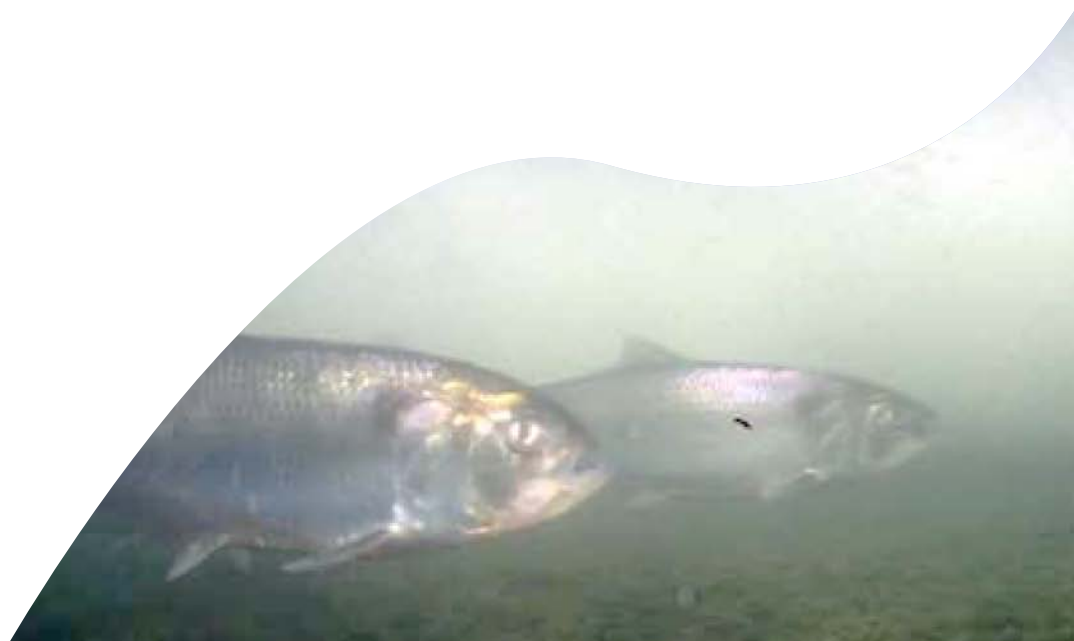


# MISE EN PLACE D'UN PLAN DE GESTION EN FAVEUR DE L'ANGUILLE SUR LES MARAIS D'EAU DOUCE DU VIGUEIRAT

2009 - N°12/16







**Mise en place d'un plan de gestion en faveur de l'Anguille  
sur les marais d'eau douce du Vigueirat  
- Campagne 2009 -**



Crivelli A.J.\*, Campton P.\*\*, Contournet P.\*, Le Gurun L.\*\*\*, Lebel I.\*\*

\* Station biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc, 13 200 Arles

\*\* MRM, Zone industrielle du Port Fluvial, Chemin des Ségonnaux, 13 200 Arles



Nous tenons à remercier vivement 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,
- Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA),
- Fédération Nationale pour la Pêche en France (FNPF),
- Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée :
  - 16 Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) de l'Ardèche, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, du Gard, du Vaucluse, de l'Ain, des Alpes-Maritimes, de l'Hérault, de l'Isère, du Rhône, du Var, de Savoie, de Haute-Savoie, de la Loire, des Hautes-Alpes et des Alpes-de-Haute-Provence,
  - Union Régionale des Fédérations de Pêche Rhône-Alpes (URFEPRA),
  - Union Régionale des Fédérations de Pêche de l'Arc Méditerranéen (URFAM),
  - Association des Pêcheurs Professionnels Rhône Aval-Méditerranée.
- Compagnie Nationale du Rhône,
- Conseils Régionaux Provence Alpes Côte d'Azur, Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon,
- Conseils Généraux des Bouches-du-Rhône, du Vaucluse, de la Drôme, de l'Ardèche et du Gard,
- Union européenne,
- Mairie d'Arles,
- EDF,
- AREVA.

## ***PARTENAIRES TECHNIQUES***

---

- Station biologique de la Tour du Valat,
- Amis des Marais du Vigueirat,
- Fish-Pass.



## RESUME

---

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un poisson migrateur amphihalien thalassotoque dont les stocks n'ont fait que chuter sur ces vingt dernières années. Son déclin a conduit à l'instauration d'un règlement visant à ramener la population à ses valeurs historiques. Le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs 2004-2009 (PLAGEPOMI 2004-2009) souhaite pallier le manque de connaissances sur la dynamique de population de l'Anguille afin de répondre en tout ou partie aux objectifs du Plan National de Gestion de l'Anguille.

L'objectif de cette étude, commencée en 2007 sur le site atelier des Marais du Vigueirat, Pisci-Sud, est d'évaluer, sur une période de 10 ans, le nombre potentiel de géniteurs par recrue et leur qualité biologique dans les hydrosystèmes d'eau douce côtiers méditerranéens.

Fin 2007-début 2008, trois lots d'anguilles marquées individuellement ont été introduits dans Pisci-Sud. En janvier 2008 et en février 2009, 2,5 kg de civelles, soit un peu plus de 9000 civelles par an ont également été introduites. À partir de 2008, deux pêches de neuf jours, réalisées en mai et en octobre, constituent le suivi annuel du devenir de ces anguilles. La survie, le taux de croissance et l'indice d'argenture sont ainsi évalués. Toute anguille argentée migrante capturée n'est pas remise à l'eau et servira à l'estimation du nombre d'anguilles argentées produites par recrue et de leur qualité biologique (parasitisme, polluants...).

En avril et octobre 2009, 367 et 322 anguilles ont respectivement été capturées avec 32 reprises en avril et 67 en octobre.

Les croissances observées d'une année à l'autre sont remarquables quels que soient les groupes d'anguilles introduites. Cette forte croissance serait due à (a) une densité d'anguilles en dessous de la capacité maximale du milieu (b) une nourriture abondante et (c) des températures de l'eau favorables.

En parallèle, le suivi des captures au niveau d'une passe-piège à anguilles, installée depuis 2007, garantit l'appréciation du recrutement naturel des Marais du Vigueirat depuis le canal d'Arles à Fos.





# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>CONTEXTE DE L'ETUDE</b> .....	<b>2</b>
I. L'ANGUILLE EUROPEENNE (ANGUILLA ANGUILLA).....	2
<i>I.1. Cycle biologique de l'Anguille européenne</i> .....	2
<i>I.2. État des populations de l'Anguille européenne</i> .....	3
<i>I.3. Contexte juridique et réglementaire</i> .....	5
II. LA ZONE D'ETUDE .....	7
<b>METHODES</b> .....	<b>10</b>
I. INTRODUCTION DES ANGUILLES .....	10
II. PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE.....	11
III. PASSE-PIEGE A CIVELLES ET ANGUILLES.....	13
<i>III.1. Principe</i> .....	13
<i>III.2. Suivi</i> .....	14
<b>RESULTATS</b> .....	<b>15</b>
I. LOTS 1 ET 2 DE CIVELLES .....	15
II. PECHES .....	16
<i>II.1. Effectifs de capture</i> .....	16
<i>II.2. Croissance et indice d'argenture</i> .....	17
II.2.1. Anguillettes (< 300 mm) provenant du canal de la Fourcade.....	17
II.2.2. Anguillettes (< 300 mm) provenant de l'étang du Vaccarès.....	18
II.2.3. Anguilles jaunes (> 300 mm).....	19
II.2.4. Anguilles de la cohorte 2008.....	20
II.2.5. Anguilles de la cohorte 2009.....	21
III. SUIVI DE LA PASSE-PIEGE A ANGUILLES .....	22
IV. PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX .....	23
<i>IV.1. Hauteurs d'eau</i> .....	23
<i>IV.2. Température de l'eau</i> .....	24
<i>IV.3. Salinité</i> .....	24
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>25</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>26</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>30</b>



## **INTRODUCTION**

---

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un poisson migrateur amphihalin thalassotoque dont le cycle de vie est unique et suscite encore de nombreuses questions.

Sur les vingt dernières années, les indices de recrutement et d'échappement de l'Anguille ont fortement chuté sur l'ensemble de son aire de répartition (FEUNTEUN, 2002). Les causes de ce déclin sont multiples, la plupart des scientifiques s'accordant pour penser que les modifications climatiques influant sur les courants de l'Atlantique Nord ainsi que l'apparition du nématode parasite *Anguillicola crassus* constituent les deux principales. L'exploitation halieutique et l'impact des barrages figurent parmi les causes pour lesquelles une action est possible. Le faible niveau actuel des stocks exige en particulier d'éviter une surpêche liée au braconnage et d'améliorer le taux d'échappement des anguilles adultes (anguilles argentées) vers la Méditerranée.

Ainsi, ces constatations sont à l'origine d'un règlement de l'Union Européenne (n°1100/2007 du 18/09/2007) dont l'objectif est de ramener le volume du stock d'anguilles à ses niveaux historiques et de permettre la migration des civelles tout en laissant à chaque Etat-membre le soin de mettre en œuvre les mesures de gestion et d'évaluation des résultats adaptées aux situations locales. Il est ainsi stipulé que « *l'objectif de chaque plan de gestion est de réduire la mortalité anthropique afin d'assurer avec une grande probabilité un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40 % de la biomasse d'anguilles argentées correspondant à la meilleure estimation possible du taux d'échappement qui aurait été observé si le stock n'avait subi aucune influence anthropique* » (Article 2, Paragraphe 4).

Le manque de connaissances sur la dynamique des populations de l'Anguille européenne dans les hydrosystèmes côtiers méditerranéens français conduit à l'incapacité de proposer des mesures de gestion répondant aux demandes de l'Union Européenne. En particulier, il est aujourd'hui impossible de quantifier un taux d'échappement dans des conditions prêtes (non perturbées). Il est donc nécessaire de réaliser des études à long terme qui évalueront la cible d'échappement en géniteurs en fonction du recrutement (naturel ou artificiel).

Ainsi, le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs 2004-2009 (PLAGEPOMI 2004-2009) (COGEPOMI, 2004) préconise l'amélioration des connaissances de la dynamique de population de l'Anguille. L'objectif est d'apporter les éléments nécessaires à la gestion de l'espèce au niveau méditerranéen et de répondre en tout ou partie au Plan National de Gestion de l'Anguille. C'est dans ce cadre que s'inscrit l'étude commencée en 2007 sur le site atelier des Marais du Vigueirat et dont le but est d'évaluer, sur une période de 10 ans, le nombre potentiel de géniteurs et leur qualité en fonction du recrutement naturel et artificiel dans les hydrosystèmes d'eau douce côtiers méditerranéens.



## CONTEXTE DE L'ETUDE

### I. L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*)

L'anguille européenne est un poisson migrateur amphihalin thalassotoque c'est-à-dire qu'il effectue sa croissance en eau douce et sa reproduction en mer. Son aire de répartition s'étend largement en Europe. Aussi, l'Anguille est une espèce opportuniste et ubiquiste. Elle est en effet capable de s'adapter à tous types d'habitats aquatiques accessibles.

#### I.1. Cycle biologique de l'Anguille européenne

Actuellement, le cycle biologique de l'Anguille, et plus particulièrement sa phase marine, sont mal connus voire controversés (ACOU, 2006). Toutefois, le cycle vital de cette espèce se caractérise par (Figure 1) :

- Deux migrations transocéaniques de courte durée par rapport à la phase de croissance en milieu continental,
- Deux métamorphoses.

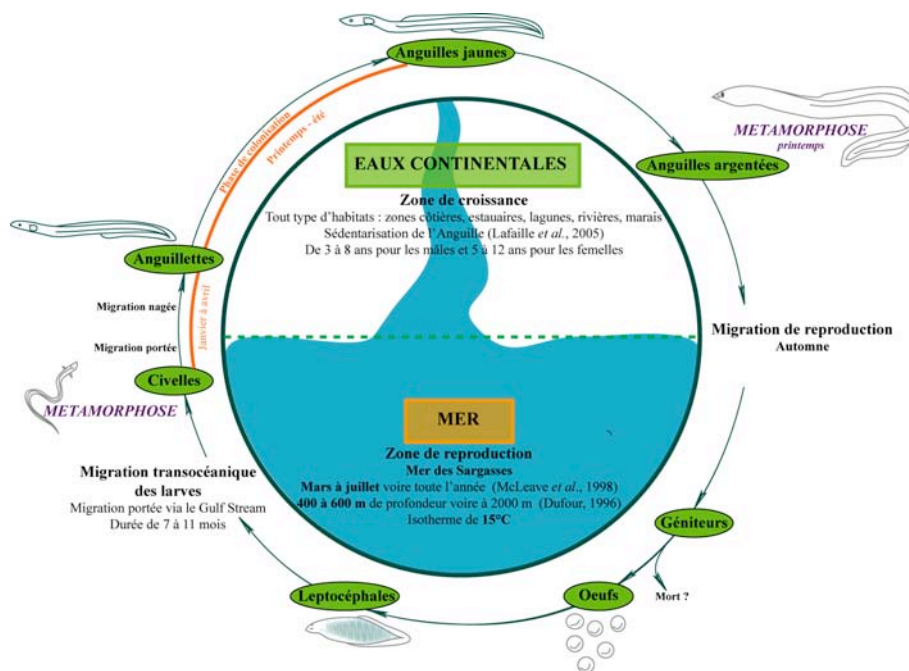


Figure 1 : Cycle biologique de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) (MRM)

Espèce vraisemblablement semelpare (une seule reproduction au cours de son cycle de vie) et panmictique (population où tous les individus peuvent se croiser au hasard) (SCHMIDT, 1922 ; CRIVELLI, 1998), l'Anguille se reproduit en Mer des Sargasses de mars à juillet. À l'éclosion, les larves leptocéphales (forme en feuille de saule) sont entraînées - migration passive - par les courants chauds de l'Océan Atlantique (courant du Gulf Stream) et abordent les côtes européennes après une migration de 7 à 11 mois sur près de 6 000 Km (LECOMTE-FINIGER, 1994).

Aux abords du talus continental, les larves se métamorphosent en civelles (anguilles non pigmentées). Après une courte phase de stabulation dans la zone littorale, les civelles entament une migration portée puis nagée dans les estuaires entre janvier et avril en région Méditerranéenne (LEFEBVRE *et al.*, 2003). La métamorphose se continue jusqu'au stade « Anguillette » (pigmentation généralisée). Les anguilletes poursuivent leur migration vers l'amont en colonisant les hydrosystèmes continentaux accessibles. Le comportement migratoire et les mécanismes entrant en jeu dans cette phase sont actuellement très peu étudiés (ACOU, 2006). Dans ces milieux, les anguilles vont atteindre le stade appelé « Anguille jaune » caractérisé par une phase de croissance essentiellement sédentaire. Elles resteront en eau douce jusqu'à leur maturation sexuelle soit de 3 à 8 ans pour les mâles et 5 à 12 ans pour les femelles. Cette écophase est la mieux connue du fait de la facilité d'échantillonnage en milieu continental. La préparation à la migration de reproduction entraîne la métamorphose des anguilles jaunes en anguilles argentées au printemps. La dévalaison de ces dernières a lieu à l'automne sous l'effet de facteurs endogènes inconnus. Elles rejoignent alors la Mer des Sargasses pour s'y reproduire.

## **I.2. État des populations de l'Anguille européenne**

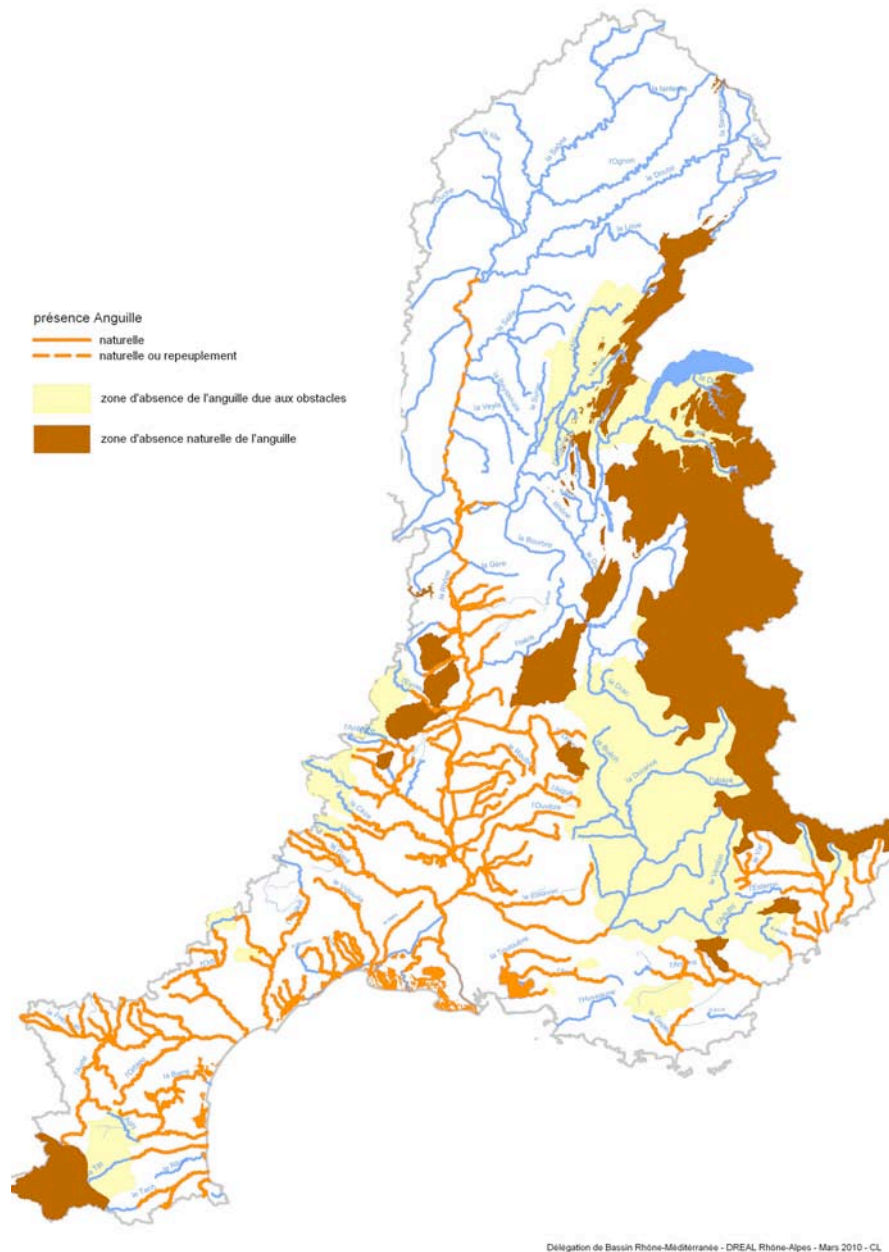
Aujourd'hui, les experts scientifiques mondiaux de l'Anguille s'accordent à dire que le stock européen de l'espèce ainsi que son recrutement est en déclin (ICES, 2008). En effet, ces vingt dernières années, la population européenne d'Anguille aurait diminué de 50 % (75 % pour les 40 dernières années). Plus particulièrement, le stock de civelles ne représente actuellement plus que 3% du stock des années 1970-79.

Ce déclin a conduit à son classement en danger critique d'extinction dans le « livre rouge des espèces menacées » de l'IUCN (International Union for Conservation of Nature). En effet, le niveau actuel du stock de géniteurs et son incidence possible sur le potentiel de reproduction de l'espèce se traduit par un risque écologique grave d'effondrement complet et irréversible de la ressource. L'Anguille européenne a également été ajoutée, en juin 2007, à l'Annexe II de la Convention sur le Commerce International des espèces de faunes et de flores sauvages (CITES), mesure qui a pris effet en mars 2009. L'importation et l'exportation d'anguilles hors de l'Union Européenne seront par conséquent contrôlées par l'élaboration de permis afin d'éviter une utilisation incompatible avec la survie de l'espèce (ICES, *ibidem*).

Même si la déviation du Gulf Stream est souvent avancée et privilégiée pour expliquer la dégradation de la population d'Anguille (MCLEAVE et ARNOLD, 1999), une analyse de la relation stock/recrutement à l'échelle européenne controverserait cette théorie (DEKKER, 2004).

Bien que les causes et plus exactement leur hiérarchisation soient incertaines, l'action synergétique des facteurs anthropiques est susceptible d'amplifier considérablement la diminution d'abondance du stock. On peut citer le parasite *Anguillicola crassus*, la dégradation de la qualité des habitats, les obstacles à la migration et la pêche. Ces deux dernières causes sont vraisemblablement celles pour lesquelles des actions en faveur de l'Anguille auront le plus d'effet sur le court terme, d'autant plus en région méditerranéenne où une anguille argentée femelle est produite entre 3 à 6 ans (ACOU *et al.*, 2003) contre 12 à 20 ans en milieux continentaux d'Europe du Nord (SVEDÅNG *et al.*, 1996).

Sur les bassins Rhône Méditerranée & Corse (RM & C), l'Anguille européenne colonise tous les hydrosystèmes accessibles saumâtres et dulçaquicoles (Figure 2).



Délégation de Bassin Rhône-Méditerranée - DREAL Rhône-Alpes - Mars 2010 - CL

Figure 2 : Répartition de l'Anguille européenne sur les bassins RM & C (Délégation de Bassin Rhône-Méditerranée - DREAL Rhône-Alpes)

Les bassins RM & C ne dérogent pas à la situation inquiétante de la population d'Anguille, qui reste néanmoins difficile à évaluer. Seules les pêcheries d'anguilles jaunes et argentées – la civelle est interdite à la pêche – et dans une moindre mesure les passes-pièges à anguilles depuis 2003 contribuent un indicateur d'état du stock méditerranéen d'anguilles sur le territoire.

La gestion de l'Anguille est d'autant plus complexe qu'elle doit prendre en compte l'importance économique attachée à cette espèce : c'est en effet l'une des rares espèces d'eau douce largement exploitée par la pêche professionnelle. La pêche de l'Anguille représente une activité socio-économique importante en Europe, faisant vivre environ 25 000 pêcheurs (STONE, 2003). Sa valeur commerciale a été estimée à environ 180 millions d'euros/an (FEUNTEUN *et al.*, 2000). En Méditerranée, la pêche de l'Anguille jaune et argentée dans les lagunes représente l'activité économique principale puisque la pêche à la civelle est interdite. Activité ancestrale et économiquement importante, cette pêche fait vivre environ 600 pêcheurs (COGEPOMI, 2006). Actuellement, la production annuelle d'Anguille est estimée entre 900 et 1 000 tonnes dans les étangs des bassins Rhône Méditerranée & Corse (COGEPOMI, 2008).

### **I.3. Contexte juridique et réglementaire**

Les préoccupations concernant la préservation de l'Anguille européenne se sont faites croissantes ces dernières années et la nécessité des mesures de préservation et de gestion a été clairement mise en évidence par les scientifiques, les gestionnaires et même par le grand public.

Le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) recommandait, dans son rapport d'octobre 2002, l'adoption d'urgence d'un programme de reconstitution des stocks d'Anguille européenne (CCE, 2003). Le Parlement européen a donc adopté en novembre 2005 une résolution conviant la Direction des Pêches de la Commission européenne à présenter un Règlement pour la reconstitution des stocks de l'Anguille européenne.

Ainsi, le Conseil des ministres a voté le 18 septembre 2007 un règlement européen (n°1100/2007) instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles. Par son statut de « Loi communautaire », ce règlement s'applique directement à l'Etat Français, sans transposition dans les textes nationaux.

L'article 2 précise que « *l'objectif de chaque Plan de Gestion Anguille sera de réduire la mortalité d'origine anthropique et d'atteindre 40% d'échappement vers la mer de la biomasse d'anguilles argentées, cela en fonction de la meilleure estimation sur le taux d'échappement qui aurait existé si aucune influence anthropique n'avait eu d'impact sur le stock* ». Les articles 3 et 4 précisent que « *tous les Etats membres devront présenter leurs Plans de Gestion Anguille à la Commission au plus tard le 31 décembre 2008 pour une mise en œuvre à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2009, ou dans les plus brefs délais avant cette date* ».



L'objectif de cette proposition est la gestion durable de l'Anguille européenne c'est-à-dire le retour de la biomasse du stock de cette espèce à ses niveaux historiques et la possibilité de migration des civelles. Cet objectif de gestion durable est traduit par la commission en une cible de biomasse locale, soit 40 % de la biomasse de géniteurs produite par bassin versant dans un environnement et un habitat pristin (non perturbés). L'évaluation directe de cette biomasse n'est possible que dans de rares cas. La plupart du temps, elle se base sur les anguilles jaunes en place dans le bassin (BRIAND *et al.*, 2006).

Les mesures prises en application dudit règlement seront par la suite intégrées aux PLAGEPOMI ainsi qu'aux documents à portée juridique nationale comme les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).

Pour mettre en œuvre le règlement européen, la France a rédigé un plan de gestion composé d'un volet national et autant de volets locaux interrégionaux que de bassins hydrographiques. La rédaction de ces derniers a été pilotée au niveau national par le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche (MAAP) et le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer et, relayée au niveau local par les Directions Régionales de l'Environnement (DIREN secrétaires du COGEPOMI). Cette rédaction est basée sur une collaboration entre les différents services compétents : Directions Régionales des Affaires Maritimes (DRAM), Délégations régionales et interrégionales de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), Agences de l'Eau, Associations Migrateurs, pêcheurs, organismes de recherche...

Les Plans de Gestion Interrégionaux ont pour premier objectif de dresser des diagnostics précis de l'état de la population d'anguilles et des habitats ainsi que des pressions qui y sont exercées. Le volet national a ensuite pour rôle de compléter ces diagnostics en proposant une analyse systémique.

La ligne directrice adoptée par l'Etat français est de définir des mesures de gestion concernant les principales sources de mortalité anthropique de l'Anguille. Le cœur des mesures de gestion de la pêche est fixé au niveau national, par le MAAP. Pour les pêcheries, l'objectif du Plan de Gestion est de réduire la mortalité par pêche de 30% en 3 ans à une échelle nationale. Toutefois, afin de prendre en compte les spécificités des différentes pêcheries, tant du point de vue du stade biologique ciblé que de la technique de pêche utilisée, certaines modalités de mise en œuvre des mesures nationales ont été décidées par les bassins.

Concernant la problématique « ouvrage », une méthodologie nationale a été adoptée pour identifier des zones d'actions et ouvrages prioritaires ainsi qu'une zone d'actions à long terme pour l'Anguille à l'intérieur de chaque bassin. Il est ainsi prévu sur les Zones d'Actions Prioritaires (ZAP) d'effectuer un diagnostic à l'ouvrage en procédant de l'aval à l'amont pour rechercher les meilleures solutions techniques permettant le passage des anguilles tant à la montaison qu'à la dévalaison. Une liste d'ouvrages, préalablement définie, a permis de hiérarchiser ces derniers selon des critères biologiques, techniques et économiques. Sur chaque ouvrage prioritaire, le diagnostic à l'ouvrage doit être lancé dès 2009/2010 afin de mettre en œuvre la solution de franchissement choisie avant 2015. Les zones d'actions à long terme ont pour objectif l'amélioration des connaissances sur l'état de la population et les potentialités pour l'Anguille afin de les désigner ou non comme ZAP dans le second plan de gestion.

Un programme d'actions (notamment en termes d'équipement par des dispositifs de franchissement amont et aval et d'expertise de la franchissabilité) a donc été établi pour les 6 années à venir sur les ouvrages prioritaires et ceux présents dans les zones d'actions prioritaires.

## II. La zone d'étude

Les Marais du Vigueirat se situent entre la grande Camargue à l'Ouest et la plaine de Crau à l'Est (Figure 3). Plus précisément, ce site se localise au Sud-Est d'Arles, à trois kilomètres du hameau de Mas-Thibert.

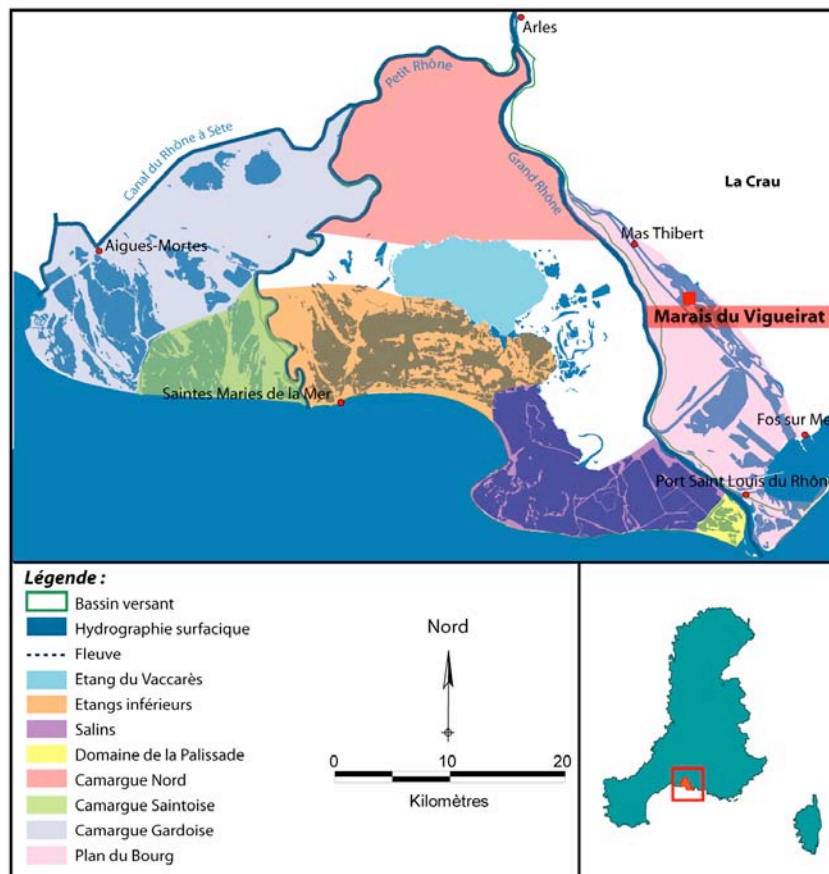
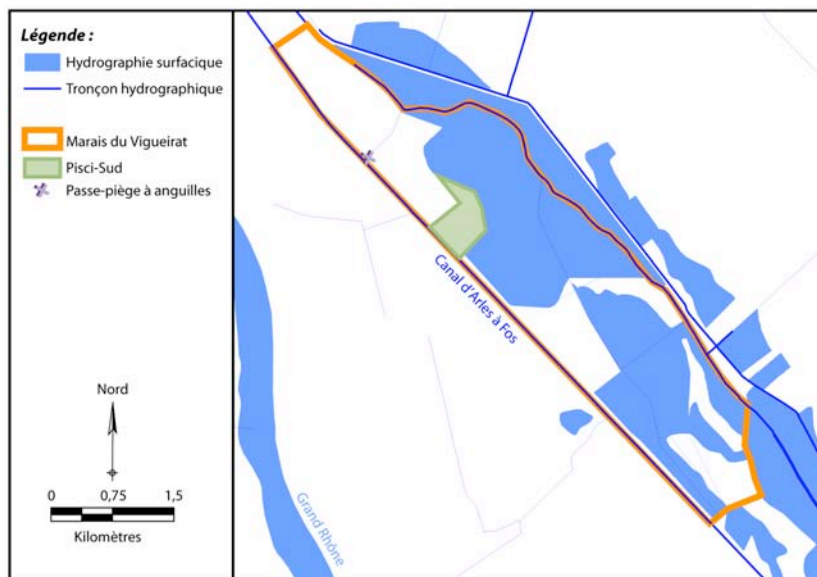


Figure 3 : Localisation de la zone d'étude (MRM)

Ce domaine de 1 000 ha appartient au Conservatoire du Littoral et est géré par Les Amis du Marais du Vigueirat (Association loi 1901).

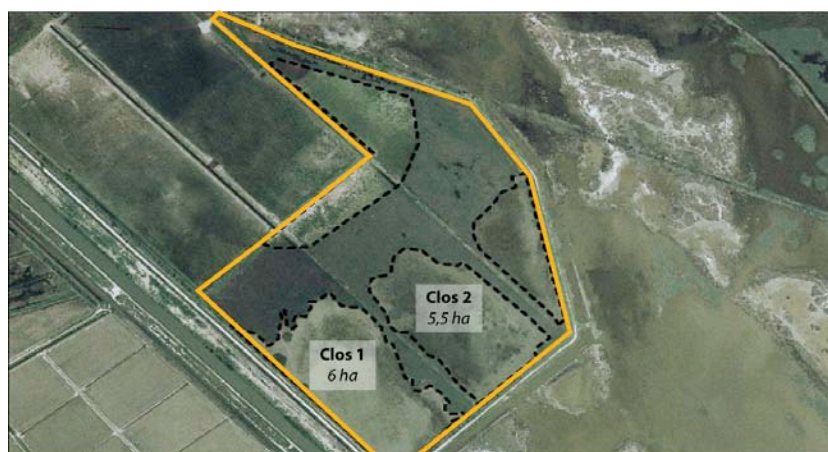
Avant l'achat du site par le Conservatoire du Littoral dans les années 80, les Marais du Vigueirat étaient utilisés sur 2/3 pour la chasse et l'élevage. Ces usages ont donc conduit à une forte modification des milieux naturels (drainage, endiguement, nivellement, ...).

Aussi, la pisciculture « Pisci-Sud », située au cœur des marais du Vigueirat, est aujourd'hui inexploitée (Figure 4). Du fait de son usage premier, le site est clos : les anguilles introduites ne peuvent en aucune circonstance s'échapper vers d'autres milieux.



**Figure 4 : Localisation du domaine de Pisci-Sud (MRM)**

Il ne reste qu'un bassin de 32 ha dont 20,5 ha forment une roselière dense. Deux étangs clos d'eau libre inter-connectés subsistent. Le premier, d'une surface de 6 ha, a une profondeur moyenne de 50 cm qui sera maintenue par pompage toute l'année pendant la durée du projet. Le second, d'une surface de 5,5 ha est moins profond que le premier (Figure 5). De telles profondeurs, dissuasives pour les oiseaux d'eau piscivores, minimisent ainsi les problèmes liés à la prédation.



**Figure 5 : Domaine de Pisci-Sud (IGN-Ortho photo)**

L'intérêt de cette étude pour les gestionnaires sera donc double :

- Les marais du Vigueirat sont un site atelier, non pêché, chose rare dans la région. Du fait de la vocation de conservation du patrimoine naturel, d'éducation et de découverte des Marais du Vigueirat, une sensibilisation pédagogique à l'Anguille pourra être menée en direction notamment des enfants des communes avoisinantes (Arles, Fos et Port Saint-Louis).
- Les résultats de cette étude seront transférés aux gestionnaires qui désireront mettre en place un plan de gestion en faveur de l'Anguille sur leur bassin versant, en particulier pour les autres marais de Crau humide. En application de la mesure européenne de repeuplement de sites avec des anguilles de moins de 12 cm afin d'augmenter le nombre d'argentées produites en Europe, ils pourront être utilisés sur d'autres bassins, cette mesure ne s'appliquant pas sur les bassins RM et C.

## **METHODES**

---

### **I. Introduction des anguilles**

Suite à aux travaux d'étanchéité réalisés durant l'été 2007 et à l'assèchement partiel du site (quelques roubines sont restées en eau), trois lots d'anguilles ont été introduits dans le clos 1 suivant le protocole établi par CRIVELLI *et al.* (2007) à l'automne 2007 :

- Un lot d'anguillettes (Longueur totale : 200-299 mm) provenant de l'étang du Vaccarès (390 individus) et d'un canal d'eau douce (297 individus) :

Préalablement marquées individuellement par transpondeurs (PIT Tags) injectés dans la cavité générale, les 687 anguillettes âgées de 1 à 2 ans appartiennent au stade I de la classification EELREP, c'est-à-dire qu'elles sont au stade anguille jaune sexuellement non différenciée.

- Un lot d'anguilles jaunes (Longueur totale > 300 mm) provenant de l'étang du Vaccarès :

Préalablement marquées individuellement par transpondeurs (PIT Tags) injectés dans la cavité générale, 404 anguilles ont été déversées dans Pisci-Sud. Selon la classification EELREP, elles appartiennent au stade FII c'est-à-dire que ce sont des anguilles jaunes (résidentes).

- Un lot d'anguilles argentées provenant de l'étang du Vaccarès :

Préalablement marquées individuellement par transpondeurs injectés dans la cavité générale, 52 anguilles argentées ont été introduites dans Pisci-Sud. Elles appartiennent aux stades FIII, FIV et FV selon la classification EELREP, c'est-à dire que ce sont respectivement des anguilles jaunes pré-migrantes, des femelles argentées et des femelles argentées migrantes.

À partir de 2008, un lot de civelles, préalablement marquées par balnéation à la tétracycline, est introduit chaque année dans Pisci-Sud conformément au protocole :

- Le lot 1 de civelles (individus < 12 cm) provenant de la passe-piège du Grau de la Fourcade en Camargue : 2,5 kg de civelles ont été déversés en janvier 2008 dans l'étang (CRIVELLI *et al.*, 2008),
- Le lot 2 de civelles (individus < 12 cm) provenant de la passe-piège du Grau de la Fourcade en Camargue : 2,5 kg de civelles ont été déversés en février 2009 dans l'étang.

## II. Protocole d'échantillonnage

À partir de 2008, deux campagnes de 9 jours consécutifs sont réalisées chaque année en avril et octobre (Figure 6). Les deux clos ainsi que la roubine sont pêchés.



Figure 6 : Pêche aux filets (MRM)

5 capétkhades (maille de 6 mm), 4 capétkhades à alevins (maille de 1 mm) et 8 verveux (maille de 6 mm) sont calés dans le clos 1. Seuls 1 capétkhade, 1 capétkhade à alevins et 2 verveux sont calés dans le clos 2, dans la partie la plus profonde, le reste du clos 2 étant trop peu profond pour installer des moyens de capture (Figure 7). La roubine reliant le clos 1 à la pompe est également échantillonnée par le calage de 4 verveux.

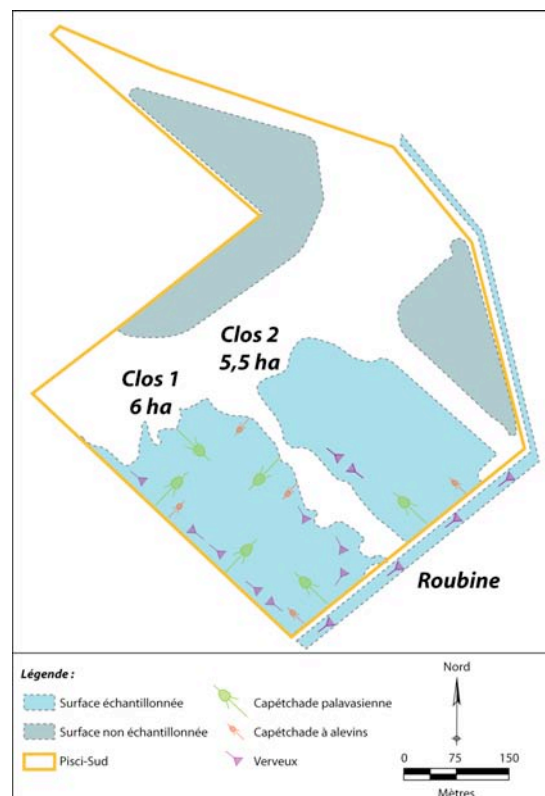


Figure 7 : Localisation des engins de pêche sur les clos 1 et 2 (MRM)

La méthode de la déplétion est appliquée : les anguilles capturées chaque jour ne sont pas remises à l'eau tout de suite dans les clos, mais gardées dans l'eau dans des couves jusqu'à la fin de la période d'échantillonnage. Elles sont remises à l'eau dans le clos 1 à la dernière visite.

Chaque anguille pêchée est anesthésiée, puis mesurée et pesée et les mesures nécessaires au calcul de l'indice d'argenture sont effectuées. La présence d'un transpondeur (lecture de code) est ensuite contrôlée. Ceci permet de suivre la croissance individuelle, les taux de survie des anguilles marquées par transpondeur, la densité (Carl & Strub) et le taux d'acquisition de l'argenture (EELREP, 2005), différencié en six stades :

- Stade I : anguilles jaunes non sexuellement différenciées,
- Stade FII : anguilles jaunes résidentes,
- Stade FIII : anguilles jaunes pré migrantes,
- Stade FIV : anguilles femelles argentées,
- Stade FV : anguilles femelles argentées migrantes,
- Stade MII : anguilles mâles argentés migrants.

Dans le cas des anguilles non marquées :

- Si leur taille est inférieure à 170 mm, les individus sont marqués par ablation de la nageoire caudale,
- Si leur taille est supérieure à 170 mm, les individus sont marqués par un PIT tag.

Elles appartiennent toutes au groupe appelé « Vigueirat ».

Les anguilles dont la classification du degré d'argenture de EELREP (*ibidem*) indique « argentée migrante » (FV ou MII) sont sacrifiées et congelées pour une dissection ultérieure. Sur ces individus, les otolithes sont extraits afin de vérifier la marque de tétracycline (PANFILI, 1993 ; PANFILI et XIMENES, 1994) et d'évaluer leur âge. La vessie natatoire est aussi contrôlée pour apprécier l'infestation par le nématode *Anguillicola crassus* (LEFEBVRE et *al.*, 2002 ; LEFEBVRE et CRIVELLI, 2004). Enfin, 10 g de muscle et le foie sont prélevés et congelés pour d'éventuelles estimations de taux de lipides et de polluants comme les PCB et les métaux lourds (SVĚDANG et WICKSTRÖM, 1997 ; EELREP, 2005). L'indice de condition est calculé sur le poids éviscéré.

Tous ces facteurs sont des indicateurs de la qualité des anguilles argentées, soit les futurs géniteurs. Leur qualité pourra donc être comparée entre les différents lots d'anguilles déversées et à long terme, sur les individus issus du recrutement naturel en civelles.

Les pêches ainsi que la biométrie des anguilles capturées sont coréalisées par la Tour du Valat, l'Association des Amis du Vigueirat et l'Association MRM.

Les paramètres environnementaux sont suivis : salinité, température et niveau d'eau de l'étang. À partir d'un certain seuil limnimétrique (< 50 cm), un pompage de l'eau du canal du Vigueirat vers Pisci-Sud permet de maintenir toute l'année un niveau évitant une prédation trop importante par les oiseaux piscivores (Ardéidés).



Parallèlement au suivi spécifique à l'Anguille, un inventaire piscicole est programmé en 2009, l'objectif étant de mieux caractériser le contexte biologique dans lequel se déroule ce travail expérimental sur l'Anguille par l'estimation de l'abondance relative (Captures Par Unités d'Effort) des espèces de poissons et des écrevisses. Aussi lors des cinq premiers jours de pêche, les captures d'une capétchade, d'un filet à alevins et de deux verveux sont analysées quotidiennement. Ces engins sont sélectionnés aléatoirement chaque jour dans le clos 1 de Pesci-Sud. À noter que tout silure capturé dans les clos 1 et 2, ainsi que dans les roubines est systématiquement exclus afin de limiter la prédation sur les anguilles.

### **III. Passe-piège à civelles et anguilles**

Depuis le 17 octobre 2007, une passe-piège à civelles (FISH-PASS) est installée entre l'étang et le canal d'Arles à Fos. Elle a pour but de favoriser et de contrôler le recrutement naturel de l'étang. Le suivi de cette passe est assuré par les Amis du Vigueirat.

#### **III.1. Principe**

La passe-piège à civelles a été conçue suivant le système développé par LEGAULT (1992). Ce concept repose sur les capacités spécifiques de franchissement de l'Anguille (reptation).

Ainsi, les rampes de reptation sont constituées de plaques de PVC lisse de 40 cm de large sur lesquelles est implanté un substrat (brosses de filaments synthétiques rigides) dit mixte pour favoriser la reptation des individus de petite taille en son centre (espacement entre les brosses de 1,5 cm) et de grande taille en périphérie (espacement de 2,5 cm). Les rampes de reptation sont fixées sur des goulottes en polyester qui canalisent le flux d'eau en humidifiant la rampe et orientent les anguilles vers le bac de capture (Figure 8).



**Figure 8 : Schéma Passe-piège à Anguille situé entre l'étang et le canal d'Arles à Fos (MRM)**



Cette passe-piège est située sur une roubine reliant les Marais du Vigueirat au canal d'Arles à Fos. L'eau du marais, par système de pompage, alimente les rampes et le bac de capture dont l'eau se renouvelle automatiquement. En effet, le déversement du trop plein du vivier de capture, soit de l'eau en contact avec les anguilles, sur la rampe de reptation de la passe-piège « attirerait » ses congénères (BRIAND *et al.*, 2002).

Au niveau du canal d'Arles à Fos, seul le débit sortant de la passe oriente les anguilles vers l'entrée de la roubine. Ce débit vraisemblablement insuffisant est de plus affaibli suivant le niveau limnimétrique du canal.

### **III.2. Suivi**

La passe-piège est fonctionnelle toute l'année hormis pendant les périodes de pompage pour l'alimentation en eau du marais. Ce système automatique est réglé de manière à assurer un fonctionnement de la passe pendant la fenêtre journalière de migration des civelles.

Les anguilles et les civelles sont capturées manuellement dans la passe-piège par vidange du bac de capture. Les individus sont ensuite anesthésiés dans une solution d'Eugénol (1 ml pour 5 litres) puis mesurés et pesés individuellement.

Lorsque le nombre d'individus est supérieur à 100, l'effectif total de capture est pesé. Ensuite, le poids d'un échantillon de 100 individus est déterminé afin d'estimer le nombre total d'individus à partir du poids total. Enfin, les anguilles de ce lot sont mesurées et pesées individuellement. En particulier pour les civelles, seul le poids est pris en compte. Un échantillon de 50 individus est par ailleurs conservé pour la détermination des stades pigmentaires par l'Association MRM.

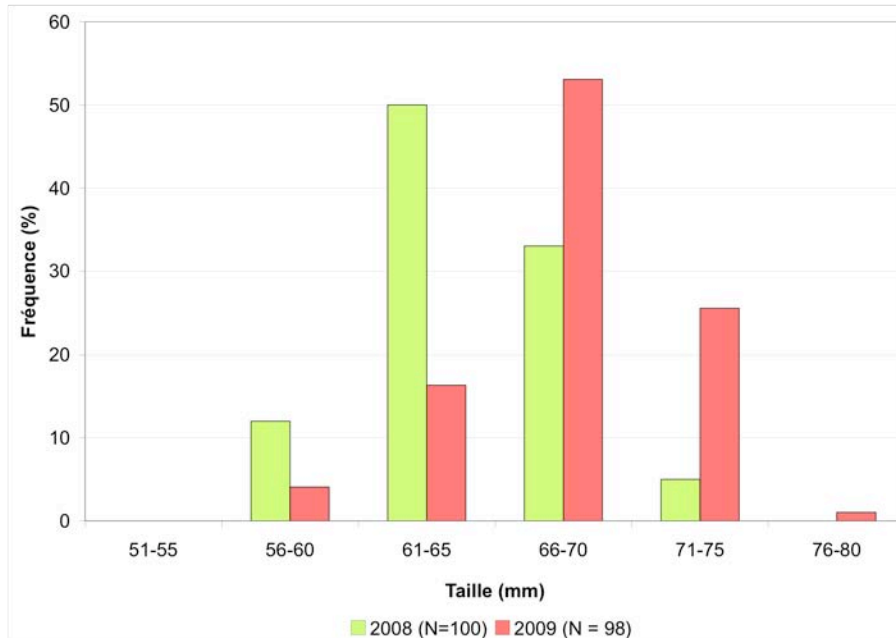
L'ensemble des anguilles est relâché sur le site des Marais du Vigueirat, et en aucun cas dans Pisci-Sud et le canal d'Arles à Fos.

La relève de la passe-piège, assurée par les Amis du Vigueirat, est fonction de la dynamique migratoire des civelles. Les données sont transmises à l'Association MRM qui les traite et les interprète par la suite.

## RESULTATS

### I. Lots 1 et 2 de civelles

La distribution de longueur des civelles est significativement différente entre janvier 2008 et février 2009 ( $\chi^2 = 109,91$  ;  $df = 5$  ;  $p < 0,001$ ). En effet, Les civelles introduites en 2009 sont plus grandes (Figure 9).

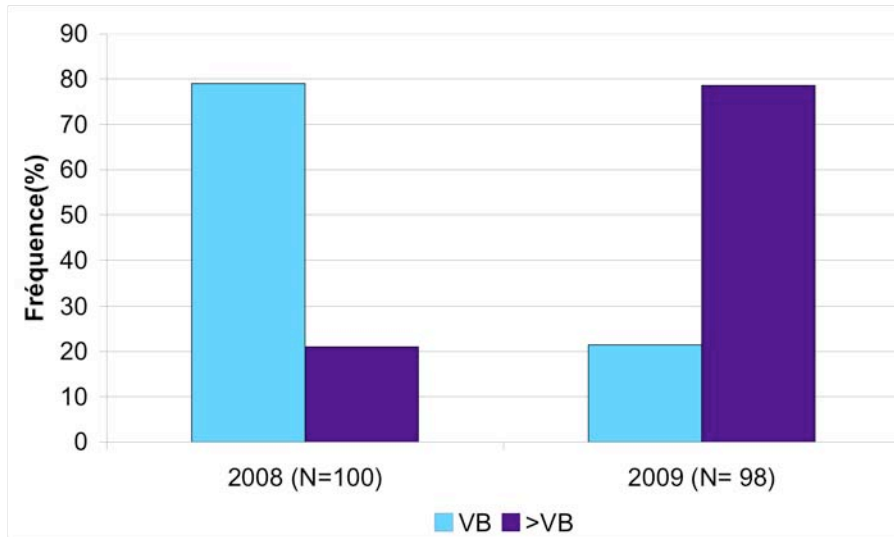


**Figure 9 : Longueur totale (mm) des civelles introduites dans Piscisud en 2008 et 2009**

Alors qu'en 2008, la classe de taille [61-65] mm était dominante avec 50,0% de l'effectif total, la majorité des individus introduits en 2009 mesure entre 66 et 70 mm (53,1% de l'effectif total).

Cette différence est à mettre en relation directe avec les caractéristiques des civelles capturées à la passe-piège du grau de la Fourcade d'où proviennent les civelles introduites à Piscisud. En effet, la longueur moyenne des individus piégés au niveau de cette passe-piège en février 2009 était de  $67,46 \pm 3,65$  mm alors qu'elle était en janvier 2008 de  $62,19 \pm 3,36$  mm. Des conditions trophiques différentes entre ces deux années lors de leur migration océanique pourraient l'expliquer (CRIVELLI *et al.*, 2009).

Par ailleurs, les civelles introduites en 2009 présentent une pigmentation plus avancée qu'en 2008 (Figure 10).



**Figure 10 : Distribution des stades pigmentaires des civelles introduites à Pisci-Sud en 2008 et 2009**

En effet, la distribution des stades pigmentaires des civelles introduites s'inverse entre 2008 et 2009. 79% des individus présentaient un stade VB (non pigmenté) en 2008 contre 21% en 2009. L'entrée des civelles dans le grau, conditionnée par l'ouverture des vannes et la température de l'eau, a été plus tardive en 2009 (pic de migration en mars) qu'en 2008 (pic de migration en février), ce qui expliquerait le vieillissement plus avancé des individus en 2009 (CRIVELLI *et al.*, *ibidem*).

## II. Pêches

### II.1. Effectifs de capture

Les pêches se sont déroulées avec succès du 21 au 29 avril et du 13 au 21 octobre 2009. 367 et 322 anguilles ont respectivement été capturées. Par ailleurs, 32 individus marqués ont été recapturés en avril 2009 et 67 en octobre 2009 dont la majorité des reprises (40 individus) était composée d'anguilles de lots introduits en 2007 qui n'avaient jamais été piégées depuis.

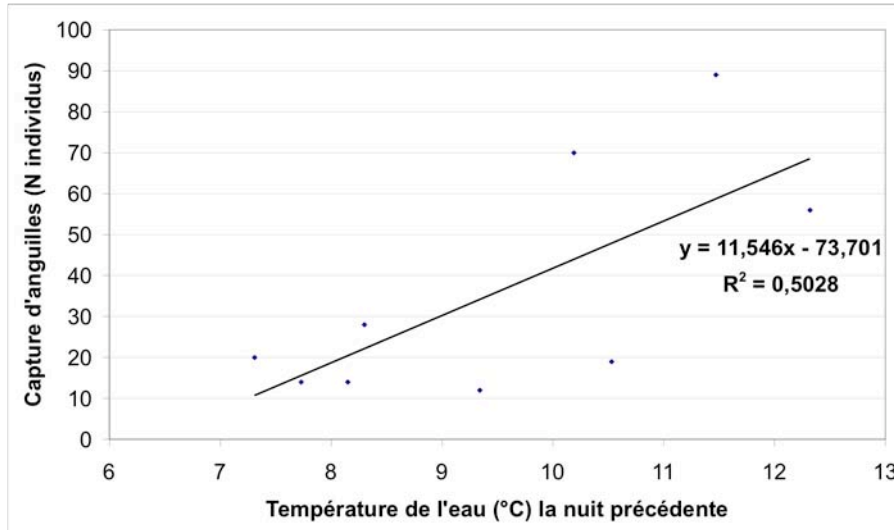
Plus précisément, 9 anguilles argentées (3 mâles et 6 femelles), provenant des trois lots introduits à l'automne 2007, ont été capturées en 2009. À titre de comparaison, 5 anguilles argentées (4 mâles et 1 femelle), issues des mêmes lots, l'avaient été en 2008.

De manière générale, plusieurs anguilles stockées dans le clos 1 ont été reprises dans le clos 2 confirmant que ces deux clos sont interconnectés, même si la majorité des captures a été prélevée dans le clos 1.

Comme en 2008, les taux de capture sont bas, entre 0,064 et 0,273. Ces valeurs sont cohérentes avec les moyens de capture. En effet, l'efficacité des engins de pêche dits « passifs » dépend étroitement du rythme d'activité de l'Anguille qui dépend lui-même fortement des conditions météorologiques lors de l'échantillonnage.

Les échantillonnages sont réalisés pendant l'obscur (nouvelle lune), et seuls le vent, la température et les précipitations peuvent donc influencer les captures.

La figure 11 montre la relation entre les captures et la température de l'eau la nuit précédente (entre 19h00 le jour n-1 et 7h00 le jour n).



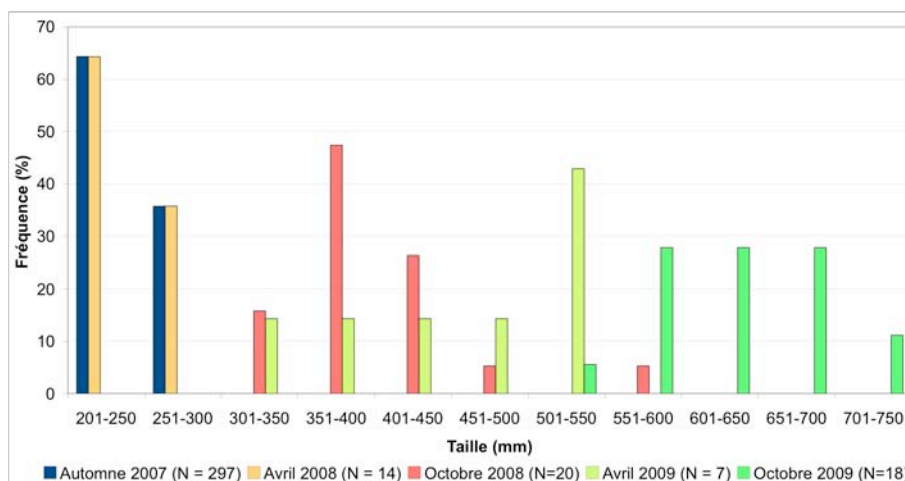
**Figure 11 : Relation entre la température et les captures en octobre 2009**

Aussi, la température de l'eau explique plus de 50% de la variance observée. Ainsi, la capturabilité de l'Anguille augmente avec cette variable. Sa hausse doit en effet stimuler l'activité des anguilles (espèce poïkilotherme) qui sont plus exposées aux engins de pêche.

## II.2. Croissance et indice d'argenture

### II.2.1. Anguillettes (< 300 mm) provenant du canal de la Fourcade

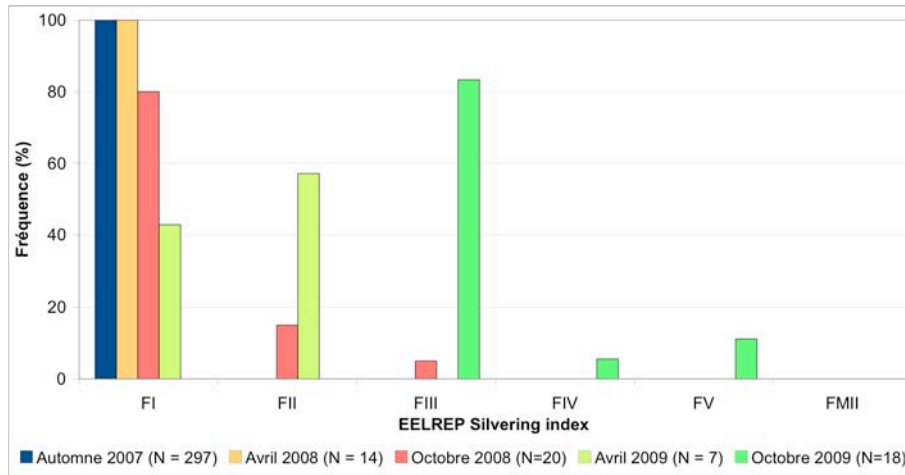
La croissance des individus stockés et repris lors des pêches successives est illustrée par la figure 12.



**Figure 12 : Distribution de longueur des anguilles jaunes stockées en 2007 appartenant au groupe de la Fourcade (<300 mm) et reprises successivement en 2008 et 2009**

Alors que les anguilles stockées en 2007 et reprises en avril 2008 sont comprises dans les mêmes classes de taille (201 à 300 mm entre 2007 et 2008 et 301 à 600 mm entre 2008 et 2009), les individus recapturés en octobre montrent une forte croissance, quelle que soit l'année. En effet, ces derniers mesuraient à l'automne 2008 entre 301 et 600 mm avec un maximum situé entre 351 et 400 mm et à l'automne 2009, entre 501 et 750 mm.

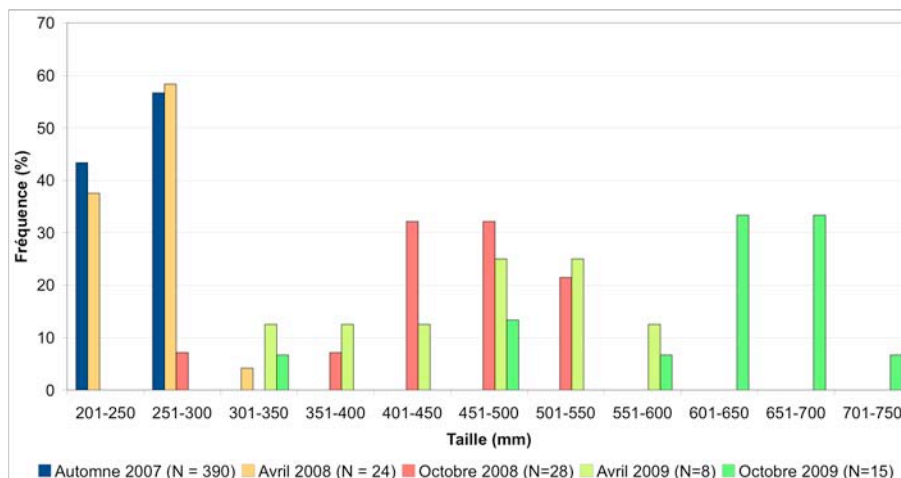
Alors qu'en 2008, la majorité des anguillettes demeurait au stade d'anguilles jaunes non sexuellement différenciées, l'indice d'argenture évolue très rapidement avec la capture des 2 premières femelles argentées (FV) (Figure 13).



**Figure 13 : Variations de l'indice d'argenture de EELREP pour les anguilles stockées en 2007 appartenant au groupe de la Fourcade (<300mm) et reprises successivement en 2008 et 2009**

### II.2.2. Anguillettes (< 300 mm) provenant de l'étang du Vaccarès

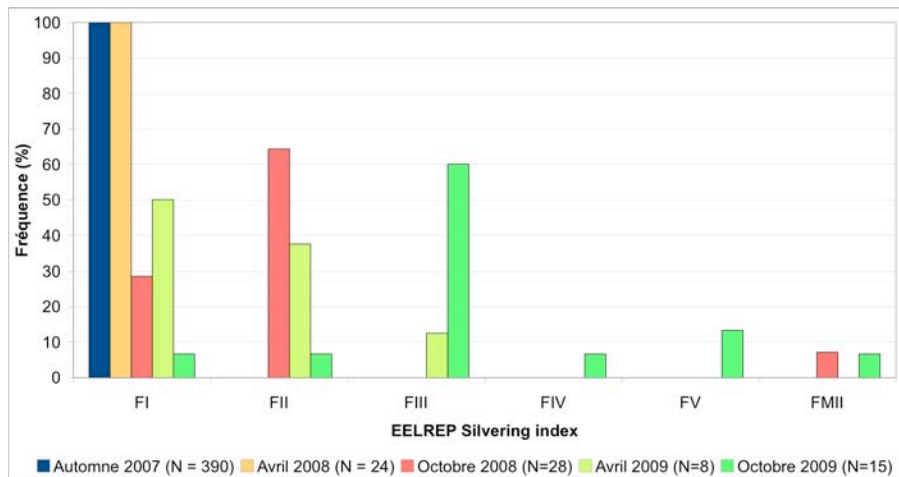
Comme les anguillettes originaires du canal d'eau douce de la Fourcade, la longueur des individus recapturés en 2008 et 2009 est très élevée. La même distribution de taille est par ailleurs observée avec une croissance ralentie en hiver et une forte augmentation de la longueur des individus entre avril et octobre (Figure 14).



**Figure 14 : Distribution de longueur des anguilles jaunes stockées en 2007 appartenant au groupe de l'Étang du Vaccarès (<300mm) et reprises successivement en 2008 et 2009**

Alors que les individus mesuraient entre 201 et 350 mm durant l'automne 2007 et en avril 2008, la taille de ces derniers était située en octobre 2008 entre 251 et 550 mm. Le même phénomène est observé entre 2008 et 2009, année durant laquelle les anguilles ont atteint en octobre une taille allant jusqu'à 750 mm.

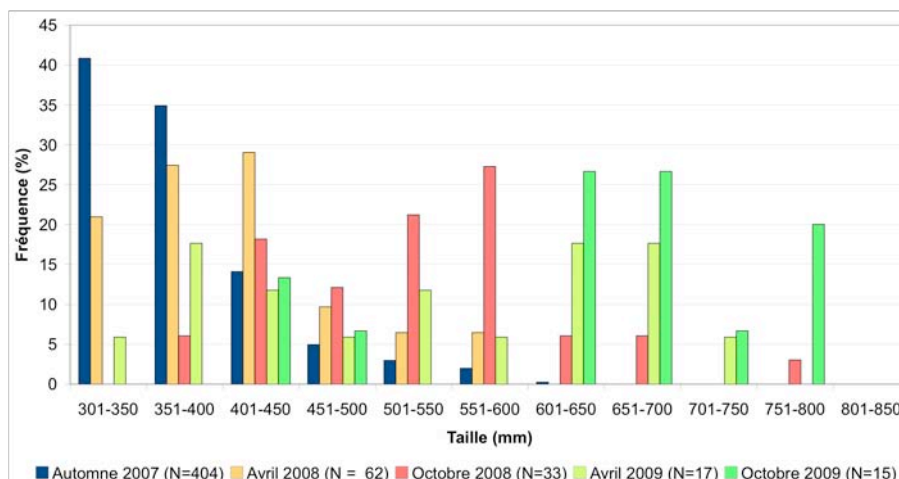
La croissance rapide de certaines anguilles se confirme par l'étude de l'évolution de l'indice d'argenture (Figure 15). Contrairement à 2008, les changements de l'indice d'argenture sont nombreux en 2009 avec une majorité d'anguilles jaunes pré-migrantes (9 individus) et la capture de 2 femelles et 1 mâle argentés migrants (FV, FMII). Cette observation corrobore l'hypothèse que la vitesse d'argenture dépendrait de la croissance (LAMBERT *et al.*, 2003).



**Figure 15 : Variations de l'indice d'argenture de EELREP pour les anguilles stockées en 2007 appartenant au lot Vaccarès (<300mm) et reprises successivement en 2008 et 2009**

### II.2.3. Anguilles jaunes (> 300 mm)

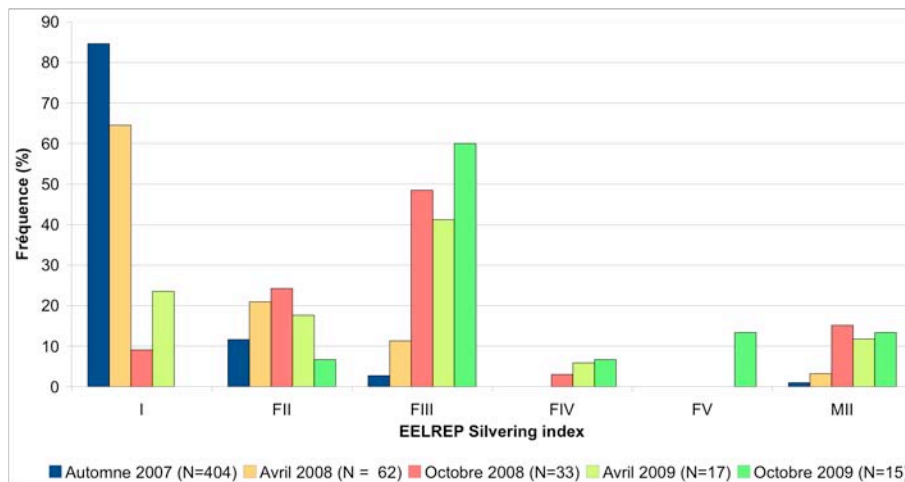
L'analyse de l'évolution des longueurs des anguilles jaunes stockées et reprises (Figure 16) montre une forte croissance des individus.



**Figure 16 : Distribution de longueur des anguilles jaunes stockées en 2007 appartenant au groupe de l'Étang du Vaccarès (>300mm) et reprises successivement en 2008 et 2009**

Contrairement aux anguillettes, la croissance de ce lot semble d'une part plus précoce puisqu'une augmentation de la longueur des individus, quelle que soit l'année, est visible dès avril et d'autre part, plus hétérogène entre individus.

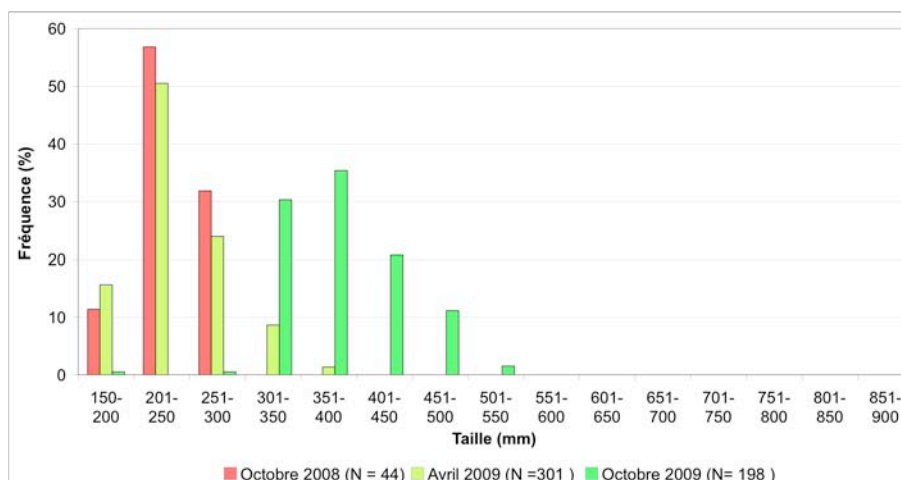
Dans ce groupe, des anguilles argentées migrantes avaient été capturées dès octobre 2008 avec une forte proportion de mâles (5 mâles pour 0 femelles). Les variations de l'argenteure (Figure 17) corroborent ces observations, avec une disparition quasi-totale d'anguilles jaunes appartenant aux catégories I et FII en octobre 2009.



**Figure 17 : Variations de l'indice d'argenteure de EELREP pour les anguilles stockées en 2007 appartenant au lot Vaccarès (>300mm) et reprises successivement en 2008 et 2009.**

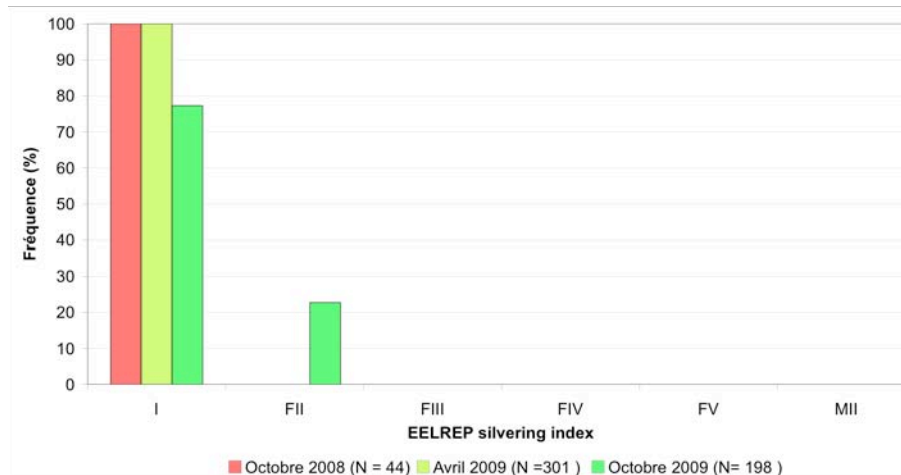
#### II.2.4. Anguilles de la cohorte 2008

Les anguilles de ce groupe sont issues des civelles déversées en janvier 2008 (Figure 9). Les premières anguillettes ont été capturées en octobre 2008 (Figure 18) avec déjà une croissance remarquable pour un milieu d'eau douce. Cette forte croissance s'est poursuivie en 2009.



**Figure 18 : Distribution de longueur des anguilles issues des civelles introduites en janvier 2008 et reprises successivement en 2008 et 2009**

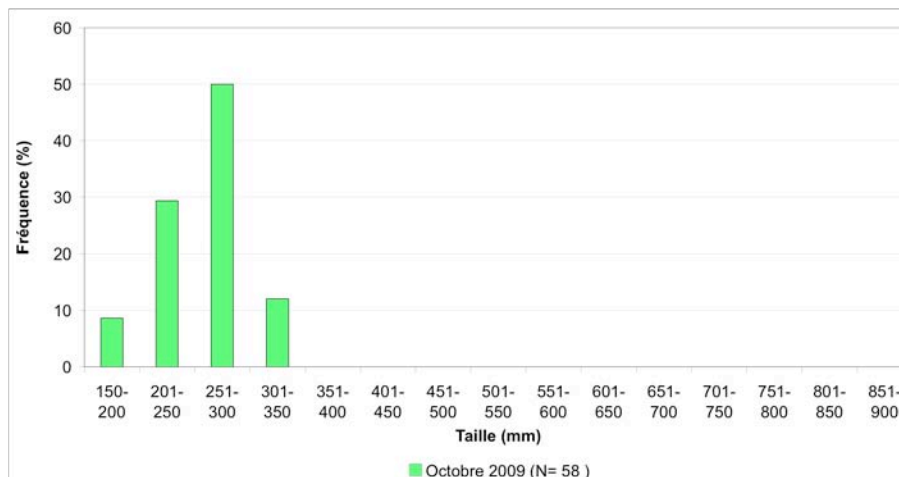
Alors qu'en 2008 et avril 2009, toutes les anguillettes appartenait à la catégorie « anguilles jaunes non sexuellement différenciées », un quart de ces anguillettes a évolué vers le stade « anguilles jaunes femelles » (Figure 19).



**Figure 19: Variations de l'indice d'argenture de EELREP pour les anguilles issues des civelles introduites en janvier 2008 et reprises successivement en 2008 et 2009**

### II.2.5. Anguilles de la cohorte 2009

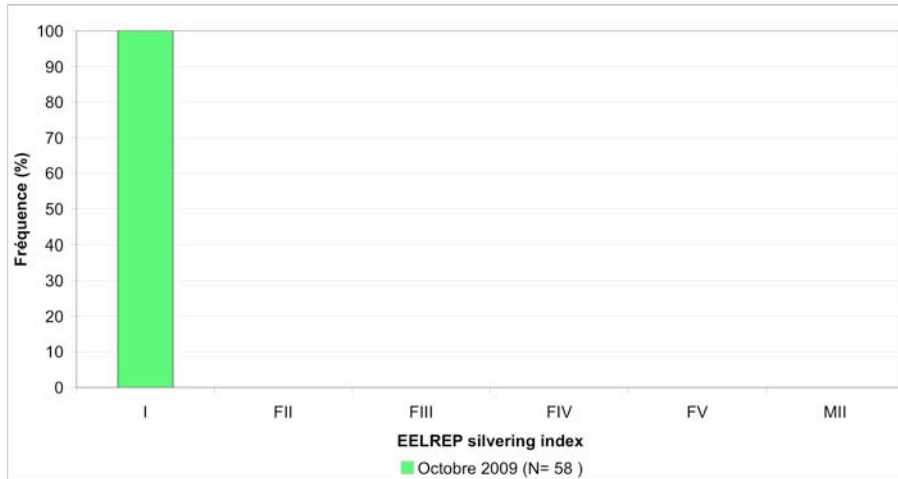
Les anguilles de ce groupe sont issues des civelles déversées en février 2009 (Figure 9). Les premières anguillettes ont été capturées en octobre 2009 avec déjà une croissance remarquable pour un milieu d'eau douce (Figure 20) puisque les individus mesuraient initialement entre 56 et 80mm.



**Figure 20 : Distribution de longueur des anguilles issues des civelles introduites en février 2009 et reprises en octobre 2009**

Toutes les anguillettes appartiennent en octobre 2009 à la catégorie « anguilles jaunes non sexuellement différenciées » (Figure 21).



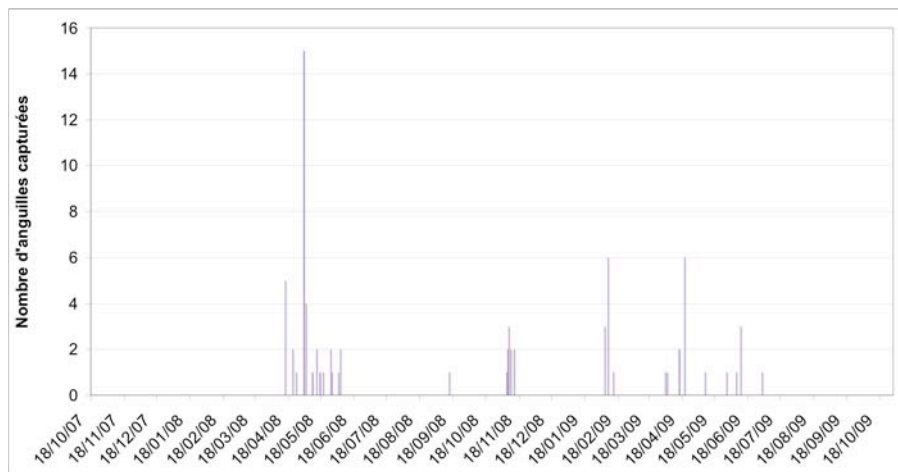


**Figure 21 : Variations de l'indice d'argenture de EELREP pour les anguilles issues des civelles introduites en février 2009 et reprises en octobre 2009**

En comparant les longueurs avec les anguillettes de la cohorte 2008, celles de la cohorte 2009 sont significativement plus grandes, que celles de la cohorte 2008, au mois d'octobre suivant leur introduction. Cette différence est d'une part à mettre en relation avec les caractéristiques des lots 1 et 2 de civelles (Figure 9). En effet, leur longueur en 2009 était significativement plus élevée qu'en 2008. D'autre part, cette différence pourrait s'expliquer par des températures de l'eau supérieures lors de l'été 2009 (juillet-août) :  $25,64 \pm 2,96^\circ\text{C}$  en 2009 contre  $24,48 \pm 2,92^\circ\text{C}$  en 2008. Toutefois, il demeure impossible de différencier la part respective de ces deux variables dans l'évolution de la croissance des lots 1 et 2 de civelles entre leur introduction et le mois d'octobre suivant.

### III. *Suivi de la passe-piège à anguilles*

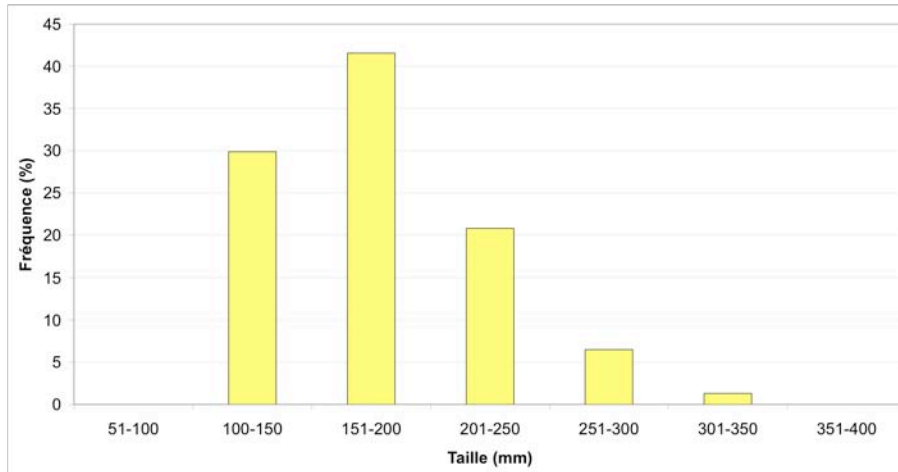
En 2009, les captures se sont déroulées du 4 février au 11 novembre 2009. 28 anguilles dont 2 individus de petite taille (< 150 mm) ont été piégées dans la passe-piège (Figure 22).



**Figure 22 : Effectif journalier d'anguilles capturées dans la passe-piège d'octobre 2007 à octobre 2009**

Pour comparaison, les premières captures avaient eu lieu le 14 avril 2008 et s'étaient étalées jusqu'au 9 novembre 2008. Au total, 49 anguilles dont trois individus de petite taille (< 150 mm) avaient été piégées dans la passe-piège en 2008. De plus, 6 civelles avaient été capturées.

Sur les 77 anguilles capturées depuis la mise en service de la passe-piège, le spectre de taille s'étend de 105 à 321 mm. La classe de taille [151 ; 200] mm est la plus représentée avec plus de 40% des anguilles piégées (Figure 23).



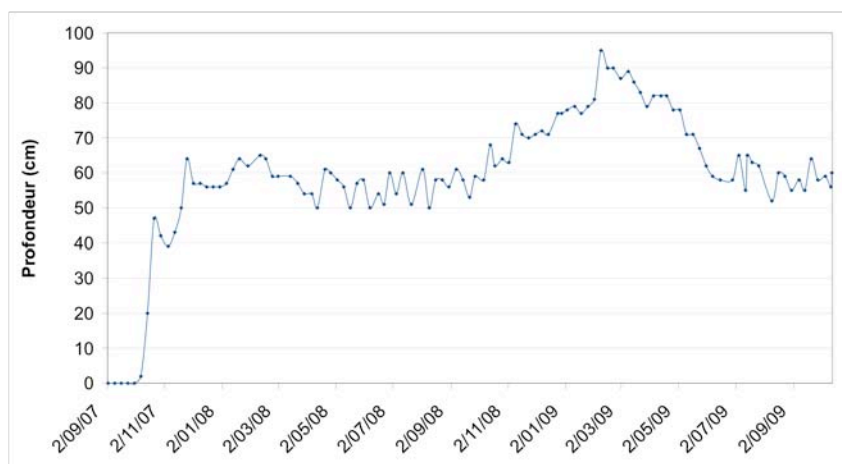
**Figure 23 : Structure en taille des 77 anguilles capturées d'avril 2008 à octobre 2009 dans la passe-piège**

Les faibles effectifs capturés ne rendent pas pertinentes l'étude de l'évolution de leurs caractéristiques biologique et l'étude de l'influence des paramètres environnementaux sur le recrutement naturel en Anguille de l'étang.

#### **IV. Paramètres environnementaux**

##### **IV.1. Hauteurs d'eau**

Conformément au protocole, le niveau d'eau du clos 1 a été maintenu autour de 50 cm (Figure 24).

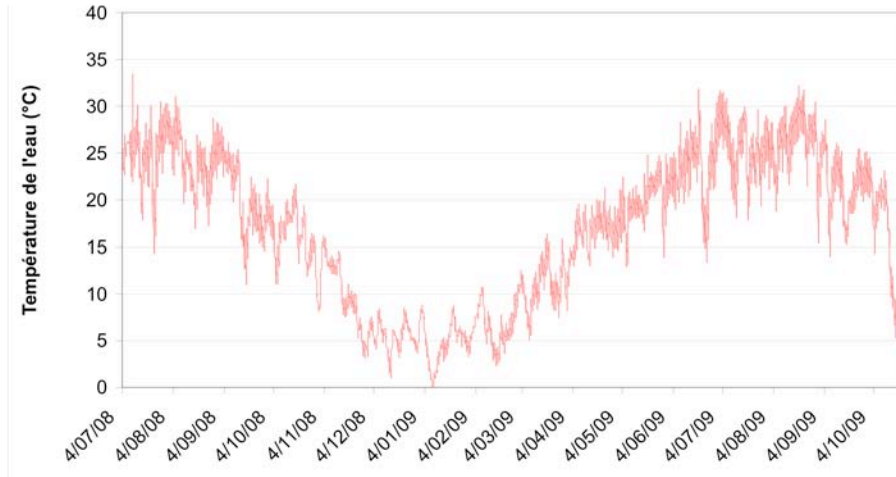


**Figure 24 : Evolution du niveau d'eau du Clos 1 de septembre 2007 à la mi-octobre 2009**

Des variations saisonnières sont toutefois observées, notamment en 2009 avec une augmentation du niveau de l'eau due à un printemps très humide.

#### IV.2. Température de l'eau

Les variations de température sont présentées dans la figure 25.



**Figure 25 : Température de l'eau (°C) du Clos 1 de juillet 2008 à octobre 2009**

La faible profondeur de l'étang explique en grande partie l'influence élevée de la température de l'air sur celle de l'eau, phénomène mis en évidence par les fortes variations saisonnières de la température de l'eau.

#### IV.3. Salinité

La conductivité, reflétant la salinité de l'eau, est restée stable tout au long des années 2008 et 2009 (0,54-1,4  $\mu$ S à 25 °C). L'eau peut donc être considérée comme douce.

## **CONCLUSION**

---

Les résultats de ces deux premières années sont encourageants. Outre l'adéquation du protocole au regard des objectifs initiaux, ils montrent une forte croissance des anguilles confirmant que ce site leur est favorable. En effet, les croissances sur les Marais du Vigueirat, très supérieures à celles mentionnées sur d'autres milieux dulçaquicoles (ICES, 2008), se rapprochent plus des valeurs observées en milieu saumâtre qui sont de l'ordre de 90 à 117 mm/an (PANFILI, 1993).

Trois explications pourraient expliquer ce phénomène : (1) une densité d'anguilles bien en dessous de la capacité maximale de Pisci-Sud ; (2) des températures estivales très favorables à une forte consommation de nourriture (BRETT et GROVES, 1979 *in* GABILLARD *et al.*, 2005) ; (3) un potentiel trophique du milieu élevé (apport d'une nourriture abondante à l'Anguille). Ces hypothèses vont d'ailleurs dans le sens des suggestions de PANFILI (1993) qui met en avant une croissance dépendante des densités d'Anguille en place, de la compétition avec les autres espèces ainsi que de l'accessibilité, de la qualité et du renouvellement de la nourriture.

En ce qui concerne la survie des individus, elle semble être satisfaisante mais ceci reste à être confirmé dans les prochaines années.

En 2010, l'alevinage annuel de 2,5 kg de civelles est poursuivi jusqu'à ce qu'il soit observé un phénomène de croissance densité-dépendante. Ce dernier ainsi que l'échantillonnage par pêche sont reconduits selon les mêmes modalités que les années précédentes. En parallèle, une étude ponctuelle sera peut-être mise en place pour comprendre les fortes croissances observées en évaluant le régime alimentaire des anguilles grâce à la méthode des isotopes stables.

À l'heure actuelle, le seul problème semble être la passe-piège. En effet, elle nécessiterait des modifications techniques afin de la rendre plus efficace dans certaines conditions environnementales. Ceci rend difficile en l'état l'étude de l'influence des caractéristiques biologiques des individus et des paramètres environnementaux sur le recrutement naturel en Anguille de l'étang.

## **BIBLIOGRAPHIE**

---

**ACOU A., LEFEBVRE F., CONTOURNET P., POIZAT G., PANFILI J., CRIVELLI A.J., 2003.** *Silvering of female eels (Anguilla anguilla) in two sub-populations of the Rhône delta.* Bull. Fr. Pêche Piscic., 368 : pp 55-68.

**ACOU A., 2006.** *Bases biologiques d'un modèle pour estimer la biomasse féconde de l'anguille européenne en fonction des recrues fluviales et du contexte de croissance : approche comparative à l'échelle de petits bassins versants.* Thèse Université de Rennes 1.

**BRIAND C., FATIN D. & LEGAULT A., 2002.** *Role of eel odour on the efficiency of an eel leader and trap.* Publication Environnemental Biology of Fishes.

**BRIAND C., BAISEZ A., BARDONNET A., BEAULATON L., FEUNTEUN E., LAFAILLE P., LAMBERT P., PORCHER J. P., PROUZET P., RIGAUD C., ROBINET T., 2006.** *Connaissances, outils et méthodes pour la mise en place de plans de gestion de l'anguille (A. anguilla) dans les bassins versants français.* Rapport d'expertise scientifique et technique du Groupe « Anguille » du GIS Poissons Amphihalins (GRISAM), Paris.

**CCE, 2003.** *Communication de la commission au conseil et au parlement européen. Développement d'un plan d'action communautaire concernant la gestion des anguilles européennes.* COM(2003) 573 final, Bruxelles.

**COGEPOMI, 2004.** *Plan de Gestion des Poissons Migrateurs du bassin Rhône Méditerranée Corse 2004-2008.* DIREN Rhône-Alpes, délégation de bassin RMC.

**COGEPOMI, 2006.** *Programme de gestion de l'anguille sur les lagunes méditerranéennes 2006-2008 (Projet).* Direction Régionale de l'Environnement Rhône-Alpes Bassin Rhône – Méditerranée : 6p.

**COGEPOMI, 2008.** *Plan de gestion Anguille de la France - Volet local de gestion Rhône Méditerranée.* Direction Régionale de l'Environnement Rhône-Alpes Bassin Rhône – Méditerranée : 32 p.

**CRIVELLI A.J., 1998.** *L'anguille méditerranéenne : synthèse bibliographique.* DIREN Rhône-Alpes, délégation de bassin RMC.

**CRIVELLI A.J, VANEL N., CONTOURNET P., LABEL I., 2007.** *Mise en place d'un plan de gestion de l'Anguille sur le Vigueirat. Campagne d'étude 2007.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, Station Biologique de la Tour du Valat, Association des amis du Vigueirat : 34 p.

**CRIVELLI A.J, VANEL N., CONTOURNET P., CAMPTON P., BLANC X., LE GURUN L., LABEL I., 2008.** *Mise en place d'un plan de gestion de l'Anguille sur le Vigueirat. Campagne d'étude 2008.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, Station Biologique de la Tour du Valat, Association des Amis du Vigueirat. : 30 p.

**CRIVELLI A.J., CAMPTON P., LABEL I., LE GURUN L., CONTOURNET P., 2009.** *Étude du recrutement en civelles et de leur devenir dans l'étang du Vaccarès.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, Station Biologique de la Tour du Valat : 31 p + annexes.

**DEKKER W., 2004.** *Slipping through our hands Population dynamics of the european eel.*

**DUFOUR S., 1996.** *Un exemple de cycle reproducteur sous la dépendance de l'environnement : le cas de l'Anguille.* CR. Acad. Agric. Fr. 82 : pp 17-26 (Figure 1).

**EELREP 2005.** *Estimation of the reproduction capacity of European eel.* Final Report Q5RS-2001-01836, European Union : 272 p.

**FEUNTEUN E., ACOU A., LAFAILLE P., LEGAULT A., 2000.** *European eel: prediction of spawner escapement from continental population parameters.* Canadian journal of fisheries and aquatic sciences, 57 : pp 1627-1635.

**FEUNTEUN E., 2002.** *Management and restoration of European eel population (Anguilla anguilla) : An impossible bargain.* Ecol Eng, 18: pp 575-591.

**GABILLARD J.C, WEIL C., RESCAN P.Y., NAVARRO I., GUTTIERREZ J., LE BAIL J.Y., 2005.** *Does the GH/IGF system mediate the effect of water temperature on fish growth ? A review.* Cybium 29 (2) : pp 107-117.

**ICES, 2006.** *Report of the ICES/EIFAC. Working Group on Eels, Rome, Italy.*

**ICES, 2008.** *Report of the joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL). 3-9 September 2008, Leuven, Belgium. ICES CM 2008/ACOM: 15 : 208 p.*

**LAFAILLE P., ACOU A., GUILLOUËT J., LEGAULT A., 2005.** *Temporal changes in European eel, Anguilla anguilla, stocks in a small catchment after installation of fish passes.* Fisheries Management and Ecology, 12 : pp 123-129 (Figure 1).

**LAMBERT P., FEUNTEUN E., CRIVELLI A.J., 2003.** *L'Anguille, un défi pour les scientifiques – Compte-Rendu des Journées Anguilles du Grisam, Tour du Valat, 26-29 mars 2001.* Bull. Fr. Pêche Piscic, 368 : pp 1-8.

**LECOMTE-FINIGER R., 1994.** *Contribution de l'otolithométrie à l'étude de la dynamique de la migration larvaire de l'Anguille européenne Anguilla anguilla.* Bull. Fr. Pêche Piscic. 335 : pp 17-34.

**LEFEBVRE F., CONTOURNET P., PRIOUR F., SOULAS O. , CRIVELLI A.J. 2002.** *Spatial and temporal variation in Anguillicola crassus counts : results of a 4 year survey of eels in Mediterranean lagoons.* Diseases of Aquatic Organisms (50,) : pp 181-188.

**LEFEBVRE F., SERGENT E., ACOU A., LECOMTE-FINIGER R., CRIVELLI A.J., 2003.** *Recrutement des civelles (anguilla anguilla) sur la côte méditerranéenne française : analyse comparée des caractéristiques biométriques et pigmentaires des saisons 1974-75 et 2000-01.* Bull. Fr. Pêche Piscic. 368 : pp 85-96.

**LEFEBVRE F., CRIVELLI A.J. 2004.** *Anguillicolosis: dynamics of the infection over two decades.* Diseases of Aquatic Organisms (62) : pp 227-232.

**LEGAULT A., 1992.** *Etude de quelques facteurs de sélectivité de passes à anguilles.* Bull. Fr. Pêche Piscic. 325: pp 83-91.

**MCLEAVE J.D., BRICKLEY P.J., O'BRIEN K.M, KISTNER D.A., WONG M.W, GALLAGHER M., WATSON S.M., 1998.** *Do leptocephali of the European eel swim to reach continental waters? Status of the question.* J. Mar. Biol. Ass. U.K. 78 : pp 285-306 (Figure 1).

**MCCLEAVE J. D., ARNOLD G. P., 1999.** *Movements of yellow- and silver-phase European eels (Anguilla anguilla L.) tracked in the western North Sea.* ICES Journal of marine science, 56: pp 510-536.

**PANFILI J., 1993.** *Estimation de l'âge individuel des poissons: méthodologies et applications à des populations naturelles tropicales et tempérées.* Université Montpellier 2, Thèse : 456 p.

**PANFILI J., XIMENES M.C., 1994.** *Evaluation de l'âge et de la croissance de l'anguille européenne (Anquilla anguilla L.) en milieu continental : méthodologies, validation, application en Méditerranée et comparaisons en Europe.* Bulletin Français de Pêche et Pisciculture, 335 : pp 43-66.

**SCHMIDT J., 1922.** *The breeding places of the eel.* Phil. Trans. R. Soc. 211 : pp 179-208.

**STONE R., 2003.** *Freshwater eels are slip-sliding away.* Science 302 : pp 221-222.

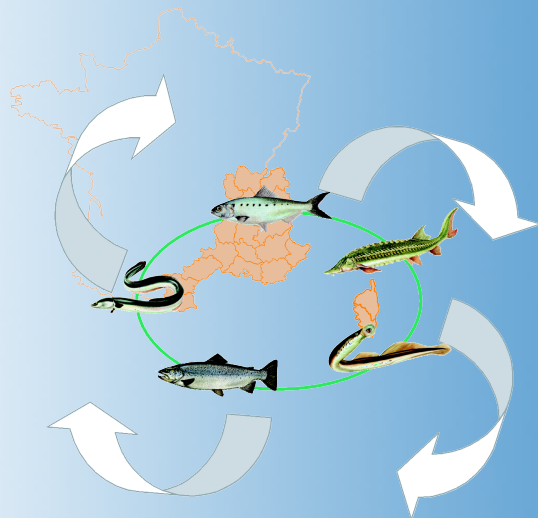
**SVEDÄNG H., NEUMAN E., WICKSTRÖM H., 1996.** *Maturation patterns in female European eel : age and size at the silver eel stage.* Journal of fish biology 48 : pp. 342-351.

**SVEDANG H. & WICKSTROM H., 1997.** *Low fat contents infemale silver eels : indications of insufficient energetic stores for migration and gonadal development.* Journal of Fish Biology 50: pp 475-486.



## TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : CYCLE BIOLOGIQUE DE L'ANGUILLE EUROPEENNE ( <i>ANGUILLA ANGUILLA</i> ) (MRM) .....	2
FIGURE 2 : REPARTITION DE L'ANGUILLE EUROPEENNE SUR LES BASSINS RM & C (DELEGATION DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE - DREAL RHONE-ALPES) .....	4
FIGURE 3 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE (MRM) .....	7
FIGURE 4 : LOCALISATION DU DOMAINE DE PISCI-SUD (MRM) .....	8
FIGURE 5 : DOMAINE DE PISCI-SUD (IGN-ORTHO PHOTO) .....	8
FIGURE 6 : PECHE AUX FILETS (MRM).....	11
FIGURE 7 : LOCALISATION DES ENGINS DE PECHE SUR LES CLOS 1 ET 2 (MRM) .....	11
FIGURE 8 : SCHEMA PASSE-PIEGE A ANGUILLE SITUE ENTRE L'ETANG ET LE CANAL D'ARLES A FOS (MRM) .....	13
FIGURE 9 : LONGUEUR TOTALE (MM) DES CIVELLES INTRODUITES DANS PISCI-SUD EN 2008 ET 2009 .....	15
FIGURE 10 : DISTRIBUTION DES STADES PIGMENTAIRES DES CIVELLES INTRODUITES A PISCI-SUD EN 2008 ET 2009 .....	16
FIGURE 11 : RELATION ENTRE LA TEMPERATURE ET LES CAPTURES EN OCTOBRE 2009 .....	17
FIGURE 12 : DISTRIBUTION DE LONGUEUR DES ANGUILLES JAUNES STOCKEES EN 2007 APPARTENANT AU GROUPE DE LA FOURCADE (<300 MM) ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009 .....	17
FIGURE 13 : VARIATIONS DE L'INDICE D'ARGENTURE DE EELREP POUR LES ANGUILLES STOCKEES EN 2007 APPARTENANT AU GROUPE DE LA FOURCADE (<300MM) ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009 ....	18
FIGURE 14 : DISTRIBUTION DE LONGUEUR DES ANGUILLES JAUNES STOCKEES EN 2007 APPARTENANT AU GROUPE DE L'ETANG DU VACCARES (<300MM) ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009.....	18
FIGURE 15 : VARIATIONS DE L'INDICE D'ARGENTURE DE EELREP POUR LES ANGUILLES STOCKEES EN 2007 APPARTENANT AU LOT VACCARES (<300MM) ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009 .....	19
FIGURE 16 : DISTRIBUTION DE LONGUEUR DES ANGUILLES JAUNES STOCKEES EN 2007 APPARTENANT AU GROUPE DE L'ETANG DU VACCARES (>300MM) ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009.....	19
FIGURE 17 : VARIATIONS DE L'INDICE D'ARGENTURE DE EELREP POUR LES ANGUILLES STOCKEES EN 2007 APPARTENANT AU LOT VACCARES (>300MM) ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009. ....	20
FIGURE 18 : DISTRIBUTION DE LONGUEUR DES ANGUILLES ISSUES DES CIVELLES INTRODUITES EN JANVIER 2008 ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009 .....	20
FIGURE 19: VARIATIONS DE L'INDICE D'ARGENTURE DE EELREP POUR LES ANGUILLES ISSUES DES CIVELLES INTRODUITES EN JANVIER 2008 ET REPRISES SUCCESSIVEMENT EN 2008 ET 2009.....	21
FIGURE 20 : DISTRIBUTION DE LONGUEUR DES ANGUILLES ISSUES DES CIVELLES INTRODUITES EN FEVRIER 2009 ET REPRISES EN OCTOBRE 2009 .....	21
FIGURE 21 : VARIATIONS DE L'INDICE D'ARGENTURE DE EELREP POUR LES ANGUILLES ISSUES DES CIVELLES INTRODUITES EN FEVRIER 2009 ET REPRISES EN OCTOBRE 2009.....	22
FIGURE 22 : EFFECTIF JOURNALIER D'ANGUILLES CAPTUREES DANS LA PASSE-PIEGE D'OCTOBRE 2007 A OCTOBRE 2009 .....	22
FIGURE 23 : STRUCTURE EN TAILLE DES 77 ANGUILLES CAPTUREES D'AVRIL 2008 A OCTOBRE 2009 DANS LA PASSE-PIEGE .....	23
FIGURE 24 : EVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DU CLOS 1 DE SEPTEMBRE 2007 A LA MI-OCTOBRE 2009 .....	23
FIGURE 25 : TEMPERATURE DE L'EAU (°C) DU CLOS 1 DE JUILLET 2008 A OCTOBRE 2009 .....	24



Compagnie Nationale du Rhône



RhôneAlpes Région



**Membres de l'Association  
Migrateurs Rhône-Méditerranée :**

Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de l'Ardèche, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, du Gard, du Vaucluse, de l'Ain, des Alpes-Maritimes, de Haute-Savoie, de l'Hérault, des Hautes-Alpes, des Alpes de Haute-Provence, de l'Isère, de la Loire, du Rhône, de Savoie et du Var

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

Union Régionale des Fédérations de Pêche Rhône Alpes (URFEPRA)

Association des pêcheurs professionnels Rhône Aval Méditerranée



ZI du Port Fluvial - Chemin des Ségonnaux - 13200 Arles  
Président : Jean-Claude MONNET

Tél. 04 90 93 39 32 - Fax 04 90 93 33 19 - E-mail : [contact@migrateursrhonemediterranee.org](mailto:contact@migrateursrhonemediterranee.org)  
<http://www.migrateursrhonemediterranee.org/>