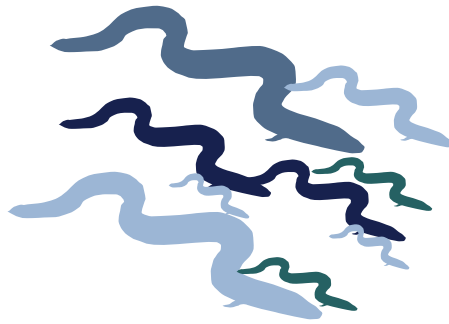


Dévalaison des anguilles en Rhône-Méditerranée

Évaluation d'outils de suivi sur le Salaison et l'Hérault

Modélisation des mortalités sur le Var



2015-N°12/14





Dévalaison des anguilles en Rhône-Méditerranée :
Evaluation d'outils de suivi sur le Salaison et l'Hérault
Modélisation des mortalités sur le Var

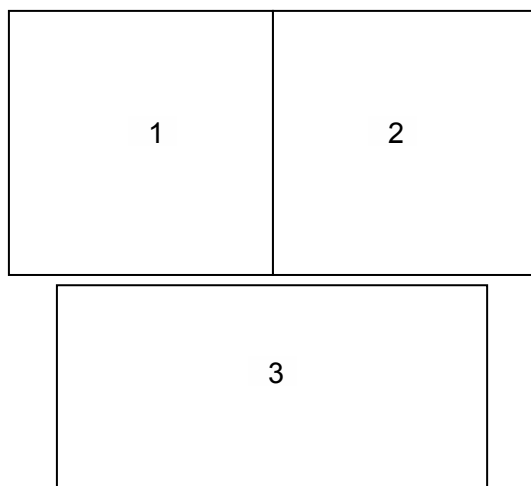


CAMPTON P., ABDALLAH Y., LABEL I.

Zone industrielle Nord - Rue André Chamson - 13200 ARLES

☎ 04 90 93 39 32 - 📠 04 90 93 33 19 - 📧 contact@migrateursrhonemediterranee.org

💻 www.migrateursrhonemediterranee.org



1 : Capétchade sur la Touloubre (MRM)

2 : Anguille après passage par une turbine (MRM)

3 : Pêche d'anguilles argentées sur le Rhône (MRM)

Campton P., Abdallah Y., Lebel I., 2016, Dévalaison des anguilles en Rhône-Méditerranée : Evaluation d'outils de suivi sur le Salaison et l'Hérault. Modélisation des mortalités sur le Var, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 31p.+Annexes.

Remerciements

L'Association MRM tient particulièrement à remercier tous ceux qui, par leur collaboration technique ou financière, ont contribué à la réalisation de cette étude.

Partenaires financiers :

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse,

Fédération Nationale pour la Pêche en France (FNPF),

Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée :

- 21 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, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, du Rhône, de Savoie, de Haute-Savoie, de Haute-Saône, de Saône et Loire, du Var et du Vaucluse.

- Union Régionale des Fédérations de Pêche de l'Arc Méditerranéen (URFAM),

- Union Régionale des Fédérations de Pêche de Rhône-Alpes (URFEPPA).

Compagnie Nationale du Rhône, dans le cadre de ses missions d'intérêt général

EDF,

Régions Provence - Alpes - Côte d'Azur et Rhône-Alpes,

Départements des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, du Gard et du Vaucluse,

Ville d'Arles,

DREAL Rhône-Alpes, délégation de Bassin Rhône-Méditerranée

Partenaires techniques :

Pêcheur Professionnel (Monsieur Darbousset Laurent)

ONEMA DiR de Montpellier

ONEMA pôle écohydraulique

Syndicat du Bas Languedoc (SBL)

Syndicat Mixte du Bassin de l'Or (SYMBO)

Communauté d'Agglomération Hérault Méditerranée (CAHM)

Résumé

La présence marquée de la petite hydroélectricité sur certains côtières méditerranéens nécessite la mise en place de mesures de gestion pour limiter son impact sur la dévalaison des anguilles.

Or, leur comportement de dévalaison n'est pas connu en Rhône-Méditerranée et de récents travaux menés par l'ONEMA sur l'Aude laissent supposer que l'hydrologie atypique des cours d'eau méditerranéens laisse très peu de fenêtres favorables à sa migration.

L'Association MRM a donc initié depuis 2012 des investigations visant d'une part à caractériser le déroulement et les conditions de dévalaison et d'autre part à évaluer plus précisément l'impact des aménagements hydroélectriques pour mieux cibler les enjeux en termes de restauration de la continuité (cas du Var).

Les expérimentations faisant intervenir les engins de pêche professionnelle ont toutes montré leurs limites face aux crues (nécessité de les déplacer, colmatage et perte des filets...), mais des pêches à la capétchade à l'embouchure d'un tributaire d'étang semblent possibles. Elles ont donc été expérimentées pour le Salaison dès le mois de septembre 2015 et doivent se terminer en avril 2016. Les premiers résultats sont encourageants car l'engin de pêche a résisté face aux trois épisodes de montée des eaux pendant lesquels 95% des anguilles argentées ont été capturées.

Ceci dit, le signal obtenu reste faible (seulement 80 anguilles capturées) et les filets des pêcheurs professionnels de l'étang ont vu une hausse de leurs captures au même moment. Il se pourrait donc bien que les anguilles ne soient pas exclusivement originaires du Salaison.

En complément, la possibilité d'obtenir un descripteur de la dévalaison avec l'outil « station de vidéo-comptage dans une passe à bassins » est évaluée depuis 2014 sur le site de Bladier Ricard (fleuve Hérault). Le peu d'images dépouillées sur la période septembre à décembre 2014 a en effet montré le dysfonctionnement régulier des caméras, mais également de mauvais paramétrages de l'algorithme de détection.

Enfin, les modélisations des mortalités à la dévalaison sur les microcentrales du Var ont montré un impact potentiellement très important avec 24 à 30 % de mortalité par microcentrale pour des anguilles de 70 cm, soit une probabilité de survie de 9 % en moyenne pour des individus de 70 cm souhaitant dévaler de l'amont de la Mescla (33 km de la mer) et franchir les 8 aménagements hydroélectriques qui se trouvent sur la basse vallée du Var.

L'ensemble de ces éléments souligne toute l'importance de poursuivre les investigations visant à connaître le déroulement de la dévalaison en Rhône-Méditerranée. Face aux difficultés rencontrées jusqu'à aujourd'hui avec les techniques de pêche professionnelle et de vidéosurveillance, des experts nationaux ont été réunis et sollicités en juin 2015 pour évoquer la mise en place d'un projet d'étude comportementale sur la Cagne et le Var à l'horizon 2017/2018 faisant intervenir des technologies réputées plus efficaces (marquage, télémétrie...). Si les partenaires sont unanimes sur l'intérêt d'un tel projet, il reste à déterminer sa faisabilité technique et financière (acquisition du matériel biologique, budgétisation du projet).

Sommaire

Introduction	1
Descripteur de la dynamique migratoire sur les côtières	2
I. Dispositifs de pêche professionnelle sur le Salaison	2
<i>I.1. Rappel du choix de la méthode d'échantillonnage.....</i>	<i>2</i>
<i>I.2. Déroulement de l'échantillonnage</i>	<i>2</i>
<i>I.2.1. Site d'échantillonnage.....</i>	<i>2</i>
<i>I.2.2. Période et fréquence d'échantillonnage.....</i>	<i>3</i>
<i>I.2.3. Relève de la capéchade et traitement des poissons capturés.....</i>	<i>4</i>
<i>I.2.4. Paramètres environnementaux</i>	<i>5</i>
<i>I.3. Etat d'avancement au 31 décembre 2015</i>	<i>5</i>
<i>I.3.1. Caractérisation des captures</i>	<i>6</i>
<i>I.3.2. Origine des anguilles capturées.....</i>	<i>6</i>
<i>I.4. Retour d'expérience technique.....</i>	<i>7</i>
<i>I.4.1. Efficacité de pêche</i>	<i>7</i>
<i>I.4.2. Moyens humains.....</i>	<i>7</i>
<i>I.4.3. Premières conclusions de l'expérimentation.....</i>	<i>7</i>
II. Visionnage par videocomptage d'une passe à poissons	8
<i>II.1. Présentation du site.....</i>	<i>8</i>
<i>II.2. Descriptif de l'outil de comptage.....</i>	<i>9</i>
<i>II.2.1. Acquisition des données.....</i>	<i>9</i>
<i>II.2.2. Visionnage</i>	<i>9</i>
<i>II.3. Retour d'expérience du visionnage.....</i>	<i>10</i>
<i>II.3.1. Problèmes de fonctionnement.....</i>	<i>10</i>
<i>II.3.2. Résultats du videocomptage Anguille</i>	<i>11</i>
Modélisation de l'impact des aménagements hydroélectriques du Var	12
I. Principe de modélisation des mortalités du Var	12
<i>I.1. Formule générale et données nécessaires.....</i>	<i>12</i>
<i>I.1.1. Probabilité de passage au travers des évacuateurs de crue P_e.....</i>	<i>13</i>
<i>I.1.2. Stations hydrométriques de référence.....</i>	<i>13</i>
<i>I.1.3. Calcul du débit moyen journalier.....</i>	<i>14</i>
<i>I.2. Probabilité de mortalité au travers des turbines P_m.....</i>	<i>15</i>
<i>I.3. Impact cumulé.....</i>	<i>16</i>
II. Résultats des modélisations.....	16
<i>II.1. Mortalités intrinsèques.....</i>	<i>16</i>
<i>II.2. Mortalités globales par aménagement.....</i>	<i>18</i>
<i>II.2.1. Mortalités par groupes de tailles.....</i>	<i>18</i>
<i>II.2.2. Caractéristiques de l'impact par aménagement.....</i>	<i>18</i>
<i>II.2.3. Contextualisation des mortalités.....</i>	<i>20</i>
<i>II.3. Impact cumulé des ouvrages.....</i>	<i>21</i>
<i>II.3.1. Résultats obtenus sur les aménagements du Var</i>	<i>21</i>
<i>II.3.2. Contextualisation des impacts cumulés.....</i>	<i>21</i>
<i>II.4. Limites d'utilisation de l'outil</i>	<i>23</i>
<i>II.4.1. Source des données hydrométriques.....</i>	<i>23</i>
<i>II.4.2. Transposabilité des résultats</i>	<i>23</i>

Projet d'étude de la dévalaison en PACA	25
I. Genèse d'un projet multipartenarial	25
II. Deux pistes opérationnelles de travail.....	26
<i>II.1. Suivi Pit Tag sur la Cagne.....</i>	<i>26</i>
<i>II.2. Etude par radiotélémetrie sur le Var.....</i>	<i>26</i>
Conclusion.....	28
Bibliographie	29
Liste des figures.....	30
Liste des tableaux.....	31
Liste des annexes	31
Annexes	

Introduction

Alors que l'Anguille européenne est en voie d'extinction, son comportement de dévalaison en Rhône-Méditerranée n'est pas connu (contrairement aux autres grands bassins hydrographiques, les études sont rares et nous ne disposons pas de données historiques de pêche de pêche d'anguilles argentées exploitables). Sa description est donc importante pour préconiser des mesures de gestion adaptées, notamment pour minimiser l'impact des aménagements hydroélectriques sur la migration catadrome de l'espèce (Campton *et al.*, 2014).

Des analyses hydrologiques menées par l'ONEMA sur l'Aude en 2013 montrent en effet qu'il est peu probable que la dévalaison sur les fleuves côtiers méditerranéens s'opère dans les mêmes conditions que celles décrites dans de nombreuses études de recherche et développement sur les cours d'eau de la façade Atlantique (ONEMA, sous presse).

De plus, le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs 2016-2021 prévoit la consolidation des suivis des populations de poissons migrateurs sur le bassin Rhône-Méditerranée afin d'alimenter les **indicateurs du tableau de bord des poissons migrants** en cours d'élaboration.

Cette étude, initiée en 2012, a le double objectif de :

- 1) définir une méthode pour caractériser la migration de dévalaison**
- 2) évaluer l'impact des aménagements hydroélectriques sur la dévalaison à l'échelle d'un fleuve côtier pour estimer l'échappement en anguilles argentées**

Sur le premier point, les investigations menées par MRM de 2012 à 2014 (recherches bibliographiques ; pêches aux verveux sur le Rhône et la Touloubre ; pêches à la capétchade sur l'étang de Berre à l'embouchure de la Touloubre ; évaluation de la pertinence de l'outil « vidéocomptage » à partir des données de la passe à bassins de Bladier Ricard sur l'Hérault) ont permis de mieux appréhender les limites des engins de pêche professionnelle et la grande difficulté technique à déployer un suivi pérenne sur des cours d'eau au régime hydrologique très varié (fortes crues, étiages sévères, disponibilité de pêcheurs professionnels...).

Néanmoins, il en ressort d'une part, que l'utilisation d'une capétchade à l'embouchure d'un tributaire d'étang semble possible (sites moins exposés aux variations de débits, passage obligé des anguilles argentées...) et d'autre part que les premiers résultats du visionnage vidéo de la passe à poissons de Bladier Ricard n'ont pas permis de conclure sur la pertinence de l'outil.

En 2015, des pêches à la capétchade ont donc été engagées sur le Salaison et le visionnage des enregistrements vidéo de Bladier Ricard a été poursuivi.

Sur le second point, l'objectif des investigations 2015 consiste à transposer au fleuve Var (département des Alpes-Maritimes), la méthode de modélisation proposée par le pôle échohydraulique de l'ONEMA et déjà utilisée en Rhône-Méditerranée sur l'Aude (département de l'Aude), l'Arc et la Touloubre (département des Bouches-du-Rhône).

Enfin, Le retour d'expérience recueilli depuis 2012 a également conduit MRM à **organiser la rencontre d'experts nationaux et de partenaire locaux pour évaluer la faisabilité de mettre en place un projet d'étude** avec les technologies couramment utilisées sur cette problématique (télémetrie, suivi Pit Tag...) sur un côtier des Alpes-Maritimes.

Ce rapport est une synthèse de l'ensemble des résultats (provisoires pour l'expérimentation Salaison) obtenus en 2015 et les préconisations qui en découlent.

Descripteur de la dynamique migratoire sur les côtières

Deux outils ont été envisagés pour obtenir un descripteur de la dynamique migratoire de dévalaison sur les côtières méditerranéens : les dispositifs de pêche professionnelle et le vidéocomptage d'une passe de montaison piscicole (site de Bladier Ricard sur l'Hérault).

I. Dispositifs de pêche professionnelle sur le Salaison

I.1. Rappel du choix de la méthode d'échantillonnage

Les investigations bibliographiques menées par MRM jusqu'à aujourd'hui démontrent que les anguilles argentées dévalent préférentiellement pendant les périodes de hauts débits en empruntant les veines principales de courant. Or, sur les côtières méditerranéens, les régimes hydrologiques sont tels, que pendant ces fenêtres migratoires favorables, il est impossible d'échantillonner efficacement les anguilles argentées avec du matériel de pêche professionnelle. Les expérimentations aux verveux menées sur le Rhône et la Touloubre en 2013/2014 l'ont clairement démontré (Campton *et al.*, 2014).

En revanche, MRM a testé en février 2014 une méthode de capture à la capétchade (fiche descriptive en annexe A) sur l'étang de Berre au niveau de l'embouchure de la Touloubre.

Si ces pêches n'ont duré que deux semaines, elles ont montré que le dispositif d'échantillonnage est resté pêchant y compris durant une crue proche de la quinquennale (14 m³/s). C'est la raison pour laquelle MRM a souhaité approfondir le retour d'expérience de cette méthode afin d'évaluer la possibilité de mettre en place un suivi pérenne.

I.2. Déroulement de l'échantillonnage

I.2.1. Site d'échantillonnage

Le régime hydrologique de la Touloubre est malheureusement artificiellement influencé par les prises d'eau des canaux d'irrigation (périodes de crues et d'étiages inversées par rapport aux autres petits côtières). Le site n'est par conséquent pas représentatif de l'hydrologie méditerranéenne et l'expérimentation n'y a pas été poursuivie.

L'Association MRM a donc analysé en 2014 l'hydrologie et la configuration des embouchures de tous les tributaires de lagunes et c'est le Salaison, petit tributaire de l'étang de l'Or (également appelé « étang de Mauguio ») dans l'Hérault, qui apparaît comme le plus facile à échantillonner, d'autant plus qu'un pêcheur professionnel de l'étang était très intéressé pour participer à l'expérimentation.

L'échantillonnage s'effectue donc au Nord de l'étang de l'Or à une dizaine de mètres de l'embouchure du Salaison (fig.1).



Figure 1 : Embouchure du salaison dans l'étang de l'Or (MRM)

1.2.2. Période et fréquence d'échantillonnage

La capêchade fournie par MRM est posée en continu durant la période potentielle de dévalaison (septembre 2015 à avril 2016) (Campton *et al.*, 2015). Elle se trouve dans l'axe d'écoulement du Salaison (fig.2 et 3), l'hypothèse de base consistant à considérer qu'une partie des anguilles qui dévalent longeront la paradière et seront piégées par l'une des nasses du dispositif.

La fréquence des relèves est adaptée à la quantité d'anguilles capturées et à l'hydrologie du Salaison (augmentation des visites lors des coups d'eau). Une moyenne de 3 relèves hebdomadaires a été fixée dans un premier temps.

Pour que le suivi soit le moins chronophage possible, l'organisation initiale consiste à ce que le pêcheur professionnel, qui met à disposition son bateau et son expérience, effectue seul la plupart des relèves, évalue la présence ou non d'anguilles argentées et informe à chaque visite l'Association MRM des captures.



Figures 2 et 3 : Configuration du site (google earth) et capetchade immergée (mrm)

Ainsi, un intervenant accompagne le pêcheur lorsque :

- des anguilles argentées sont capturées à la relève précédente (individus mis en couve d'une visite à l'autre),
- un nombre très important d'anguilles argentées est capturé (le jour même de la relève, le pêcheur professionnel contacte la personne référente qui le rejoint rapidement),
- les conditions hydroclimatiques laissent supposer des captures à venir (changement de température ou coup d'eau par exemple),
- le nettoyage du dispositif de piégeage est nécessaire.

1.2.3. Relève de la capetchade et traitement des poissons capturés

Une relève consiste à récupérer dans chaque nasse les poissons piégés (fig.4).

En l'absence d'un intervenant de l'Association, le pêcheur professionnel évalue seul (grâce à son expérience), la présence d'argentées parmi les anguilles capturées. Il les place en couve pour qu'elles soient biométrées par l'intervenant de MRM.

Les anguilles jaunes sont dénombrées ou pesées et remises à l'eau. Les autres espèces sont notées en présence / absence puis remises à l'eau.



Figure 4: Relève de la capetchade (MRM)

Les anguilles argentées sont biométrées par MRM selon le protocole de Caroline Durif qui vise à déterminer le degrés d'argenture (Durif et al., 2009).

Ainsi, les principaux paramètres relevés sont le poids, la taille de l'anguille et de sa nageoire pectorale, son diamètre oculaire (vertical et horizontal) (fig.5).



Figure 5 : Mesures du diamètre de l'œil et de la nageoire pectorale (MRM)

L'indice d'argenteure est déterminé *via* une interface Excel transmise à MRM par Caroline Durif. Elle permet de déterminer 6 stades (tab. 1) à partir de l'indice oculaire (calculé à partir des diamètres horizontaux et verticaux de l'œil) et de l'indice de nageoire pectorale (calculé à partir de la longueur de la nageoire pectorale et de la longueur totale de l'anguille).

Tableau 1 : Caractérisation des stades d'argenteure (Pankhurst, 1982 ; EELREP, 2005 ; Durif et al., 2009)

Stade	Caractérisation	Modifications internes/externes
I	anguille jaune non différenciée	pas de différenciation morphologique
FII	anguille jaune femelle	
FIII	mâle / femelle prémigrante	premières modifications hormonales, légère augmentation du diamètre des yeux
FIV	femelle avec premières velléités de migration	sécrétion de gonadotrophine, arrêt de l'alimentation
FV	femelle migrante	diminution significative du tube digestif, augmentation du diamètre des yeux, augmentation des nageoires pectorales, changement de couleur de la peau...
MII	mâle migrant	

Chez les mâles tous les changements physiologiques interviendraient de manière simultanée, ce qui explique pourquoi on ne différencie que deux stades.

1.2.4. Paramètres environnementaux

Le débit du Salaison, la température de l'eau au niveau de la capêchade et dans le Salaison et le vent sont suivis durant l'échantillonnage.

Le débit du Salaison est très faible et stable dans le temps avec des débits moyens mensuels qui fluctuent de 0,1 à 0,9 m³/s (calculé de 2003 à 2013). Les années sèches, il arrive en effet que son embouchure s'ensable, déconnectant le cours d'eau de l'étang.

L'hydrologie du Salaison se caractérise en effet par un débit qui reste à hauteur du module 95 % du temps. Les crues sont généralement à la fois très intenses et de courte durée (quelques heures). Le cours d'eau reprend donc très rapidement son débit normal.

Par conséquent, afin de mieux visualiser le comportement du cours d'eau durant l'expérimentation, le paramètre visualisé est le débit instantané maximal mesuré entre deux relèves.

La température de l'étang est mesurée grâce à une sonde d'enregistrement continu placée dans l'étang à proximité de la capêchade. La température du Salaison a été récupérée par le Syndicat Mixte du Bassin de l'Or auprès d'Oc'via qui réalise un suivi thermique au droit du Salaison dans le cadre des travaux de contournement Nîmes Montpellier (CNM).

Les épisodes très venteux ont été relevés de manière qualitative en consultant notamment le site internet de Météo France.

1.3. Etat d'avancement au 31 décembre 2015

Les résultats présentés ci-après correspondent à la période septembre à décembre 2015. Ils sont par conséquent partiels. Le rapport 2016 présentera les résultats de l'intégralité de la période.

Du 1^{er} septembre au 31 décembre, la capêchade a été relevée à 47 reprises (moyenne de 3 relèves par semaine). 80 anguilles argentées ont été capturées dont la majorité aux mois de septembre et novembre (fig.6 et 7).



Figure 6 : Anguille argentée capturée sur le Salaison (MRM)

1.3.1. Caractérisation des captures

Cette première partie du suivi se caractérise par l'absence d'anguilles argentées dans la majorité des relèves. Seulement 9 des 47 effectuées se sont soldées par la présence d'anguilles, soit 19% des relèves totales.

Les anguilles argentées ont été capturées sur des laps de temps très courts (captures sur 2 relèves consécutives au maximum) corrélées à des hausses du débit à 3 périodes :

- 14 septembre, 4 m³/s : 26 anguilles argentées capturées sur deux relèves (14 et 17 septembre)
- 5 octobre, 26 m³/s : 5 anguilles argentées capturées sur deux relèves (5 et 6 octobre)
- 4 novembre, 30 m³/s (équivalent de la biennale) : 45 anguilles argentées capturées sur deux relèves (29 octobre et 4 novembre)

Ainsi, 95 % des anguilles argentées ont été capturées lors d'une hausse du débit du Salaison (fig.7).

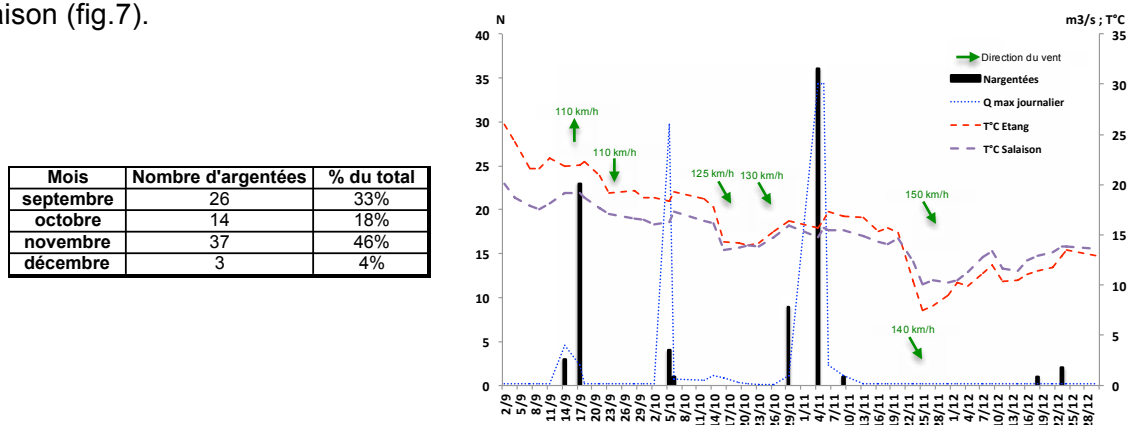


Figure 7 : Evolution des captures d'anguilles argentées et des données abiotiques (débit, température et vents)(source :Banque hydro, Meteo France ; Oc'via)

Les températures de l'étang et du Salaison évoluent de manière similaire. Elles sont restées relativement chaudes pour la saison (supérieures à 10°C durant toute la période suivie). On observe une chute importante de 5°C aux environs du 25 novembre, liée au refroidissement météorologique. Aucune anguille argentée n'a été capturée à ce moment. On n'observe donc pas de corrélation marquée entre température et les captures d'argentées.

En dehors du vent de secteur sud observé le 15 septembre, les principaux épisodes venteux ne correspondent pas aux pics de captures.

Ainsi, les données montrent une forte corrélation des captures uniquement avec le débit du Salaison.

Enfin, seulement 3 épisodes de captures ont été observés, ce qui reste faible pour une interprétation scientifique.

1.3.2. Origine des anguilles capturées

Les pêcheurs professionnels de l'étang utilisaient également des capétschades durant cette première phase expérimentale et bien que nous ne disposions pas des données de captures, les tendances ont été similaires à nos pêches.

La saison automnale a en effet été très pauvre en argentées sur tout l'étang. Les pêcheurs ont toutefois eu des augmentations de captures mi-septembre et début octobre en même temps que dans notre piège (Darbousset, comm.pers). Le vent et les fortes pluies étaient les facteurs explicatifs selon les professionnels.

Il n'est par conséquent pas impossible que certaines anguilles capturées dans nos filets soient originaires de l'étang. En revanche, le pic de capture observé début novembre dans nos filets n'a pas été suivi d'une augmentation d'argentées chez les professionnels. Il y a donc de fortes chances que le signal capté corresponde à des mouvements de dévalaison du cours d'eau.

Ce retour d'expérience montre toute l'importance d'intégrer dans le suivi les données abiotiques et les captures des pêcheurs professionnels. Dans la mesure du possible, ces dernières seront intégrées à l'analyse des résultats à la fin du suivi.

I.4. Retour d'expérience technique

I.4.1. Efficacité de pêche

Le filet s'est avéré être pêchant pour la majorité des relèves y compris lors des épisodes de crues du Salaison qui ont approché la biennale et ont eu pour conséquence majeure de salir le filet avec des branches et des feuilles mortes (fig.8).

En effet, même en l'absence d'anguilles argentées, les filets ont capturé d'autres espèces à chaque relève (mulets, crabes, carassins, gardons, carpes, loups), accompagnées d'anguilles jaunes (177 kg capturées au total).

En revanche, lors de la relève du 5 novembre, les nasses étaient colmatées par des feuilles mortes en raison de la crue du Salaison, ce qui a rendu la capêchade inefficace car aucune argentée ne s'y trouvait alors que 36 ont été capturées la veille.



Figure 8 : Paradière encrassée de branches et de feuilles mortes (MRM)

I.4.2. Moyens humains

Les expérimentations n'ont pas été plus chronophages que prévu :

- 1 pêcheur professionnel à raison de 3 sorties semaine a jusqu'à aujourd'hui été suffisant.
- L'Association MRM a accompagné le pêcheur une fois par semaine en moyenne (environ 17 interventions de 3,5 h, trajet inclus, avec très peu ou pas d'anguilles, à 7h lors de la relève du 4 novembre).

Le retour d'expérience intégral permettra d'évaluer le coût global annuel d'un tel suivi s'il devait être pérennisé.

I.4.3. Premières conclusions de l'expérimentation

Les tendances observées sont provisoires et demandent à être confirmées :

Le dispositif de piégeage est resté en place pendant les 3 crues, événements supposés favorables à la dévalaison. Si le signal obtenu est relativement faible, il a été capté durant ces 3 hausses de débit. L'automne et le début d'hiver 2015 ont connu une hydrologie moyenne en comparaison aux 15 années précédentes (0 à 9 hausses de débits enregistrées entre le 1^{er} septembre et le 31 décembre, fig.9).

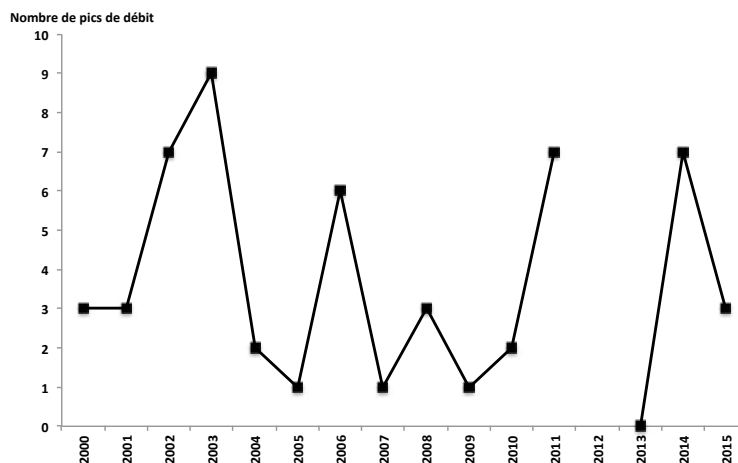


Figure 9 : Nombre annuel de hausses du débit du Salaison, supérieures à la plus petite observée en 2015 (ne sont considérées que les périodes du 1^{er} septembre au 31 décembre) (banque hydro)

Les échantillonnages se sont donc déroulés dans de bonnes conditions et n'ont pas nécessité plus de moyens que ce qui a été prévu, mais peut être qu'avec des débits plus fréquemment élevés, le suivi aurait été plus chronophage.

Les mois de janvier à avril 2016 apporteront des compléments voire des modifications à ce bilan provisoire, mais nous nous interrogeons d'ores et déjà sur l'origine des individus dévalant capturés. Il se pourrait bien qu'ils proviennent du Salaison, car leur capture coïncide à 95% avec des coups d'eau, mais deux pics de captures sur trois ont également été observés chez les autres pêcheurs de l'étang.

II. Visionnage par videocomptage d'une passe à poissons

II.1. Présentation du site



Propriété du Syndicat Intercommunal d'adduction d'eau des communes du Bas Languedoc, le barrage de Bladier Ricard sur l'Hérault est le deuxième obstacle depuis l'embouchure, situé à 13,5 km de la mer (fig.10). Cet ouvrage permet le maintien de la nappe dans le but d'assurer le captage AEP de Florensac (MRM & HIZKIA, 2013).

Figure 10 : Barrage de Bladier Ricard sur l'Hérault (MRM)

Le barrage de Bladier Ricard est considéré « ouvrage prioritaire » pour l'Alose et l'Anguille dans le PLAGEPOMI 2010-2014 et classé en lot 1 par la Loi Grenelle et en Liste 1 et 2 de la Loi sur l'Eau. Il a fait l'objet en 2012 de travaux de restauration pour la continuité écologique dont la construction d'une nouvelle passe à poissons.

Un système de vidéo comptage utilisant la technologie développée par la société Hizkia a été mis en place.

II.2. Descriptif de l'outil de comptage

II.2.1. Acquisition des données

Le système se compose de 2 caissons disposés en vis-à-vis (fig.11), chaque caisson comprenant une plaque éclairante composée de LED et des caméras (6 au total) filmant en haute définition. Les images sont filtrées directement sur site (ordinateur fixe + logiciel) et grâce à un système d'auto détection, seules les séquences avec passages sont stockées dans trois disques durs de 2 Tera octets.

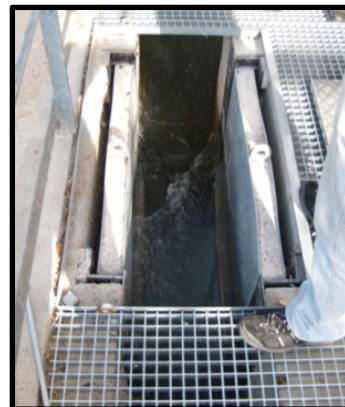


Figure 11 : Caissons vidéos dans la passe à poissons (MRM)

Ce dispositif stocke actuellement les données vidéo sur un disque dur informatique. Depuis sa mise en place en 2012, les données n'ont pas été visionnées durant la période de dévalaison des anguilles.

Or, il est possible qu'elles fournissent des informations sur leur comportement migratoire, notamment hors période de hautes eaux. Si les anguilles argentées devaient avoir un comportement actif de migration, avec une surverse fortement réduite au barrage, il est vraisemblable d'observer les individus au niveau du caisson de visionnage vidéo.

Le cas échéant, les données recueillies pourraient fournir un indicateur de la dévalaison des anguilles.

Par conséquent, en 2014 les enregistrements vidéo ont été récupérés par MRM auprès de la Communauté d'Agglomération Hérault-Méditerranée (CAHM).

II.2.2. Visionnage

Le visionnage affiche pour chaque journée d'enregistrement l'ensemble des séquences-videos à dépouiller sur six fenêtres (chacune correspondant à une caméra) où apparaît la colonne d'eau de la passe à poissons (fig.12). Les séquences sont matérialisées graphiquement *via* un histogramme dont la hauteur des bâtons est relative à la densité d'éléments détectés sur les différentes séquences.

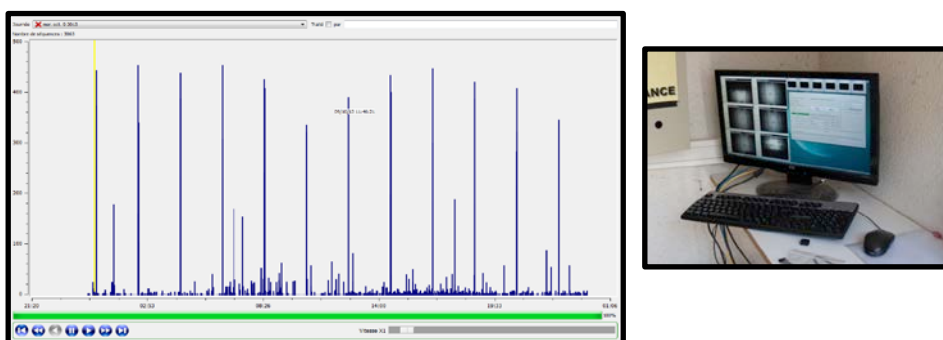


Figure 12 : Outil de comptage et visionnage informatique (MRM)

Les séquences sont visualisées par un technicien de l'Association en spécifiant pour chaque journée visionnée le nombre de séquences, la qualité de l'image de chacune des six caméras, le temps de dépouillement, le nombre d'anguilles observées et leur sens de déplacement.

Les données n'ont pas été toutes exploitées en raison du nombre trop important de séquences journalières.

Seulement 3 anguilles en dévalaison ont été observées par MRM pour la période de dévalaison 2013/2014 (août 2013 à avril 2014). Ce qui laisse sceptique sur l'utilisation de l'outil « videocomptage » comme indicateur de la dévalaison d'autant plus que le visionnage s'est avéré très chronophage (mauvaise qualité d'images, nombre important de séquences à visualiser).

En 2015, le choix a été fait de privilégier le dépouillement des données de la saison de dévalaison 2014/2015 qui ont donc été récupérées auprès de la CAHM.

II.3. Retour d'expérience du visionnage

II.3.1. Problèmes de fonctionnement

Le visionnage 2015 a mis en évidence de nombreux problèmes de fonctionnement :

- Pas d'enregistrement disponible sur certaines périodes

Les données correspondant aux journées du 1^{er} septembre au 26 octobre ont malheureusement été écrasées par de nouveaux enregistrements en raison de la saturation des disques durs liée à l'absence de procédure d'exploitation du système de vidéosurveillance.

Les journées du 5 au 12 novembre et du 29 et 30 novembre n'ont pas d'enregistrement vidéo. Le dispositif a probablement connu un dysfonctionnement de plusieurs jours avant qu'un opérateur de maintenance ne s'en aperçoive.

La perte d'information est conséquente.

- Mauvais réglage de l'algorithme

Pour toutes les journées dépouillées, chaque séquence dure *a minima* 11 secondes, soulignant très probablement un problème de réglage du système d'autodétection des caissons.

Lorsqu'un poisson est détecté à l'instant « t », un enregistrement correspondant aux images de l'instant « t – n secondes » à l'instant « t + n secondes » est placé sur le disque dur. Le dispositif est réglé de manière à ce que n soit relativement court. Or, il est possible que lors d'une opération de maintenance ou lors d'un dysfonctionnement électrique, ce paramétrage ait été modifié sur un enregistrement de 11 secondes.

Pour chaque journée de visionnage, seulement une partie des fichiers vidéos enregistrés sont intégrés dans le logiciel de dépouillement : étant donné que chaque séquence dure *a minima* 11 secondes, il est fort probable que les fichiers vidéos soient trop lourds pour être intégrés par le logiciel ou alors, l'ordinateur utilisé n'est pas assez puissant.

Il en résulte l'impossibilité de visionner l'intégralité des journées enregistrées.

- Dysfonctionnement des caméras

Pour un grand nombre de journées enregistrées d'octobre à décembre, 4 à 5 des 6 caméras ont été dysfonctionnelles. La cause ne peut pas être déterminée car il n'y a pas eu de maintenance ou de suivi du fonctionnement du dispositif. Les enregistrements sont par conséquent inexploitable.

- Un dispositif moins efficace pendant les crues ?

Les journées de crues de l'Hérault où les caméras ont fonctionné, seulement une dizaine de séquences ont été enregistrées. La turbidité de l'eau est telle que le dispositif ne peut pas aussi bien détecter les mouvements entre les caissons (fig.13). Le visionnage est probablement moins efficace dans ces conditions de forte turbidité, mais la plupart des anguilles dévalantes passent alors très certainement par la surverse des clapets.

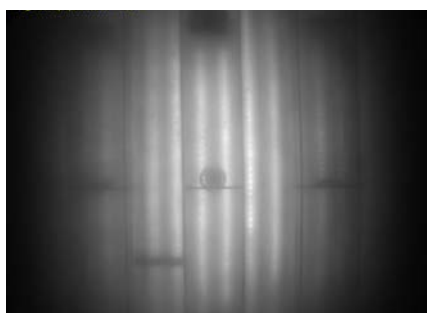
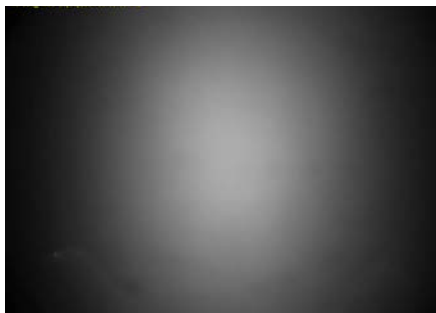


Figure 13 : Ecran de visionnage en crue (à gauche) et en conditions normales (à droite)

La période d'enregistrement à dépouiller correspond en effet à une hydrologie fortement marquée par les crues (fig.14).

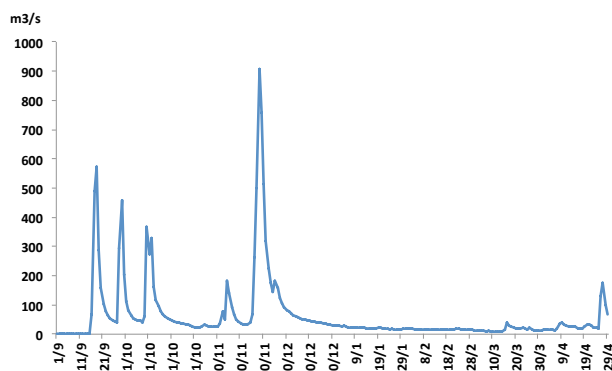


Figure 14 : Hydrologie de l'Hérault de septembre 2014 à avril 2015 (station de l'Hérault à Agde)

II.3.2. Résultats du videocomptage Anguille

Les images visionnées ont permis d'observer 2 sujets en dévalaison. Le premier le 30 octobre avec un débit de 25 m³/s et la deuxième le 16 décembre pour un débit plus élevé (58 m³/s) (fig.15).



Figure 15: Anguille en dévalaison

Ainsi, le dépouillement de la saison 2014/2015 n'apporte pas les éléments de réponse attendus concernant le comportement de dévalaison des anguilles.

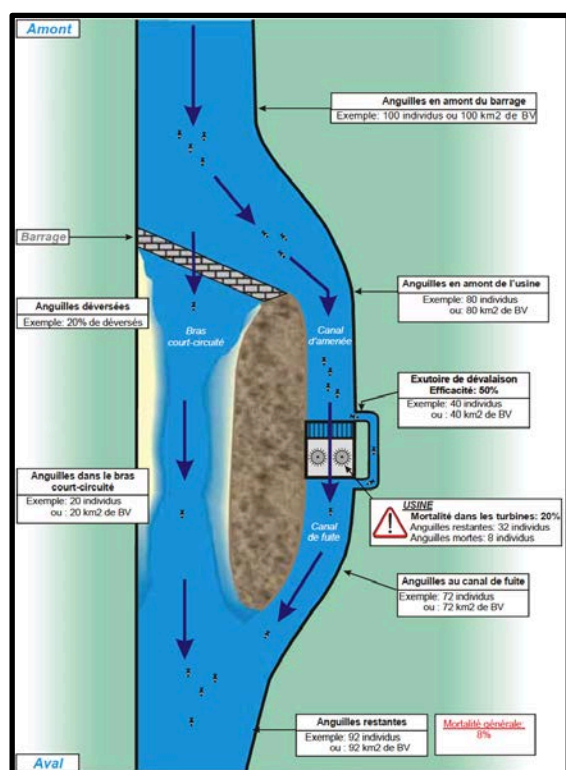
Par ailleurs, le retour d'expérience montre d'une part, la nécessité de mettre en place une maintenance opérationnelle du suivi (entretien et vérification du fonctionnement des caméras) et d'autre part, l'importance d'effectuer le dépouillement rapidement après l'enregistrement, de manière à assurer une bonne réactivité face à d'éventuels dysfonctionnements.

Modélisation de l'impact des aménagements hydroélectriques du Var

Le fleuve Var dispose d'un fort enjeu hydroélectrique avec 7 microcentrales en exploitation sur la zone d'action prioritaire définie par le Plan de Gestion Anguille et le PLAGEPOMI.

Afin d'orienter au mieux les mesures de gestion qui devront se mettre en place sur le bas Var dans le cadre de la restauration de la continuité écologique, la caractérisation de l'impact théorique de ces installations hydroélectriques est nécessaire, ce que permet la méthode de modélisation des mortalités déployée par l'ONEMA sur l'Aude (11), l'Arc et la Touloubre (13).

I. Principe de modélisation des mortalités du Var



La méthode part du principe que parmi les individus qui se présentent à l'amont d'un ouvrage hydroélectrique, selon les caractéristiques de l'aménagement (configuration du site, espacement des grilles de la prise d'eau des turbines...) et les conditions hydroclimatiques, une partie empruntera les ouvrages évacuateurs de crues (déversoir, vannes, clapets...) et l'autre partie transitera par les turbines avec le risque d'être blessée et/ou tuée (fig.16).

Les récentes études de suivi par radiotélémetrie sur le gave de Pau ont montré une grande variabilité des voies de franchissement à l'échelle d'un aménagement donné, mais on observe globalement une augmentation du taux de passage par les turbines avec le débit d'équipement (Bau *et al.*, 2013).

Figure 16 : Principe de la modélisation du phénomène de dévalaison (d'après SIEE GHAPPE, 2004 modifié in Voegtle & Larinier, 2008)

Lorsque le débit augmente et qu'une partie est déversée par le barrage ou par un autre évacuateur de crue, les anguilles tendent à se répartir de manière proportionnelle à la répartition du débit et ce, quelle que soit leur taille (Campton *et al.*, 2013 ; Grenier & Beaudou, 2011).

I.1. Formule générale et données nécessaires

Cette méthode nécessite notamment de disposer de données hydrologiques permettant d'estimer les débits au droit de chaque aménagement et sur une chronique suffisamment importante pour avoir des résultats représentatifs.

Un état des lieux des données nécessaires et disponibles sur le fleuve Var a donc été réalisé en 2014 par MRM (Campton *et al.*, 2015). Les résultats ont montré que suffisamment de données sont exploitables pour estimer l'impact des centrales hydroélectriques. La modélisation a donc été réalisée en 2015 en collaboration avec l'ONEMA (DiR8 et pôle échohydraulique).

Ainsi, la mortalité « M » est calculée pour chaque aménagement à partir de deux probabilités : celle de passage par les évacuateurs de crue (P_e) et celle de mortalité directe au travers des turbines (mortalité intrinsèque P_m) :

$$M = (1 - P_e) \times P_m$$

1.1.1. Probabilité de passage au travers des évacuateurs de crue P_e

P_e est spécifique à chaque ouvrage hydroélectrique. Sa formule de calcul a été obtenue grâce aux expérimentations par suivi téléométrique sur 6 centrales du gave de Pau de 2007 à 2011 (192 anguilles marquées et suivies sur 60 km de cours d'eau avec une hydrologie très variable) (Bau *et al.*, 2013) :

$$P_e = \exp(\eta) / (1 + \exp(\eta))$$

$$\eta = -2,4 + 5,77 (Q_{\text{déversé}} / Q_{\text{total}})$$

Il existe des variantes de cette formule qui intègrent l'effet répulsif de l'espacement des barreaux des prises d'eau sur les anguilles, mais les prises d'eau des microcentrales du Var ne disposent pas de plans de grilles permettant d'empêcher les anguilles argentées de passer au travers (écartements minimum déclarés de 3 cm). L'effet répulsif est considéré négligeable (S. Richard, comm.pers).

Les données nécessaires au calcul sont donc le débit total du cours d'eau au droit de l'ouvrage (Q_{total}) et le débit d'équipement de la centrale qui détermine $Q_{\text{déversé}}$.

Si le débit d'équipement est directement connu et constant, le débit total au droit de l'aménagement n'est pas directement mesuré par le gestionnaire et il fluctue au gré de l'hydrologie du bassin versant amont. Il en est donc de même pour la probabilité d'échappement des anguilles argentées.

Par conséquent, d'une part, le débit total doit être estimé en extrapolant des données issues de suivis d'autres sites (stations hydrométriques DREAL en l'occurrence) et d'autre part, ses fluctuations doivent être pondérées en débits moyens. Le débit moyen journalier permet de bien caractériser ces fluctuations à l'échelle d'une période donnée.

Les débits moyens journaliers de chaque ouvrage sont donc calculés à partir des **données journalières de débit de la station hydrométrique la plus proche**.

1.1.2. Stations hydrométriques de référence

4 stations hydrométriques ont été sélectionnées en 2014 pour estimer au mieux les débits de chaque microcentrale du Var (fig.17, tab.2). Elles sont en effet considérées les plus représentatives des aménagements hydroélectriques au regard de leur localisation et de la disposition des affluents du Var (Campton *et al.*, 2015).

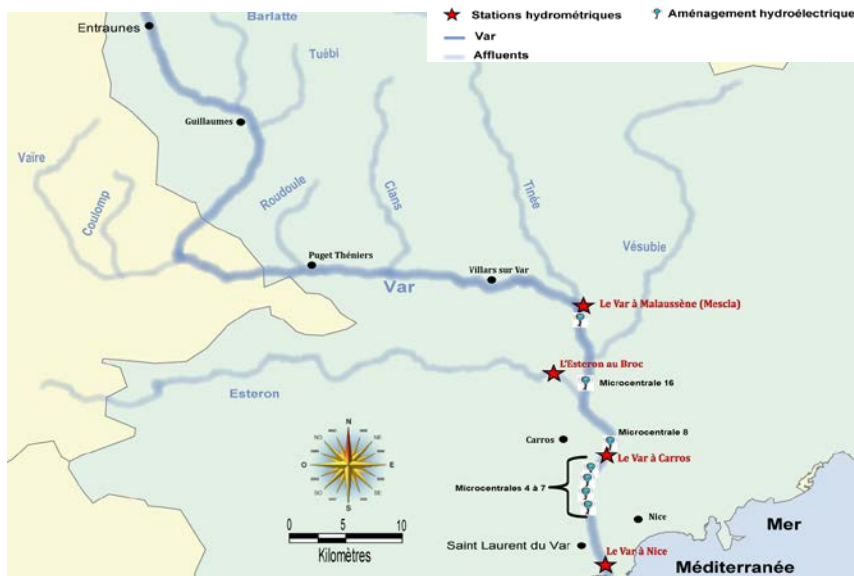


Figure 17 : Localisation des microcentrales du Var et des stations hydrométriques utilisées pour l'estimation des débits

Tableau 2 : stations hydrométriques DREAL utilisées pour l'estimation des débits moyens journaliers au droit de chaque centrale hydroélectrique

Aménagement	Stations hydrométriques référentes	
Microcentrales 4 à 8	Le Var à Nice	Le Var à Carros
Microcentrale 16	Le Var à Nice + L'Esteron au Broc	Le Var à Carros + L'Esteron au Broc
La Mescla	Le Var à la Mescla	

Les stations du Var à Carros et du Var à Nice ont toutes deux servi à l'estimation des débits des microcentrales 4 à 16. Nous obtenons ainsi deux probabilités d'échappement et donc deux valeurs de mortalité à la dévalaison sur ces aménagements. Les divergences donneront un ordre de grandeur de la variabilité des résultats liée à la qualité des mesures de débit.

Les données des stations hydrométriques ont été récupérées par MRM sur le site de la banque hydrologique nationale (<http://www.hydro.eaufrance.fr>). Pour mémoire, leur qualité d'exploitation a été analysée en 2014, ce qui a conduit à un tri selon les modalités suivantes :

- Seules les saisons de dévalaison de **1971 à 2013** ont été recueillies car au delà de 40 ans de chronique, il est possible que les débits rencontrés ne soient pas représentatifs de ceux d'aujourd'hui. Ce postulat a notamment été évoqué par l'ONEMA sur le fleuve Aude où 30 ans de données ont été utilisées.
- Seules les données correspondant à la **période supposée de dévalaison** ont été recueillies. Les récentes observations de suivis sur la façade Atlantique tendent à montrer que la majorité des anguilles dévale à l'automne, mais que selon les années, il peut y avoir de la dévalaison jusqu'au mois d'avril/mai, les migrations estivales étant beaucoup plus rares. Après concertation avec l'ONEMA et au regard du régime pluvio-nival du Var, il a par conséquent été décidé de considérer les débits moyens journaliers de septembre à avril inclus.
- Les données incohérentes ont été supprimées (par exemple valeur constante pendant plusieurs semaines, remontée ou descente linéaire du débit) ainsi que les saisons de dévalaison avec beaucoup de données manquantes (série incomplètes sur banque hydro).

Les stations hydrométriques du Var à Nice et du Var à Carros permettent d'estimer les débits des mêmes aménagements et leurs données ont été validées par la DREAL et sont considérées comme ayant une bonne significativité hydrologique et une bonne qualité en hautes eaux (bien que certaines saisons, les données soient qualifiées de douteuses).

Par conséquent, les résultats affichés par la suite sont par défaut ceux calculés à partir de la station de Nice qui dispose de plus de données (23 saisons de dévalaison contre 15 pour Carros) et à partir de la station de Carros pour les saisons où la station de Nice ne fonctionnait pas.

Une analyse comparative des résultats des deux stations a été effectuée sur les 6 saisons de dévalaison communes afin de vérifier la représentativité de cette approche.

1.1.3. Calcul du débit moyen journalier

Le débit moyen journalier de chaque aménagement hydroélectrique est évalué par extrapolation du débit mesuré sur ladite station selon la formule de calcul hydraulique de Myer :

$$Q_a = Q_s \times (S_a/S_s)^{0,72}$$

Q_a = Débit au niveau de l'aménagement

Q_s = Débit de la station hydrométrique

S_a = Surface de bassin versant amont de l'aménagement

S_s = Surface de bassin versant amont de la station hydrométrique

Cette formule applique une pondération du débit par la différence de surface de bassin versant drainé entre l'ouvrage et la station hydrométrique en considérant qu'une surface de bassin versant donné draine systématiquement la même quantité d'eau.

Avec cette méthode, la présence d'affluents entre la station hydrométrique et la microcentrale est prise en compte.

Les surfaces de bassin versant amont ont été calculées par l'intermédiaire du logiciel SIG Map info.

A ce stade, nous sommes donc en mesure de connaître les débits moyens journaliers de chaque aménagement hydroélectrique du Var.

Les études réalisées sur le gave de Pau ont permis d'émettre l'hypothèse que les anguilles dévalent de manière uniforme pendant les hauts débits de la saison de dévalaison et plus précisément entre le 3^{ème} quartile (Q₇₅ : valeur de débit non dépassé 75% du temps) et le 99^{ème} centile (Q₉₉ valeur de débit non dépassée 99% du temps) (tab.3) des débits moyens journaliers (Bau *et al.*, 2013 ; Dougados, 2013, Grenier & Beaudou, 2011).

Proportion d'anguilles	Débit
20%	Q ₇₅
20%	Q ₉₀
20%	Q ₉₅
20%	Q _{97,5}
20%	Q ₉₉

Tableau 3 : Répartition théorique de la dévalaison selon les débits

Ces 5 débits classés ont par conséquent été calculés sur chaque aménagement pour chaque saison de dévalaison de 1971 à 2013 et la probabilité d'échappement a été caractérisée sur ces 5 valeurs (moyenne des 5 probabilités obtenues).

I.2. Probabilité de mortalité au travers des turbines P_m

P_m est calculé à partir de formules publiées par Gomes & Larinier (2008) :

$$P_m (\%) = 4.67 TL^{1.53} Dr^{-0.48} N^{0.6}$$

$$P_m (\%) = 6.59 TL^{1.63} Q^{-0.24} N^{0.63}$$

$$P_m (\%) = 12.42 TL^{1.36} Q^{-0.22} Dr^{-0.10} N^{0.49}$$

Dr (m) : diamètre de la roue

N (trs/min) : vitesse de rotation

Q (m³/s) : débit de la turbine

TL (m) : taille de l'anguille

Ces formules reposent sur des données issues de 71 essais expérimentaux sur 24 sites en Europe et Amérique du Nord sur des lots d'anguilles dont la taille varie en moyenne de 50 à 90 cm.

Les centrales testées disposaient d'une puissance de 500 kW à 10 MW. Elles étaient principalement équipées de turbines Kaplan à 4 pâles (les 3, 5 et 6 pâles ont été assez rares) et les hauteurs de chutes étaient majoritairement supérieures à 3 m et inférieures à 10 m (Gomes & Larinier, 2008).

Les microcentrales du Var rentrent dans ces conditions. Seule la Mescla dispose d'une hauteur de chute légèrement plus importante (13,5 m).

Les **données relatives aux ouvrages** (débit d'équipement, nombre et diamètre des turbines, nombre de pâles...) ont été récupérées auprès des gestionnaires de chaque microcentrale. Pour cela, MRM et l'ONEMA ont sollicité la police de l'eau locale (DDTM 06) lors d'une réunion spécifique à la stratégie de restauration de la continuité du Var qui s'est tenue le 5 février 2015. Suite à cette réunion, un formulaire à compléter (annexe B) a été transmis aux gestionnaires des aménagements du Var et les données ont été récupérées par MRM le 17 mars 2015.

Afin de présenter des résultats les plus concis possibles, les microcentrales 4 à 8 ont été regroupées car elles disposent exactement des mêmes caractéristiques (débit d'équipement, nombre de turbines, type de turbine...). Les mortalités intrinsèques calculées y sont par conséquent les mêmes.

Les deux aménagements les plus éloignés (microcentrales 4 et 8) sont distants de 4,5 km seulement et le Var ne reçoit aucun tributaire sur ce secteur. La différence de surface de bassin versant drainé y est par conséquent négligeable.

Les extrapolations des débits n'ont en effet pas montré de différence significative entre ces 5 aménagements (débit moyen calculé sur les 30 ans de données = 46,8 m³/s à 47 m³/s à partir de la station hydrométrique du Var à Nice).

I.3. Impact cumulé

L'impact cumulé correspond au taux de mortalité des anguilles ayant traversé une succession d'ouvrages hydroélectriques.

Si la mortalité par aménagement peut être utile pour d'éventuelles priorisations d'actions, il est indispensable de raisonner en termes d'impact cumulé pour instaurer des stratégies de gestion des populations d'anguilles à l'échelle du cours d'eau.

En effet, sur beaucoup de cours d'eau, la succession de centrales hydroélectriques sur un petit linéaire réduit considérablement les potentialités de survie des anguilles argentées et peut engendrer une mortalité cumulée atteignant 100 % (Brujij & Durif, 2009).

Sur le Var, l'impact cumulé total correspond à la mortalité cumulée d'anguilles suite au passage de n microcentrales. Il a été estimé sur le Var à partir de la formule suivante :

$$Ic = 1 - (S_n / N_T)$$

$$\text{avec } S_n = N_T - \sum_{i=1;n} (M_i \times S_{i-1})$$

S_n = Nombre d'anguilles vivantes après avoir traversé les n aménagements

N_T = Nombre total d'anguilles à l'amont du premier aménagement à traverser

S_i = Nombre d'anguilles vivantes après avoir traversé le i^{ème} aménagement

M_i = taux de mortalité de l'aménagement i

II. Résultats des modélisations

Afin de mieux comprendre le fonctionnement de la dévalaison théorique des anguilles sur le Var, il est nécessaire de comparer d'une part l'impact intrinsèque de chaque aménagement (valeur constante) et d'autre part leur impact global (valeur variable directement liée à l'hydrologie).

II.1. Mortalités intrinsèques

Les mortalités propres aux turbines de chaque aménagement sont présentées dans le tableau 4. Les valeurs affichées correspondent ainsi à la probabilité qu'une anguille soit tuée sachant qu'elle est passée par la prise d'eau des turbines.

Tableau 4 : Mortalités intrinsèques de chaque aménagement

Aménagements	Mortalités des turbines		
	taille = 50 cm	taille = 70 cm	taille = 90 cm
Mescla (succession Mescla / Plan du Var)	55%	79%	96%
Microcentrale 16	23%	38%	55%
Microcentrales 4 à 8	35%	58%	84%

La figure 18 visualise la configuration de chaque aménagement et les mortalités intrinsèques théoriques pour des anguilles argentées de 70 cm.

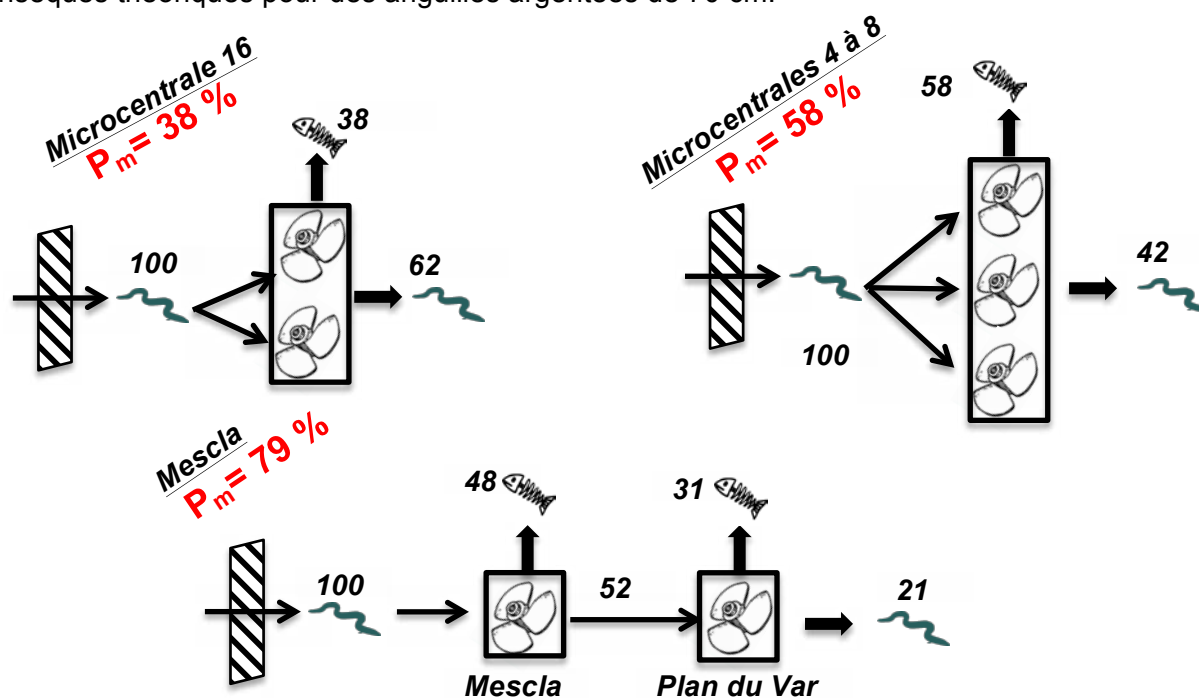


Figure 18 : Résultats de la modélisation des mortalités intrinsèques pour des anguilles de 70 cm

Les microcentrales 4 à 8 et 16 sont équipées de 2 à 3 turbines identiques pour un aménagement donné. On considère que la probabilité de passage est équivalente pour chaque turbine de l'aménagement (50% si 2 turbines, cas des microcentrales 4 à 8 ; 33% si 3 turbines, cas de la microcentrale 16). Cette configuration conduit à une mortalité totale de 58 % pour les microcentrales 4 à 8 et de 38 % pour la microcentrale 16.

En revanche l'aménagement de la Mescla est constitué d'une succession de deux microcentrales, chacune équipée d'une seule turbine aux caractéristiques légèrement différentes.

Après avoir passé le plan de grille au niveau de la prise d'eau, les anguilles ont 100 % de chance de passer dans la seconde turbine. Les mortalités associées s'additionnent pour atteindre un cumul de 79 % (48% de mortalité à la centrale de la Mescla, 31 % à la centrale de Plan du Var).

Ainsi, en termes de mortalité intrinsèque, l'aménagement de la Mescla est beaucoup plus impactant que les autres microcentrales.

Les mortalités intrinsèques élevées sont relativement courantes en France car la majorité des turbines n'est pas ichthyo-compatible. On observe néanmoins une grande variabilité selon les aménagements (pour exemple, pour des anguilles de 70 cm, elles s'étendent de 26 % à 100 % sur les 20 aménagements de l'Aude et de 54 à 100 % sur 5 microcentrales de l'Arc et de la Touloubre) (Dougados, 2013 ; Grenier *et al.*, 2011).

II.2. Mortalités globales par aménagement

Les mortalités globales intègrent, en complément des éléments présentés précédemment, la probabilité d'échappement au niveau de chaque aménagement (composante de l'effet de l'hydrologie et de l'équipement des centrales sur la proportion d'anguilles qui passent le plan de grilles) (tab.5).

Tableau 5 : Mortalités moyennes globales par aménagement

	Seuils 4 à 8			Seuil 16			Mescla		
	50 cm	70 cm	90 cm	50 cm	70 cm	90 cm	50 cm	70 cm	90 cm
Moyenne	18%	30%	44%	15%	24%	36%	19%	28%	34%
Minimum	6%	10%	15%	6%	10%	15%	7%	10%	12%
Maximum	31%	52%	75%	20%	34%	49%	43%	63%	77%

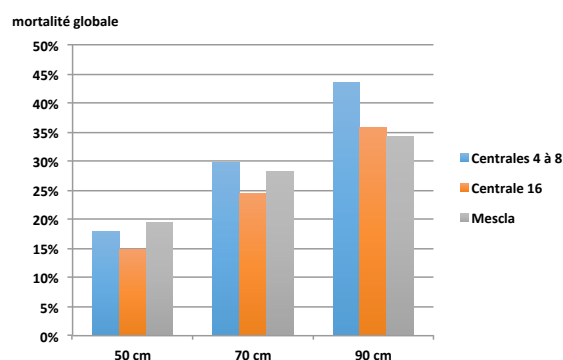
II.2.1. Mortalités par groupes de tailles

Les mortalités moyennes d'anguilles sur les microcentrales du Var s'échelonnent de 15 % (microcentrale 16 pour des anguilles de 50 cm) à 44 % (microcentrales 4 à 8 pour des anguilles de 90 cm) (tab.5).

On observe une nette différence de mortalités entre les anguilles de 50 cm et celles de 90 cm avec une différence de 15 à 26 % selon l'aménagement considéré (fig.19).

Quelle que soit l'hydrologie du Var, les centrales ont un impact plus important sur les grandes anguilles.

Figure 19 : Mortalités globales moyennes d'anguilles de 50, 70 et 90 cm par aménagement



Les retours d'expérience d'échantillonnages effectués par la Fédération de pêche (sur le Var et ses affluents dans le cadre de leurs actions annuelles) tendent à montrer que les populations sont majoritairement composées de mâles de petite taille (environ 40 à 50 cm), ce qui correspondrait à l'impact le plus faible.

Ces échantillonnages sont toutefois réalisés à l'électricité à pied. Ils concernent essentiellement des milieux relativement peu profonds, alors que les femelles se trouvent plutôt dans des milieux profonds, plus difficiles à échantillonner.

Une analyse des données de pêches RCS sur les stations amont aux microcentrales apporterait des informations complémentaires à ce sujet, mais dans tous les cas, la protection des gros individus aussi peu nombreux qu'ils soient doit être une priorité car il s'agit de femelles qui disposent d'un pouvoir reproducteur beaucoup plus important et qui sont plus impactées en raison de leur grande taille.

II.2.2. Caractéristiques de l'impact par aménagement

Les débits d'équipement des centrales du Var s'échelonnent de 25 à 60 m³/s (tab.6), ce qui correspond à un taux d'équipement moyen de 1,1 fois le module, ce qui peut être considéré modéré à important car les microcentrales suréquipées sont généralement d'anciennes turbines moins efficaces que les plus récentes. De nos jours, elles sont équipées légèrement en dessous du module.

Tableau 6 : caractéristiques des microcentrales du Var

Aménagement	Débit équipement (m ³ /s)	Module (m ³ /s)	Ratio	Nombre de turbines	Mortalité moyenne % (toutes tailles d'anguilles)
Centrales 4 à 8	52	49,7	1,0	3	30
Centrale 16	60	42,2	1,4	2	25
Mescla	25	32,9	0,8	2 successives	27

Pour comparaison, en 2008, Voegtle et Larinier ont qualifié celui des microcentrales du gage de Pau modéré alors qu'il est de 0,6 fois le module. De plus, sur l'Aude, les centrales équipées à plus d'une fois le module ont été identifiées potentiellement dangereuses (Dougados, 2013).

L'évolution des mortalités globales sur chaque aménagement est présentée en figure 20. Les tableaux de données sont consultables en annexe C.

Pour qu'elles soient comparables entre les aménagements, les mortalités sont présentées uniquement pour les saisons de dévalaison où les données de débit étaient disponibles sur toutes les stations hydrométriques car l'hydrologie du Var est différente d'une année à l'autre et qu'un même aménagement peut en effet avoir un impact très différent d'une saison à l'autre (fig.20). Pour exemple, les mortalités à la Mescla s'échelonnent entre les années de 12 à 77 % pour des anguilles de 90 cm.

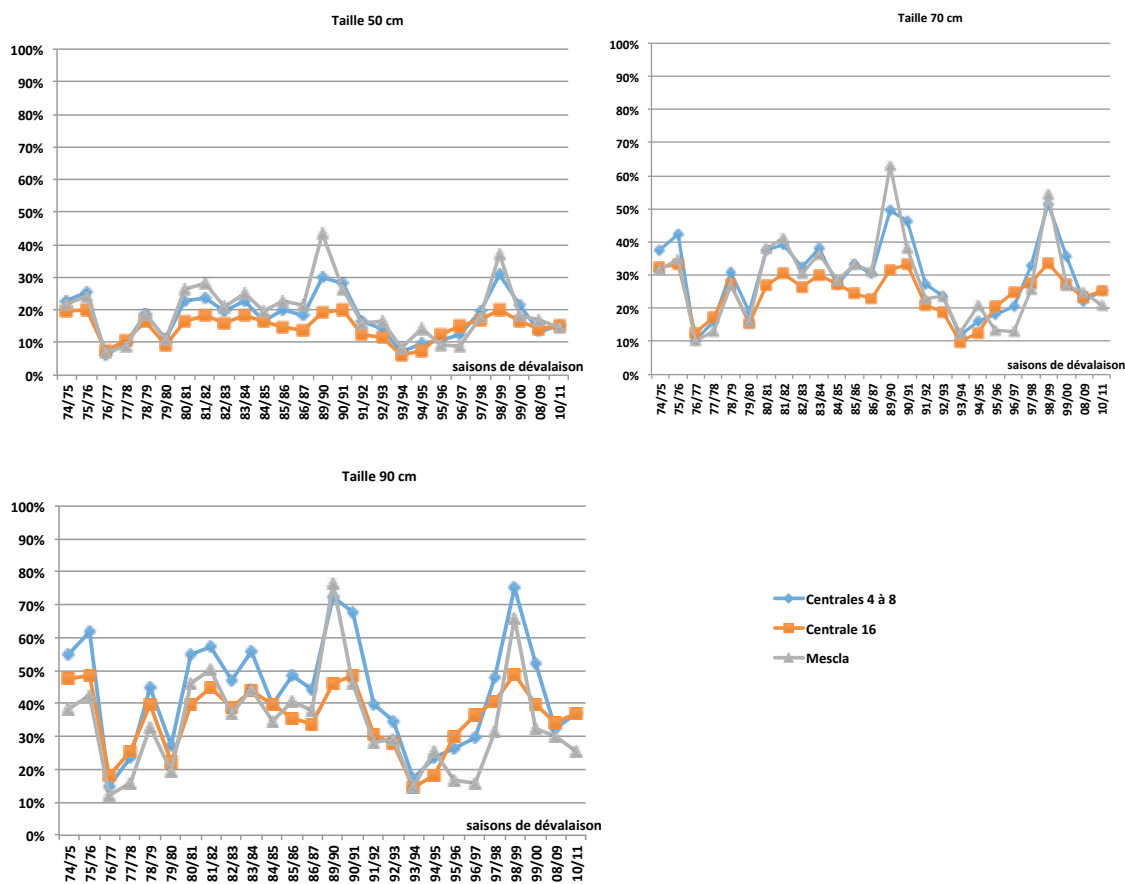


Figure 20 : Evolution interannuelle des mortalités globales pour chaque aménagement

Mescla

Les mortalités à la Mescla se caractérisent par des variations saisonnières très marquées, quelle que soit la taille des anguilles.

En effet, certaines saisons, les mortalités sont particulièrement plus élevées que sur les autres aménagements hydroélectriques (89/90 : 43 à 77 % de mortalités selon la taille considérée ; 98/99 : 37 à 66 % de mortalité).

La mortalité intrinsèque à l'aménagement est très élevée. Par conséquent, les années à hydrologie défavorable (bas débits), la probabilité d'échappement par le déversoir et les vannes de décharges diminue (respectivement 20 % et 31 % en moyenne pour les saisons 89/90 et 98/99, données détaillées en annexe D), engendrant beaucoup de passages par les turbines, très impactantes.

Sur la chronique complète de données (y compris les saisons non communes aux autres aménagements), on constate une augmentation marquée de 2004 à 2009 (50 à 60 % de mortalités sur les anguilles de 70 et 90 cm lors de la saison 2005/2006), ce qui montre que l'occurrence des années hydrologiques défavorables peut être élevée (fig.21).

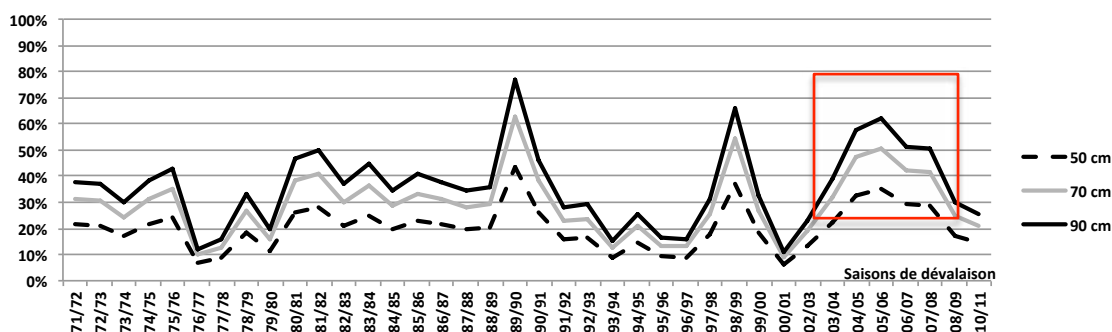


Figure 21 : Evolution des mortalités globales sur la chronique complète disponible à la Mescla

Microcentrale 16

L'impact de la microcentrale 16 est légèrement plus faible que sur les autres aménagements et les variations saisonnières y sont moins marquées.

La centrale est suréquipée par rapport au module (1,4 fois le module calculé spécifiquement sur les données des saisons de dévalaison), ce qui conduit à des probabilités de passage par les turbines importantes, mais ces dernières sont moins impactantes que sur les autres aménagements (38 % de mortalité intrinsèque contre 58% et 79 % sur les microcentrales 4 à 8 et à la Mescla respectivement).

Microcentrales 4 à 8

Les microcentrales 4 à 8 sont globalement les plus impactants des aménagements du Var.

Si les mortalités des anguilles de 50 cm sont du même ordre de grandeur pour tous les aménagements hydroélectriques (15 à 19 % en moyenne), on constate un impact plus important des microcentrales 4 à 8 sur les anguilles de 90 cm (44% en moyenne contre 34 et 36% à la Mescla et à la microcentrale 16).

Le débit d'équipement est supérieur au module. Par conséquent la probabilité de passage par les turbines est élevée. L'impact direct des turbines est plus important que sur la microcentrale 16, ce qui conduit à une mortalité globale plus forte.

II.2.3. Contextualisation des mortalités

Il est difficile de contextualiser ces valeurs en les comparant à celles d'autres bassins versants tant les résultats d'études y montrent une grande variabilité des mortalités d'un aménagement à l'autre (selon leurs caractéristiques et l'hydrologie du cours d'eau).

Pour exemple, sur l'Arc et la Touloubre, les mortalités globales évaluées par l'ONEMA varient de 4 à 72% (Grenier & Beaudou, 2011). Sur l'Aude, les mortalités globales varient de 13,3 à 74,6 % avec une moyenne de 29,4 % (Dougados, 2013).

Chaque aménagement dispose en effet d'un contexte très spécifique (implantation, configuration, impact, caractéristiques d'équipement, modalités de gestion...) qu'il convient d'analyser dans le cadre d'une stratégie globale d'axe, ce qui permettra de mieux l'intégrer et de prioriser les mesures de gestion locale.

II.3. Impact cumulé des ouvrages

II.3.1. Résultats obtenus sur les aménagements du Var

Le tableau 7 illustre un exemple de calculs pour des mortalités globales moyennes (Mescla = 28% ; Microcentrale 16 = 24 % ; Microcentrales 4 à 8 = 30 %) en considérant 100 anguilles de 70 cm dévalant de l'amont de la Mescla.

Tableau 7 : Exemple d'estimation du taux de survie pour 100 anguilles de 70 cm traversant les 7 microcentrales du Var

Taux de mortalité globale par aménagement	Aménagement	Mortalité cumulée après le passage de la microcentrale	Détail du calcul
28%	Mescla	28%	(0,28 x 100)
24%	Microcentrale 16	45%	28 + (0,24 x(100-28))
30%	Microcentrale 8	62%	45 + (0,3 x(100-45))
30%	Microcentrale 7	73%	62 + (0,3 x(100-62))
30%	Microcentrale 6	81%	73 + (0,3 x (100-73))
30%	Microcentrale 5	87%	81 + (0,3 x (100-81))
30%	Microcentrale 4	91%	87 + (0,3 x (100-87))
Mer		91%	

Dans les faits, les mortalités ont varié saison après saison (retranscrit en figure 22 pour les 3 tailles d'anguilles étudiées, données consultables en annexe E).

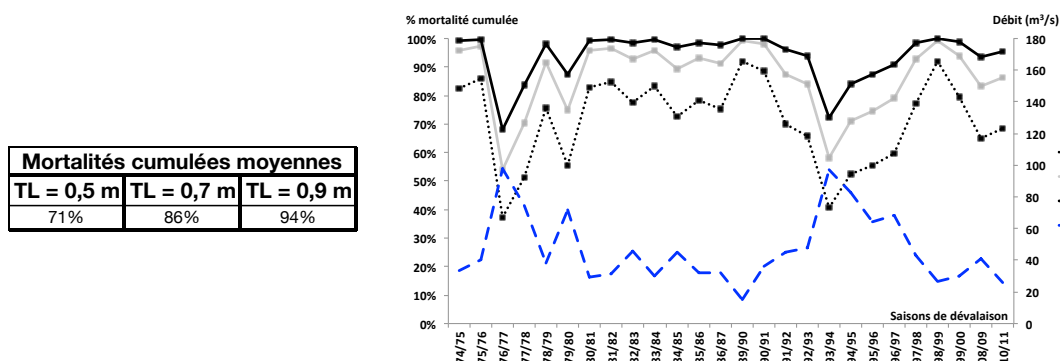


Figure 22 : Evolution du taux de mortalité cumulée pour des anguilles ayant traversé les 7 microcentrales du Var

La mortalité cumulée fluctue avec une amplitude très importante (37 à 92 % pour les anguilles de 50 cm ; 54 à 99 % pour les anguilles de 70 cm ; 68 à 100 % pour les anguilles de 90 cm) qui s'explique en grande partie par l'hydrologie annuelle du cours d'eau : les années où le débit moyen annuel est élevé, les mortalités moyennes diminuent.

En valeur absolue, les résultats sont très élevés. Le taux de mortalité cumulée moyen s'évalue en effet entre 94 % pour des anguilles de 90 cm et 71 % pour des petites anguilles (86 % de survie pour des anguilles de 70 cm) et bien que certaines saisons il soit significativement supérieur, le minimum observé (saison 76/77) correspond à un impact important (37 % de mortalité pour des anguilles de 50 cm, 54 % pour des anguilles de 70 cm et 68 % pour des anguilles de 90 cm).

II.3.2. Contextualisation des impacts cumulés

Pour mieux comprendre les enjeux de ces résultats, sur le gage de Pau, Voegtle et Larinier ont souligné l'impact cumulé important sur des anguilles de 70 cm alors que la mortalité cumulée variait de 39 à 67 % selon les années (51 % en moyenne, soit 1,5 fois inférieure à la moyenne du Var pour la même taille) (Voegtle & Larinier, 2008).

Les aménagements les plus dommageables de l'axe étudié avaient des taux de mortalité globale de 7 à 11 %, ce qui a conduit les auteurs à préconiser des actions d'aménagement pour réduire cet impact cumulé.

Si les enjeux doivent être définis par analyse du contexte spécifique au bassin versant étudié, cette comparaison montre que les conditions actuelles de dévalaison sur le Var sont dangereuses pour les populations d'anguilles.

Les 7 aménagements du Var disposent en effet d'un taux moyen de mortalité de 2 à 4 fois supérieur au gage de Pau (24 à 30 % de mortalité pour des anguilles de 70 cm) et qui plus est, encore supérieure pour les grosses anguilles (notamment sur les centrales 4 à 8).

Le positionnement des microcentrales à l'aval de la confluence des affluents ne fait que conforter ce risque d'impact (fig.23).

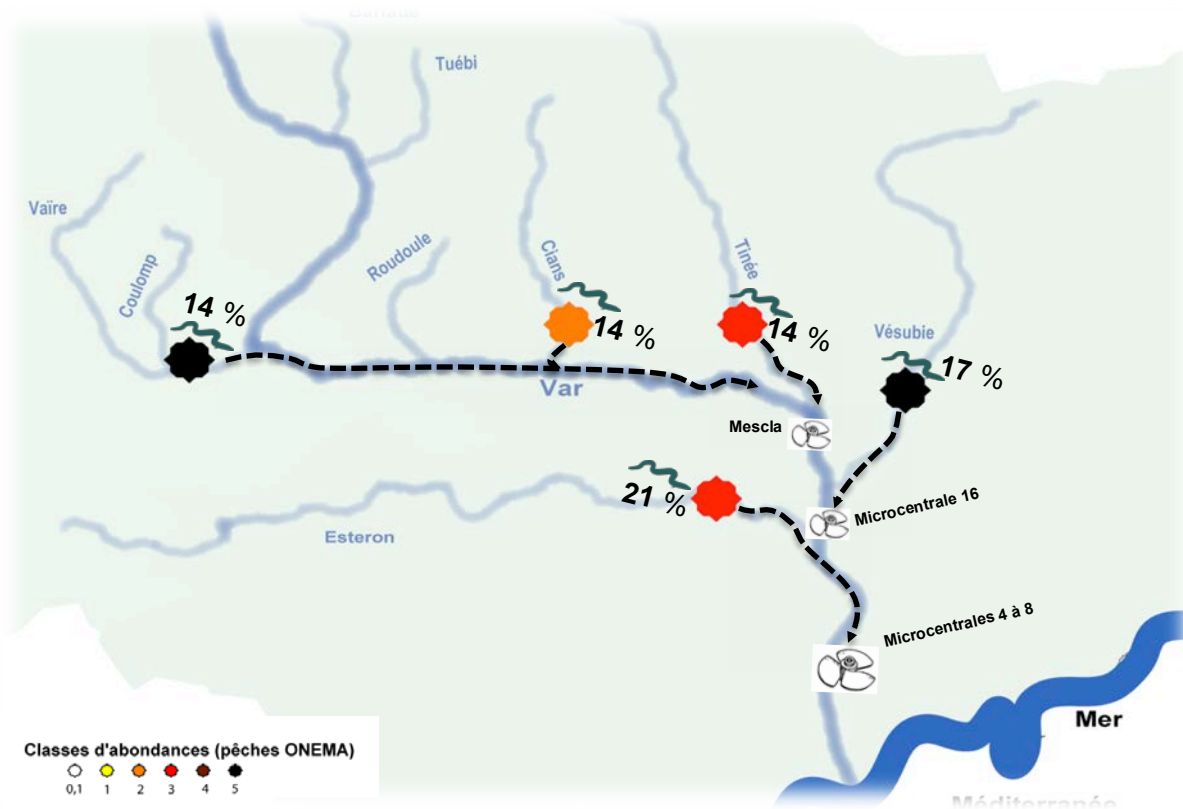


Figure 23 : Classes d'abondances en anguilles observées par pêche à l'électricité (ONEMA) et probabilités moyenne de survie des anguilles (taille 70 cm) selon le secteur duquel elles dévalent

En effet, 98 % de la surface drainée du bassin du Var est localisée à l'amont des microcentrales 4 à 8 qui constituent 60 à 89 % de l'impact total selon la taille d'anguilles considérée. De plus, les échantillonnages historiques de suivi RCS de l'ONEMA (données 2000 à 2008) témoignent certaines années d'abondances d'anguilles moyennes à très fortes sur les tributaires qui confluent en amont de la Mescla.

Bien qu'il ne s'agisse pas directement d'anguilles argentées, ces populations importantes d'anguilles jaunes effectueront tôt ou tard une migration de dévalaison pour rejoindre la mer Méditerranée.

Si, en valeur absolue, il n'y a pas d'aménagement clairement plus impactant que les autres, les microcentrales 4 à 8 de par leur positionnement en sortie de bassin semblent constituer une priorité d'aménagement.

Par ailleurs, agir sur une seule microcentrale ne réduira pas significativement l'impact cumulé (seulement 1% d'impact cumulé pour une des centrales 4 à 8).

Etant donné que tous les aménagements ont un impact individuel similaire (entre 25 et 30 % de mortalité), le tableau 8 donne un ordre de grandeur du gain de survie qu'on obtiendrait en ôtant l'effet des aménagements un par un. Par exemple, pour des anguilles de 70 cm, l'arrêt d'une centrale ferait passer la mortalité cumulée de 86 à 83 %. 2 aménagements de 86 à 79 % et ainsi de suite jusqu'à obtenir 30 % de mortalité en ne laissant qu'une microcentrale.

Tableau 8 : Mortalité cumulée moyenne des anguilles de l'aménagement considéré à la mer

	Mortalités cumulées moyennes des anguilles de l'aménagement considéré à la Mer		
	TL = 0,5 m	TL = 0,7 m	TL = 0,9 m
Mescla à la mer	71%	86%	94%
Seuil 16 à la mer	66%	83%	92%
Seuil 8 à la mer	60%	79%	89%
Seuil 7 à la mer	53%	72%	85%
Seuil 6 à la mer	44%	63%	78%
Seuil 5 à la mer	32%	49%	65%
Seuil 4 à la mer	18%	30%	44%

II.4. Limites d'utilisation de l'outil

II.4.1. Source des données hydrométriques

Les mortalités des microcentrales 4 à 8 et de la 16 ont été calculées par défaut à partir des données débit de la station hydrométrique de Nice. Les années où les données n'étaient pas disponibles, la station de Carros a été utilisée.

Pour vérifier que ce choix méthodologique (visant à obtenir des données sur un maximum d'années) n'engendre pas de biais important, nous avons comparé pour les 6 années où les deux stations disposent de données communes, les valeurs de mortalité correspondantes (fig.24).

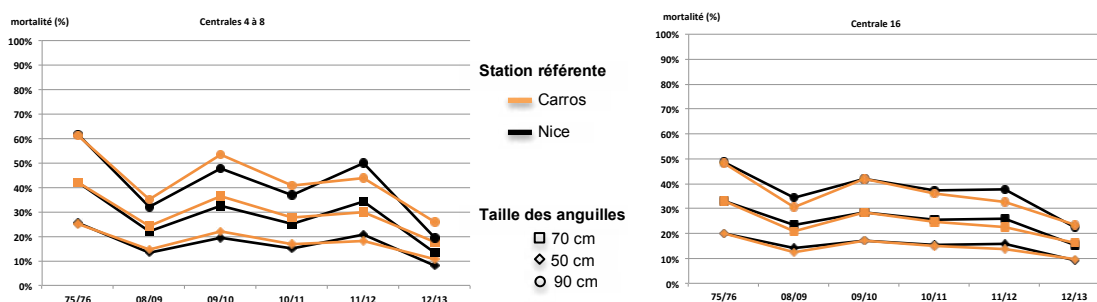


Figure 24 : Comparaison des mortalités obtenues entre la station hydrométrique de Nice et de Carros

Les résultats obtenus sont similaires et les variations interannuelles sont plus importantes que les variations liées à la station référente considérée. On peut donc considérer que les résultats de l'une ou l'autre des stations hydrométriques sont représentatifs.

II.4.2. Transposabilité des résultats

Les résultats présentés dans ce rapport restent très théoriques et disposent de limites qui sont discutables.

La méthode de modélisation se base notamment sur des données toutes issues du gave de Pau dont les spécificités hydrologiques et biologiques sont sensiblement différentes du fleuve Var (régime pluvio-nival, enchainement d'ouvrage...).

La transposabilité de la méthode à d'autres cours d'eau s'accompagne donc d'incertitudes car le comportement de dévalaison des anguilles face à l'évolution des débits peut en effet être différent en Méditerranée.

Il n'y a aujourd'hui aucune étude comportementale locale qui puisse apporter des éléments de réponse. Les suivis opérés sur d'autres bassins (courant de Soustons dans les Landes, piégeage sur la Dronne...) tendent toutefois à montrer la cohérence du modèle : la majorité de la dévalaison annuelle s'opère lors de coups d'eau automnaux même si elle peut s'étaler sur les autres mois lors d'années hydrologiques sèches.

Pour optimiser l'utilisation d'un tel modèle sur les fleuves côtiers méditerranéens ou d'autres cours d'eau, il est nécessaire et préconisé d'exploiter au mieux les informations disponibles sur les rythmes de dévalaison à l'échelle locale (fenêtre de migration, débits correspondants, déroulement des pics, taille des anguilles dévalantes...).

Des réflexions sont actuellement menées en ce sens par MRM en collaboration avec l'ONEMA et la Fédération de pêches des Alpes-Maritimes (faisabilité de marquer des anguilles par télémétrie sur le bassin du Var).

Néanmoins, les mortalités obtenues grâce aux modélisations ont le mérite de mettre en exergue l'impact potentiel important des aménagements hydroélectriques du Var vis à vis de l'Anguille européenne.

Les mesures compensatoires à ces impacts (par exemple, adaptation des modalités de turbinage, équipements spécifiques de barrières comportementales, équipement en turbines ichtyocompatibles...) devront être décidées par les gestionnaires des microcentrales avec le soutien du comité de pilotage responsable de la définition de la stratégie globale de restauration de la continuité (animation : département des Alpes Maritimes ; membres : Agence de l'Eau, ONEMA, FDAAPPMA06, MRM...).

Projet d'étude de la dévalaison en PACA

Les investigations menées par MRM ont montré les grandes limites des dispositifs de piégeage professionnels et du videocomptage de la passe à poissons de Bladier Ricard sur l'Hérault pour caractériser la dynamique de dévalaison de l'Anguille sur les fleuves côtiers méditerranéens.

Si un suivi par capéthead sur le Salaison semble possible et pourrait permettre d'acquérir un signal représentatif de la dévalaison, les résultats obtenus sur ce site ne seraient transposables qu'aux cours d'eau dont la configuration et l'hydrologie sont similaires (par exemple la Berre, tributaire de Bages Sigeon ou la Cadière tributaire de l'étang de Bolmon).

La dévalaison sur les côtiers de plus grande envergure nécessite donc d'être étudiée indépendamment.

De plus, les modélisations de la mortalité des anguilles dévalantes sur le Var ont confirmé l'impact théorique important des aménagements hydroélectriques de la basse vallée.

En pratique, il est toutefois possible que le comportement de dévalaison en Méditerranée soit différent de celui observé sur le gave de Pau qui a servi de référence aux estimations mathématiques.

L'acquisition de connaissances plus précises sur le comportement de dévalaison en Méditerranée nécessite désormais de faire appel aux techniques plus sophistiquées et donc plus onéreuses, mais qui ont fait leurs preuves sur les autres bassins hydrographiques français (radiotélémetrie, télémetrie acoustique, suivi pit Tag...) (Campton *et al.*, 2013).

I. Genèse d'un projet multipartenarial

MRM a récemment été sollicité par la Fédération de pêche des Alpes-Maritimes pour lancer des suivis spécifiques suite à des captures récurrentes d'anguilles argentées sur la Cagne à l'occasion d'opérations de pêches électriques.

De plus, EDF disposant de plusieurs aménagements hydroélectriques dans les Alpes-Maritimes (Mescla sur le Var, Bancairon sur la Tinée, Breil sur la Roya...) est également intéressé par la démarche si elle se déroule sur un côtier du département.

Par conséquent, les 8 et 9 juin 2015, l'Association MRM a organisé la rencontre des experts scientifiques (pôle écohydraulique de l'ONEMA, EDF, ONEMA DiR Montpellier et Aix en Provence) et des gestionnaires locaux (FDAAPPMA06, SD06 de l'ONEMA, MRM) pour évoquer la faisabilité de mettre en place une étude comportementale de la dévalaison des anguilles sur un côtier des Alpes-Maritimes (compte rendu en annexe F).

La rencontre s'est déroulée en 3 étapes :

- Echanges en salles pour s'accorder sur les objectifs, les enjeux et sélectionner des sites potentiels de suivi
- Visite terrain des sites potentiels de suivi
- Bilan et définition d'une stratégie d'action

Les échanges en salle ont porté sur les contextes propres à chaque cours d'eau (hydrologie, cloisonnement, population d'anguilles présente, qualité générale...) inscrit en ZAP Anguille dans le département (Brague, Cagne, Loup, Var, Siagne, Paillons : fiches cours d'eau transmises aux participants en annexe G) et ont orienté les visites terrain sur la Cagne, le Loup et le Var.

II. Deux pistes opérationnelles de travail

II.1. Suivi Pit Tag sur la Cagne

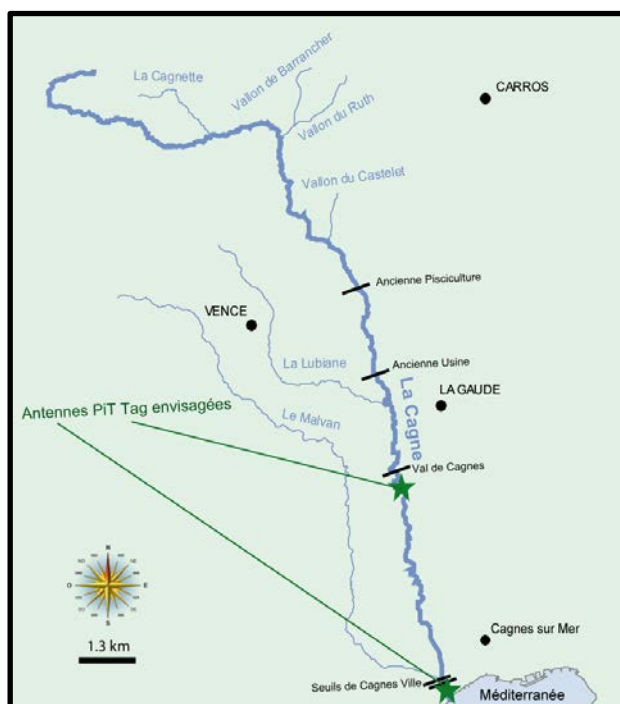
La Cagne a été sélectionnée notamment en raison de la facilité d'échantillonnage et des données de pêche dont on dispose déjà.

Le projet pressenti repose sur un suivi par capture/marquage Pit Tag des anguilles et ne nécessite pas d'investigations préalables de terrain, les échantillonnages réalisés depuis 2013 avec la Fédération de pêche ayant montré la présence avérée d'anguilles argentées (fig.25).

De plus, le cours d'eau encaissé dispose d'un lit mineur de largeur inférieure à 8 mètres, ce qui rend l'installation des antennes réceptrices au travers du cours d'eau envisageable (De Oliveira & Sagnes, comm.pers).



Figure 25 : Anguille argentée capturée par pêche électrique sur la Cagne (MRM)



Un protocole sera rédigé courant 2016 à partir des éléments techniques et financiers recueillis auprès des partenaires de l'étude et proposé au programme 2017 de l'Association MRM.

Il consistera vraisemblablement à l'installation de deux antennes réceptrices (fig.26) :

- à l'aval du seuil de Val de Cagnes à 7 km de la mer
- en aval de la confluence du Malvan à moins d'un kilomètre de la mer.

Figure 26: Localisation des stations de suivi pit tag envisagées sur la Cagne

II.2. Etude par radiotélémetrie sur le Var

Le Var a été sélectionné car il s'agit d'un côtier majeur du bassin Rhône-Méditerranée sur lequel se trouve un gros enjeu lié à l'hydroélectricité.

Les premières réflexions orienteraient les investigations vers un suivi des anguilles argentées par radiotélémetrie.

Le principe consiste à équiper des anguilles d'un émetteur muni d'une batterie qui émet un signal capté par une antenne fixe ou mobile.

Les émetteurs sont introduits dans la cavité ventrale de l'anguille par méthode chirurgicale (fig.27).



Figure 27 : Suture de l'incision d'une anguille marquée (MRM)

Suivant le type de récepteur utilisé, il est possible d'enregistrer des informations codées relatives au signal reçu (date, heure, fréquence, code, force du signal...) sur un support informatique. Chaque individu peut ainsi être identifié.

La durée de vie des transpondeurs est dépendante de leur taille et peut varier de quelques jours à 2 ans en général (les plus grands transpondeurs durent plus longtemps).

En général, le poids du transpondeur ne doit pas dépasser 2,5% du poids de l'anguille marquée, ce qui signifie que les plus petites anguilles ne peuvent pas être suivies aussi longtemps que les grandes (Baras & Jeandrain, 1998).

Le choix de la taille des transpondeurs dépendra donc de la taille des anguilles disponibles. C'est pourquoi, il faut préalablement déterminer si le matériel biologique nécessaire à l'étude est disponible (capture d'un nombre suffisant d'anguilles argentées).

Des pêches électriques sont donc prévues en collaboration avec la Fédération de pêche des Alpes-Maritimes entre les mois d'août et octobre 2016 sur le Var et ses affluents afin de déterminer s'il est possible de capturer des anguilles argentées et le cas échéant en quelle quantité, de quelle taille et pour quel effort de pêche.

Ces pêches détermineront la faisabilité du projet sur le Var. Le cas échéant, l'installation de deux à trois antennes réceptrices tests sera programmée à l'horizon 2018 (emplacement précis à définir, la prise d'eau de la Mescla et deux des microcentrales du bas Var sont pressenties).

Conclusion

En raison du récent déclin de l'Anguille européenne et de la mise en place du règlement européen visant à assurer l'échappement des anguilles argentées en mer, le PLAGEPOMI Rhône-Méditerranée soulève la nécessité de mettre en place des mesures de gestion pour favoriser la dévalaison de l'Anguille sur les fleuves côtiers méditerranéens.

L'objectif est de caractériser l'impact potentiellement important des aménagements hydroélectriques et le déroulement de la migration sur le bassin du Rhône et sur les fleuves côtiers.

Les recherches de méthodes pour caractériser le déroulement de la dynamique migratoire ont conduit MRM à expérimenter des pêches à l'embouchure du Salaison dans l'étang de l'Or et visualiser les images de vidéocomptage de la passe à poissons de Bladier-Ricard sur l'Hérault.

Les échantillonnages du Salaison ont montré la pertinence de la capéçhade pour la capture d'anguilles argentées. Il faut rester vigilant sur leur provenance (le suivi simultané des captures des professionnels de l'étang apportera des informations pertinentes en ce sens). L'expérimentation doit être poursuivie jusqu'en avril 2016 pour en évaluer la plus value.

Le bilan du visionnage des vidéos de Bladier-Ricard est à l'image des conclusions de l'année précédente : des données inexploitable en l'absence d'une maintenance et du bon entretien du système. Le dépouillement en période de dévalaison n'apportera pas d'informations tant qu'ils ne seront pas réglés.

Par conséquent, tant qu'il n'y aura pas d'organisation opérationnelle autour du fonctionnement et de l'exploitation du système de vidéosurveillance, les investigations relatives à la dévalaison de l'Anguille ne pourront pas être poursuivies.

Les modélisations des mortalités sur le fleuve Var ont clairement confirmé tout l'enjeu qui réside sur ce côtier majeur de la région PACA. Les centrales hydroélectriques de la ZAP sont en effet potentiellement très impactantes pour la dévalaison des anguilles.

Nous sommes donc aujourd'hui dans une situation où il est urgent de mettre en place des mesures de gestion adaptées à la reconstitution du stock de l'espèce sur le Var.

Des actions visant l'amélioration des conditions de montaison se mettent aujourd'hui en place sur le bas Var et aboutiront potentiellement à une augmentation de la population d'anguilles argentées dévalantes.

La dévalaison nécessite donc d'être prioritairement intégrée dans cette stratégie de restauration de la continuité car sans cela, l'amélioration de la montaison n'aura probablement pour conséquence que des effets néfastes sur le stock d'anguilles argentées produites sur le bassin.

La stratégie à adopter et la priorisation des actions seront décidées par les instances locales qui pourront s'appuyer sur les résultats présentés dans ce rapport.

Le modèle utilisé est issu d'investigations représentatives du comportement des anguilles vis à vis de l'hydrologie du gave de Pau. Bien que des comportements similaires aient été observés sur d'autres bassins hydrographiques français, sa transposabilité au fleuve Var pourrait être discutable si les anguilles y adoptaient un comportement différent.

C'est en ce sens qu'un projet d'étude multi-partenarial doit voir le jour à l'horizon 2017 sur la Cagne (Alpes-Maritimes) par l'intermédiaire de marquage / recapture. La faisabilité de mettre en place un suivi par radiotélémétrie sur le Var doit aussi être précisée. La possibilité de capturer un nombre suffisant d'anguilles argentées sur son bassin versant sera évaluée en 2016 par la Fédération de pêche des Alpes-Maritimes et l'Association MRM par pêches électriques.

Bibliographie

- BARAS, E. & JEANDRAIN, D., 1998, Evaluation of surgery procedures for tagging eel *Anguilla anguilla* (L.) with biotelemetry transmitters., *Hydrobiologica* 371/372, 107–111.
- BAU F., GOMES P., BARAN P., DROUINEAU H., LARINIER M, ALARIC A., TRAVADE F., DE OLIVEIRA E., 2013, Suivi par radiopistage de la dévalaison de l'anguille argentée sur le Gave de Pau au niveau des ouvrages hydroélectriques de Biron, Sapso, Castebarbe, Baigts et Puyoo (2007-2010), Rapport de synthèse, Anguilles Ouvrages Programme National de Recherche-Developpement.86p.
- BRUIJS M.C.M. & DURIF C.M.F., 2009, Silver eel migration and behaviour., Van den thillart *et al.*(eds.), Spawning migration of the European Eel, Springer Science + Business Media B.V. 477p.
- CAMPTON P., ABDALLAH Y., LEBEL I., 2013, Caractérisation de la dévalaison des anguilles argentées en Rhône-Méditerranée. Synthèse des investigations déployées en France et à l'étranger., Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 77p.+Annexes.
- CAMPTON P., ABDALLAH Y., LEBEL I., 2014, Faisabilité d'investigations visant à approfondir les connaissances sur la dévalaison des anguilles en Rhône-Méditerranée., Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 47p.+Annexes.
- CAMPTON P., ABDALLAH Y., LEBEL I., 2015, Faisabilité d'investigations visant à approfondir les connaissances sur la dévalaison des anguilles en Rhône-Méditerranée., Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 36p.+Annexes.
- DOUGADOS A., 2013, Etude de la dévalaison de l'Anguille sur l'axe Aude., rapport de stage ONEMA/Ecole polytechnique de Montpellier., 45p.+annexes.
- DURIF C., GUIBERT A., ELIE P., 2009, Morphological Discrimination of the Silvering Stages of the European Eel., *American Fisheries Society Symposium*, 58:103-111.
- GOMES P., LARINIER M., 2008, Dommages subis par les anguilles lors de leur passage au travers des turbines KAPLAN – Etablissement de formules prédictives., *Anguilles-ouvrages.*, Programme National de recherche developpement., 2008-2009. 38p.+annexes.
- GRENIER H., BEAUDOU D., 2011, Expertise de la continuité vis à vis de l'Anguille sur les zones d'actions prioritaires de l'Arc et de la Touloubre., Rapport de stage, ONEMA, 95p.
- MRM, HIZKIA, 2013., Retour d'expérience sur la technologie Hizkia. Site de Bladier Ricard sur le fleuve Hérault. Note de synthèse., 2p.
- VOEGTLE & LARINIER, 2008, Définition d'une stratégie de restauration de l'axe de migration pour l'Anguille- Cours d'eau du Gave de Pau., Rapport MIDIVAL – ECOGEO-GHAPPE RA08.02., 42p.+Annexes.

Liste des figures

Figure 1 : Embouchure du salaison dans l'étang de l'Or	3
Figures 2 et 3 : Configuration du site et capetchade immergée.....	4
Figure 4: Relève de la capetchade	4
Figure 5 : Mesures du diamètre de l'œil et de la nageoire pectorale	4
Figure 6 : Anguille argentée capturée sur le Salaison	5
Figure 7 : Evolution des captures d'anguilles argentées et des données abiotiques.....	6
Figure 8 : Paradière encrassée de branches et de feuilles mortes.....	7
Figure 9 : Nombre annuel de hausses du débit du Salaison, supérieures à la plus petite observée en 2015	8
Figure 10 : Barrage de Bladier Ricard sur l'Hérault	8
Figure 11 : Caissons videos dans la passe à poissons	9
Figure 12 : Outil de comptage et visionnage informatique.....	9
Figure 13 : Ecran de visionnage en crue et en conditions normales	11
Figure 14 : Hydrologie de l'Hérault de septembre 2014 à avril 2015 (station de l'Hérault à Agde).....	11
Figure 15: Anguille en dévalaison	11
Figure 16 : Principe de la modélisation du phénomène de dévalaison.....	12
Figure 17 : Localisation des microcentrales du Var et des stations hydrométriques utilisées pour l'estimation des débits.....	13
Figure 18 : Résultats de la modélisation des mortalités intrinsèques pour des anguilles de 70 cm	17
Figure 19 : Mortalités globales d'anguilles de 50, 70 et 90 cm par aménagement.....	18
Figure 20 : Evolution interannuelle des mortalités globales pour chaque aménagement.....	19
Figure 21 : Evolution des mortalités globales sur la chronique complète disponible à la Mescla.....	20
Figure 22 : Evolution du taux de mortalité cumulée pour des anguilles ayant traversé les 7 microcentrales du Var	21
Figure 23 : Classes d'abondances en anguilles observées par pêche à l'électricité et probabilités moyenne de survie des anguilles (taille 70 cm) selon le secteur duquel elles dévalent.....	22
Figure 24 : Comparaison des mortalités obtenues entre la station hydrométrique de Nice et de Carros	23
Figure 25 : Anguille argentée capturée par pêche électrique sur la Cagne.....	26
Figure 26: Localisation des stations de suivi pit tag envisagées sur la Cagne	26
Figure 27 : Suture de l'incision d'une anguille marquée	27

Liste des tableaux

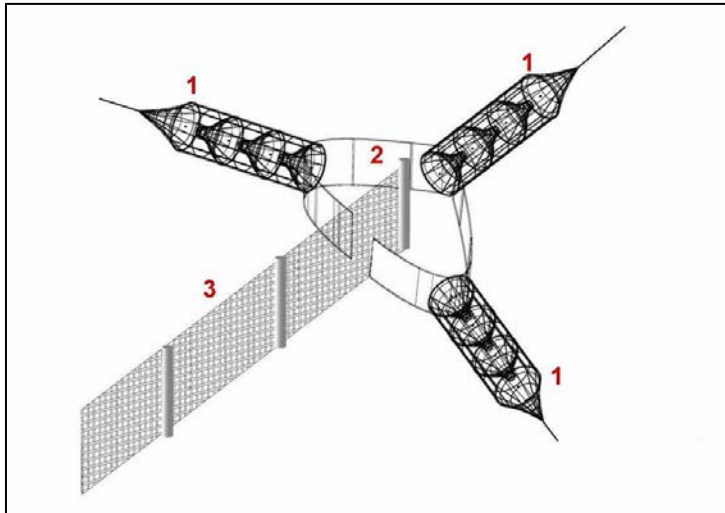
Tableau 1 : Caractérisation des stades d'argenture	5
Tableau 2 : Stations hydrométriques DREAL utilisées pour l'estimation des débits moyens journaliers au droit de chaque centrale hydroélectrique	14
Tableau 3 : Répartition théorique de la dévalaison selon les débits	15
Tableau 4 : Mortalités intrinsèques de chaque aménagement	16
Tableau 5 : Mortalités moyennes globales par aménagement	18
Tableau 6 : caractéristiques des microcentrales du Var	18
Tableau 7 : Exemple d'estimation du taux de survie pour 100 anguilles de 70 cm traversant les 7 microcentrales du Var.....	21
Tableau 8 : Mortalité cumulée des anguilles de l'aménagement considéré à la mer.....	23

Liste des annexes

Annexe A : Fiche Technique de la Capetchade
Annexe B : Formulaire d'information à renseigner par les gestionnaires de centrales
Annexe C : Probabilités de passage par les évacuateurs de crues
Annexe D : Mortalités globales saisonnières
Annexe E : Probabilités de survie saisonnières pour des anguilles dévalant de l'aménagement considéré
Annexe F : Compte rendu de la reunion des 8 et 9 juin 2015
Annexe G : Fiches cours d'eau transmises aux participants de la reunion des 8 et 9 juin 2015

Annexe A : Fiche technique de la capetchade

La Capetchade



1 = la queue

2 = le cœur

3 = la paradière

Description générale

C'est l'engin de pêche en lagune par excellence. Il fonctionne à partir d'un filet « mur », appelé communément « paradière », qui sert à guider le poisson vers le « cœur ». Piégé dans cet entonnoir, le poisson se dirige alors dans une des trois « queues » constituées de systèmes anti-retour l'empêchant de ressortir du piège.

Le trabaque est maintenu la plupart du temps par des piquets mais en lagunes profondes (cas de l'étang de Berre), l'utilisation d'ancres en acier ou en béton est préférée afin de garantir le maintien de l'engin même par courant fort.

Dimensions

- Longueur de paradière = 40 m
- Hauteur de paradière = 1.5 à 10 m (en fonction de la profondeur),
- Profondeur des queues = (4 à 10 m en fonction de l'espèce ou du stade ciblé).

Répartition géographique :

Etang de Berre, Vaccarès, Etangs Inférieurs de Camargue, Domaine de la Palissade et Salins

Catégorie :

Filet passif calé à des profondeurs de moins de 6 m.

Variétés locales

- Capétchade (Languedoc-Roussillon)

Distribution

Calé en unités simples, doublées ou multiples.

Matériaux

Filet en polypropylène, cordes et flotteurs synthétiques, plombs (plaquettes ou olives).

Type de cale

A partir de la berge (« en terre ») ou en pleine eau, le pêcheur adapte sa technique de cale en fonction de l'époque et des poissons ciblés (voir « Illustrations de quelques techniques de calage des trabaques »).

Espèces ciblées

Anguilles, lousps, daurades, mulets, athérines, soles, crevettes grises

Mailles utilisées

La fabrication des trabaques est adaptée aux poissons ciblées (ou au stade pour l'Anguille). C'est généralement le pêcheur lui-même qui se charge de la conception et du ramendage de ses filets.

La sélectivité du trabaque dépend des mailles utilisées mais également de la technique de montage. En effet, pour une même taille de maille, le filet monté en maille « étirée » pêchera plus fin (moins grande sélectivité des classes de taille) qu'un filet monté en maille « carrée ». Le pêcheur peut également influencer sur la sélectivité de l'engin lors du calage : tension exercée lors du calage des piquets ou des ancrs, technique de calage (cf. illustrations).

Type de Trabaques	Espèce (s) cible (s)	Maille (mm)			Période
		Paradière	Cœur	Queues	
Petit trabaque	joels, crevettes, anguilles vertes	14	14	6	été-hiver
Trabaque classique	anguilles vertes	16 ou 14	16 ou 14	10 ou 8	toute l'année
Trabaque "argentées"	anguilles argentées	20 ou 18	20 ou 18	10 ou 8	automne-hiver
Trabaque "poissons de mer"	poissons migrants marins	20 à 30	20 à 30	16 à 20	automne

Caractéristiques des différents types de trabaques utilisés en région PACA

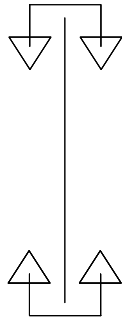
Banque photographique (Crédit MRM)



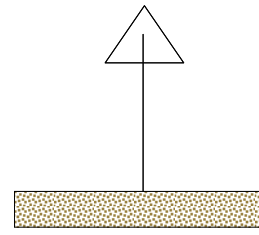
- 1 = Cœur de trabaque en pêche**
- 2 = Relève des queues par le pêcheur**
- 3 = Calage de la paradière à l'aide de piquets**
- 4 = Trabaque séchant sur ses piquets pour le nettoyer**



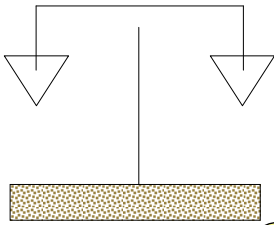
1



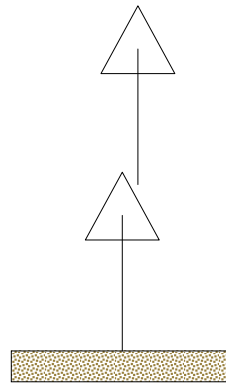
2



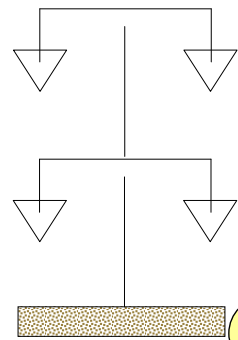
3



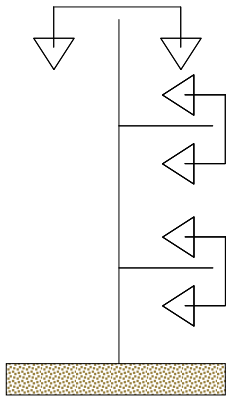
4



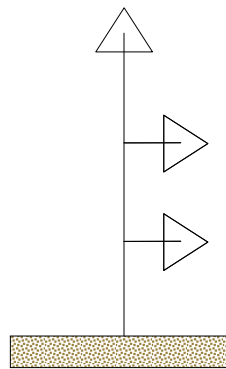
5



6



7



8

Illustrations de quelques techniques de calage des trabaques

Légende :



Berge



Cœur = 3 queues



Paradière

1 « **Doublis en mer** » : une ou deux longueurs de paradière montée(s) à chaque extrémité d'un cœur. Cette technique est surtout utilisée pour pêcher l'anguille verte au printemps et à l'automne lorsqu'elle « bouge » pour s'alimenter ou lors de malaïgues.

2 « **Doublis en mer calées en tête** » : technique appelée aussi « en T » ou « en triangle ». La paradière est montée d'un système de retour menant à deux cœurs. Ce principe permet de minimiser les risques d'échappement des poissons lors de la transition paradière/cœur. Cette technique est donc moins sélective et permet de capturer aussi bien l'Anguille que le Joel, le Loup ou la Daurade.

3 « **Simple en terre** » : une ou deux longueurs de paradière calée(s) depuis la berge et montée(s) d'un cœur. Cette technique est utilisée pour pêcher des sites très ciblés tels que des zones d'herbiers, des petites recules ou des arrivées de roubines. Technique sélective, utilisée pour pêcher l'anguille verte lorsqu'elle « bouge » pour s'alimenter ou lors de malaïgues mais également l'anguille argentée lorsqu'elle dévale pour rejoindre la mer (sorties de canaux et roubines).

4 « **Simple en terre calé en tête** » : permet de pêcher des sites très ciblés et de capturer tous types de poissons.

5 « **Andane en simples** » : succession d'une ou deux longueurs de paradière, d'un cœur, d'une ou deux longueurs de paradière... Cette technique est principalement utilisée lors des pêches de dévalaison des anguilles argentées. Elle est souvent associée à un poste, tiré au sort à la prud'homie et dont les mensurations sont réglementées (Exemple : longueur maximale de 600 m ou 30 paradières au maximum) par les textes prud'homaux.

6 « **Andane en têtes** » : succession d'une ou deux longueurs de paradière, d'une tête, d'une ou deux longueurs de paradière... Le principe est le même que pour les « andanes en simples », mais il est moins sélectif et permet de capturer les poissons migrants marins (loups, soles, daurades) qui sortent de la lagune aux premiers froids de l'automne.

7 « **Cendrillon en têtes** » : technique utilisée spécifiquement en barrage pour l'échappement des poissons de la lagune vers la mer. Les pêcheurs se partagent le barrage en identifiant leurs têtes par des piquets de couleurs. Cette technique est très ciblée dans le temps, elle est généralement utilisée entre octobre et décembre.

8 « **Cendrillon en simples** » : technique utilisée spécifiquement en barrage pour l'échappement des anguilles argentées vers la mer. Les pêcheurs se partagent le barrage en identifiant leurs têtes par des piquets de couleurs. Cette technique est très ciblée dans le temps, elle est généralement utilisée entre octobre et décembre.

Annexe B : Formulaire d'information à renseigner par les gestionnaires de centrales

Nom de l'usine :	
Nom de la prise d'eau associée (Si différent)	Code ROE :
Cours d'eau :	Commune

Nom du Gérant :
N° de téléphone de l'usine ou du gérant
Exploitant

Propriétaire :	Nom
	Adresse :
	Téléphone :

Éléments techniques

Puissance brute (KW)	Hauteur de chute nominale (m) :
Grilles :	
Espacement grille les plus fines (Cm)	
Surface en eau du plan de grille (m) :	Largeur plan de grille (m) :
Longueur plan de grille (m) :	Inclinaison plan de grille (°/horizontale) :
Profondeur canal d'amenée au plan de grille (m) :	

Turbines :					
N° de groupes	Type de turbine	Débit turbiné (m3/s)	Vitesse de rotation de la roue.	Nombre de pales ou d'aubes	Diamètre de la roue (m)
1					
2					
3					
4					

Aménagements liés :	
Existe-t'il une passe à poisson :	Si oui, débit d'alimentation (m3/s) :
Existe-t'il un exutoire de dévalaison :	Si oui, débit d'alimentation (m3/s) :
Période année :	

Annexe C : Mortalités globales saisonnières

Usines 4 à 8 (hydro Carros)	Tailles (m)		
Années-Déval.	0,5	0,7	0,9
75/76	25%	42%	61%
76/77	6%	10%	15%
77/78	10%	16%	24%
78/79	19%	31%	45%
79/80	11%	19%	27%
80/81	23%	38%	55%
81/82	24%	39%	57%
82/83	19%	32%	47%
83/84	23%	38%	56%
84/85	20%	34%	49%
08/09	14%	24%	35%
09/10	22%	37%	53%
10/11	17%	28%	41%
11/12	18%	30%	44%
12/13	7%	12%	17%

Usines 4 à 8 (hydro Nice)	Tailles (m)		
Années-Déval.	0,5	0,7	0,9
74/75	23%	38%	55%
75/76	25%	42%	62%
84/85	16%	27%	40%
85/86	20%	33%	48%
86/87	18%	30%	44%
87/88	15%	25%	37%
88/89	14%	23%	33%
89/90	30%	50%	72%
90/91	28%	46%	68%
91/92	16%	27%	40%
92/93	14%	24%	35%
93/94	7%	12%	17%
94/95	10%	16%	23%
95/96	11%	18%	26%
96/97	12%	20%	30%
97/98	20%	33%	48%
98/99	31%	52%	75%
99/00	21%	36%	52%
08/09	13%	22%	32%
09/10	20%	33%	48%
10/11	15%	25%	37%
11/12	21%	34%	50%
12/13	8%	13%	20%

Usine 16 (hydro Carros)	Tailles (m)		
Années-Déval.	0,5	0,7	0,9
75/76	20%	33%	48%
76/77	8%	13%	18%
77/78	10%	17%	25%
78/79	16%	27%	40%
79/80	9%	15%	22%
80/81	16%	27%	40%
81/82	18%	31%	45%
82/83	16%	27%	39%
83/84	18%	30%	44%
84/85	17%	28%	42%
08/09	13%	21%	31%
09/10	17%	29%	42%
10/11	15%	25%	36%
11/12	14%	23%	33%
12/13	10%	16%	24%

Usine 16 (hydro Nice)	Tailles (m)		
Années-Déval.	0,5	0,7	0,9
74/75	20%	32%	47%
75/76	20%	33%	48%
84/85	16%	27%	40%
85/86	15%	24%	36%
86/87	14%	23%	34%
89/90	19%	32%	46%
90/91	20%	33%	49%
91/92	13%	21%	30%
92/93	11%	19%	28%
93/94	6%	10%	15%
94/95	8%	12%	18%
95/96	12%	21%	30%
96/97	15%	25%	37%
97/98	17%	28%	41%
98/99	20%	34%	49%
99/00	16%	27%	40%
08/09	14%	23%	34%
09/10	17%	29%	42%
10/11	15%	25%	37%
11/12	16%	26%	38%
12/13	9%	15%	22%

Mescla Années-Déval.	Tailles (m)		
	0,5	0,7	0,9
71/72	21%	31%	38%
72/73	21%	31%	37%
73/74	17%	25%	30%
74/75	22%	32%	38%
75/76	24%	35%	43%
76/77	7%	10%	12%
77/78	9%	13%	16%
78/79	19%	27%	33%
79/80	11%	16%	20%
80/81	26%	38%	46%
81/82	28%	41%	50%
82/83	21%	30%	37%
83/84	25%	37%	44%
84/85	20%	28%	35%
85/86	23%	33%	41%
86/87	21%	31%	38%
87/88	19%	28%	34%
88/89	20%	29%	35%
89/90	43%	63%	77%
90/91	26%	38%	46%
91/92	16%	23%	28%
92/93	16%	24%	29%
93/94	9%	12%	15%
94/95	14%	21%	26%
95/96	9%	14%	17%
96/97	9%	13%	16%
97/98	18%	26%	31%
98/99	37%	54%	66%
99/00	18%	27%	33%
00/01	6%	9%	11%
02/03	13%	19%	23%
03/04	22%	32%	39%
04/05	32%	47%	57%
05/06	35%	51%	62%
06/07	29%	42%	51%
07/08	28%	41%	50%
08/09	17%	25%	30%
10/11	14%	21%	26%

Annexe D : Probabilités de passage par les évacuateurs de crues

Années-Déval.	Prob. passage évacuateur Usines 4 à 8 (Hydro Nice)					Moy.
	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	
74/75	0,58	0,46	0,40	0,18	0,10	0,34
75/76	0,43	0,36	0,28	0,17	0,10	0,27
84/85	0,78	0,71	0,62	0,40	0,13	0,53
85/86	0,84	0,62	0,43	0,12	0,10	0,42
86/87	0,84	0,70	0,43	0,26	0,13	0,47
87/88	0,87	0,77	0,59	0,42	0,16	0,56
88/89	0,89	0,85	0,74	0,45	0,10	0,61
89/90	0,12	0,13	0,13	0,14	0,18	0,14
90/91	0,41	0,26	0,11	0,10	0,10	0,19
91/92	0,87	0,77	0,57	0,32	0,09	0,52
92/93	0,82	0,78	0,72	0,45	0,17	0,59
93/94	0,92	0,90	0,86	0,76	0,53	0,79
94/95	0,94	0,92	0,84	0,71	0,19	0,72
95/96	0,87	0,83	0,72	0,66	0,36	0,69
96/97	0,83	0,76	0,71	0,62	0,31	0,65
97/98	0,83	0,62	0,41	0,20	0,10	0,43
98/99	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10
99/00	0,82	0,68	0,18	0,10	0,13	0,38
08/09	0,89	0,78	0,64	0,49	0,30	0,62
09/10	0,74	0,57	0,45	0,32	0,09	0,43
10/11	0,87	0,76	0,57	0,42	0,18	0,56
11/12	0,88	0,68	0,26	0,10	0,12	0,41
12/13	0,92	0,87	0,79	0,71	0,54	0,77

Années-Déval.	Prob. passage évacuateur Usines 4 à 8 (hydro Carros)					Moy.
	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	
75/76	0,55	0,40	0,21	0,10	0,10	0,27
76/77	0,92	0,89	0,87	0,80	0,64	0,82
77/78	0,93	0,87	0,82	0,66	0,31	0,72
78/79	0,85	0,68	0,48	0,22	0,10	0,47
79/80	0,93	0,87	0,75	0,55	0,26	0,67
80/81	0,77	0,52	0,23	0,10	0,13	0,35
81/82	0,78	0,43	0,18	0,10	0,11	0,32
82/83	0,80	0,64	0,42	0,23	0,09	0,44
83/84	0,81	0,38	0,26	0,11	0,12	0,34
84/85	0,76	0,55	0,45	0,22	0,10	0,42
08/09	0,87	0,84	0,71	0,39	0,10	0,58
09/10	0,80	0,60	0,19	0,10	0,14	0,36
10/11	0,89	0,79	0,58	0,22	0,11	0,52
11/12	0,91	0,82	0,40	0,11	0,15	0,48
12/13	0,92	0,88	0,82	0,66	0,18	0,69

Prob. passage évacuateur Usine 16 (hydro Nice)						
Années-Déval.	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	Moy.
74/75	0,20	0,17	0,09	0,10	0,12	0,14
75/76	0,17	0,13	0,10	0,09	0,10	0,12
84/85	0,49	0,42	0,31	0,09	0,10	0,28
85/86	0,79	0,50	0,28	0,09	0,11	0,35
86/87	0,79	0,60	0,28	0,14	0,13	0,39
89/90	0,13	0,15	0,15	0,17	0,22	0,16
90/91	0,18	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12
91/92	0,84	0,69	0,44	0,18	0,09	0,45
92/93	0,77	0,72	0,62	0,30	0,09	0,50
93/94	0,91	0,88	0,83	0,68	0,38	0,73
94/95	0,94	0,91	0,80	0,61	0,09	0,67
95/96	0,73	0,60	0,46	0,35	0,12	0,45
96/97	0,54	0,45	0,36	0,24	0,09	0,34
97/98	0,65	0,33	0,14	0,09	0,10	0,26
98/99	0,10	0,10	0,10	0,11	0,13	0,11
99/00	0,72	0,31	0,09	0,11	0,15	0,28
08/09	0,80	0,55	0,28	0,17	0,09	0,38
09/10	0,53	0,25	0,22	0,09	0,10	0,24
10/11	0,73	0,42	0,24	0,13	0,10	0,32
11/12	0,79	0,44	0,10	0,10	0,13	0,31
12/13	0,89	0,75	0,61	0,47	0,24	0,59

Prob. passage évacuateur Usine 16 (hydro Carros)						
Années-Déval.	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	Moy.
75/76	0,24	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12
76/77	0,88	0,81	0,77	0,60	0,28	0,67
77/78	0,89	0,81	0,59	0,31	0,09	0,54
78/79	0,75	0,31	0,10	0,09	0,10	0,27
79/80	0,93	0,84	0,67	0,41	0,14	0,60
80/81	0,69	0,38	0,11	0,10	0,13	0,28
81/82	0,51	0,09	0,10	0,11	0,13	0,19
82/83	0,70	0,41	0,16	0,09	0,10	0,29
83/84	0,56	0,11	0,09	0,10	0,14	0,20
84/85	0,57	0,24	0,21	0,09	0,10	0,24
08/09	0,81	0,65	0,52	0,10	0,12	0,44
09/10	0,67	0,13	0,09	0,12	0,19	0,24
10/11	0,76	0,50	0,24	0,09	0,13	0,35
11/12	0,87	0,73	0,12	0,12	0,16	0,40
12/13	0,87	0,81	0,68	0,39	0,10	0,57

Années-Déval.	Prob. passage évacuateur Mescla					
	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	Moy.
71/72	0,81	0,73	0,67	0,55	0,28	0,61
72/73	0,93	0,81	0,71	0,47	0,14	0,61
73/74	0,87	0,83	0,73	0,62	0,40	0,69
74/75	0,82	0,80	0,75	0,48	0,15	0,60
75/76	0,81	0,68	0,61	0,41	0,27	0,56
76/77	0,93	0,91	0,89	0,86	0,78	0,87
77/78	0,93	0,90	0,86	0,81	0,68	0,84
78/79	0,88	0,83	0,70	0,57	0,30	0,66
79/80	0,94	0,91	0,84	0,76	0,53	0,80
80/81	0,84	0,72	0,51	0,34	0,18	0,52
81/82	0,78	0,66	0,48	0,31	0,16	0,48
82/83	0,86	0,81	0,64	0,50	0,27	0,62
83/84	0,78	0,70	0,63	0,39	0,19	0,54
84/85	0,78	0,74	0,70	0,58	0,40	0,64
85/86	0,89	0,83	0,69	0,32	0,15	0,58
86/87	0,84	0,72	0,64	0,60	0,22	0,61
87/88	0,89	0,80	0,72	0,54	0,26	0,64
88/89	0,91	0,84	0,74	0,51	0,16	0,63
89/90	0,16	0,17	0,18	0,21	0,28	0,20
90/91	0,84	0,62	0,53	0,40	0,18	0,52
91/92	0,92	0,89	0,79	0,62	0,32	0,71
92/93	0,88	0,87	0,80	0,66	0,27	0,70
93/94	0,93	0,92	0,88	0,79	0,69	0,84
94/95	0,91	0,89	0,84	0,78	0,25	0,73
95/96	0,92	0,90	0,86	0,82	0,65	0,83
96/97	0,94	0,91	0,88	0,84	0,61	0,83
97/98	0,94	0,88	0,77	0,59	0,19	0,67
98/99	0,44	0,39	0,32	0,24	0,18	0,31
99/00	0,93	0,90	0,78	0,54	0,15	0,66
00/01	0,94	0,93	0,91	0,87	0,79	0,89
02/03	0,94	0,91	0,87	0,70	0,40	0,76
03/04	0,91	0,84	0,67	0,38	0,17	0,59
04/05	0,83	0,56	0,29	0,15	0,19	0,40
05/06	0,62	0,46	0,36	0,18	0,16	0,36
06/07	0,89	0,72	0,39	0,14	0,18	0,47
07/08	0,78	0,69	0,54	0,20	0,18	0,48
08/09	0,89	0,82	0,78	0,66	0,28	0,69
10/11	0,88	0,80	0,79	0,73	0,47	0,73

Annexe E : Probabilités de survies annuelles dévalant de l'aménagement considéré

ANGUILLE - TL = 0,5 m

Nom centrale	7475	7576	7677	7778	7879	7980	8081	8182	8283	8384	8485	8586	8687	8890	9091	9192	9283	9394	9495	9596	9697	9798	9899	9900	00109	10111
Mescla	17%	14%	63%	49%	24%	44%	17%	23%	17%	28%	22%	25%	25%	8%	11%	30%	34%	59%	48%	45%	40%	23%	8%	20%	35%	32%
Seuil 16	22%	18%	67%	53%	30%	50%	23%	21%	28%	22%	34%	31%	31%	14%	16%	38%	41%	65%	56%	49%	44%	28%	12%	25%	42%	37%
Seuil 8	25%	23%	73%	60%	36%	55%	28%	26%	34%	27%	41%	35%	36%	17%	19%	41%	46%	69%	60%	56%	52%	33%	16%	30%	48%	44%
Seuil 7	36%	31%	78%	66%	44%	62%	36%	34%	42%	35%	49%	41%	45%	24%	27%	49%	54%	74%	67%	63%	59%	42%	23%	38%	57%	52%
Seuil 6	46%	41%	83%	73%	54%	70%	46%	45%	52%	46%	59%	51%	55%	35%	37%	58%	63%	80%	74%	71%	68%	52%	33%	48%	65%	61%
Seuil 5	60%	56%	88%	81%	66%	79%	60%	58%	65%	59%	70%	64%	67%	49%	52%	70%	73%	86%	82%	79%	77%	64%	48%	62%	75%	72%
Seuil 4	77%	75%	94%	90%	81%	89%	77%	76%	81%	77%	84%	80%	82%	70%	72%	84%	86%	93%	90%	89%	88%	80%	69%	79%	87%	85%

ANGUILLE - TL = 0,9 m

Nom centrale	7475	7576	7677	7778	7879	7980	8081	8182	8283	8384	8485	8586	8687	8890	9091	9192	9283	9394	9495	9596	9697	9798	9899	9900	00109	10111
Mescla	4%	3%	46%	30%	8%	25%	4%	3%	7%	4%	11%	7%	9%	1%	2%	12%	16%	42%	29%	25%	21%	7%	1%	6%	17%	14%
Seuil 16	6%	4%	51%	34%	12%	30%	7%	6%	10%	6%	15%	10%	13%	3%	3%	16%	21%	48%	36%	29%	24%	10%	2%	8%	22%	17%
Seuil 8	9%	6%	58%	41%	16%	35%	9%	8%	14%	9%	20%	13%	16%	3%	4%	20%	26%	53%	42%	37%	32%	14%	3%	11%	29%	23%
Seuil 7	15%	11%	65%	49%	23%	44%	15%	14%	21%	15%	28%	20%	24%	6%	8%	34%	34%	60%	50%	45%	40%	20%	6%	17%	37%	31%
Seuil 6	24%	19%	72%	59%	33%	54%	24%	23%	31%	24%	39%	30%	34%	13%	15%	38%	44%	68%	59%	55%	51%	30%	11%	27%	47%	42%
Seuil 5	38%	33%	81%	70%	48%	66%	39%	37%	46%	38%	53%	45%	49%	25%	29%	53%	58%	78%	70%	67%	63%	45%	23%	41%	61%	56%
Seuil 4	62%	56%	90%	84%	69%	81%	62%	61%	68%	62%	73%	67%	70%	50%	54%	73%	76%	88%	84%	82%	80%	67%	48%	64%	78%	75%

ANGUILLE - TL = 0,9 m

Nom centrale	7475	7576	7677	7778	7879	7980	8081	8182	8283	8384	8485	8586	8687	8890	9091	9192	9283	9394	9495	9596	9697	9798	9899	9900	00109	10111
Mescla	1%	0%	32%	16%	2%	13%	1%	0%	2%	1%	3%	1%	2%	0%	0%	4%	6%	23%	16%	13%	9%	2%	0%	1%	7%	5%
Seuil 16	1%	0%	37%	19%	3%	16%	1%	1%	2%	1%	5%	2%	4%	0%	0%	5%	9%	33%	21%	15%	11%	2%	0%	2%	9%	6%
Seuil 8	2%	1%	45%	26%	5%	20%	2%	1%	4%	2%	8%	4%	5%	0%	0%	8%	12%	38%	26%	22%	17%	4%	0%	3%	14%	10%
Seuil 7	4%	2%	52%	34%	9%	28%	4%	3%	8%	4%	13%	7%	10%	1%	1%	13%	18%	46%	34%	29%	24%	7%	0%	5%	21%	16%
Seuil 6	9%	6%	62%	44%	17%	38%	9%	8%	15%	9%	22%	14%	17%	2%	3%	22%	28%	56%	45%	40%	35%	14%	1%	11%	31%	25%
Seuil 5	20%	15%	72%	58%	30%	53%	20%	18%	28%	20%	36%	27%	31%	8%	10%	36%	43%	68%	59%	54%	49%	27%	6%	23%	46%	40%
Seuil 4	45%	38%	85%	76%	55%	73%	45%	43%	53%	44%	60%	52%	56%	28%	32%	60%	65%	83%	77%	74%	70%	52%	25%	48%	68%	63%

Annexe F : Compte rendu de la reunion des 8 et 9 juin 2015



**COMPTE RENDU DE LA REUNION « PROJET D'ETUDE
ANGUILLE DANS LE DEPARTEMENT DES ALPES-MARITIMES »
DES 8 ET 9 JUIN 2015**

Participants

Nom	Structure	Contact
Beudou Dominique	ONEMA DiR8	Dominique.beudou@onema.fr
Demange Hervé	ONEMA DiR5	Herve.demange@onema.fr
Sagnes Pierre	ONEMA pôle écohydraulique	Pierre.sagnes@onema.fr
Barla Christophe	FDPPMA 06	c.barla@peche-cote-azur.com
Masset François	FDPPMA 06	fmasset@yahoo.fr
Passeron Romain	FDPPMA 06	Romain.passeron@peche-cote-azur.com
Galaup Camille	FDPPMA 06	Peche06.galaup@gmail.com
De Oliveira Eric	EDF R&D LNHE	Eric.de-oliveira@edf.fr
Dejean Juliette	EDF UP Med	Juliette.dejean@edf.fr
Lasalle Carole	EDF UP Med	carole.lassalle@edf.fr
Abdallah Yann	MRM	y.abdallah@migrateursrhonemediterranee.org
Campton Pierre	MRM	p.campton@migrateursrhonemediterranee.org

Objectifs de la réunion

Partager l'intérêt d'un projet d'étude sur la migration de l'Anguille dans les Alpes-Maritimes
Identifier des techniques de suivi envisageables et des sites potentiels

ODJ

- ❖ Présentation du contexte et objectifs en salle
- ❖ Présentation des cours d'eau et sites de suivis pressentis
- ❖ Discussions relatives au choix des cours d'eau / sites à visiter en priorité
- ❖ Visites terrain des cours d'eau et sites pressentis
- ❖ Bilan des deux journées : une étude est elle envisageable? Le cas échéant, identification et chronologie des étapes à prévoir

Présentation en salle des objectifs et du contexte par MRM

Objectifs visés :

Décrire la dynamique de dévalaison sur un fleuve côtier

Observer le fonctionnement de colonisation / dévalaison d'un côtier méditerranéen

Comprendre leur déterminisme (facteurs environnementaux influençant la migration)

Contexte :

- Problématique dévalaison Anguille en Rhône-Méditerranée
- Actions 2012/2014 engagées par MRM en partenariat avec EDF
- Contraintes rencontrées jusqu'à aujourd'hui (hydrologies atypiques + difficultés d'échantillonnage)
- Besoin évident de faire intervenir des experts ayant un REX de l'utilisation de techniques de suivi ayant fait leurs preuves (marquage / télémétrie...)
- Contextes hydrologiques des cours d'eau inscrits en Zone d'Actions Prioritaires Anguille (MRM a mis à disposition des participants des fiches "cours d'eau" pour chaque cours d'eau du département inscrit en ZAP ANG: description des éléments relatifs à l'hydrologie et au cloisonnement)

Echanges / discussions

Discussions autour des avantages/inconvénients de chaque cours d'eau pressentis pour la mise en place de stations de suivis.

Deux entités aboutissent à un intérêt commun : le Bassin du Var + un petit côtier (Cagne ou Loup : les autres cours d'eau présentent beaucoup de contraintes comme une mauvaise qualité d'eau, un cloisonnement important, des assecs récurrents...)

Les visites terrain ont donc été planifiées sur le Bassin du Var, Le Loup et la Cagne.

Visites terrain des cours d'eau et sites sélectionnés

Date	Cours d'eau	Sites	Echanges
8/06/15	BV Var	Vésubie aval Mescla Seuil 16 Pont Napoléon	<p>Installation de stations de suivi radiotélémetrie <i>a priori</i> possible sur le site de la Mescla et de la microcentrale 16 sous réserve d'y trouver une source d'électricité (ok Mescla; voir autorisations exploitants sur microcentrale 16).</p> <p>Avis plus réservés sur le pont Napoléon (largeur ; mobilité du lit ; vandalisme ; interférences trafics routier et sncf)</p> <p>Voir si nécessaire la microcentrale 4 et/ou l'embouchure au niveau de la station d'épuration de Saint Laurent du Var (interférences aéroport).</p>
8/06/15	Loup	Seuil du pont de Villeneuve Loubet	Exposition au vandalisme et largeur importante sont assez contraignants pour installer des antennes Pit Tag
9/06/15	Cagne	Aval seuil de Val de Cagnes Partie canalisée de Cagnes sur Mer Confluence Malvan	<p>Deux stations équipées d'antennes Pit Tag sont envisageables: Aval Val de Cagnes + Confluence Malvan Une source d'électricité à proximité des deux sites est <i>a priori</i> possible.</p> <p>Les secteurs amont de Val de Cagnes sont plus isolés et nécessiteraient l'installation d'une station autonome plus complexe à mettre en place.</p> <p>Les participants s'accordent sur la pertinence de prioriser deux stations aval. Le REX permettra par la suite de décider la mise en place de la troisième station amont.</p>

Bilan des deux journées

BV Var:

Selon les experts présents, la radiotéléométrie est envisageable sur ce fleuve. La principale interrogation réside dans la possibilité de capturer des anguilles argentées dans le bassin versant (Var et/ou affluents).

Selon le REX FDPPMA06, ça sera très compliqué: difficulté de prévoir une pêche au regard de la variation hydrologique du Var. Les densités sont *a priori* faibles sur les affluents Cians, Roudoule et Tinée. Peut être la Vésubie aval donnerait des résultats. A vérifier.

Les participants s'accordent sur la nécessité de vérifier la disponibilité du matériel biologique sur le bassin du Var.

Calendrier évoqué :

- Année 1: pêches électriques visant les argentées sur les affluents au mois de septembre / octobre + chiffrage des moyens humains et matériels nécessaires à des tests de suivi
- Année 2: Si les résultats des pêches sont probants, test de l'installation et du fonctionnement de stations de suivi radiotéléométrie sur différents sites (*a minima*, Mescla, microcentrales 4 et 16).

Petit Côtier :

La petite envergure de la Cagne et la disponibilité du matériel biologique (fortes abondances anguillettes + capture ANG argentées) orientent les avis vers la mise en place d'une éventuelle action sur ce cours d'eau par rapport au fleuve Loup.

Calendrier évoqué :

- Année 1: Installation de stations + capture/marquage anguilles argentées
- Année 2 : suivi

Bilan global :

L'ensemble des participants partage l'intérêt du projet d'étude et est prêt à mobiliser des moyens humains et matériels qu'il sera nécessaire toutefois de préciser :

EDF et ONEMA (pôle écohydraulique) peuvent mettre à disposition des moyens humains pour encadrer scientifiquement le suivi et des moyens matériels pour l'installation des stations. L'achat de nouveau matériel devra toutefois être budgétisé pour un suivi pluriannuel (environ 5000 euros par station, des éléments plus précis seront transmis par EDF à MRM)

L'ONEMA souligne que les résultats ne seront pas transposables en l'état à d'autres cours d'eau. De plus, cette réunion ne prévaut pas une étude de faisabilité.

L'ONEMA Dir8 ne se prononce pas sur la possibilité de mise à disposition de moyens humains, mais attend une sollicitation de MRM sur des besoins spécifiques (particulièrement sur les opérations de marquage d'anguilles)

La FDPPMA 06 mobilisera des moyens humains si nécessaire notamment pour la capture par pêche et éventuellement le marquage d'anguilles et le suivi des stations (modalités à préciser)

MRM ne se prononce pas sur le portage de l'étude et tiendra les participants informés des suites à venir.

***Annexe G : Fiches « Cours d'eau » transmises aux participants de la
réunion des 8 et 9 juin 2015***

SIAGNE

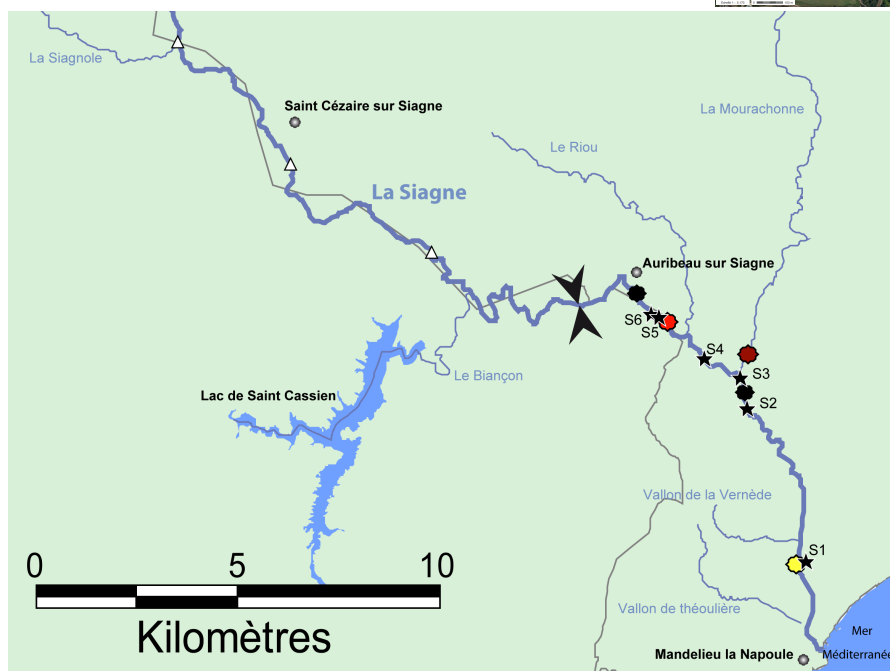
Superficie du Bassin versant	520 km ²
Linéaire de présence ANG	13,5 km
Module (Pegomas)	9,1 m ³ /s
QMNA5	0,8 m ³ /s
QIX biennale	150 m ³ /s
QIX quinquennale	220 m ³ /s
Projets existants	Impact éclusées sur populations piscicoles? Restauration continuité ANG seuils 1, 3, 4, 5 (SISA)



S1 : Seuil de Mandelieu la Napoule S5 : Seuil aval du pont d'Auribeau
 S2 : Seuil de la Fenerie S6 : Seuil du pont d'Auribeau
 S3 : Seuil de Pégomas
 S4 : Seuil de l'écluse

Classes d'abondances (Pêches ONEMA)
 0,1 1 2 3 4 5

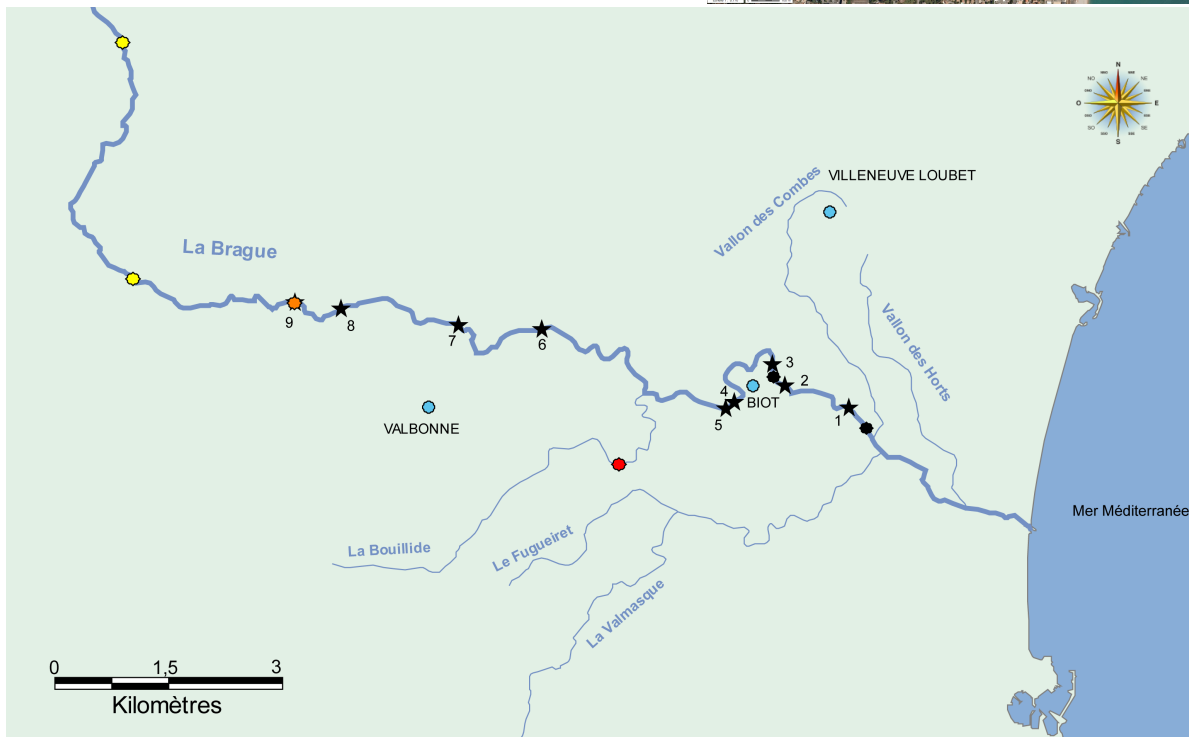
<--> Limite de la zone d'actions prioritaires (Barrage de Tignet Tanneron)



BRAGUE

Superficie du Bassin versant	70 km ²
Linéaire de présence ANG	20 km
Module (Biot)	0,45 m ³ /s
QMNA5	0,003 m ³ /s
QIX biennale	53 m ³ /s
QIX quinquennale	95 m ³ /s
Projets existants	Equipement du seuil de l'A8

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1: Gué Busé de l'A8 | 7: Gué de la Rine | 13: Seuil amont de la Veirière |
| 2: Seuil de Saint Pierre | 8: Seuil du canal de la Rine | 14: Gué de Peidessale |
| 3: Seuil du pont de Biot | 9: Gué des Soullières | 15: Seuil du moulin des Calanques |
| 4: Gué de Biot | 10: Seuil du canal des Soullières | 16: 3 seuils du moulin de la Brague |
| 5: Gué des Clausonnes | 11: Seuil du pont de la Veirière | 17: Seuil de l'Abbatiale |
| 6: Seuil de l'ancien canal de Biot | 12: Seuil canalisation de la Veirière | 18: Seuil des jardins ouvriers |



Pêches ONEMA

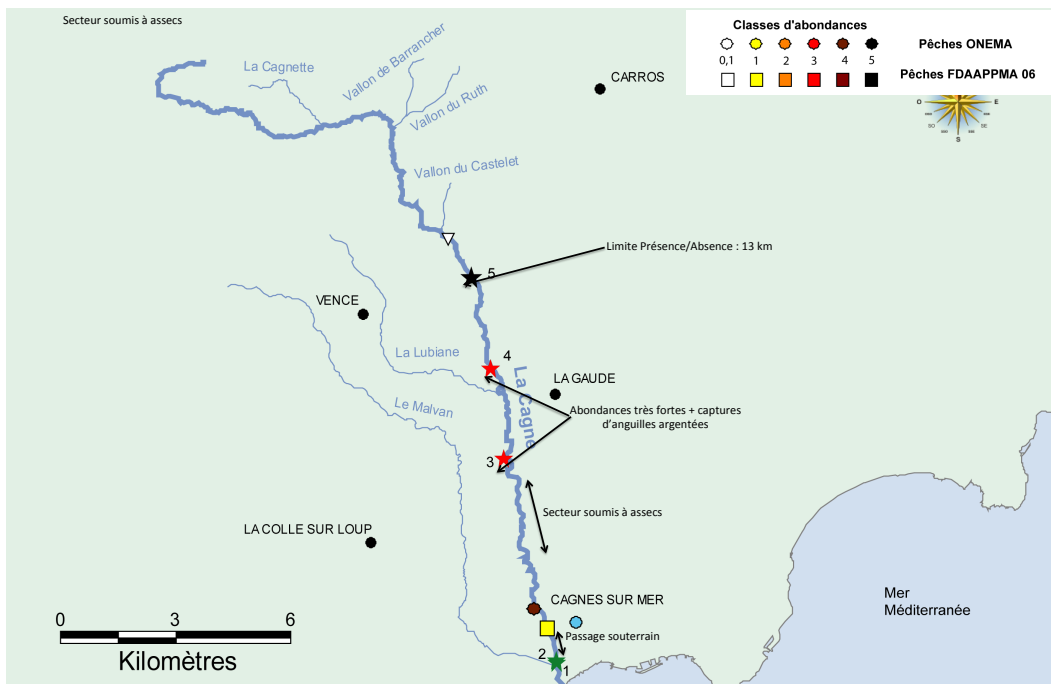


CAGNE

Superficie du Bassin versant	68 km ²
Linéaire de présence ANG	13 km
Module (Cagnes sur Mer)	0,85 m ³ /s
QMNA5	0,03 m ³ /s
QIX biennale	54 m ³ /s
QIX quinquennale	83 m ³ /s
Projets existants	Projet Restauration Continuité Communauté d'aggllo Nice Métropole



- 1: Seuil de Cagnes Ville (confluence Malvan)
- 2: Seuil de Cagnes Ville (amont)
- 3: Seuil de Val de Cagnes
- 4: Seuil de l'ancienne usine hydroélectrique
- 5: Seuil de l'ancienne pisciculture

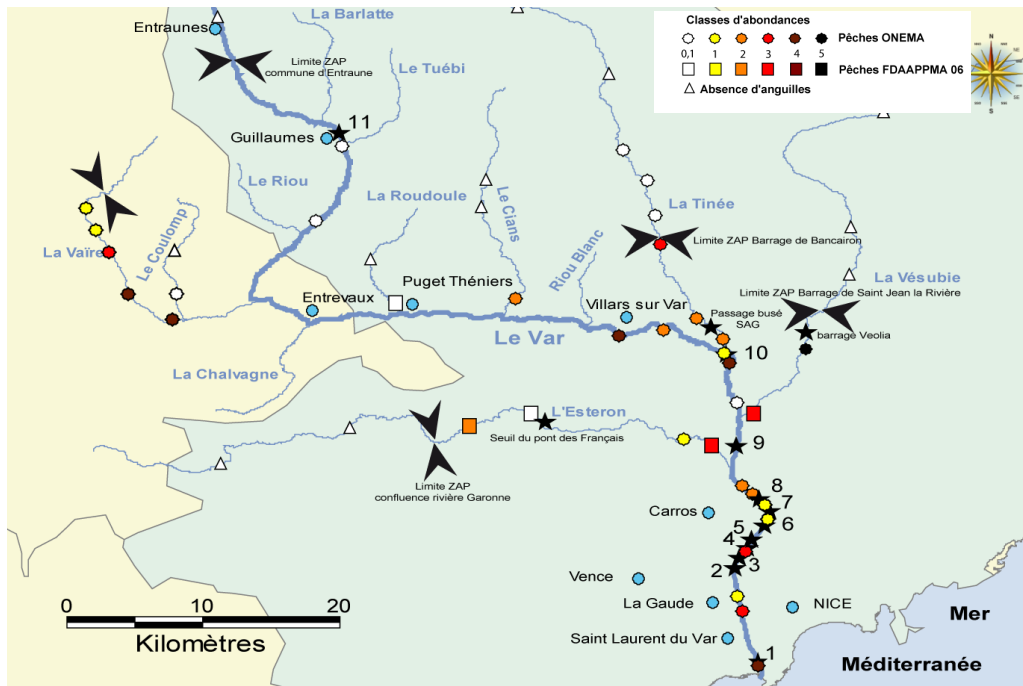


Bassin du VAR

Superficie du Bassin versant	2800 km ²
Linéaire de ZAP ANG	100 km (Var)
	13 km (Vésubie)
	13,5 km (Tinée)
	20 km (Coulomp)
	16,5 km (Vaire)
Module (Nice)	51,1 m ³ /s
QMNAS	14 m ³ /s
QIX biennale	800 m ³ /s
QIX quinquennale	1300 m ³ /s
Projets existants	Projet Restauration Continuité CG06



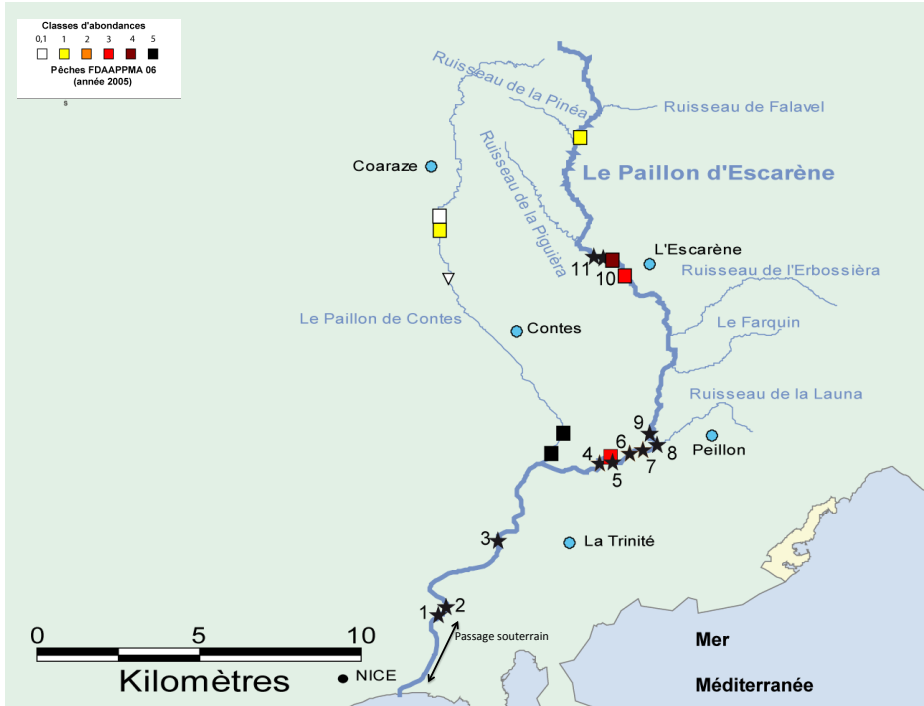
- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1: Seuil du pont Napoléon | 6: Seuil de la microcentrale |
| 2: Seuil de la microcentrale 4 | 7: Seuil de la microcentrale 9 |
| 3: Seuil de la microcentrale 5 | 8: Seuil de la microcentrale 10 |
| 4: Seuil de la microcentrale 6 | 9: Seuil de la microcentrale 16 |
| 5: Seuil de la microcentrale 7 | 10: Seuil de la Mescla |
| | 11: Seuil de Guillaumes |



PAILLONS

Superficie du Bassin versant	250 km ²
Linéaire ZAP ANG	36 km
Module (Nice)	Pas de suivi hydro DREAL, assècs + crues rares et violentes
QMNA5	
QIX biennale	
QIX quinquennale	
Projets existants	Pas de projet connu

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1: Seuil du pont des abattoirs | 5: Seuil des Mazuès | 9: Seuil amont des moulins |
| 2: Seuil aval du pont Cotty | 6: Seuil de Sainte Thècle aval | 10: Seuil du pont de la poste |
| 3: Seuil du pont Anatole France | 7: Seuil de Sainte Thècle amont | 11: Seuil du pont vieux |
| 4: Seuil de Chateauvieux | 8: Seuil des moulins | |



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



Provence-Alpes-Côte d'Azur



Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée :

Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique 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, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, du Rhône, de Haute-Saône, de Saône et Loire, de Savoie, de Haute-Savoie, du Var et du Vaucluse,
Union Régionale des Fédérations de Pêche de l'Arc Méditerranéen (URFAM),
Union Régionale des Fédérations de Pêche Rhône Alpes (URFEPRA).



ZI NORD - Rue André Chamson
13200 ARLES
Tél. 04 90 93 39 32 - Fax. 04 90 93 33 19
contact@migrateursrhonemediterranee.org
www.migrateursrhonemediterranee.org