisons confirmées datent alors du 20 octobre avec une variation des débits journaliers de 0,3 m<sup>3</sup>/s. 3 autres dévalaisons ont eu lieu le 05 novembre pour un débit journalier à 0,5 m<sup>3</sup>/s.

Le pic de dévalaison a quant à lui été atteint le 08 décembre pendant une hausse de débit légèrement plus importante que les deux précédentes. Sur les 16 dévalaisons de 2023, 10 ont eu lieu lors de cet événement.



Figure 7 : Débit de la Cagne en lien avec les détections d'anguilles dévalantes. Donnée hydro : SMIAGE

Cependant, même si les données se croisent beaucoup d'une année sur l'autre, la saison 2023-2024 possède ses propres spécificités induites principalement par des étiages particulièrement sévères entre septembre et début décembre. Ainsi, les dévalaisons s'opèrent pour de faibles, voire très faibles variations de débits.

Si l'on compare plus précisément cette saison 2023-2024 avec les autres saisons de suivis, on observe deux cas de figures similaires. En effet, les dévalaisons observées lors des saisons 2021-2022 et 2022-2023 ont lieu pour des faibles variations de débits à la suite de période d'étiage sévère.



#### d) Données préliminaires pour la saison 2024-2025

Pour la saison 2024-2025, nous ne disposons à ce jour que des hauteurs d'eau de la Cagne fournies par la métropole de Nice. Globalement, les conditions hydrologiques étaient pour cette saison plus importantes que les 3 saisons passées. L'analyse des détections faites aux antennes permet à ce jour de **confirmer la dévalaison de 5 anguilles (Figure 9). 4 autres individus ont potentiellement dévalé le 17 octobre, mais ces derniers n'ont pas été détectés à Bugadières.** Il est toutefois important de rappeler que la distance de détection des antennes est limitée (80 cm au maximum) et les hauteurs d'eau mesurées à proximité des antennes de Bugadières ont, à trois occasions, approximé ou dépassé la limite de détection.

Quoiqu'il en soit, la succession de plusieurs hausses de débits en début de saison a permis de fractionner les migrations en plusieurs événements. Cette saison se rapproche donc plus des saisons 2019-2020 et 2020-2021.

Saison 2024-2025

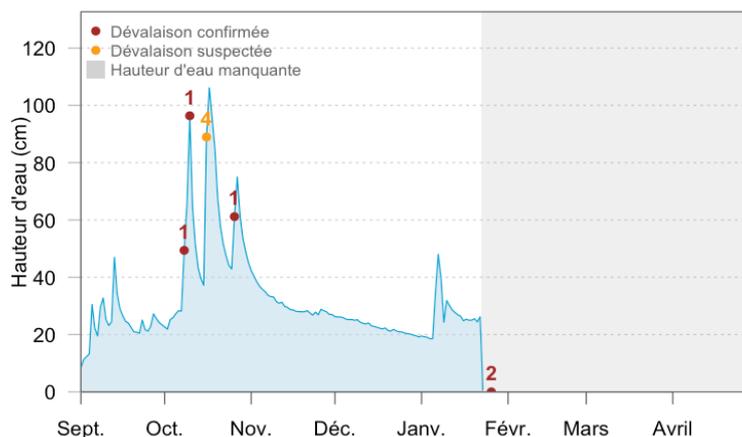


Figure 9 : Débit de la Cagne en lien avec les détections d'anguilles dévalantes. Donnée hydro : MNCA

## 2.2 Comportements des anguilles tout au long d'une crue

### a) Analyse de la cinétique de dévalaison

Lorsqu'une anguille dévale sur la Cagne, deux comportements ressortent. Soit elle rejoint Pont-des-Salles et Bugadières dans la même journée (= **Dévalaison sans pause**), soit elle met plus de 1,5 jour pour rejoindre les deux antennes (= **Dévalaison avec pause**).

Sur les 16 dévalaisons de l'année 2023, 5 à 6 d'entre elles ont été effectuées sans pause. On remarque que les dévalaisons se font majoritairement durant la hausse des débits comme le montre les détections du 08-09 décembre (Figure 10). Ce phénomène illustre le **caractère opportuniste de la dévalaison**, qui s'amorce rapidement dès lors que les débits commencent à augmenter<sup>6</sup>.

Les délais nécessaires pour atteindre les 2 antennes sont variables d'un individu à un autre, et ils sont compris entre 0,7h et 24h. Plusieurs paramètres influencent potentiellement les vitesses de dévalaison des anguilles, comme leur taille ou les vitesses de courant.

<sup>6</sup> Behrmann-Godel, J., Eckmann, R., 2003. A preliminary telemetry study of the migration of Silver European eel (*anguilla Anguilla L.*) in the River Mosel, Germany. Ecology of Freshwater Fish 12, 196-202.

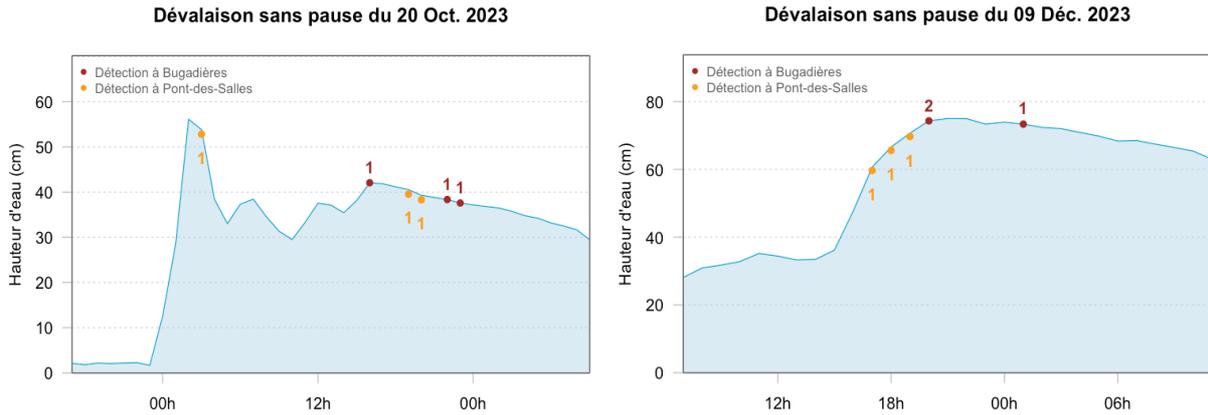


Figure 10 : Dévalaison sans pause lors de cette saison 2023-2024. Donnée Hydro : Nice Métropole

Par ailleurs, les anguilles semblent arriver très majoritairement entre 16h et 23h à Bugadières (Figure 11) et ceci peu importe l'heure à laquelle les débits ont commencé à augmenter. Cette observation se recroise avec d'autres études dévalaison en rivière, puisqu'il est indiqué que les anguilles semblent être plus actives durant la première partie de la nuit.

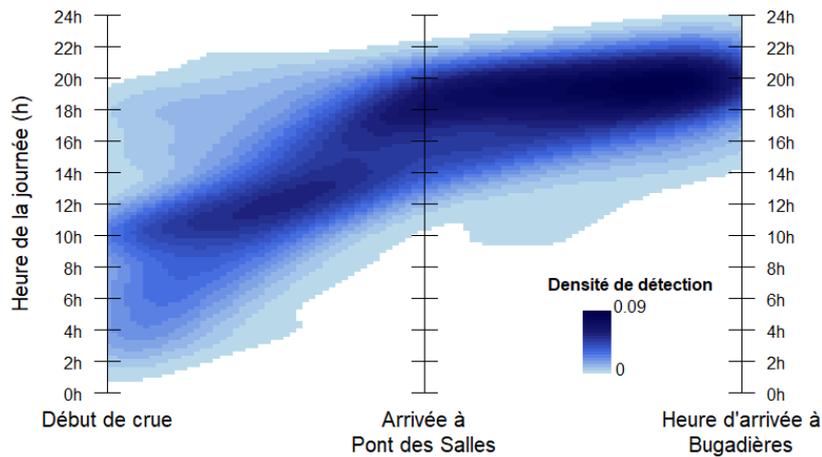


Figure 11 : Analyse horaire des différentes étapes lors d'une dévalaison sans pause

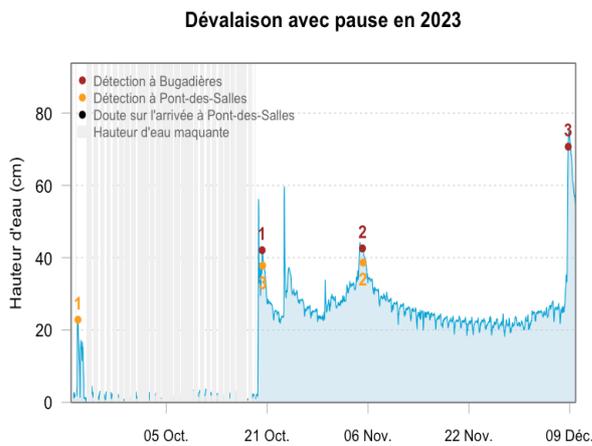


Figure 12 : Dévalaison avec pause lors de la saison 2023-2024. Donnée Hydro : Nice Métropole

En 2023, l'analyse des données suggère que 6 anguilles ont effectué une pause (Figure 12). A titre d'exemple, la première anguille avec un comportement de migration a été détectée le 21 septembre. Il s'agit d'une anguille relâchée à Simbille et qui a dévalé lors d'une infime variation des débits (Hauteur d'eau maximale à 26 cm). Quelques heures après sa détection à Pont-des-Salles, elle a été une nouvelle fois redétectée, indiquant qu'elle a remonté la Cagne en lien probable avec des conditions trop défavorables à l'aval de l'antenne. Elle est restée à l'amont de Pont-des-Salles en attendant le prochain pic de débit pour compléter sa dévalaison, le 20 octobre.

Ainsi, dans la grande majorité des cas, lorsqu'une anguille réalise une pause, elle attend le prochain pic de débit pour continuer sa migration.

Plusieurs paramètres pourraient expliquer ce phénomène de pause dans la dévalaison. Sur ce bassin versant, le paramètre prépondérant semble être les conditions hydrologiques.

En effet, lorsque les conditions hydrologiques se dégradent rapidement, les anguilles effectuent systématiquement une pause. En effet, aucune anguille n'a pu rejoindre les deux antennes dans la même journée lorsque la décrue a atteint en moins de 3h les 30 cm d'hauteur d'eau à Pont-des-Salles (Figure 12). Cela pourrait être relié à un manque de continuité hydrologique entre les deux antennes, car pour rappel la nappe est drainante à l'aval de Pont-des-Salles pendant les étiages. Ainsi, les anguilles seraient forcées d'effectuer une pause, ne pouvant pas compléter leur dévalaison à cause des hauteurs d'eau trop basses ou du manque de continuité.

Ainsi, à la suite d'une hausse de débit, lorsque le niveau d'eau redescend au seuil de 30cm, la plupart des anguilles dévalantes et détectées à Pont-des-Salles vont avoir tendance à remonter vers l'antenne (cas de figure de la détection en 2 temps de l'anguille du 21 septembre 2023). C'est dans ces conditions similaires que 10 anguilles ont dévalé du 1<sup>er</sup> au 4 novembre 2022, et 2 d'entre elles sont remontées vers Pont-des-Salles. Elles ont ensuite terminé leur dévalaison quelques semaines plus tard, tandis que nous ne savons pas ce que sont devenues les 8 autres.

Par conséquent, il est possible que ces 8 anguilles se soient retrouvées piégées à l'aval de Pont-des-Salles car ce jour-là, les conditions hydrologiques se sont vite dégradées diminuant les chances qu'elles aient complété leur dévalaison en une fois. Dès lors, il est fort probable que ces 8 individus aient effectué une pause forcée, même si les données acquises ne nous permettent pas de confirmer cela.

## 2.3 Comportement migratoire des femelles et des mâles

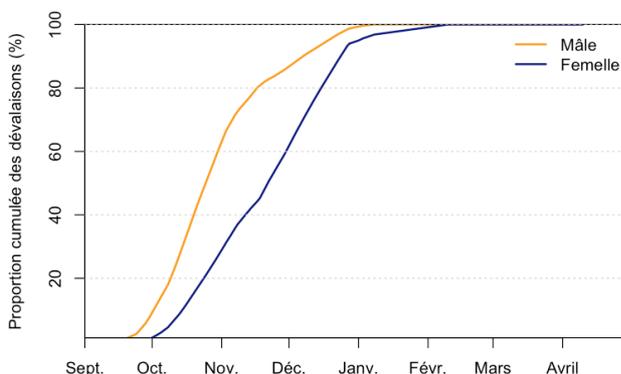


Figure 13 : Dévalaison cumulée des anguilles en fonction des jours de la saison et du sexe, pour les années avec une crue en octobre (2018, 2019, 2020, 2022, 2023)

Les paternes de migration diffèrent en fonction du sexe de l'anguille. En effet, les individus mâles ont tendance à dévaler plus tôt que les femelles, notamment car la majorité d'entre eux entame leurs migrations à la première crue automnale. Ainsi, s'il y a une crue dès octobre (Figure 13), la majorité du stock de mâles aura déjà rejoint la mer, tandis que les migrations des femelles se répartissent entre les crues d'octobre à décembre. Quelques rares femelles peuvent aussi choisir de dévaler après janvier.

Cependant que ce soit pour les mâles et les femelles, si la première crue arrive tardivement (mi-novembre / décembre), la quasi-totalité du stock d'anguilles argentées dévalera durant cet événement.

Les études scientifiques similaires attestent les mêmes comportements que ceux observés sur la Cagne, et ceci malgré des caractéristiques hydrologiques différentes entre les bassins.

## 3 Quelle application concrète pour ces résultats ?

### 3.1 Prédictions de la dévalaison des anguilles

Pour rappel, il est aujourd'hui admis que la présence d'ouvrages hydroélectriques sur les axes de migration est susceptible d'engendrer un retard à la migration, ou une surmortalité significative des futurs reproducteurs d'anguilles européennes. La mortalité intervenant principalement lors du passage des poissons dans les turbines.

Ainsi, il semble impératif de prédire le plus précisément possible les épisodes qui peuvent enclencher des dévalaisons, afin de concilier les usages.

#### a) Méthode 2 x le module

MRM développe depuis 2019 une méthode pour identifier les pics de débit susceptibles d'engendrer une dévalaison. Une synthèse bibliographique<sup>7</sup> a montré que des pics de dévalaison étaient souvent observés pour des débits très inférieurs au seuil de crue biennal, plus faible valeur de référence accessible sur Hydroportail. MRM a donc expérimenté des simulations de dévalaison avec une valeur seuil inférieure à la crue biennal, correspondant à **2 x le module** d'un cours d'eau étudié.

Entre 2017 et 2020, la majorité des dévalaisons s'opéraient au-dessus du seuil 2x le module. Cependant, les résultats des trois dernières saisons (2021-2022, 2022-2023 et 2023-2024) montrent que la plupart des dévalaisons se sont enclenchées pour une hausse des débits inférieure au module de la Cagne (*Figure 8*).

Ainsi, la méthode **2 x le module** semble sous-estimer l'attractivité des variations hydrologiques faibles, notamment lors d'une année particulièrement sèche en début de saison. En conséquence, **il serait pertinent d'affiner cette méthode en définissant une nouvelle valeur seuil, ou différentes valeurs en fonction des conditions hydrologiques de l'année** (« année sèche vs année humide »).

#### b) SilvRpeak

*SilvRpeak* est un logiciel de modélisation expérimental développé conjointement par le MNHN, EDF R&D et l'OFB. Il calcule une probabilité de dévalaison en fonction des variations hydrologiques.

L'utilisation de cet outil permet de confronter les dévalaisons observées in situ sur la Cagne à celles prédites par le modèle. Cette approche permet de tester la fiabilité de *SilvRpeak* pour les petits fleuves côtiers méditerranéens.

Les données de débit de 2023 fournies par le SMIAGE nous permettent d'observer que toutes les dévalaisons validées lors de cette campagne sont corrélées à une forte probabilité de migration (*Figure 14*). C'est un résultat qu'on retrouve chaque année, prouvant que même si *SilvRpeak* est un outil expérimental, il permet d'obtenir des prédictions cohérentes.

<sup>7</sup> : Perrier C., Campton P., 2021. Dévalaison des anguilles sur les fleuves côtiers méditerranéens : Suivi 2019/2020 RFID sur la Cagne & Caractérisation du fonctionnement hydrologique des côtiers de grande envergure. 52p. + Annexes.

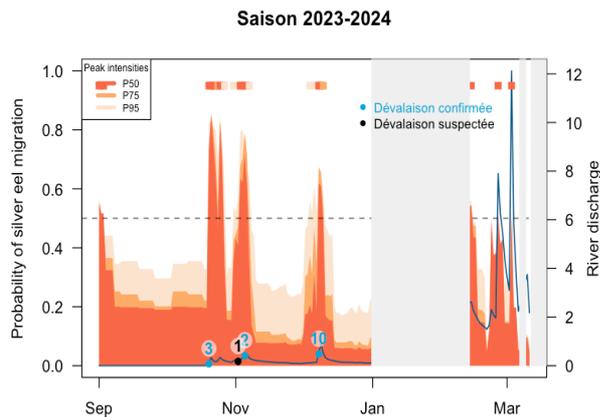


Figure 14 : Prédiction des périodes de dévalaison par le modèle Silvrpeak. Donnée hydro : SMIAGE

De septembre jusqu'au 20 octobre, la sonde de débit du SMIAGE a considéré les débits comme nuls, et aucun faux positif a pu être observé cette année. Cependant pour les autres saisons, ce modèle souffre de quelques imperfections. Notamment, car il a tendance à surestimer la probabilité de migration pour des débits infimes qui double le jour d'après. Même en ayant doublé, le débit restera trop faible pour être attractif ou perceptible par les anguilles argentées.

Finalement, aucun de ces modèles présentés n'est encore au point, bien qu'ils soient complémentaires. Dans tous les cas, les comportements de dévalaison des anguilles argentées sont comparables entre celles de Méditerranée et celles d'autres bassins en France. Chacune des études dévalaison en rivière attestent que les périodes clefs correspondent aux premières crues automnales.

Par conséquent, il sera donc intéressant de continuer à développer ces réflexions pour *in fine* obtenir un modèle cohérent pour l'ensemble des différentes rivières et ceci peu importe leur régime hydrologique.

Finalement, ces deux modèles restent perfectibles, mais ils permettent d'ores et déjà d'identifier les périodes à enjeux pour la dévalaison des anguilles.

### 3.2. Des interrogations sur l'impact des assecs

Lors de ces trois dernières saisons, les conditions d'étiages ont été particulièrement sévères sur le bassin de la Cagne, avec des débits associés en dessous de la moyenne interannuelle. En conséquence, les zones d'asecs présentes sur le secteur où le drainage de la nappe alluviale s'effectue ont tendance à être de plus en plus prononcées à l'aval de Pont-des-Salles, que ce soit en termes de durée ou de linéaire concerné.

En réponse à ces conditions hydrologiques dégradées, certaines anguilles vont profiter de la moindre variation des débits pour entamer leur migration. Ces variations sont bien inférieures au seuil  $2 \times le\ module$  qui avait été défini pour prédire les dévalaisons.

Dans ces cas de figure, l'analyse des comportements tend à montrer que la plupart des anguilles n'arrivent pas à compléter leur dévalaison en une seule fois. Elles attendent alors la prochaine hausse de débits pour retourner vers la mer.

Ces observations semblent refléter un manque de continuité hydrologique provoqué par une décrue rapide associée au drainage de la nappe à l'aval de Pont-des-Salles. Il a d'ailleurs été observé certains individus qui ont entamé leur dévalaison, mais qui ont décidé de remonter la Cagne à mesure que les débits diminuaient, probablement afin de retrouver des habitats plus favorables.

Par ailleurs, même si les comportements de dévalaisons dans ces conditions hydrologiques restent limités, ils peuvent avoir des conséquences significatives sur les populations d'anguilles. C'est notamment le cas des 8 individus qui ont dévalé le 1<sup>er</sup> et 4 novembre 2022, lors de deux augmentations rapides et faibles des débits. Il est fort probable que ces individus aient été contraints d'effectuer une pause sans avoir pu remonter la Cagne, vers des zones plus favorables à leur survie.

Comme nous n'avons pas redéetecté les tags de ces individus, même lors des trackings mobiles effectués sur les linéaires concernés par les assecs, nous ne connaissons pas le devenir de ces anguilles. Il est alors possible qu'elles soient mortes à la suite d'un piégeage dans le secteur d'assec.

Cette problématique est donc à prendre en considération, d'autant plus que dans un contexte de changement climatique, les assecs risquent d'être de plus en plus prononcés. De plus, la Cagne n'est pas le seul fleuve côtier en Méditerranée concerné par des assecs fréquents sur l'aval de son bassin. Par conséquent, il pourrait devenir important de considérer ce risque dans la gestion des anguilles argentées, notamment pour les problématiques de gestion quantitative de l'eau en automne.

Dans l'éventualité de redéetecter les tags de ces 8 anguilles, des efforts encore plus importants seront mis en place lors des trackings mobiles en 2025. Ainsi, les prospections seront poussées sur les secteurs d'assecs en visant notamment les quelques profonds présents sur le secteur et les berges.

## Conclusion

Grâce à cette étude, la thématique de l'Anguille européenne et de sa préservation s'est implantée au niveau local, grâce notamment à des actions ciblées de la part de MRM, mais aussi par les multiples collaborations mises en place dans le cadre des opérations de Tracking-Mobile (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse, FDAAPPMA 06, DDTM06, Mairie de Cagnes-sur-Mer, Nice-Métropole, l'OFB, SMIAGE Maralpin).

Depuis le lancement de l'étude sur la Cagne, en 2017, les résultats obtenus se croisent avec les autres études dévalaison effectuées dans toute la France, et ceci même si les régimes hydrologiques sont différents. En effet, les périodes clefs pour la dévalaison des anguilles correspondent aux premières augmentations des débits en automne. De plus, les mâles ont tendance à rejoindre la mer plus tôt que les femelles.

Durant la saison 2023-2024, 16 anguilles ont dévalé principalement lors de la première crue d'importance du 08 décembre. Quelques individus ont complété leur migration avant cette date mais les conditions hydrologiques étaient sans doute moins favorables pour être attractives à l'ensemble des anguilles.

Cette saison, la majorité des anguilles dévalantes ont été considérées comme immatures (FII) lors de leurs marquages. On suppose donc que certaines anguilles marquées en 2019 et 2022 se sont argentées, remplaçant ainsi les stades mûres (FV et MD) qui ont pour la plupart déjà dévalé. Lors du marquage prévu en 2025, il sera donc important de mettre à jour le stade des anguilles déjà marquées par le passé et qui pourraient être recapturées.

Les campagnes de Tracking-Mobile de 2024 ont permis de redétecter 244 individus. Il est intéressant de remarquer qu'une fois avoir arrêté leurs montaisons, les anguilles jaunes restent pour l'extrême majorité des cas dans la même zone d'habitat. Quelques rares déplacements de plusieurs kilomètres peuvent être observés et ils sont parfois reliés à une remobilisation lors d'une crue ou à la dégradation de la qualité des habitats.

Les redétectations du Tracking-Mobile permettent aussi de mieux identifier la présence des anguilles. Ainsi, il ne reste quasiment plus aucune anguille marquée en 2017 ou 2018, et chaque année il y a de plus en plus d'incertitudes de présence pour celles de 2019. Néanmoins, environ 80% des anguilles marquées en 2022 sont toujours détectées, montrant une bonne efficacité de l'outil RFiD.

Les incertitudes de présence sont liées au fait que certaines anguilles peuvent dévaler sans être détectées par les antennes fixes. Cela arrive principalement lorsque les hauteurs d'eau dépassent le champ de détection RFiD. Ces incertitudes peuvent aussi être liées à la mort d'individus dans la Cagne à cause des pressions anthropiques, ou des assècs importants.

Ainsi, avoir recours à une approche prédictive par des modèles permettrait de faciliter la gestion des anguilles dévalantes et ainsi limiter une surmortalité dans les turbines hydroélectriques.

Au final, les observations de terrain sont globalement corroborées par des prévisions réalisées *ex-situ* via le modèle prédictif *SilvRpeak* développé par le MNHN. La combinaison des deux approches permet donc d'apporter des propositions très concrètes en matière de gestion. Ces deux méthodes *in* et *ex situ* confirment aussi la pertinence de l'approche « 2x le module » développée par MRM depuis 2019, même si ce modèle mérite d'être réévaluer, notamment pour des « années sèches ».

La mise à disposition et l'utilisation conjointe de ces différents outils de modélisation, associée à la viabilité éprouvée par des retours de terrain, offre aujourd'hui la possibilité de prévoir de façon relativement efficace les mouvements de dévalaison de anguilles en Méditerranée.

# Remerciements

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) tient à remercier vivement tous ceux qui, par leur collaboration technique ou financière, ont contribué spécifiquement à la réalisation de cette étude.

## PARTENAIRES FINANCIERS

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse
- Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur
- Département des Alpes-Maritimes et SMIAGE
- Département des Bouches du Rhône
- Fédération Nationale pour la Pêche en France
- Électricité de France

## MEMBRES MRM

- Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) de l'Ain, des Alpes de Haute Provence, des Hautes-Alpes, des Alpes-Maritimes, de l'Ardèche, de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, de la Corse, de la Drôme, du Gard, de l'Hérault, de l'Isère, du Jura, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, du Rhône, de la Savoie, de Haute-Savoie, de Haute-Saône, de la Saône et Loire, du Var et du Vaucluse
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique PACA (ARFPPMA PACA)
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique Auvergne-Rhône-Alpes (ARPARA)

## PARTENAIRES TECHNIQUES

- Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) des Alpes Maritimes
- EDF R&D et Unité production Rhône Méditerranée
- OFB pôle écohydraulique ;
- OFB DiR Sud PACA, Service départemental 06
- SMIAGE Maralpin
- Agence de l'Eau
- Propriétaires Riverains
- Association Nice Météo 06
- INRAe Unité RiverLy de Lyon Grenoble

## Financeurs

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée ne pourrait agir sans l'engagement durable de ses partenaires financiers



## Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée

Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique :

- Ain
- Alpes de Haute-Provence
- Hautes-Alpes
- Alpes-Maritimes
- Ardèche
- Aude
- Bouches-du-Rhône
- Corse
- Drôme
- Gard
- Hérault
- Isère
- Loire
- Pyrénées-Orientales
- Rhône
- Haute-Saône
- Saône et Loire
- Savoie
- Haute-Savoie
- Var
- Vaucluse

Association Régionale des Fédérations de Pêche de PACA (ARFPPMA PACA)

Association Régionale des Fédérations de Pêche Auvergne Rhône-Alpes (ARPARA).

ASSOCIATION MIGRATEURS  
RHÔNE-MÉDITERRANÉE

ZI Nord, rue André Chamson, 13200 Arles  
contact@migrateursrhonemediterranee.org  
Tél. : 04 90 93 39 32  
[www.migrateursrhonemediterranee.org](http://www.migrateursrhonemediterranee.org)

