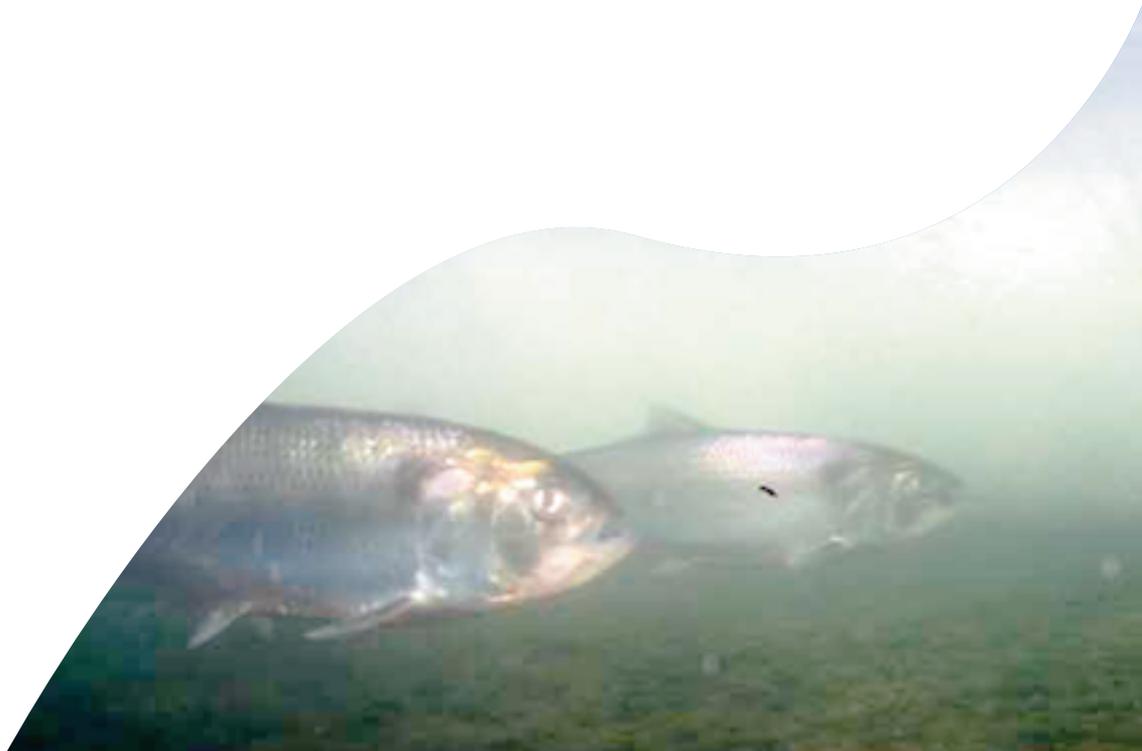


ÉTUDE DU RECRUTEMENT DES CIVELLES ET DE LEUR DEVENIR DANS L'ÉTANG DU VACCARÈS

2011 - N°10/15



Etude du recrutement des civelles et de leur devenir dans l'étang du Vaccarès

- Campagne 2011-

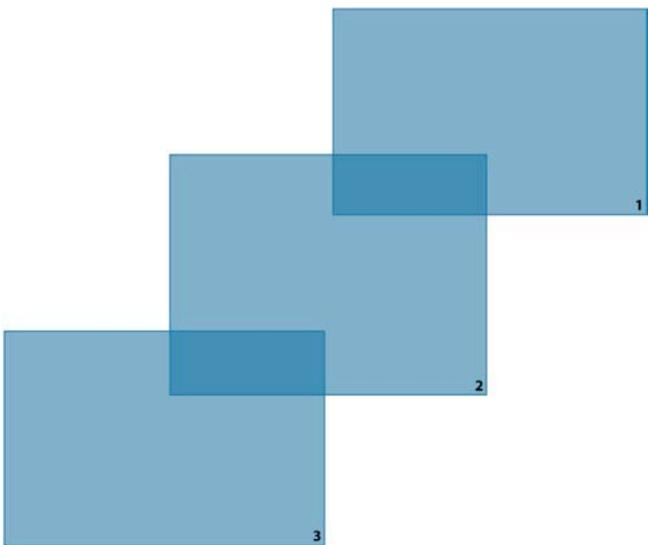


CRIVELLI A.J.*, CHIBRACQ JP.** ,CAMPTON P.** , LABEL
I.** , CONTOURNET P.*

Mars 2012

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

**MRM, ZI du Port Fluvial, 13 200 Arles



1 : © MRM / F. Gardin, 2007

2 : © MRM, 2004

3 : © MRM / F. Gardin, 2007

CRIVELLI A.J., CAMPTON P., LABEL I., LE GURUN L., CONTOURNET P., 2012. *Étude du recrutement des civelles et de leur devenir dans l'étang du Vaccarès, Campagne 2011.* Station biologique de la Tour du Valat, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 55p.+ Annexes

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,

Fédération Nationale pour la Pêche en France (FNPF),

Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA),

DREAL Rhône-Alpes,

Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée :

19 Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) de l'Ain, des Alpes-de-Haute-Provence, des Alpes-Maritimes, de l'Ardèche, de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, de Corse, de la Drôme, du Gard, des Hautes-Alpes, de Haute-Savoie, de l'Hérault, de l'Isère, de la Loire, des Pyrénées Orientales, du Rhône, de Savoie, du Vaucluse, du Var, et. Union Régionale des Fédérations de Pêche de l'Arc Méditerranéen (URFAM) et Union Régionale des Fédérations de Pêche de Rhône-Alpes (URFEPRA), Association des Pêcheurs Professionnels Rhône Aval-Méditerranée,

Compagnie Nationale du Rhône,

Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur,

Conseil Régional Rhône-Alpes,

Conseil Régional Languedoc-Roussillon,

Conseil Général des Bouches-du-Rhône,

Conseil Général du Vaucluse,

Conseil Général de la Drôme,

Conseil Général de l'Ardèche,

Conseil Général du Gard,

Conseil Général des Alpes-Maritimes

Mairie d'Arles,

Union européenne.

Partenaires Techniques

Station biologique de la Tour du Valat

Bureau d'études Fish-Pass

Entreprise Jérôme ISOARD

Commune des Saintes Maries de la Mer

RESUME

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla* – Linné, 1758) est un poisson migrateur amphihalien thalassotoque dont les stocks n'ont fait que chuter ces vingt dernières années. Son déclin a conduit à l'instauration en 2007 d'un règlement européen visant à ramener la population à ses niveaux historiques. Les Plans de Gestion des Poissons Migrateurs 2004-2009 (PLAGEPOMI 2004-2009 et 2010-2014) souhaitent pallier au manque de connaissances sur la dynamique de population de l'Anguille afin de répondre en tout ou partie au Plan National de Gestion de l'Anguille.

En région méditerranéenne française, nous ne disposons d'aucun suivi sur les civelles, sa pêche étant interdite. Aussi en 2000, un classement des sites favorables sur ce territoire a été établi pour l'installation d'une passe-piège à civelles. Premier site retenu, le Grau de la Fourcade, situé en Camargue, bénéficie ainsi depuis l'automne 2003 d'un dispositif de piégeage des civelles – effectif et suivi par l'Association MRM depuis janvier 2004.

En 2011, la passe-piège à civelles n'a fonctionné qu'en janvier. En effet, afin de garantir la protection des personnes et des biens, le niveau d'eau de l'exutoire des eaux d'assainissement de la commune des Saintes Maries de la Mer a été volontairement abaissé à des niveaux incompatibles avec le fonctionnement du dispositif. Cette situation ayant perduré jusqu'en décembre 2011 la passe piège n'a été fonctionnelle qu'en janvier 2011. Néanmoins durant cette période, 207 997 civelles ont été capturées, ce qui correspond à la plus grande quantité d'individus capturés pour un mois de janvier et laissait donc présager un recrutement 2011 important.

Des travaux ont été réalisés en février 2012 pour pallier le problème s'il venait à se reproduire et rendre la passe fonctionnelle pour des niveaux bas du canal.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CONTEXTE DE L'ETUDE	2
I.CONTEXTE BIOLOGIQUE	2
I.1. Présentation de l'Anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i>)	2
<i>I.1.1. Taxonomie et répartition</i>	<i>2</i>
<i>I.1.2. Cycle de vie</i>	<i>2</i>
<i>I.1.3. Caractéristiques physiques et biologiques des anguilles</i>	<i>6</i>
I.2. Identification des menaces	9
<i>I.2.1. Les menaces naturelles</i>	<i>9</i>
<i>I.2.2. Les menaces d'origine anthropique</i>	<i>11</i>
I.3. Situation actuelle du stock d'Anguille européenne	14
II. CONTEXTE INSTITUTIONNEL	16
II.1. Le règlement européen n° 1100/2007 en faveur de l'Anguille	16
<i>II.1.1. Plan de gestion national</i>	<i>16</i>
<i>II.1.2. Volet local Rhône Méditerranée</i>	<i>17</i>
II.2. DCE, SDAGE, Code de l'environnement et Loi sur l'eau	18
<i>II.2.1. La Directive Cadre Européenne sur l'eau</i>	<i>18</i>
<i>II.2.2. Le SDAGE</i>	<i>18</i>
<i>II.2.3. Code de l'environnement, LEMA (Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques n° 2006/1772 du 30/12/2006)</i>	<i>19</i>
II.3. Le PLAGEPOMI	21
II.4. Le Grenelle de l'environnement	23
II.5. Le plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau	24
III. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	25
METHODES	26
I. SUIVI DE LA PASSE-PIEGE A CIVELLES	26
I.1. Fonctionnement du dispositif	26
I.2. Période et fréquence de suivi	27
I.3. Protocole de suivi	28

II. SUIVI DES INDIVIDUS DANS LE VACCARES.....	28
II.1. Échantillonnage des anguilles.....	28
II.2. Mesures biométriques.....	29
II.3. Détermination du sexe.....	30
II.4. Parasitisme à <i>Anguillicoloïdes crassus</i>.....	30
RESULTATS.....	32
I. CAPTURES AU NIVEAU DE LA PASSE-PIEGE.....	32
I.1. Comparaison interannuelle.....	32
I.2. Déterminisme de la migration 2011.....	33
<i>I.2.1. Effet de la température.....</i>	<i>33</i>
<i>I.2.2. Gestion des vannes du pertuis.....</i>	<i>34</i>
I.3. Pigmentation et biométrie des civelles.....	35
II. CAPTURES DANS LE VACCARES ENTRE 2004 ET 2011.....	38
II.1. Captures par unité d'effort (CPUE).....	38
II.2 Age et taille des anguilles.....	39
II.3. Le parasitisme à <i>Anguillicoloïdes crassus</i>.....	40
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	43
BIBLIOGRAPHIE.....	44
TABLE DES FIGURES.....	54
TABLE DES TABLEAUX.....	55

INTRODUCTION

De 1993 à 2003, l'objectif principal du Plan Migrateurs Rhône-Méditerranée était le retour de l'Alose sur le Bas-Rhône en aval de l'Ardèche et ses affluents de rive droite (Gardon, Cèze, Ardèche). Cet objectif a été atteint et fin 2003, le Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) du bassin Rhône-Méditerranée & Corse (RMC) a validé le deuxième volet 2004-2009 du Plan Migrateurs. Il prévoyait l'extension du programme aux affluents de rive gauche du Rhône et aux fleuves côtiers méditerranéens ainsi qu'aux autres espèces amphihalines, dont l'Anguille (COGEPOMI RMC, 2004). Le PLAN de GEstion des POissons MIgrateurs (PLAGEPOMI) 2010-2014 a été signé par le préfet le 16 décembre 2010 et les objectifs définis pour l'Anguille reprennent les dispositions du volet Rhône-Méditerranée du plan de gestion Anguille de la France (COGEPOMI RMC, 2010). Ainsi, sur le plan de la restauration de la continuité écologique des cours d'eau, des zones d'actions prioritaires et des ouvrages prioritaires ont été définis. Il est également envisagé de mettre en place des dispositifs de suivi sur des rivières et lagunes index.

En particulier, le suivi des captures de passes à anguilles doit permettre de mieux connaître la dynamique migratoire de l'espèce, d'améliorer et de qualifier le recrutement et de collecter des données qui alimenteront le « tableau de bord Anguille » du bassin Rhône-Méditerranée et plus largement le réseau de surveillance européen de cette espèce (conformément au règlement de l'Union Européenne n° 1100/2007 du 18 Septembre 2007 transcrit dans le plan de gestion Anguille de la France).

Sur les côtes atlantiques françaises, nous disposons d'un suivi annuel des captures de civelles, principalement grâce à la pêcherie et dans une moindre mesure grâce à quelques passe-pièges. Au contraire, en région méditerranéenne française, nous ne disposons d'aucun suivi sur les civelles, puisque la pêche est interdite et qu'aucune passe-piège n'avait été installée jusqu'en 2003.

Après une étude de faisabilité couvrant toute la France méditerranéenne y compris la Corse (Barral, 2001), un classement des sites favorables pour l'installation d'une passe-piège à civelles a été établi. Le premier site retenu a été le grau de la Fourcade dans le delta du Rhône. C'est sur ce site qu'une passe-piège a été installée à l'automne 2003. Le suivi de l'ouvrage, commencé en janvier 2004, a pour objectifs (1) de faire un suivi interannuel du recrutement en civelles ; (2) de favoriser la colonisation naturelle du Vaccarès par les civelles ; (3) d'en étudier les conséquences en faisant le suivi de la population en place d'anguilles.

Les premiers résultats montrent que la colonisation se déroule principalement de janvier à avril, bien que des civelles colonisent les zones humides côtières toute l'année. De plus, l'intensité du recrutement semble être très variable d'une année à l'autre, mais il est très difficile de séparer l'effet des facteurs locaux de celui-ci des effets extérieurs (succès de reproduction aux Sargasses 1-3 ans avant, mortalité excessive durant la migration océanique ...).

CONTEXTE DE L'ETUDE

I. Contexte biologique

I.1. Présentation de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*)

I.1.1. Taxonomie et répartition

L'Anguille fait partie de la super classe des Ostéichthyens et du super ordre des Elopomorphes, un taxon de Téléostéens phylogénétiquement ancien.

Le genre *Anguilla* compte 15 espèces dans le monde, dont deux se localisent dans l'Atlantique Nord : l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) (fig.1) et l'Anguille américaine (*Anguilla rostrata*), qui ne diffèrent physiquement que par leur nombre de vertèbres (Ege, 1939 in Imbert, 2008).



Figure 1 : Anguille européenne (MRM)

Même si des hybridations sont possibles entre les deux espèces (Daemen et al., 2001 ; Wirth & Bernatchez, 2001), les récents travaux concernant la diversité génétique tendent à montrer une ségrégation bien établie entre les deux espèces (Als et al., 2011).

L'Anguille européenne fait partie des trois espèces thalassoques présentes en France, avec le mullet porc (*Liza ramada*) et le flet commun (*Platichthys flesus*). Elle présente une large distribution géographique, de l'Europe septentrionale (Islande, îles Feroe) en passant par l'Europe occidentale et méridionale (Açores, Canaries, Maroc) et l'ensemble du bassin méditerranéen (annexe 1). Elle est présente sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (RM & C) avec des densités qui diminuent en s'éloignant de la mer (Chancerel, 1994 ; Elie & Rigaud, 1984 ; Ximenes et al., 1986 ; Tzeng et al., 1995 ; Feunteun et al., 1998).

Adulte, elle mesure de 30 cm à 1 m (1,5 m au maximum), pèse jusqu'à 3 kg et présente un fort dimorphisme sexuel. Les mâles sont de plus petite taille (30 à 40 cm) ce qui implique que toutes les anguilles supérieures à 50 cm sont des femelles (Bruslé & Quignard, 2006). L'Anguille passe la majeure partie de sa vie (4 à 12 ans) dans les eaux continentales. On la rencontre par ailleurs dans des milieux aussi variés que les fleuves, les rivières, les lacs de plaine ou bien encore dans les eaux saumâtres des lagunes (Crivelli, 1998).

I.1.2. Cycle de vie

L'Anguille est le seul grand migrateur thalassotoque européen. Cette espèce amphihaline de type catadrome a un cycle de vie unique et encore mystérieux sur de nombreux points, *a fortiori* en région méditerranéenne (fig.2).

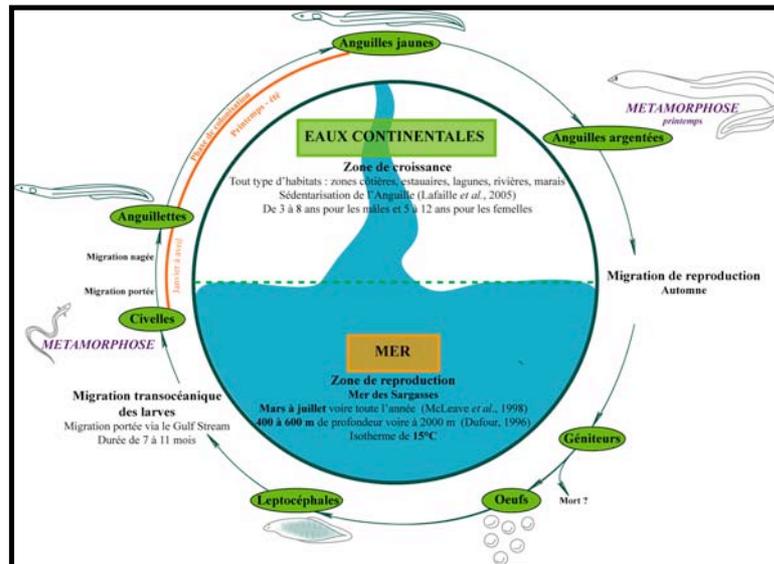


Figure 2 : Cycle de vie de l'Anguille (MRM)

✓ **L'acte de ponte**

La ponte se déroulerait entre mars et juillet selon certains, toute l'année selon d'autres (McLeave *et al.*, 1998 ; Tesch & Wegner, 1990), à une profondeur entre 400 et 600 mètres et à un isotherme de 15°C. Pour d'autres encore, la ponte pourrait avoir lieu bien plus profondément, aux environs de 2 000 mètres (Robins *et al.*, 1979 ; Dufour, 1996). La physiologie des reproducteurs (peau épaisse, pupilles dilatées, ligne latérale marquée) et la nécessité de fortes pressions pour déclencher la libération des gamètes en milieu expérimental laissent supposer que la reproduction s'effectue en effet à des profondeurs importantes (plusieurs centaines de mètres) dans la zone épipélagique (Klecker *et al.*, 1983).

L'endroit exact de cette reproduction n'est pas connu, mais se localiserait dans la mer des Sargasses. Il est communément admis que cette aire de ponte est unique et que l'ensemble des anguilles européennes appartient au même stock, formant ainsi une population panmictique (Wirth & Bernatchez, 2001 ; Als *et al.*, 2011), autrement dit une population où tous les géniteurs sont susceptibles de se croiser et de se reproduire au hasard.

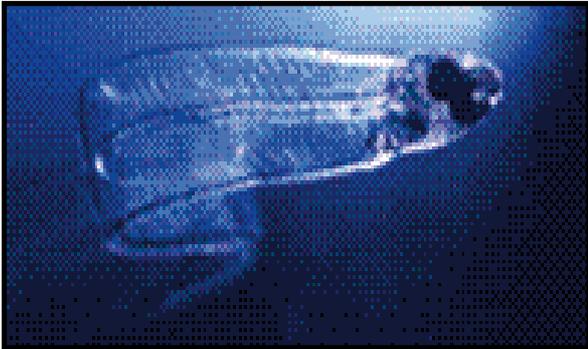
On ignore ce que deviennent les adultes après la reproduction, l'hypothèse la plus vraisemblable étant qu'ils meurent tous et donc, que ce poisson ne se reproduira qu'une seule fois dans sa vie (espèce semelpare) (Tesch, 1977 ; Westerberg, 1979 *in* Acou, 2006).

✓ **Stade leptocéphale**

On suppose que les œufs pondus sont pélagiques, qu'après éclosion, les leptocéphales, en forme de feuille de saule (fig.3), se nourrissent de plancton et sont portées par les courants océaniques (Gulf-Stream) de manière passive tout en effectuant des migrations verticales dans la colonne d'eau (Tesch & Wegner, 1990).

La dispersion des larves se fait aléatoirement (par les courants océaniques atlantiques venant longer les côtes européennes). Cependant, d'après l'analyse de l'ADN nucléaire, il pourrait exister plusieurs groupes. Il se distinguerait un groupe « mer du Nord », un « groupe atlantique » et un « groupe méditerranéen » (Wirth & Bernatchez, 2001).

Figure 3 : Leptocéphale (cpie authie)



Ces milliers de larves leptocéphales accomplissent ainsi un voyage de 6 000 km pendant 200 jours selon les uns et 470 à 560 jours selon les autres (Tesch *et al.*, 1986 ; Tesch & Niermann, 1992 ; Lecomte Finiger, 1994 ; Antunes & Tesch, 1997 ; McLeave *et al.*, 1998 ; Tesch, 1998).

Le courant des Açores (composante Nord de la convergence subtropicale) conduit alors une partie des larves vers la Méditerranée. Cette phase de migration océanique reste cependant floue puisque des particules inertes situées dans le Golf Stream mettent 3 ans à effectuer la même traversée (Kettle & Haines, 2006).

✓ **Stade civelle**

À l'approche du plateau continental et à une longueur moyenne de 6 cm, les leptocéphales subissent leur première métamorphose. Leur corps s'allonge et devient cylindrique, c'est le stade civelle (fig.4). D'abord transparentes, elles entament une migration anadrome influencée par plusieurs facteurs environnementaux (température, dessalure, lune...) et cessent de s'alimenter.

Figure 4 : Civelles (MRM)



Cette migration est passive dans un premier temps, utilisant les courants de marée (transport tidal sélectif) puis active par la suite. Elle a lieu essentiellement de janvier à juin sur la façade méditerranéenne française (Finiger, 1976). Le pic d'abondance en civelles au niveau des Saintes-Maries-de-la-Mer (commune de l'estuaire du petit Rhône) est observé entre janvier et mars (Crivelli *et al.*, 2009). Les civelles se pigmentent progressivement jusqu'à atteindre le stade anguille jaune (Elie *et al.*, 1982, *in* Edeline, 2005).

La totalité des individus ne migre pas vers des zones de croissance plus en amont. En effet, certains d'entre eux (sous l'influence de multiples facteurs) se sédentarisent dans les estuaires ou les eaux de transitions littorales (Daverat *et al.*, 2005), alors que d'autres migrent vers des zones de croissance plus en amont (jusqu'à 1 000 m d'altitude), ou alternent entre les secteurs d'eau douce et d'eau salés.

✓ **Stade anguille jaune**



En général, on parle d'anguille jaune (fig.5) lorsque l'individu en question atteint une certaine taille (au-delà de 30-40 cm) (Tesch, 2003). En deçà, on parle d'« anguillettes ».

Figure 5 : Anguille jaune (MRM)

Le stade « anguille jaune » correspond à la phase au cours de laquelle l'anguille se différencie sexuellement, qu'elle acquiert la taille et les réserves nécessaires à la migration de ponte et à la maturation des gonades (Van den Thillart *et al.*, 2004 ; Van Ginneken *et al.*, 2005 in Edeline, 2005).

Les anguilles jaunes sont généralement sédentarisées, mais des conditions hydroclimatiques particulières (obligeant les anguilles à changer de territoire) peuvent provoquer des mouvements migratoires. Elles effectuent leur croissance aussi bien dans les milieux côtiers que dans les estuaires, marais, fleuves, rivières et ruisseaux.

✓ **Stade anguille argentée**

Au terme de sa période continentale, l'Anguille subit une métamorphose (l'argenture) qui accompagne l'acquisition de la maturité sexuelle (fig.6). Cette métamorphose intervient à un moment particulier, déterminé notamment par la croissance des individus (plus la croissance est rapide plus cette métamorphose intervient tôt) (Adam *et al.*, 2008). L'argenture marque la fin de la phase de croissance.

Des changements physiologiques (changement de couleur, augmentation de la taille des yeux, de la taille des nageoires pectorales et de l'épaisseur de la peau...) préparent l'Anguille à son retour vers la mer des Sargasses. Il s'effectue à l'âge de 4 à 20 ans pour les femelles et 2 à 15 ans pour les mâles, ce qui correspond à des tailles comprises entre 50 et 100 cm pour les femelles et 35 à 46 cm pour les mâles (Durif *et al.*, 2009, in Van den Thillart *et al.*, 2009).

Figure 6 : Anguille argentée (MRM)



La dévalaison des anguilles débute généralement à l'automne et se poursuit jusqu'au début du printemps. Les anguilles dévalent en se laissant porter par le courant de l'eau. Elles l'utilisent comme stimulus à leur dévalaison, on parle de rhéotaxie (Brujjs & Durif, 2009 ; Crivelli, 1998). Le pic de dévalaison est différent selon la situation de la zone de croissance des individus au niveau de l'aire de répartition de l'espèce. Ainsi, pour les individus se situant au centre de l'aire de répartition et sur les côtes méditerranéennes, ce pic de migration de dévalaison interviendrait entre l'automne et l'hiver (Gosset *et al.*, 2000 ; Amilhat *et al.*, 2009).

I.1.3. Caractéristiques physiques et biologiques des anguilles

✓ Capacités de nage et de franchissement

L'Anguille possède des capacités de nage inférieures aux autres espèces migratrices. Un obstacle franchissable pour les salmonidés par exemple pourra être infranchissable pour les anguilles et à l'inverse, un obstacle infranchissable pour les salmonidés pourra être franchissable sans difficulté par les anguilles. Il en est de même pour les dispositifs de franchissement : beaucoup de passes à poissons conçues pour les salmonidés ou aloses ne seront pas adaptées aux anguilles en raison notamment des courants importants qui y transitent.

L'Anguille présente une nage de type ondulatoire avec des performances de nage liées à la morphologie de son corps, dont la flexibilité est importante et homogène (anguilliforme). La capacité de nage des anguilles diffère selon leur taille et donc leur stade de développement. Les individus les plus grands présentent les capacités de nage les plus importantes. Pour une anguille présentant une taille de l'ordre de 8 cm, la vitesse maximale de nage est de 0,5 m/s contre 1,14 m/s pour un individu de 60 cm. Les capacités de franchissement d'une civelle pour un écoulement laminaire et un substrat lisse sont donc assez restreintes. Pour une vitesse de 0,3 m/s, la distance maximale parcourue serait de 3m et ne serait que d'une trentaine de centimètres pour une vitesse de 0,5 m/s (Porcher, 1992).

Le comportement de migration sera donc différent selon le stade de développement des individus migrants. Les petits individus auront tendance à rechercher les zones à faibles écoulements et les adultes n'hésiteront pas à emprunter les veines centrales de l'écoulement où le courant est plus important (Tesch, 2003).

✓ **Capacités de reptation**

La spécificité de l'Anguille est son aptitude à ramper le long de parois humidifiées. On parle de « reptation », au cours de laquelle la totalité du corps serpentiforme du poisson est sollicitée (fig.7).



Les anguillettes avec leur corps allongé et leur faible poids peuvent par ailleurs grimper des murs verticaux à condition que ceux-ci ne soient pas trop lisses. La surface nécessite cependant d'être un minimum humidifiée. La capacité de reptation diminue avec la taille des individus et par conséquent la franchissabilité des ouvrages ne sera pas la même selon que ceux-ci se situent proches de l'embouchure ou non (Legault, 1988).

Figure 7 : Reptation de civelles sur une paroi rugueuse (MRM)

✓ **Capacités d'exondation**

Les anguilles ont également la capacité de vivre hors de l'eau durant un temps exceptionnellement long pour un poisson à condition qu'elles ne se dessèchent pas. La durée de survie est cependant temporaire. L'humidification des parois est essentielle afin de permettre aux individus de savoir où se trouve le cours d'eau et de ne pas se dessécher (Tesch, 2003). Cette survie aérienne est rendue possible grâce notamment à l'existence d'échanges gazeux cutanés. Ils peuvent apporter les deux tiers des besoins en oxygène des animaux quand ils sont hors de l'eau, le complément étant apporté par la respiration branchiale (Berg & Steen, 1965 *in* Legault, 1988).

Ainsi, la franchissabilité d'un obstacle dépend de sa propre configuration mais également des caractéristiques physiques et physiologiques des individus qui souhaitent le franchir. De même, la taille des individus étant différente entre les zones fluviales amont et aval, la distance d'un barrage à la mer conditionnera ses capacités à être franchi (Legault, 1988).

✓ **Dispersion continentale des anguilles**

Les civelles sont fortement dépendantes du transport tidal sélectif lors de leur migration dans les estuaires, ce qui entraîne un phénomène d'accumulation des individus en limite de zone d'influence des marées (Edeline, 2005).

À l'entrée des estuaires, le comportement de migration est notamment influencé par les conditions physiques des individus et les hormones thyroïdiennes qui jouent un rôle prépondérant. En effet, des concentrations en hormones thyroïdiennes favorisent la colonisation des écosystèmes aquatiques continentaux, alors qu'une production faible de ces hormones favorise une sédentarisation précoce des milieux marins ou estuariens. La nage à contre courant semble favorisée chez les individus ayant une forte activité thyroïdienne et de forts coefficients d'embonpoint (Edeline *et al.*, 2006).

À l'arrivée dans la zone limite d'influence des marées et suite à la transformation en anguillettes, la dispersion non densité-dépendante diminue au profit d'une dispersion densité-dépendante avec sélection de l'habitat.

Quatre catégories de comportement migratoire peuvent se distinguer (Feunteun *et al.*, 2003) :

- Les fondateurs se sédentarisent dès qu'ils trouvent un habitat leur étant favorable.
- Les pionniers effectuent la migration la plus importante vers les zones de croissance amont.
- Les résidants s'installent sur une aire de répartition donnée pendant plusieurs années.
- Les nomades circulent d'un habitat à l'autre pour croître et s'installer de manière transitoire.

Ces comportements sont notamment influencés par le coefficient de condition des individus (Edeline *et al.*, 2006).

Les suivis de migration des anguilles révèlent que les individus migrants sont essentiellement des individus dont la taille excède rarement 30 cm (White et Knights., 1997). Plus les individus présentent une taille importante, plus leur caractère migratoire diminue. Or, un élément principal de la dispersion chez l'anguille jaune étant la densité-dépendance (Feunteun *et al.*, 2003), les individus les plus grands pourraient acquérir une certaine supériorité sur les plus petits et donc une meilleure faculté à se sédentariser sur un territoire plus ou moins important. Les facteurs du déterminisme sexuel sont pour le moment inconnus, mais on sait qu'ils sont principalement liés à des paramètres environnementaux et aux densités des populations (Krueger & Oliveira, 1999 *in* Edeline, 2005). Les individus mâles (qui sont en moyenne plus petits que les femelles) dominent ainsi les parties inférieures des bassins versants, là où les densités sont les plus importantes, alors que les individus femelles se situent majoritairement dans les parties supérieures, avec des densités de population plus faibles (Melia *et al.*, 2006).

La progression des individus se fait essentiellement de nuit, même si les plus jeunes anguilles peuvent migrer toute la journée (comportement lucifuge moins développé) et la progression en nage active se situe entre 10 et 45 km / an. Cependant, cette vitesse de progression est très variable en fonction des caractéristiques du système fluvial emprunté (cloisonnement et pente retardant la progression) et des individus. Ainsi, Feunteun *et al.* (2003), mettent en évidence l'existence d'individus rapides pouvant parcourir 200 km / an.

Le nombre d'individus susceptibles de franchir les obstacles varie fortement en fonction du bassin versant, de l'année et de la distance à la mer de l'obstacle. Cependant il semble que plus l'obstacle est éloigné de la mer, plus le nombre d'individus susceptibles de le franchir diminue. En effet, sur le Frémur, Legault *et al.* (2004) montrent une variation des passages de 50 à 500 individus par km² de bassin amont entre 1997 et 2003 pour des obstacles situés proche de la limite tidale (moins de 10 km). La densité de passage observée à 80-90 km en amont de la limite de marée dynamique sur la Garonne (Pallo & Travade, 2001) et la Dordogne (Carry *et al.*, 2003) n'est plus que de 1 à 3 individus par km² de bassin amont.

I.2. Identification des menaces

I.2.1. Les menaces naturelles

Les menaces naturelles exercées sur les populations d'anguilles sont diverses et comparables à celles s'exerçant sur les autres espèces piscicoles, bien que probablement amplifiées en raison de la particularité du cycle biologique de l'espèce.

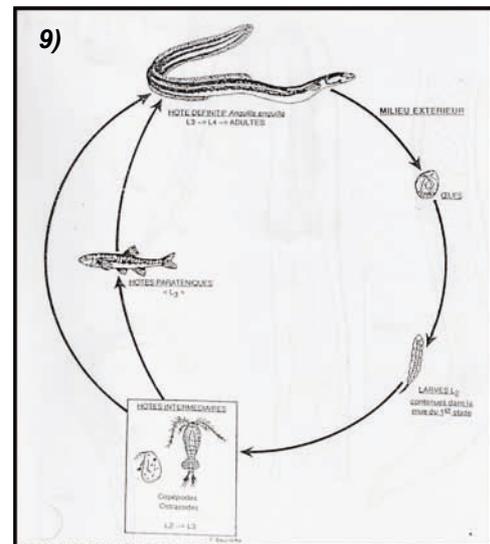
✓ **Le parasitisme**

De nombreux parasites de l'Anguille avec des cycles variés existent. Parmi la cinquantaine dénombrée, seulement trois causeraient une mortalité chez l'Anguille. Il s'agit de *Pseudodactylogyrus anguillae*, *Pseudodactylogyrus bini* et *Anguillicoloïdes crassus*.

Les deux premiers parasites (que l'on trouve sur les branchies des anguilles) sont largement répandus en Europe (Italie, Danemark, Angleterre, Pologne...). En France, mis à part leur découverte dans les années 1980, très peu de données existent.

Anguillicoloides crassus a été introduit en Europe au début des années 1980 en provenance d'Asie avec des lots d'anguilles japonaises. Il s'agit d'un parasite nématode hématophage de la vessie, originaire du Sud Est Asiatique et de l'Australie. Sa présence a été observée dans le delta du Rhône (Dupont & Petter, 1988). Selon les sites étudiés, on enregistre plus de la moitié de la population infestée par ce parasite. Sur les bassins RM et C, *A. crassus* est omniprésent dans toutes les lagunes et cours d'eau étudiés. Lefebvre *et al.* ont réalisé en 2003 des analyses sur les anguilles argentées de Camargue (Vaccarès, canal de Fumemorte et Aube de Bouic) et ont trouvé des prévalences élevées comprises entre 53,3 % et 94,8 % (Lefebvre *et al.*, 2003 *in* Amilhat, 2007).

A. crassus se loge à l'intérieur de la vessie natatoire et se nourrit du sang de l'anguille (fig.8). Son cycle (fig.9) passe par un hôte intermédiaire, le plus souvent un invertébré (ostracode...), qui est ingéré directement par l'anguille ou qui passe par un hôte intermédiaire d'abord mangé par un poisson (hôte paraténique) lui même mangé ultérieurement par l'anguille. Il engendre une parasitose grave, l'anguillicolose (Bruslé, 1994 ; Ashworth & Blanc, 1997). Il peut infester des anguilles de toutes tailles en adaptant la sienne à celle de la vessie de l'hôte (Banning & Haenen, 1990 *in* Amilhat, 2007) et possède un fort potentiel reproducteur, une femelle pouvant pondre jusqu'à 150 000 œufs (Vigier, 1997).



from Bonneau, 1990

Figures 8 et 9 : Vessie d'anguille parasitée (IGB Berlin)(8) et cycle biologique d'Anguillicola crassus (Bonneau, 1990)(9)

Les jeunes anguilles parasitées refuseraient de se nourrir, pourraient s'émacier voire mourir. Ce parasite réduirait également la vitesse de nage des anguilles avec des conséquences importantes sur le succès de la migration des géniteurs et donc sur le stock d'anguilles reproductrices (Crivelli, 1998).

✓ **Le réchauffement climatique**

Le recrutement en civelles dans les milieux continentaux est influencé par les hauteurs d'eau et les débits des eaux fluviales. Par conséquent, les fluctuations climatiques peuvent expliquer des variations quantitatives du recrutement (des étés froids ou secs peuvent entraîner une chute importante du nombre de civelles colonisant le continent).

Ainsi, des perturbations sur plusieurs années consécutives peuvent fragiliser les populations continentales. Le réchauffement climatique peut en être la cause, même si les effets sont encore mal connus. Certains scientifiques s'accordent par ailleurs à dire qu'il pourrait induire des modifications des courants atlantiques nord et avoir des conséquences sur la migration transatlantique des jeunes stades d'anguilles (Knights, 2003).

✓ **La prédation**

La prédation piscicole est la principale cause de mortalité aux stades leptocéphales et civelles tandis que les anguilles jaunes ou argentées sont victimes de prédation mammifère (loutre) et aviaire (cormorans principalement, mais aussi hérons grèbes et mouettes) (fig.10) (Bruslé, 1994). Cette dernière peut certainement avoir des conséquences sur les populations d'anguilles, notamment en situation confinée et sur les sites ayant de fortes densités. Il n'y a cependant pas de données fiables permettant de montrer qu'en milieu naturel les oiseaux piscivores puissent exercer une prédation telle qu'elle réduirait significativement les stocks d'anguilles sur ces sites (Crivelli, 1998 ; Baisez, 2003).

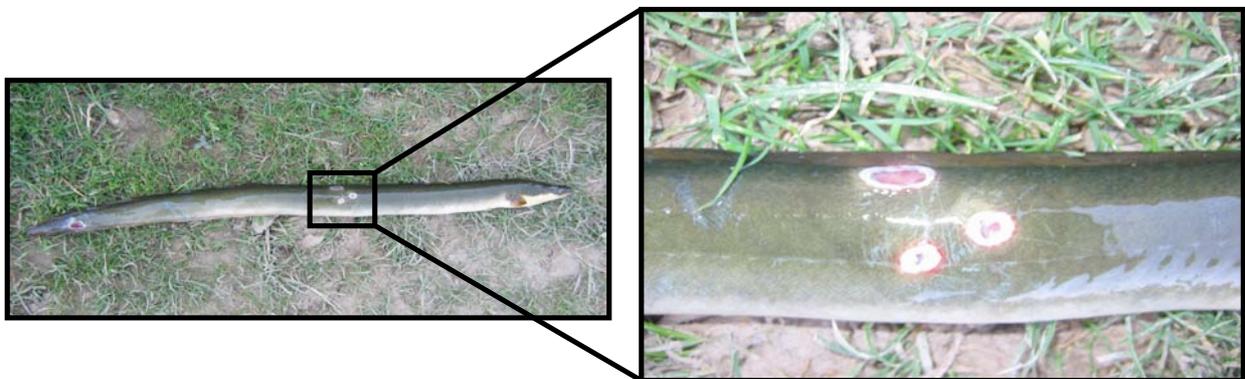


Figure 10 : Anguille blessée par un héron (Tour du Valat)

1.2.2. Les menaces d'origine anthropique

Aux nombreuses menaces naturelles que subit l'Anguille s'ajoutent de nouveaux risques induits par des activités humaines responsables de perturbations environnementales de nature physique, chimique et biologique.

✓ **La pollution des eaux**

Les phénomènes d'eutrophisation des eaux et principalement en milieu lagunaire (crises dystrophiques ou hyper-eutrophiques) sont susceptibles d'affecter les populations d'anguilles, mais leur véritable impact est mal connu (absence d'études fiables). Sur les plans d'eau où une pollution trophique apparaît, les poissons (dont l'Anguille) recherchent des zones de refuge (zones non anoxiques). Pour les lagunes, certains individus repartent en mer. Les taux de mortalité sont difficiles à évaluer (Crivelli, 1998).

La contamination par les micropolluants est identifiée comme l'un des principaux facteurs responsables du déclin de l'Anguille européenne par Amilhat en 2007. Deux voies de contamination sont possibles : la première est directe par la peau et les branchies et la deuxième par transfert trophique (ingestion de proies contaminées).

La contamination des cours d'eau par les pesticides (herbicide, insecticide) utilisés pour l'agriculture est également un facteur altérant les conditions de vie des espèces piscicoles, dont l'Anguille, ainsi que les hydrocarbures, très liposolubles chez ce poisson (Bruslé, 1994).

Les particularités des traits de vie de l'Anguille (pourcentage élevé de lipides, niveau trophique élevé, longue durée de vie et surtout reproduction unique) font que celle-ci peut accumuler des quantités très importantes de molécules xénobiotiques lipophiles lors de son séjour continental. Les pathologies engendrées par l'exposition aux micropolluants peuvent être différentes selon le type de contamination. Principalement sont perturbés le système endocrinien, reproducteur, enzymatique, immunitaire, nerveux central, le stockage des lipides et le bon fonctionnement des organes vitaux (Amilhat, 2007). L'exposition à long terme peut avoir des répercussions importantes sur le devenir de l'espèce (Muchiut *et al.*, 2002).

L'évaluation de l'état de santé sanitaire de la ressource semble donc essentiel pour la préservation de l'espèce et indissociable des autres actions de gestion (ces dernières pouvant être inutiles si le succès reproducteur est compromis).

✓ **L'altération de la qualité des habitats**

Espèce benthique, l'Anguille est très sensible aux modifications du substrat du cours d'eau. Ainsi les travaux ayant un impact sur la qualité des substrats (extraction de granulats, dragage, remodelage des lits des cours d'eau, drainage des zones humides...) sont susceptibles de perturber les populations d'anguilles en modifiant les populations d'invertébrés et poissons qu'elles consomment, en détruisant les zones de refuge et en réactivant les polluants par remise en suspension (Muchiut *et al.*, 2002).

✓ **La modification du fonctionnement hydraulique des cours d'eau**

L'artificialisation du fonctionnement des cours d'eau ainsi qu'une maîtrise des niveaux d'eau agissent sur l'hydrologie de la rivière (impacts thermiques, qualité d'eau...), limitant entre autres les débits en été. Or, pour l'Anguille débutant sa migration de colonisation au milieu du printemps, les appels d'eau créés par l'augmentation du débit sont essentiels. La zone de colonisation se trouve de plus en plus réduite par rapport au temps où les zones humides alluviales fonctionnelles, mises en eau en période hivernale et printanière, contribuaient à maintenir un débit significatif tardivement en période estivale (Bruslé, 1994).

La maîtrise hydraulique des ouvrages a également des conséquences sur la pérennité des annexes fluviales et leur accessibilité, en créant des enfoncements du lit. La durée de connexion de ces milieux avec le cours principal est souvent réduite en raison de la rareté et de la rapidité des crues causées par l'incision du cours d'eau. Par conséquent, ces habitats privilégiés pour l'Anguille se trouvent banalisés, détruits ou inaccessibles.

✓ **Les obstacles à la migration**

Les ouvrages hydrauliques sont les principaux facteurs limitant la colonisation de l'Anguille dans les milieux continentaux. Ainsi, la construction de barrages et de seuils en rivière aurait diminué l'aire de répartition de l'Anguille en Europe de 7 à 25 % (Adam *et al.*, 2008). Cette perte d'habitat entraîne une diminution de l'espace et de la nourriture et a des conséquences sur la croissance et la survie des anguilles.

La présence d'obstacles sur un cours d'eau peut se traduire par des retards voire des blocages à la migration de montaison de l'Anguille. Ces blocages plus ou moins importants sont susceptibles d'induire des mortalités par prédation, compétition (liée à la densité d'individus) et stabulation dans des milieux aval moins fonctionnels (Adam *et al.*, 2008).

Lors de la migration de dévalaison, la présence d'ouvrages peut également provoquer des retards mais aussi des mortalités ou des blessures causées par le passage des anguilles dans les prises d'eau, particulièrement dans les turbines de centrales hydroélectriques (fig.11).



Figure 11 : Anguille passée dans une turbine (MRM)

✓ **La surpêche**

L'Anguille européenne est exploitée sur toute son aire de répartition, en eau douce, dans les milieux saumâtres et en zones côtières, à toutes les phases de son cycle biologique et particulièrement aux stades civelle et anguille argentée très prisées par les pays asiatiques et européens (Freyhof & Kottelat, 2008 *in* IUCN, 2008).

La pêche à 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) pour une quantité totale de 20 000 tonnes (Dekker, 2000).

En France, on observe une spécificité différente pour les façades Atlantique et Méditerranéenne. La capture de civelles dans les estuaires représente l'activité économique principale de la pêche à l'Anguille sur la côte Atlantique. En effet, les pêcheries côtières de civelles s'élèvent à 97% de la production des marins pêcheurs en zones estuariennes et 62% de celles des pêcheurs fluviaux sur la façade atlantique (Acou, 2006). La pêche à la civelle est interdite en Méditerranée, mais des cas de braconnage ont déjà été observés, notamment en Camargue (Le Gurun & Lebel, 2010). La pêche de l'anguille jaune et argentée dans les lagunes y représente l'activité économique principale avec 70 % du revenu annuel des pêcheurs professionnels des lagunes littorales (Lefebvre *et al.*, 2003).

La pêche professionnelle fluviale ciblant spécifiquement l'Anguille ne se pratique plus aujourd'hui sur le Rhône, ce fleuve étant concerné par une interdiction de cette pratique à cause de contaminations des poissons par les PCB depuis 2007.

La pêche à l'Anguille en Méditerranée est une activité ancestrale, économiquement importante qui fait vivre environ 600 pêcheurs (COGEPOMI RMC, 2006). L'Anguille est la principale espèce exploitée par la pêche artisanale dans les lagunes méditerranéennes (Lecomte-Finiger & Bruslé, 1984). Durant les années 1980, les captures d'anguilles ont atteint 2000 tonnes/an. Elles ont ensuite progressivement diminué jusqu'à 900 tonnes/an (200 tonnes pour la Camargue et la Corse, 700 tonnes pour le Languedoc-Roussillon) et semblent depuis se stabiliser (ICES, 2008). En 2009 le nombre de licences a été de 500 en Languedoc-Roussillon, 70 en Provence Alpes Côte d'Azur et 30 en Corse (Collectif, 2009a ; Collectif, 2009b).

I.3. Situation actuelle du stock d'Anguille européenne

La situation actuelle du stock de l'Anguille européenne est préoccupante. L'évolution des tonnages de la pêcherie à la civelle sur le bassin de la Gironde (fig.12) publiée par l'ICES (International Council for the Exploration of the Sea) montre que les captures se sont effondrées depuis les années 1970 et ont tendance à se stabiliser à un minimum critique depuis 2003 (ICES, 2008). À plus grande échelle, les informations disponibles sur l'ensemble de l'aire de distribution de l'Anguille indiquent que le stock diminue aussi (fig.13) (EIFAC & ICES, 2009).

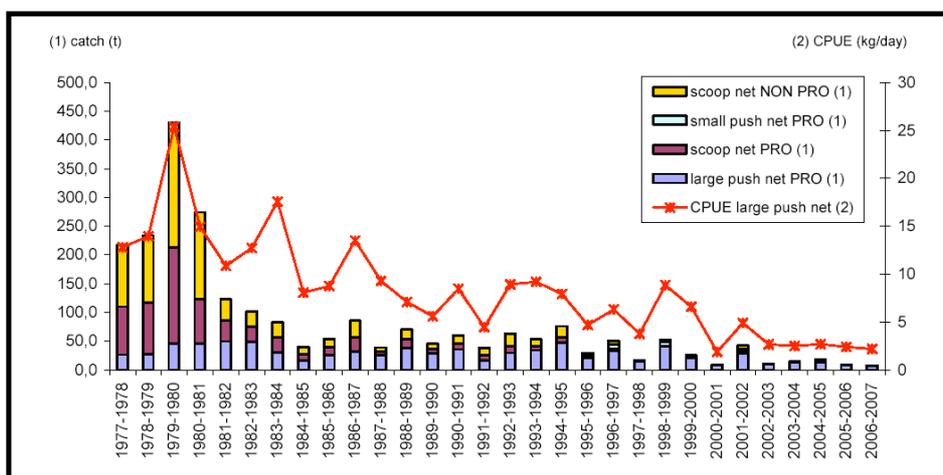


Figure 12 : Evolution des tonnages et des CPUE de civelles des pêcheurs professionnels et amateurs sur le bassin de la Gironde de 1978 à 2007 (source CEMAGREF in ICES 2008)

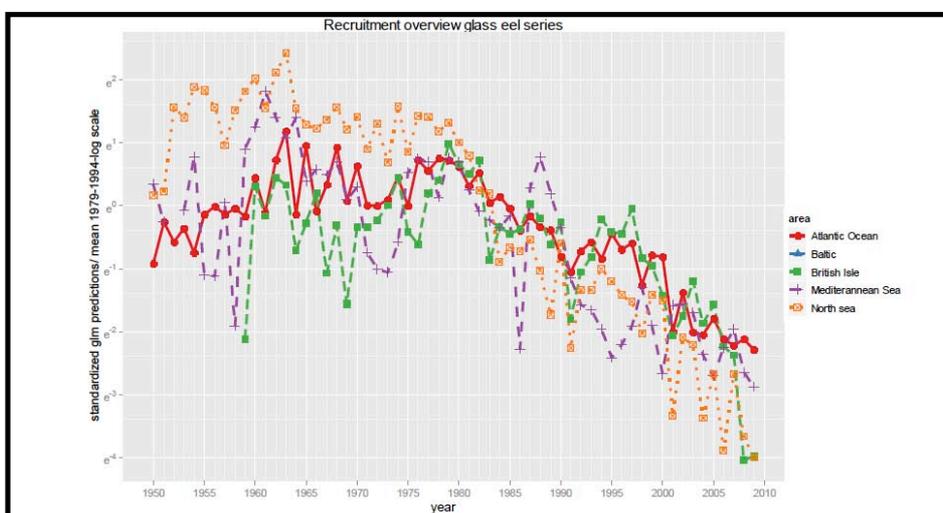


Figure 13 : Estimation du recrutement moyen (GLM) en civelles pour chaque aire de répartition en europe (EIFAC & ICES, 2009)

En juin 2007, l'Anguille européenne a ainsi été ajoutée 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 sont par conséquent contrôlées par l'élaboration de permis afin d'éviter une utilisation incompatible avec la survie de l'espèce (ICES Advice, 2008).

En septembre 2007, un règlement européen en faveur de la reconstitution du stock d'anguilles européennes a par ailleurs été adopté (règlement CE 1100/2007). Afin d'atteindre l'objectif de protection et d'exploitation durable de l'Anguille européenne, les Etats-membres ont donc mis en place des plans de gestion sur leurs bassins hydrographiques.

Enfin, en 2008, face aux diminutions drastiques du stock et du recrutement en civelles (diminution de 95 à 99 % du recrutement entre 1980 et 2000) et au regard des différentes menaces qui pèsent sur l'espèce (pêche intensive, parasitisme, obstacles à la migration, pollution, réchauffement climatique...), l'Anguille européenne a été classée comme espèce en danger critique d'extinction sur la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN (International Union for Conservation of Nature) (IUCN, 2008).

II. Contexte institutionnel

II.1. Le règlement européen n° 1100/2007 en faveur de l'Anguille

Le Conseil des ministres a voté le 18 septembre 2007 un règlement européen instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes. Ce règlement s'applique directement à l'Etat Français, sans transposition dans les textes nationaux.

Le principal objectif cité dans l'article 2.4 est le suivant : *« 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. Le Plan de gestion des anguilles est établi dans le but de réaliser cet objectif à long terme ».*

II.1.1. Plan de gestion national

Pour mettre en œuvre le règlement européen, les Etats membres doivent rédiger un plan de gestion composé d'un volet national et d'autant de volets locaux que de bassins hydrographiques. En France, la rédaction a été pilotée au niveau national par le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche (MAAP) et par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) et relayée au niveau local par les Directions Régionales de l'Environnement (DIREN secrétaires de COGEPOMI) en collaboration avec les différents organismes compétents : Directions Régionales des Affaires Maritimes (DRAM), Délégations régionales et inter-régionales ONEMA, Agences de l'Eau, Associations Migrateurs, pêcheurs, organismes de recherche...

Les volets locaux 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.

Concernant les pêcheries, l'objectif du Plan de Gestion est ainsi de réduire la mortalité par pêche de 30% en 3 ans à une échelle nationale. Le coeur des mesures de gestion est fixé au niveau national. 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 oeuvre des mesures nationales ont été décidées par les bassins (Collectif, 2010).

Concernant la problématique « ouvrage », une méthodologie nationale a été adoptée. Elle consiste à expertiser la franchissabilité pour l'Anguille à la montaison ainsi qu'à la dévalaison de tous les ouvrages transversaux à l'écoulement présents dans les Zones d'Actions Prioritaires qui ont été identifiées.

Sur ces zones, des ouvrages prioritaires ont également été sélectionnés. Le diagnostic à l'ouvrage devra y être lancé dans la période du plan de gestion (6 ans) afin de rechercher les solutions technico-économiques permettant le passage des anguilles tant à la montaison qu'à la dévalaison. A l'issue du diagnostic, si des solutions technico-économiques existent, la recherche de financement devra être lancée et les solutions mises en oeuvre aussi vite que possible.

Des zones d'actions long terme ont également été définies. Elles doivent permettre aux gestionnaires d'améliorer la connaissance sur ces secteurs durant le premier plan de gestion afin de confirmer (ou pas) ces territoires en zones d'actions prioritaires dans le second plan de gestion.

Le plan de gestion de l'Anguille en France a ainsi été approuvé par la Commission européenne par une décision du 15 février 2010 et les décrets d'application sont en cours d'élaboration.

II.1.2. Volet local Rhône Méditerranée

Concernant la problématique de la pêche, des mesures de gestion ont été prises pour différents milieux concernés (pêcheries propres aux eaux maritimes, pêcheries propres aux eaux douces et cours d'eau, pêcheries en lagunes) (Collectif, 2009a). Par exemple en eaux maritimes, la pêche des anguilles de taille inférieure à 12 cm est interdite (civelle y compris) et la pêche professionnelle de l'Anguille est ouverte :

- Pour l'anguille jaune : du 1^{er} mars au 31 décembre excepté un mois de fermeture entre le 15 juillet et le 15 août,
- Pour l'anguille argentée : du 15 septembre au 15 février

Les périodes de pêche identifiées sont susceptibles d'être réduites d'une année à l'autre afin d'atteindre les objectifs du plan de gestion. Pour la pêche d'anguilles en eau douce, la période d'ouverture est réduite de deux mois en 2012.

II.2. DCE, SDAGE, Code de l'environnement et Loi sur l'eau

II.2.1. La Directive Cadre Européenne sur l'eau

La directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau et préconise le retour au bon état écologique des masses d'eau à l'horizon 2015. La libre circulation des poissons est un élément fondamental de la qualité des eaux superficielles et doit à ce titre faire l'objet d'une attention renforcée. Cette conception nouvelle sera déclinée par bassin hydrographique et ainsi intégrée au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2010-2015 des bassins Rhône-Méditerranée et Corse par plusieurs orientations dont un volet franchissement piscicole.

II.2.2. Le SDAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est un plan de gestion qui fixe pour une période de 6 ans les orientations fondamentales pour une gestion équilibrée des milieux aquatiques. Il doit servir de référence à tous les documents de gestion locaux (SAGE, Contrat de rivière...).

Le SDAGE s'accompagne d'un Programme de Mesures (document élaboré par l'Etat parallèlement au SDAGE). Ce dernier décline les actions qui contribuent à la réalisation des objectifs identifiés dans le SDAGE et correspond à sa partie opérationnelle (identification du type de mesures, du coût de leur réalisation...).

Le SDAGE 2010-2015 du bassin Rhône-Méditerranée, arrêté par le préfet coordonnateur de bassin le 20 novembre 2009, prévoit 8 orientations fondamentales quant à la gestion de l'eau. Ces orientations sont en cohérence avec les objectifs de la DCEE. Le volet « préservation et redéveloppement des fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques » (orientation fondamentale n°6) consiste à agir sur la morphologie et le décloisonnement afin de préserver et restaurer les milieux aquatiques, d'intégrer la gestion des espèces (faunistiques et floristiques) dans la politique de gestion de l'eau et de prendre en compte, préserver et restaurer les zones humides (Collectif, 2009c).

Opérationnel au plus tard en 2012, le programme de mesures, établi par territoire, prévoit pour la continuité écologique de :

- Supprimer les ouvrages bloquants,
- Créer ou aménager des dispositifs pour la montaison,
- Créer ou aménager des dispositifs pour la dévalaison,
- Définir une stratégie de restauration de la continuité écologique.

Ce document public sera opposable à l'administration, ce qui lui confère une valeur juridique non négligeable (Croze & Larinier, 2001).

II.2.3. Code de l'environnement, LEMA (Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques n° 2006/1772 du 30/12/2006)

✓ Réglementation concernant les ouvrages

Le Code de l'environnement prévoit dans sa partie législative que dans les cours d'eau ou parties de cours d'eau, canaux dont la liste est fixée par décret, les exploitants sont tenus d'équiper leurs ouvrages de dispositifs de franchissement (Livre IV « Faune et flore », Titre III « Pêche en eau douce et gestion des ressources piscicoles », Chapitre 2 « Préservation des milieux aquatiques et protection du patrimoine piscicole », Section III « Obligations relatives aux plans d'eau », articles L432-6 et L432-7).

Les ouvrages déjà existants doivent être mis en conformité dans un délai de 5 ans à compter de la publication d'une liste d'espèces migratrices par bassin ou sous bassin fixée par le ministre chargé de la pêche en eau douce et le cas échéant par le ministre chargé de la mer.

L'article L432-6 sera abrogé au plus tard le 1^{er} janvier 2014 au titre de la nouvelle loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA n° 2006/1772 du 30 décembre 2006). Deux listes de cours d'eau seront ainsi publiées au titre de l'article L214-17 du Code de l'environnement :

▪ Une liste de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau répondant aux critères suivants (liste 1) :

- Cours d'eau en très bon état écologique (identifiés dans le SDAGE),
- Cours d'eau qui jouent un rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique (défini dans les objectifs de la DCE) des cours d'eau d'un bassin versant,
- Cours d'eau qui nécessitent une protection complète des poissons migrateurs amphihalins.

Ainsi, pour les cours d'eau inscrits dans cette nouvelle liste, tout nouvel ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique ne pourra être autorisé ou concédé (article R214-109). Le renouvellement des titres des ouvrages existants se verra appliquer la notion « d'ouvrage nouveau » et par conséquent dépendra des caractéristiques de l'ouvrage. En ce qui concerne la modification des caractéristiques d'ouvrages existants, la notion « d'ouvrage nouveau » ne sera pas appliquée dans le cas où les modifications améliorent ou n'aggravent pas la situation par rapport aux motivations du classement.

▪ **Une liste de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau pour lesquels il est nécessaire d'assurer le transport des sédiments et la circulation des poissons migrateurs (amphihalins ou non) (liste 2) :**

Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé dans les 5 ans après la publication de la liste et ces actions doivent conduire à des résultats réels d'amélioration du transport des sédiments ou de la circulation des migrateurs. Ces actions peuvent concerner tant des mesures structurelles (construction de passes à poissons, de dispositifs de gestion adaptée du transport solide...), que des mesures de gestion (ouverture régulière des vannes...).

Les anciens classements de cours d'eau au titre de l'article L432-6 du code de l'environnement resteront en vigueur jusqu'à la date de publication (ou 5 ans après) des deux nouvelles listes au titre de l'article L-214-17.

La procédure de classement des cours d'eau sera établie suite à la consultation des différents organismes (fédérations de pêche, associations de protection de l'environnement, Comité de gestion des poissons migrateurs...), afin de garantir une cohérence avec le SDAGE et le PLAGEPOMI. Ainsi dans les nouveaux arrêtés de classement, une liste d'espèces cibles par cours d'eau sera établie ainsi qu'une liste d'objectifs en termes de transit sédimentaire.

Ainsi, une étude de l'impact potentiel des futurs classements est actuellement en cours sur le bassin Rhône-Méditerranée. Les projets de liste établis ainsi que les résultats de cette étude et les propositions d'arbitrage feront l'objet d'une consultation finale qui démarrera en juin 2012. Cette consultation (qui durera 3 mois) vise les Conseils généraux, les EPTB et sera élargie aux structures gestionnaires des milieux aquatiques. Les listes seront arrêtées par le préfet coordonnateur de bassin début 2013.

Sur le bassin Corse, le projet est moins avancé puisque des négociations sont toujours en cours entre les structures (DREAL, ONEMA), le comité de bassin et la collectivité territoriale corse pour élaborer des propositions de classement.

La mise en oeuvre du règlement européen 1100/2007 sur la gestion de l'Anguille qui demande aux Etats membres d'identifier des zones d'actions prioritaires pour la mise aux normes de franchissabilité des obstacles doit ainsi permettre d'anticiper la date butoire du 1^{er} janvier 2014 pour les zones définies prioritaires pour l'Anguille et qui ne sont actuellement pas classées. Lesdits bassins ou sous bassins devaient être classés au titre de l'article L214-17 avant le 31 décembre 2010 (MEDAD, 2008).

✓ **Réglementation concernant les débits réservés**

Les articles L432-5 et L432-8 du code de l'environnement traitent respectivement des débits minimaux à maintenir à l'aval de chaque ouvrage et des sanctions encourues. Le débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau au droit de l'ouvrage. La peine encourue est de 12 000 € d'amende. Ces articles ont été abrogés au 30 décembre 2006 avec la mise en vigueur de la nouvelle loi sur l'eau et des milieux aquatiques et en particulier des articles L214-17 à L214-19 (Code de l'environnement, partie législative, Livre II « milieux physiques », Titre I « Eau et Milieux aquatiques », Chapitre 4 « Activités, installations et usages », Section V « Obligations relatives aux ouvrages »).

Ainsi, l'article L214-18 stipule que « *tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite* ». Le débit est fixé à 1/10^{ème} du module du cours d'eau et pour les cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m³/s ou pour les ouvrages hydroélectriques contribuant à la production d'électricité en période de pointe, le débit minimal est fixé à 1/20^{ème} du module du cours d'eau (MEDAD, 2008).

II.3. Le PLAGEPOMI

Le plan de gestion doit proposer pour les poissons migrateurs un cadre juridique et technique concernant (décret n° 94-157 du 16 février 1994 ; COGEPOMI RMC, 2004) :

- Les mesures utiles à la reproduction, au développement, à la conservation et à la circulation des poissons,
- Les modalités d'estimation des stocks, de suivi de l'état des populations et des paramètres environnementaux,
- Les conditions dans lesquelles sont fixées les périodes d'ouverture de la pêche,
- Les modalités de la limitation éventuelle des pêches qui peuvent être adaptées en fonction des caractéristiques propres à la pêche professionnelle et de loisir,
- Les conditions dans lesquelles sont délivrés et tenus les carnets de pêche.

Le plan de gestion s'intéresse de fait aux conditions de production, de circulation et d'exploitation des ressources piscicoles. Il est instigateur d'enquêtes visant à mieux connaître la ressource et, au besoin, précurseur en matière d'opérations de restauration et de modalités de gestion visant à concilier les usages et le maintien des populations sur le long terme.

Depuis les années 1990, une politique en faveur des grands migrateurs s'est impulsée sur le bassin du Rhône, au travers notamment du premier plan migrateurs 1993-2003 dont l'objectif principal était le retour de l'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*) sur le Bas-Rhône jusqu'à l'Ardèche et ses affluents en rive droite (Gardon, Cèze, Ardèche). Face à sa complexité, l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) a été créée en 1993 pour gérer et coordonner ce plan.

Sur la période 1993-2003, il s'est avéré concluant puisque l'aire de colonisation de l'Alose s'est agrandie sur le Rhône et ses affluents jusqu'à l'Ardèche. Néanmoins, le champ d'actions de ce projet ne concernait d'une part, que l'Alose et d'autre part, que l'axe Rhône et ses affluents en rive droite alors que les poissons migrateurs amphihalins étaient historiquement présents sur certains affluents en rive gauche du Rhône (Durance, Ouvèze, Aigue et Lez) et sur les fleuves côtiers méditerranéens, dont certains ont des potentialités élevées de croissance et de reproduction.

Le second plan migrateurs 2004-2009, intégré dans le PLAGEPOMI 2004-2009, s'est donc élargi tant en termes d'espèces (Anguille, Lamproies, Esturgeon, Truite de Mer) que de milieux (affluents en rive gauche, fleuves côtiers et lagunes). Les objectifs ont été construits en fonction de l'état et de l'évolution des populations de poissons migrateurs sur le bassin et en tenant compte des connaissances écobioécologiques du moment.

Malgré un programme du PLAGEPOMI 2004-2009 ambitieux, le bilan des études de connaissances et techniques s'avère relativement positif. Elles ont ainsi apporté les éléments scientifiques, techniques et financiers pour définir la stratégie du PLAGEPOMI suivant. Le bilan de la libre circulation est quant à lui plus nuancé avec un contraste entre le bassin rhodanien et les fleuves côtiers méditerranéens. Toutefois, les éléments rassemblés ont permis de définir des priorités d'action de recolonisation sur les bassins RM et C pour le PLAGEPOMI 2010-2014.

Ainsi, le 3^{ème} plan 2010-2014 s'inscrit dans la continuité des deux précédents PLAGEPOMI en définissant des stratégies de gestion et de reconquête pour l'Alose, l'Anguille et les Lamproies sur le Rhône, ses affluents et quelques affluents secondaires, sur les fleuves côtiers et certains de leurs affluents et sur les lagunes méditerranéennes. Par ailleurs, ce plan est élaboré en cohérence avec les politiques de référence instaurées dans le SDAGE. Il reprend de plus intégralement les dispositions du plan de gestion de l'Anguille et de la stratégie pour une reconquête du Rhône par les espèces migratrices amphihalines et les complète sur des aspects transversaux (COGEPOMI RMC, 2011).

II.4. Le Grenelle de l'environnement

Le Grenelle de l'environnement est une loi dont le projet a été présenté au gouvernement dans l'objectif de prendre à long terme des décisions en matière d'environnement et de développement durable. Ainsi, un premier projet de loi (Grenelle 1) a été proposé en 2007 puis a été validé en février 2009 par le Sénat puis promulgué le 3 août 2009. Le projet de loi « Grenelle 2 » qui vient en complément des objectifs fixés dans le Grenelle 1 a été adopté au Sénat le 8 octobre 2009 et promulgué le 12 juillet 2010. Les articles de ce projet de loi ciblent différents domaines de l'écologie dont la biodiversité et la protection des espaces.

L'un des objectifs est de retrouver une bonne qualité écologique de l'eau et d'assurer son caractère renouvelable dans le milieu. Ainsi, des outils d'aménagement du territoire permettant de créer une continuité territoriale ont été créés : la « trame verte » et la « trame bleue ». L'élaboration de ces deux outils associera l'Etat, les collectivités territoriales et autres parties prenantes sur une base contractuelle.

La loi « Grenelle 1 » a pour objectifs l'amélioration de la qualité des eaux (Titre II, Chapitre II, Articles 23 et 24) ainsi que la préservation et la reconstitution de la continuité écologique des milieux (Titre II, Chapitre II, Article 24) (MEEDAT, 2008). En particulier, l'effacement ou l'équipement des obstacles les plus problématiques pour la migration des poissons sera étudié, l'objectif étant d'atteindre le bon état écologique d'ici 2015. Les collectivités territoriales, les établissements publics territoriaux ainsi que les Agences de l'eau seront sollicités afin de maintenir et restaurer les zones humides ainsi que les réservoirs biologiques essentiels pour la biodiversité et le bon état écologique des masses d'eau superficielle.

Un nouvel article du Code de l'environnement (article L371-1 du Titre VII (« Trame verte et bleue ») du Livre III (« Espaces naturels ») du Code de l'environnement) a été créé par la loi Grenelle 2. Cet article, stipule que *« la trame verte et la trame bleue ont pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural. »*

La « trame verte » traite essentiellement des grands espaces naturels (Zones naturelles d'intérêt écologique faunistiques et floristiques (ZNIEFF) marines et terrestres). La « trame bleue » est l'équivalent de la « trame verte » pour les eaux de surface continentales et leurs écosystèmes associés. Selon la loi Grenelle 2, la trame bleue comprend les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux figurant sur les listes établies en application de l'article L. 214-17 du Code de l'environnement.

Ainsi, les objectifs du Grenelle de l'environnement sont étroitement liés au SDAGE et son programme de mesures, au PLAGEPOMI 2010-2014, au plan de gestion de l'Anguille et aux classements des cours d'eau (Code de l'environnement, article L214-17). En Rhône-Méditerranée, la mise en place de ces systèmes législatifs a amené l'Etat (DREAL, DDTM) et ses Etablissements publics (ONEMA et Agence de l'Eau) à identifier des ouvrages à traiter prioritairement sur le plan de la continuité écologique. Ainsi, deux lots d'ouvrages ont été définis :

Lot 1 : Les ouvrages pour lesquels des actions, au sens de travaux, sont à définir et à lancer entre 2009 et 2012, en donnant la priorité aux actions de restauration.

Lot 2 : Les ouvrages pour lesquels l'acquisition de connaissances complémentaires (études non directement liées à des travaux) est un préalable nécessaire à des travaux de restauration de la continuité, cette connaissance devant être acquise au plus tard fin 2012.

II.5. Le plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau

Afin de coordonner au mieux les politiques portées par l'Etat et ses établissements publics (Agence de l'Eau, ONEMA...) et de répondre aux objectifs fixés par la DCE (bon état des eaux d'ici à 2015), par le Grenelle de l'environnement (restauration de la continuité écologique selon la trame bleue) et par le plan de gestion de l'Anguille, le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer a décidé d'engager un plan d'actions pour la restauration de la continuité des cours d'eau (MEEDDM, 2010).

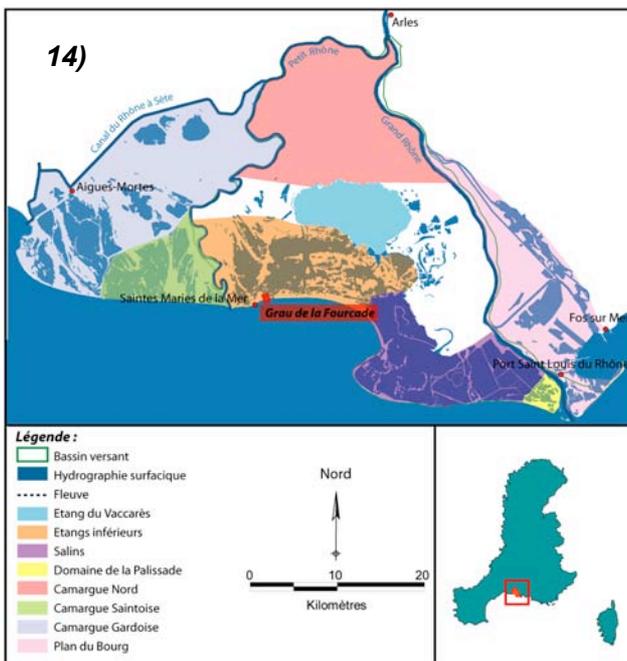
Ce plan, annoncé le 13 novembre 2009, se décline en 5 axes cohérents et complémentaires :

- Le recensement des obstacles à l'écoulement (base gérée par l'ONEMA) afin d'identifier des ouvrages prioritaires parmi les 60 000 recensés ;
- La définition, de priorités d'intervention sur les bassins en suivant un schéma d'aménagement et de gestion des eaux avec pour objectif, la restauration de la continuité écologique ;
- La révision des programmes des agences de l'eau et des contrats d'objectifs en cours afin de dégager les financements nécessaires pour aménager d'ici à 2012, 1 200 ouvrages, recensés comme prioritaires ;
- La création d'une police de l'eau dont l'objectif sera de mettre en place un programme pluriannuel d'intervention sur les obstacles les plus perturbants pour les migrations piscicoles ;
- L'évaluation des bénéfices environnementaux, gage du suivi de l'efficacité des mesures mises en œuvre.

III. Contexte géographique

Le grau de la Fourcade est situé à l'Ouest du delta du Rhône, à l'Est de la commune des Saintes Maries de la Mer (fig.14). Ce grau relie la mer aux Etangs inférieurs, qui sont eux-mêmes reliés à l'étang du Vaccarès, l'ensemble représentant 12 000 ha.

13 vannes coulissantes, aménagées dans le grau, contrôlent intégralement les échanges Mer-Etang (fig.15). Les données recueillies depuis 1993 sur la gestion de cet ouvrage montrent que les échanges hydrauliques avec la mer sont dominés par les sorties d'eau et que les périodes d'entrées marines sont restreintes. Ce suivi fait également ressortir des fermetures très fréquentes de l'ouvrage de juin à décembre.



Figures 14 et 15 : Localisation du grau de la Fourcade (14) et vannes coulissantes (15) (MRM)

À côté de cet ouvrage est situé l'exutoire des eaux d'assainissement de la commune des Saintes Maries de la Mer. L'exutoire se jette dans le grau et est équipé en amont de pompes. Lorsque les vannes sont fermées, le débit d'attrait est constitué essentiellement par celui de l'exutoire des eaux d'assainissement. Il attire les civelles qui se retrouvent prises dans un cul-de-sac, sans espoir de pouvoir atteindre le système Vaccarès.

Ce site a été retenu comme prioritaire pour la mise en place d'un suivi pérenne de la dynamique migratoire des civelles pour la mise en place d'une passe-piège à Anguille (Barral, 2001). Il a en effet pour intérêts de :

- ✓ Constituer un point de blocage,
- ✓ Procurer un débit d'attrait,
- ✓ Être à proximité de l'embouchure,
- ✓ Bénéficier d'une alimentation électrique.

Par ailleurs, les données récoltées mensuellement par la Tour du Valat dans le Vaccarès (pêches expérimentales) montrent qu'il existe le plus souvent un fort déficit du recrutement en civelles dans le système (Crivelli *et al.*, 2008). Afin de tester cette hypothèse, une passe-piège à civelles a été installée par FISH-PASS à l'automne 2003 à côté des pompes de l'exutoire des eaux assainissement (fig.16).

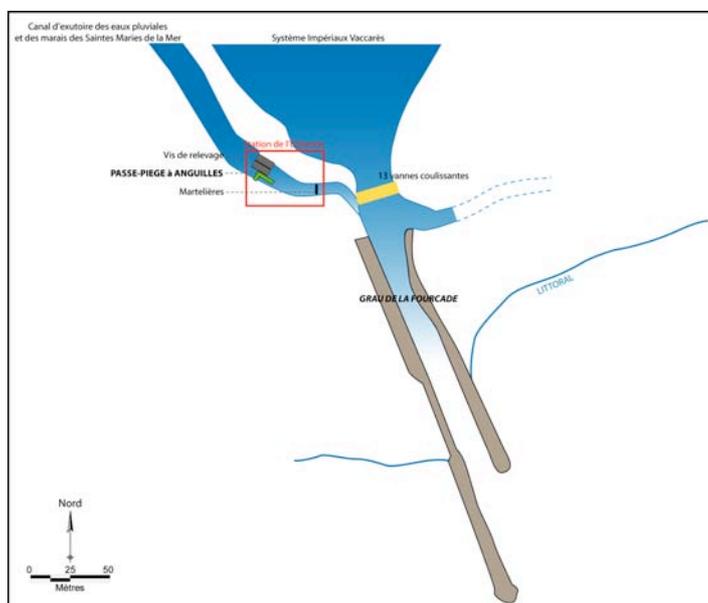


Figure 16 : Localisation de la passe-piège à civelles (MRM)

Opérationnelle depuis la seconde semaine de janvier 2004, elle n'a cessé de fonctionner jusqu'à aujourd'hui.

METHODES

I. Suivi de la passe-piège à civelles

I.1. Fonctionnement du dispositif

Les individus sont attirés à proximité du système de capture par un débit d'attrait constant fourni par une pompe immergée dans le canal d'assainissement. Le flux d'eau est réparti au niveau du système de capture par deux canalisations équipées de vannes. La première canalisation alimente un bac entonnoir qui renouvelle à la fois l'eau du bac de capture et crée une lame d'eau sur la rampe de reptation. La seconde canalisation se déverse dans une goulotte qui aboutit à l'aval de la rampe de reptation, dans le but de créer le débit d'attrait.

Les rampes de reptation sont constituées de plaques PVC lisses de 40 cm de large sur lesquelles sont implantées des brosses de filaments synthétiques rigides. Le substrat utilisé pour la réalisation des rampes est dit mixte puisque favorisant la reptation des individus de petite taille en son centre (l'espacement entre les brosses est alors de 1,5 cm) et des individus de grande taille sur les bords (espacement de 2,5 cm). Les rampes de reptation sont fixées sur des goulottes en polyester qui canalisent le flux d'eau humidifiant la rampe et orientent les anguilles vers le bac de capture.

Après avoir gravi la rampe, les anguilles tombent dans un bac de capture, d'une capacité de 200 litres (fig.17). Le flux créant la lame d'eau sur la rampe se déverse en partie dans ce bac et permet le renouvellement de l'eau, et ainsi sa réoxygénation.

Suite à des travaux réalisés sur le barrage d'Arzal dans l'estuaire de la Vilaine (Morbihan), il est apparu que l'eau en contact avec des anguilles "attirait" d'autres individus.

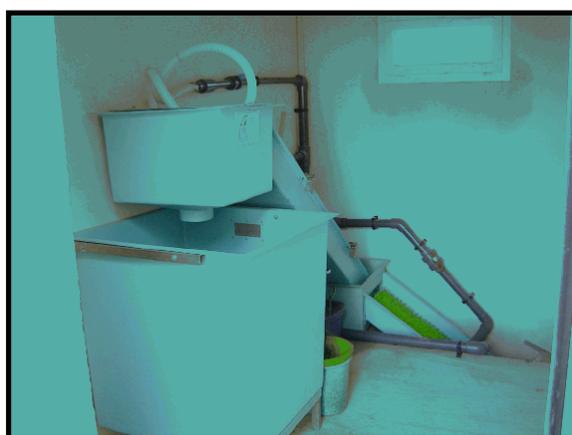


Figure 17 : Local de la passe et bac de captures (MRM)

Dans le but d'utiliser ce phénomène, le trop plein du vivier de capture se déverse sur la rampe de reptation de la passe-piège (BRIAND *et al.*, 2002).

Au fond du bac de capture, un système de vidange obturé par une grille permet d'évacuer l'eau du bac tout en conservant les anguilles. Ce système est une sécurité qui évite les débordements. Une fois le bac vidangé, les anguilles sont capturées manuellement par l'intervenant.

I.2. Période et fréquence de suivi

Tableau 1 : Périodes de suivi de la passe à civelles de 2004 à 2011

Année	Période
2004	Année
2005	Année
2006	Janvier - Juin / Octobre - Décembre
2007	Janvier - avril / Octobre - Décembre
2008	Janvier - avril / Octobre - Décembre
2009	Janvier - avril
2010	Janvier - avril / Octobre - Décembre
2011	Janvier

Au regard des résultats des années antérieures, la passe-piège est opérationnelle systématiquement de janvier à avril puis d'octobre à décembre depuis l'année 2006 (tab.1).

Elle est en revanche désactivée de mai à octobre pour des raisons de coûts de fonctionnement et de personnel par rapport aux effectifs susceptibles d'être piégés.

La fréquence des visites varie en fonction des captures. Ainsi, en période de pic de migration, une visite journalière s'impose.

Les civelles capturées sont pesées, puis relâchées en amont des 13 vannes, dans l'étang des Impériaux. Cette action pourrait s'assimiler à de l'alevinage, à la différence près que nous ne contrôlons pas les quantités déversées.

I.3. Protocole de suivi

Entre janvier et avril, un sous-échantillon de civelles (N= 50) est prélevé chaque semaine afin de déterminer la longueur et le poids des civelles ainsi que leur stade de pigmentation (Annexe 2). 6 sous-échantillons hebdomadaires de 30 civelles sont également prélevés et pesés afin d'estimer un poids moyen représentatif de la totalité des individus capturés et ainsi d'évaluer l'effectif total.

Parallèlement à ce travail, les données suivantes sont récoltées :

- ✓ Paramètres de fonctionnement des pompes de l'assainissement,
- ✓ Évolution de la température de l'eau du débit d'attrait avec un thermomètre enregistreur,
- ✓ Évolution des ouvertures des vannes de l'ouvrage.

II. Suivi des individus dans le Vaccarès

Une fois les civelles relâchées dans le système Impériaux-Vaccarès, il faut suivre leur devenir jusqu'à leur départ en migration sous forme d'anguilles argentées.

Les objectifs sont d'estimer :

- ✓ La proportion de civelles rentrées naturellement et donc la quantité totale de civelles ayant colonisé le système,
- ✓ La mortalité totale (naturelle et due à la pêche),
- ✓ La relation recrutement-quantités d'anguilles argentées.

II.1. Échantillonnage des anguilles

La Tour du Valat réalise un échantillonnage dans le Vaccarès sur le site dit de la Capelière et sur les Impériaux sur le site dit du Malagroy, situé en face du siège de la Réserve Nationale de Camargue, à l'est du Vaccarès (fig.18).

Trois capétchades (annexe 3) à alevins (paradière orientant les individus vers un piège constitué de un à plusieurs verveux de maille de 1 mm) sont installées depuis 2004. Elles sont visitées tous les jours et capturent aussi bien les civelles que les petites anguilles.

Des capétchades palavasiennes (paradière orientant les individus vers un piège constitué de 1 à plusieurs verveux de maille de 6 mm) sont installées chaque année à la Capelière et aux Impériaux une semaine par mois, d'avril à juin et de septembre à novembre. Elles ne capturent pas les civelles mais les anguillettes, les anguilles jaunes et les anguilles argentées.

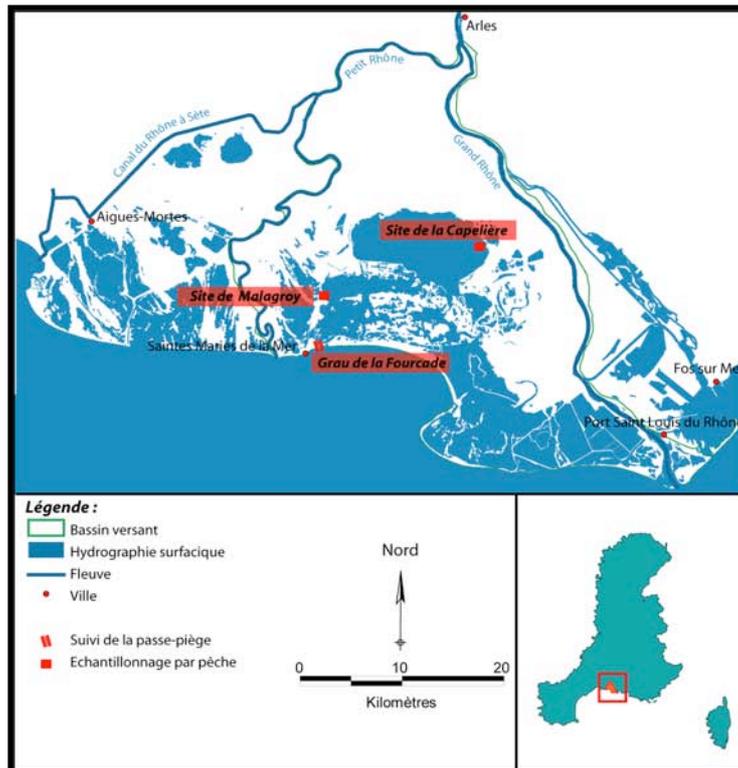


Figure 18 : Localisation des sites d'échantillonnage des anguillettes par pêche sur les étangs du Vaccarès et des Impériaux (MRM)

II.2. Mesures biométriques

Toutes les civelles et anguilles capturées sont au minimum mesurées et pesées. Un sous-échantillon de civelles capturées dans le Vaccarès est également analysé depuis 2005 pour leur stade de pigmentation.

Un échantillon d'environ 300-400 anguillettes est récolté chaque mois d'octobre à partir de 2004. Les anguillettes sont conservées congelées. Cet échantillon permet de suivre la croissance des différentes cohortes lors de leur première année et d'observer la mortalité entre les civelles et les anguillettes. Ce travail est effectué par le bureau d'études FISH-PASS.

Pour chaque individu, la longueur totale (LT en mm) et le poids total (PT en g) sont mesurés après décongélation. Il convient de remarquer que la congélation induit une erreur sur les mesures biométriques (rétraction musculaire et modification des densités des tissus). Dans tous les cas, il est préférable de revenir aux mesures prises lors de la collecte de l'échantillon lorsque celles-ci sont disponibles. Par ailleurs, cette opération permet de transposer les interprétations à l'ensemble de la population d'anguilles concernée.

II.3. Détermination du sexe

Le sexe (mâle et femelle) est déterminé par observation macroscopique des gonades seulement des individus d'une taille supérieure à 300 mm (en dessous, le sexe des anguilles est indéterminé). Les appellations "*mâle*", "*femelle*" et "*indéterminé*" ainsi définies ne correspondent pas à des états de maturation sexuelle, mais à une différenciation inter-individuelle. La maturation sexuelle des anguilles n'intervient que lors du trajet de migration vers les Sargasses.

II.4. Parasitisme à *Anguillicoloïdes crassus*

Pour évaluer la pression du parasite sur son hôte, on dispose de plusieurs paramètres :

- ✓ **La prévalence** est la proportion d'anguilles infectées par *Anguillicoloïdes crassus*,
- ✓ **l'abondance** est le nombre moyen de parasites observés dans la vessie natatoire pour toutes les anguilles examinées (infectées ou pas),
- ✓ **l'intensité** est le nombre moyen de parasites observés dans la vessie natatoire par anguille infectée,
- ✓ **le SDI** est l'indice de dégénération de la vessie natatoire (Lefebvre *et al.*, 2002a, Lefebvre *et al.*, 2011) (0 = vessie en bon état ; 6 = vessie totalement dégradée, sans lumen et qui n'est plus fonctionnelle).

L'examen de la vessie natatoire permet donc d'effectuer le diagnostic de l'anguillicolose. Toute altération ou anomalie d'un organe interne est également notée lors de la dissection (nécrose du foie), ainsi que les observations d'état général (présence de masses graisseuses, blessures cutanées, parasitisme externe ...).

II.5. Estimation de l'âge individuel des anguillettes

L'estimation de l'âge des anguilles est réalisée à partir de l'interprétation des zones opaques et hyalines des otolithes (fig.19), en cohérence avec les travaux existants sur le site considéré :

- ✓ PANFILI *et al.* (1991) pour le schéma d'interprétation des otolithes,
- ✓ LECOMTE-FINIGER (1983) pour la chronologie du recrutement des civelles.

La dissection des otolithes (*Sagittae*) est réalisée par coupe transversale du crâne. Les otolithes sont lavés dans un bain d'eau de Javel diluée (50%), rincés à l'eau déminéralisée puis séchés dans un bain d'alcool à 70°. Ils sont ensuite stockés par paire à sec.

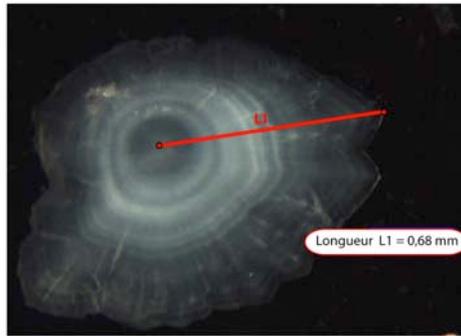


Figure 19 : Otolithe de la classe 2 ans (LT=176 mm)

Les arrivées de civelles dans les lagunes méditerranéennes s'échelonnent entre octobre et avril, avec un pic d'abondance de janvier à mars. Cette variabilité dans la date d'arrivée entraîne de fait une variabilité de la largeur de la première zone de croissance printanière (opaque) et un écart d'âge correspondant de 6 mois. Le changement de classe d'âge se fait en début d'été ce qui correspond, dans le cas des anguilles méditerranéennes, à la formation d'une zone hyaline sur l'otolithe. Les âges exprimés dans le cadre de cette étude sont donc exprimés en nombre d'étés passés en milieu continental selon le code suivant :

- ✓ **La classe d'âge 0** correspondant à des civelles (zone de transition en cours de formation),
- ✓ **La classe d'âge 0+** correspondant à des anguilles n'ayant pas encore passé un été dans les eaux continentales (la zone de transition est formée et suivie d'une zone opaque plus ou moins large)
- ✓ **La classe d'âge "n"** correspondant à des anguilles ayant vécu "n" étés après leur arrivée dans les eaux continentales (la zone de transition est suivie d'une zone opaque puis de "n" zones hyalines larges séparées par des zones opaques larges).

L'observation des structures de croissance est réalisée sur la surface interne (plan sagittal) de l'otolithe (l'otolithe est inclus dans de la résine méthacrylate (Orthorésine®) puis poncé sur papier émeri jusqu'au nucleus). L'observation dans l'alcool (éthanol 70°) permet de renforcer les contrastes optiques. La mesure du rayon des différentes structures observées contribue à leur interprétation.

RESULTATS

I. Captures au niveau de la passe-piège

I.1. Comparaison interannuelle

En 2011, sur la demande de la commune des Saintes Maries de la Mer, un abaissement volontaire du niveau d'eau du canal des Launes a été réalisé au début de l'année afin d'assécher les marais communaux et ainsi reminéraliser les fonds et favoriser la repousse des herbiers. La pompe d'alimentation du dispositif hydraulique de la passe s'est retrouvée hors d'eau et la passe-piège à civelles n'a fonctionné qu'au mois de janvier.

Néanmoins, 207 997 civelles ont été capturées, ce qui correspond aux captures les plus hautes réalisées en janvier depuis 2004 (tab.2, fig.20).

Tableau 2 : captures des civelles de 2004 et 2011 à la passe piège (Crivelli et al., 2010 ; Crivelli et al., 2009, Crivelli et al., 2008 ; Crivelli et al., 2007 ; Crivelli et al., 2006 ; Crivelli et al., 2005 ; Crivelli et al., 2004)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Janvier	114 949	76 664	1 578	195 672	83 270	2 854	0	207 997
Février	733 276	9 445	183 426	43 840	421 181	9 601	18835	-
Mars	482 270	1	123 793	95 562	20 755	559 568	568269	-
Avril	18 541	16	24 493	584	18 169	61 093	21836	-
Mai	152	142	561	-	-	-	-	-
Juin	4 794	3	41	-	-	-	-	-
Juillet	1 020	0	-	-	-	-	-	-
Aout	2 826	0	-	-	-	-	-	-
Septembre	3 645	8	-	-	-	-	-	-
Octobre	8 360	20 098	0	20	3	-	513	-
Novembre	500	274	4 392	35	4	-	36 945	-
Décembre	4 292	0	2 546	7 452	691	-	1 607	-
Total	1 374 625	106 651	340 830	343 165	544 073	633 116	648 005	207997

On constate donc une grande disparité des captures entre les années même si la majorité des captures a lieu entre janvier et avril. La première année de suivi est la plus prolifique (1 374 625 individus capturés). Le recrutement en civelles au niveau de la passe-piège s'effondre en 2005 (106 651 individus) puis augmente jusqu'en 2009 (633 116 individus). Le pic de captures varie également : il se situe en février pour les années 2004, 2006 et 2008, en janvier pour 2005 et 2007 et enfin au mois de mars pour le suivi 2009 et 2010. En 2011, la saison s'annonçait bien avec des captures record en janvier.

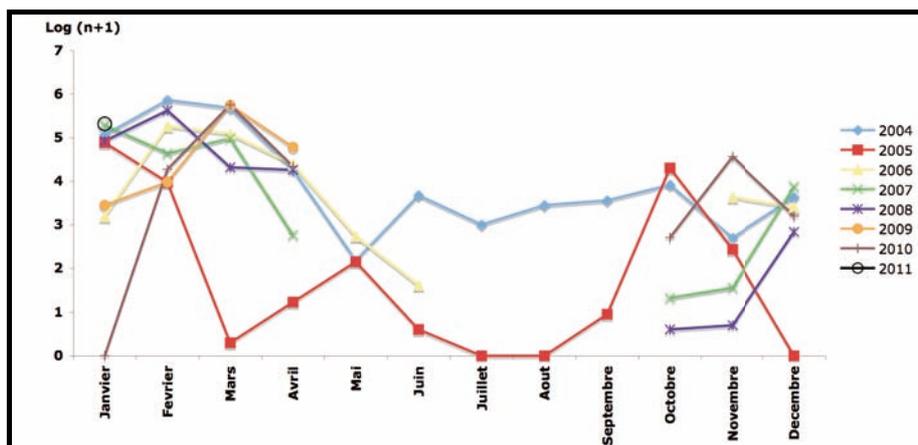


Figure 20 : Evolution mensuelle des captures de civelles de 2004 à 2011

Indépendamment d'éventuelles fluctuations de stock de civelles en mer, inconnues mais toujours possibles, les principaux facteurs qui expliquent ces variations sont essentiellement la température de l'eau et l'appel en mer dû aux ouvertures des vannes de l'ouvrage situé à la Fourcade qui dépendent elles-mêmes du niveau d'eau du Vaccarès. Plus son niveau est haut et plus la probabilité d'ouverture de nombreuses vannes est grande (CRIVELLI *et al.*, 2008). Ainsi, l'ouverture des vannes crée un flux d'eau vers la mer. Ce flux d'eau sert de débit d'appel pour les civelles au niveau du Grau de la Fourcade. Ces dernières ayant détecté ce débit d'appel entrent alors dans le grau et colonisent le système Impériaux-Vaccarès.

I.2. Déterminisme de la migration 2011

I.2.1. Effet de la température

Début janvier 2011, la température de l'eau a augmenté (fig.21). Elle a dépassé le seuil de 6°C identifié comme température à partir de laquelle les civelles sont mobiles (Crivelli *et al.*, 2004) le 5 janvier. Ainsi, le réchauffement des eaux a entraîné la migration d'un grand nombre de civelles de la mer vers l'appel d'eau douce que constitue l'attrait de la passe piège (plus de 30 000 civelles capturées par jour à partir du 7 janvier).

Jusqu'au 18 janvier, la température a oscillé autour de 8°C sans descendre en dessous de 6°C, ce qui a permis aux individus arrivant de la mer de poursuivre leur migration. Durant cette période, les captures journalières se situaient aux alentours de 10 000 individus par jour.

Après le 19 janvier, un épisode de mistral a fortement fait chuter la température de l'eau (températures voisines de 0°C). Cette forte diminution de la température de l'eau a entraîné un arrêt de la migration des individus. En effet, après le 21 janvier, aucune civelle n'a été capturée dans la passe piège.

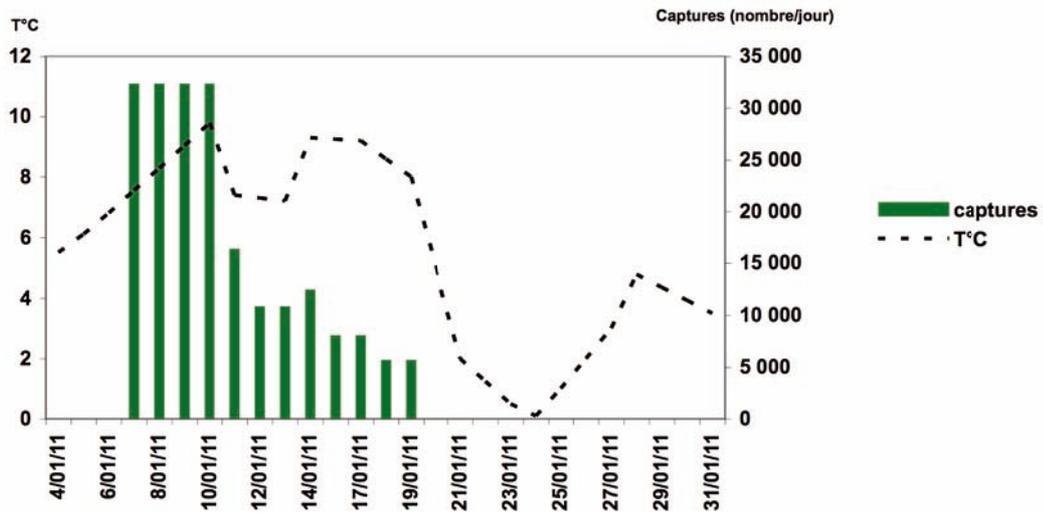


Figure 21 : Evolution journalière des captures confrontée à la température de l'eau

I.2.2. Gestion des vannes du pertuis

L'ouverture et la fermeture des vannes du pertuis de la Fourcade s'effectue de manière concertée par la Commission Exécutive de l'Eau. Cette Commission est pilotée sur le plan technique par le Parc Naturel Régional de Camargue et réunit différents usagers locaux (riziculteurs, éleveurs, pêcheurs, syndicats, associations locales, communes...). Plus le niveau d'eau du système Impériaux/Vaccarès est haut et plus la probabilité d'ouverture de nombreuses vannes est grande (CRIVELLI *et al.*, 2008). Ainsi, l'ouverture des vannes crée un flux d'eau vers la mer qui attire les civelles.

En 2007 et 2008, très peu de vannes ont été ouvertes durant la période de remontée des civelles (1 à 2 vannes ouvertes entre janvier et avril) (fig.22). En revanche, en 2009 et 2010, la majorité des vannes a fréquemment été ouverte durant cette période. La gestion du pertuis a donc été bénéfique à la migration des civelles en 2009 et 2010.

En 2011, seulement une vanne a été ouverte au début du mois de janvier. Le grand nombre de civelles capturées du 7 au 19 janvier peut toutefois être le résultat de l'ouverture d'un grand nombre de vannes à la fin du mois de décembre 2010 (pas de données disponibles pour cette période) ou alors d'un recrutement particulièrement abondant. Le cas échéant, les 11 vannes ouvertes du 20 au 25 janvier 2011 a probablement créé un nouvel appel en mer et permis à de nombreuses civelles de trouver le Grau. Malheureusement, l'arrêt du suivi ne permet pas de vérifier cette hypothèse.

Bien qu'il soit difficile de certifier une relation directe de cause à effet, on peut remarquer que le nombre total de civelles capturées à la passe-piège en 2009 et 2010 (respectivement 633 116 et 648 005 civelles) est supérieur à celui de 2007 et 2008 (respectivement 343 165 et 544 073 civelles).

Le Grau de la Fourcade étant la seule véritable connexion entre la mer Méditerranée et le système Impériaux/Vaccarès, il s'agit par ailleurs du seul échappatoire pour les anguilles argentées cherchant à rejoindre la mer des Sargasses. La gestion des vannes est donc primordiale pour favoriser le bon déroulement du cycle biologique de l'Anguille (montaison + dévalaison). Au regard de l'historique d'ouverture/fermeture des vannes, la gestion du pertuis n'est pas favorable à l'échappement des argentées. En effet, hormis en 2011 où 13 vannes ont été ouvertes les 15 derniers jours du mois de novembre, très peu de vannes sont ouvertes durant la période de migration des argentées (octobre à décembre).

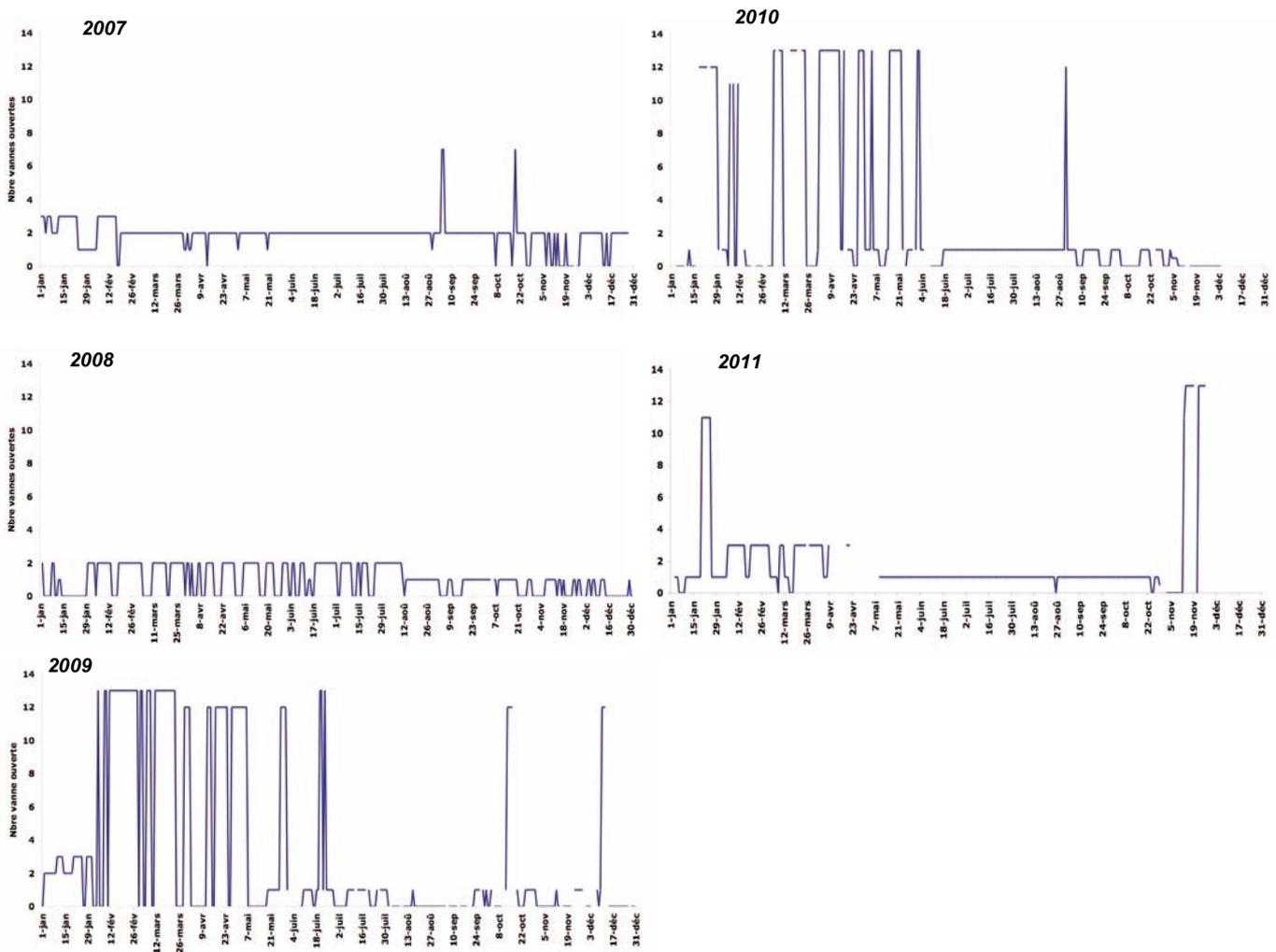


Figure 22 : Gestion des vannes du Pertuis de la Fourcade de 2007 à 2011 (source PNR Camargue)

I.3. Pigmentation et biométrie des civelles

Le stade de pigmentation, la longueur et le poids d'au moins 50 civelles ont été déterminés hebdomadairement. Pour simplifier, les stades VB et les stades supérieurs à 6A0 qui correspondent aux civelles arrivées depuis un certain temps ont été regroupés (fig.23).

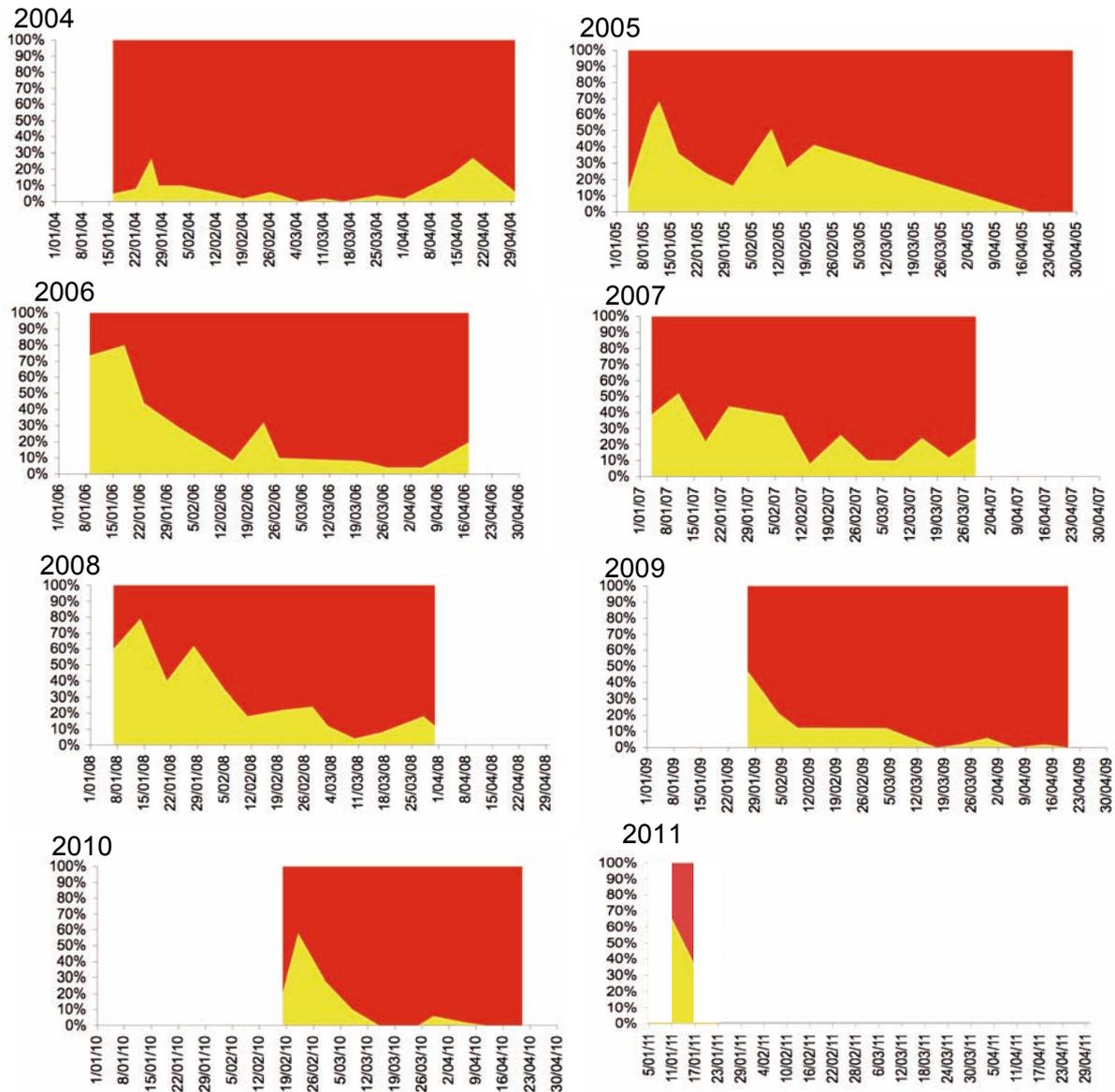


Figure 23 : Dynamique des stades de pigmentation des civelles capturées à la passe-piège de la Fourcade de janvier à avril entre 2004 et 2011 (VB en jaune, >6A0 en rouge)

On assiste chaque année à un vieillissement des civelles de janvier à avril, même si la vitesse de ce phénomène varie entre les cohortes. En effet, alors qu'en janvier, la population migrante est constituée entre 20 à 90 % de civelles non pigmentées c'est-à-dire à un stade de maturité jeune (VB), ces dernières représentent en avril moins de 50 % des anguilles capturées dans la passe-piège. Ce phénomène s'accroît à partir de 2006.

L'évolution de la longueur moyenne et du poids moyen mensuels des civelles capturées à la passe-piège, présentée dans les figures 24 et 25, corrobore la dynamique de la figure 23. Ainsi en fin de migration (avril à mai), les civelles ont un poids et une taille plus faibles qu'en début de migration mais un stade de pigmentation plus élevé.

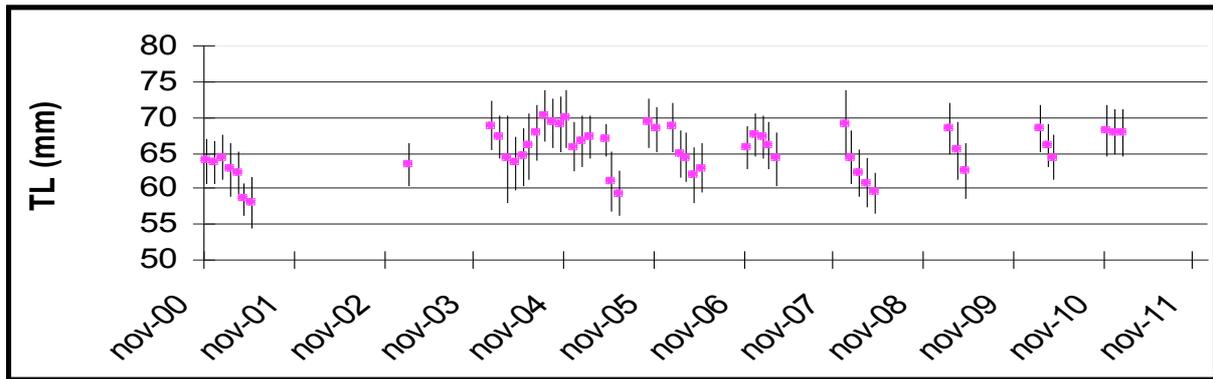


Figure 24 : Evolution de la longueur moyenne mensuelle des civelles piégées tous stades confondus au niveau de la passe-piège de la Fourcade entre 2000 et 2011*

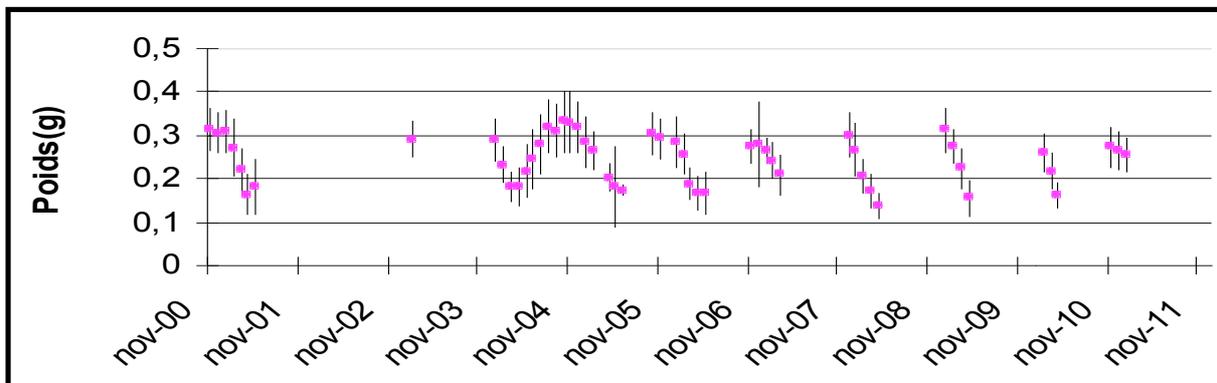


Figure 25 : Evolution du poids moyen mensuel des civelles piégées tous stades confondus au niveau de la passe-piège de la Fourcade entre 2000 et 2011*

* Les données de tailles et poids moyens de novembre 2000 sont issues d'un échantillonnage effectué par la Tour du Valat

Les civelles au stade VB sont considérées comme les plus jeunes et venant d'arriver le long des côtes. Nous avons voulu voir pour un mois donné, le mois de février, si la longueur et le poids de ces civelles VB variaient entre les années (fig.26). Nous avons pris comme valeur de référence celle de Finiger en 1975 correspondant à un échantillonnage sur Bages-Sigean (taille moyenne = 62,7 mm ; poids moyen = 0,23 g) (Finiger, 1976).

On observe des différences significatives aussi bien sur les longueurs ($F_{7,342} = 26,256$; $p < 0.001$) que sur les poids ($F_{7,106} = 28,47$; $p < 0.001$) entre les années.

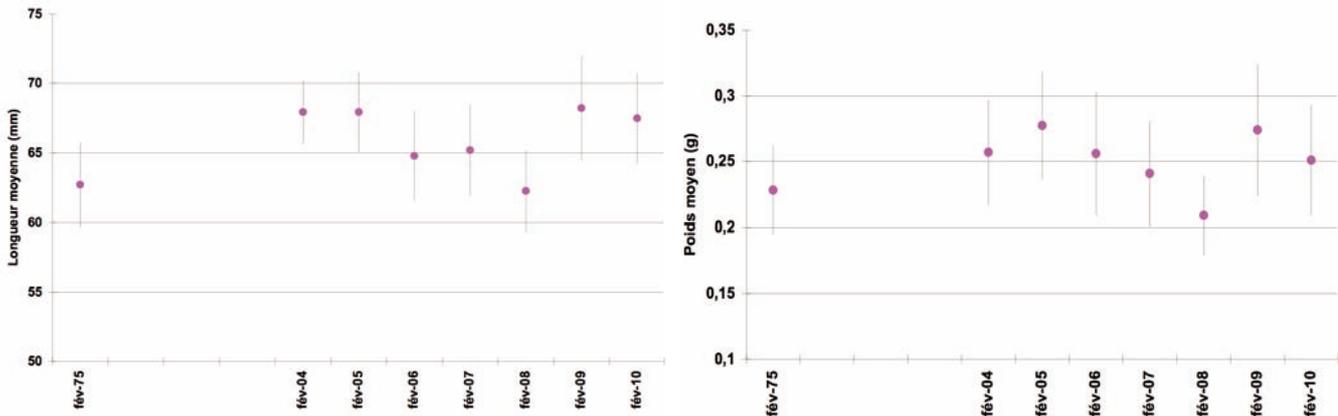


Figure 26 : Longueur et poids moyens mensuels en février des civelles au stade VB capturées de 1975 à 2010

À plus de trente ans d'intervalle, les caractéristiques biologiques des civelles lors de leur entrée dans les lagunes au mois de février ne montrent aucune tendance, mais seulement des fluctuations significatives entre 62 et 67 mm pour la longueur et entre 0,203 et 0,290 g pour le poids. Ces différences entre années pourraient être l'expression de conditions différentes (par exemple trophiques) entre les années lors de la migration océanique.

II. Captures dans le Vaccarès entre 2004 et 2011

II.1. Captures par unité d'effort (CPUE)

Les captures de civelles dans le Vaccarès à la Capelière montrent une grande variation d'année en année (fig 27). Ces variations dépendent d'une part des entrées de civelles dans le système, mais aussi de la météo lors de l'échantillonnage (par exemple : en 2010 et en 2011, aucune civelle n'a été capturée de janvier à mars en 2010 et aucune en janvier et février 2011 à cause du froid).

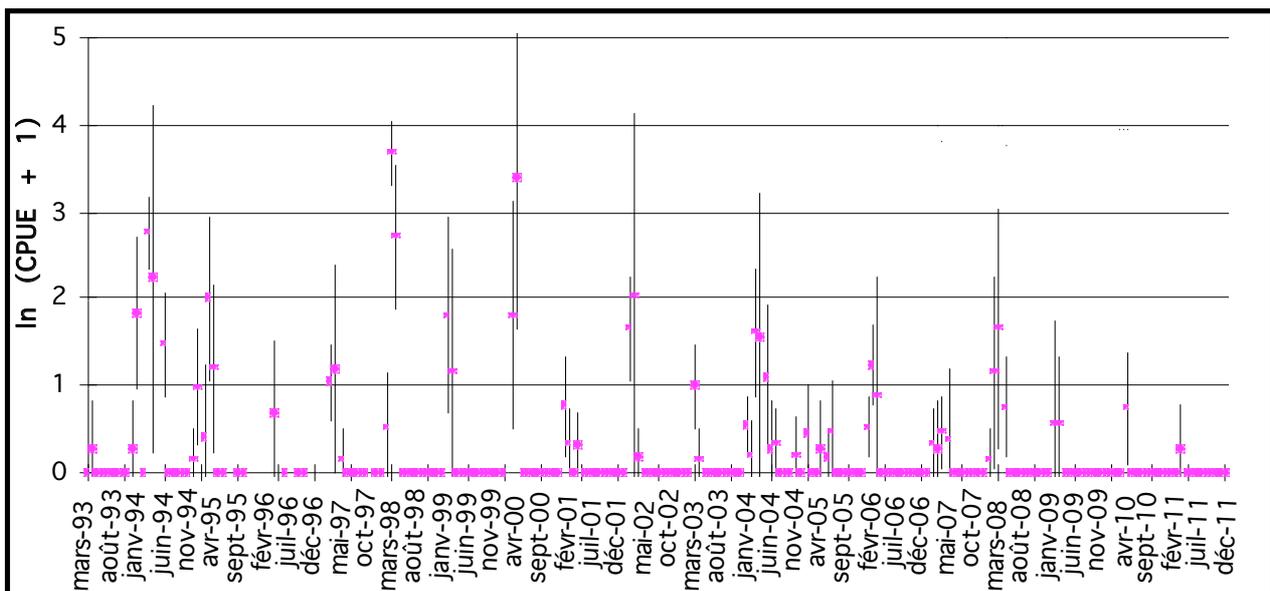


Figure 27 : Captures Par Unité d'Effort (CPUE) annuelles de civelles à la station de la Capelière de 1993 à 2011

Si l'on considère la moyenne annuelle des CPUE de civelles (moyenne des captures de février à avril), on observe une tendance à la baisse de la quantité de civelles capturées dans le Vaccarès entre 1993 et 2011 (fig. 28). L'interprétation de cette baisse, qui n'est pas significative, reste délicate si l'on considère tous les facteurs qui peuvent influencer ces résultats : stock de civelles en mer, influence des conditions météo et impact de la gestion de la Fourcade (ouverture de vannes). Néanmoins, ce résultat montre qu'il faut continuer ce suivi dans les années à venir afin de confirmer ou d'infirmer cette tendance.

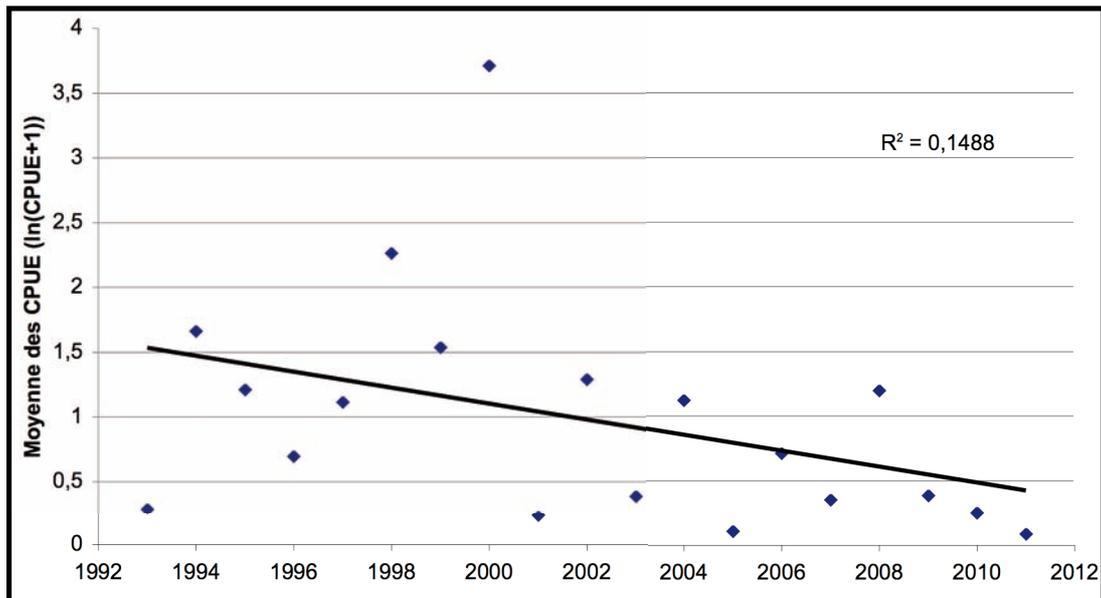


Figure 28 : Moyenne annuelle de Captures Par Unité d'Effort (CPUE) de civelles à la station de la Capelière de 1993 à 2011

II.2 Age et taille des anguilles

Le tableau 3 présente les effectifs d'Anguille échantillonnés depuis 2004 pour l'analyse des otolithes. Aussi, sur la période de suivi ont été analysés :

- ✓ Pour la cohorte 2004, 402 anguillettes mesurant entre 59 et 270 mm,
- ✓ Pour la cohorte 2005, 408 anguillettes mesurant entre 96 et 192 mm,
- ✓ Pour la cohorte 2007, seulement 48 anguillettes mesurant entre 74 et 185 mm,
- ✓ Pour la cohorte 2008, très peu d'anguillettes ont été capturées : 29 anguillettes entre 149 et 180 mm.
- ✓ Pour la cohorte 2009, 71 anguillettes mesurant entre 110 et 182 mm
- ✓ Pour la cohorte 2010, 241 anguillettes mesurant entre 119 et 175 mm

En 2004, il a été décidé d'analyser chaque mois, de mai à novembre, des sous-échantillons d'anguillettes. Les résultats ont montré que seulement 8 anguillettes marquées avaient été trouvées en 2004. Aussi après discussion, la décision a été prise d'analyser un grand nombre d'anguillettes uniquement au mois d'octobre. Cette décision a été appliquée dès 2005. Dans la mesure du possible, 300-400 anguillettes doivent donc être capturées chaque mois d'octobre. Une telle stratégie est préférable pour essayer de répondre à nos objectifs et faciliter les analyses statistiques ultérieures.

Les résultats montrent que les anguillettes de la cohorte 2004 ont grandi moins vite que celles de la cohorte 2005 et 2006 (tab.3). Il en est de même pour les anguillettes de deux étés : les anguillettes de la cohorte 2003 sont plus grandes que celles de la cohorte 2004 ($F_{1,148} = 64.39$). Ces premiers résultats suggèrent que la croissance lors des premiers mois en milieu continental serait densité dépendante (la cohorte 2004 étant environ 14 fois plus nombreuse que la cohorte 2005 (tab.1)).

Mais les données obtenues en 2007 sembleraient infirmer cette hypothèse. Concernant la cohorte 2008, les résultats sont déconcertants. En effet, aucune anguilette âgée d'un été n'a été capturée et les autres étaient âgées d'au moins deux étés. Un effet de la salinité est suspecté.

Les anguillettes d'un été de la cohorte 2010 ont eu une croissance similaire à celle des anguillettes d'un été issues des cohortes précédentes. Par contre, les anguillettes de deux étés issues de la cohorte 2009 semblent avoir eu une croissance très faible (taille des anguillettes de deux étés capturées en 2010 équivalente à la taille des anguillettes d'un été capturées en 2009). Seules des données à long terme permettront d'y voir plus clair sur ce sujet.

Tableau 3 : Longueur moyenne (mm) des anguillettes capturées dans le Vaccarès d'octobre 2004 à octobre 2010

Age	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	N	Taille (mm)	N	Taille (mm)	N	Taille (mm)	N	Taille (mm)	N	Taille (mm)	N	Taille (mm)	N	Taille (mm)
Un été	175	137,4 +/- 17,6	159	158,6 +/- 9,1	378	160,4 +/- 1,1	7	124,6 +/- 26,1	0	/	22	162,00 +/- 15,4	232	159,8 +/- 10,0
Deux étés	7	192,4 +/- 10,9	143	170,1 +/- 7,0	0	/	38	173,6 +/- 10,5	27	171,8 +/- 9,2	49	173,7 +/- 6,2	8	162,0 +/- 8,1

II.3. Le parasitisme à *Anguillicoloïdes crassus*

Ce parasite de la vessie natatoire de l'Anguille, introduit en Europe au début des années quatre-vingt et découvert en France pour la première fois en 1985 dans le Fumemorte en Camargue (DUPONT & PETTER, 1988) a fait l'objet de nombreuses investigations en Camargue (LEFEBVRE *et al.*, 2002a ; LEFEBVRE *et al.*, 2002b ; LEFEBVRE *et al.*, 2003 ; LEFEBVRE *et al.*, 2004 ; LEFEBVRE *et al.*, 2007 ; LEFEBVRE et CRIVELLI, 2004). NIELSEN (1997) avait fait l'hypothèse que plus le milieu est salé et moins l'Anguille souffre de ce parasite. Cette hypothèse a été confirmée en Camargue sur les anguilles argentées pêchées dans des milieux de salinité différente (LEFEBVRE *et al.*, 2003).

L'opportunité est donc très intéressante pour tester à nouveau cette hypothèse de l'effet de la salinité sur *Anguillicola crassus* d'une façon plus rigoureuse, d'autant plus que le Vaccarès montre des signes d'augmentation de la salinité. C'est pourquoi les anguillettes capturées en octobre font l'objet d'une analyse pour ce parasite (FISH PASS), sachant que ces dernières auront passé moins d'un an dans le milieu.

Nous avons choisi de présenter les résultats sur l'abondance et le SDI des anguillettes capturées au mois d'octobre dans le Vaccarès, les indices les plus pertinents pour montrer ce parasitisme (Lefebvre *et al.*, 2002a) (fig.29, fig.30). Ces résultats sont confrontés à la salinité du Vaccarès afin de rendre compte de l'interaction de cette dernière sur le parasitisme.

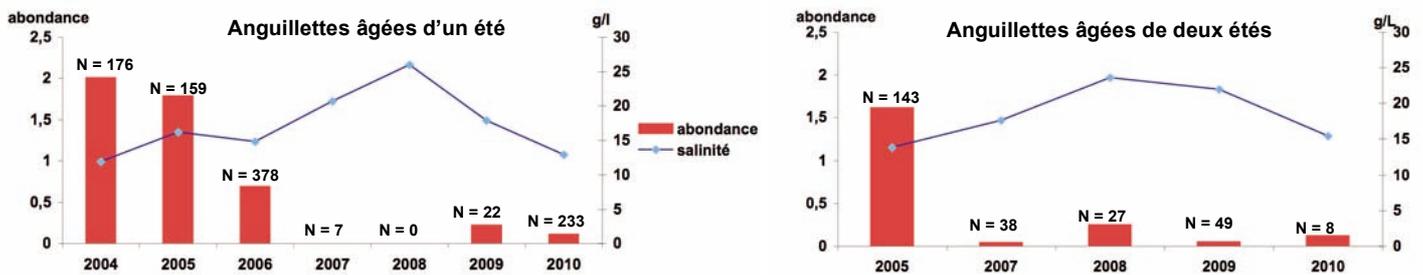


Figure 29 : Abondances d'Anguillicoloïdes crassus dans l'étang du Vaccarès de 2004 à 2010 en fonction de la salinité (données PNR Camarque) entre janvier et septembre de chaque année

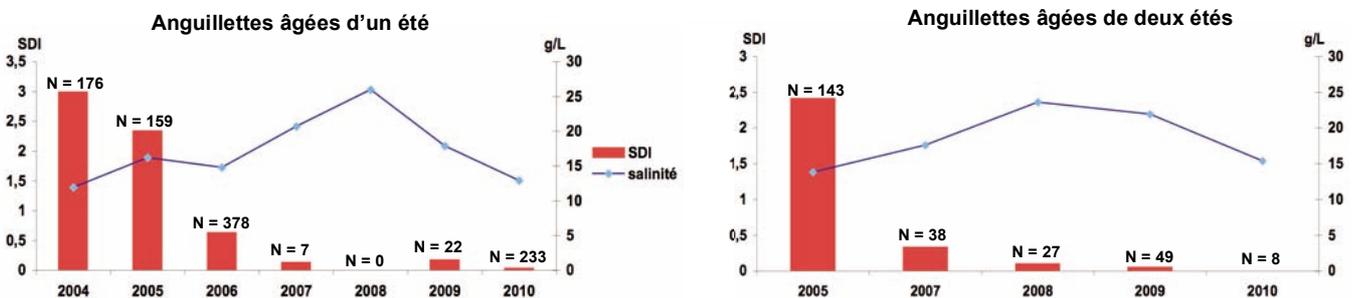


Figure 30 : SDI d'Anguillicoloïdes crassus dans l'étang du Vaccarès de 2004 à 2010 en fonction de la salinité (données PNR Camarque) entre janvier et septembre de chaque année

Ces données témoignent de l'amélioration de l'état des vessies des anguilles avec l'augmentation de la salinité du Vaccarès.

Les données issues des analyses réalisées par la Tour du Valat sur les anguilles capturées sur le Vaccarès de 1997 à 2010 (anguilles jaunes et argentées) témoignent également de la diminution du taux d'infestation des anguilles par le parasite avec l'augmentation de la salinité du Vaccarès (tab.4). L'abondance moyenne a diminué entre 1997 et 2002 (1,87 parasites par anguille en moyenne) et les années 2008 / 2010 (1,08 parasite par anguille en moyenne). Il en est de même pour la prévalence (52,4 % des anguilles infestées entre 1997 et 2002 contre 29 % entre 2008 et 2010), alors que la salinité augmente entre les deux mêmes périodes (11,5 g/L entre 1997 et 2002 contre 18,7 g/L entre 2008 et 2010).

Tableau 4 : Suivi du parasitisme d'*Anquillicoloides crassus* des anguilles jaunes et argentées capturées dans le Vaccarès de 1997 à 2010 (Tour du Valat)

Année	effectif	Taille des anguilles (mm)	Prévalence (%)	Intensité moyenne (+/- écart type)	Abondance moyenne (+/- écart type)	Index moyen de l'état de vessie natatoire (+/- écart type)**	Salinité annuelle moyenne*
1997	3228	215,49±2,72	48,61	3,5±0,21	1,70±0,12	-	5,00±0,98
1998	2764	200,7±2,96	50,47	3,01±0,14	1,52±0,09	-	10,0±1,14
1999	1192	212,41±4,37	51,59	3,1±0,28	1,6±0,17	-	12,8±0,95
2000	814	265,14±7,72	46,44	4,03±0,36	1,87±0,24	2,38±0,13	13,3±0,57
2001	857	249,6±5,72	62,78	3,72±0,3	2,33±0,22	1,54±0,1	13,8±0,63
2002	990	287,26±5,6	54,34	4,04±0,38	2,2±0,24	2,46±0,07	14,2±1,03
2008	480	414,48±9,55	37,1	4,24±1,05	1,57±0,71	1,75±0,11	25,4±1,6
2009	101	365,01±10,41	31,68	3,16±0,36	1,00±0,15	1,25±0,08	17,9±1,4
2010	794	262,13±9,51	18,38	3,65±5,10	0,67±2,60	0,49±1,01	12,89±0,77

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Commencée en 2004, cette étude a pour objectifs de faire un suivi interannuel du recrutement en civelles, de favoriser la colonisation naturelle du Vaccarès par les civelles et d'en étudier les conséquences sur la population en place d'anguilles (variations d'abondance, contaminations, croissance ...).

En 2011, la passe piège n'a fonctionné que durant le mois de janvier en raison du pompage intensif du canal des Launes par la commune des Saintes Maries de la Mer. Cette opération qui visait à assécher les marais communaux pour reminéraliser les fonds et favoriser la repousse des herbiers a fortement abaissé le niveau d'eau du canal dans lequel se trouve le système hydraulique alimentant la passe-piège. Des travaux (déplacement du système de pompage hydraulique de la passe dans un endroit moins influencé par la variation des niveaux d'eau du canal) ont par conséquent été initiés par l'Association MRM et l'Agence de l'Eau RM&C au mois de février 2012.

Malgré ce dysfonctionnement, 207 997 civelles ont été capturées au mois de janvier 2011, ce qui correspond à la plus grande quantité d'individus capturés pour un mois de janvier. Le recrutement 2011 a probablement été important car les conditions environnementales observées jusqu'au mois d'avril ont été favorables à la remontée des civelles.

La clé d'un recrutement optimal des civelles dans le système Vaccarès apparaît être en premier lieu une gestion appropriée et concertée des vannes du grau de la Fourcade. En effet, cet élément prend toute son ampleur quand, assemblé à d'autres paramètres abiotiques peu favorables, il influe directement sur le recrutement en civelles de ce système. Aussi, la Commission Exécutive de l'eau du Parc Naturel Régional de Camargue (CEDE PNRC), en charge de la gestion de ces vannes, doit s'assurer de l'ouverture partielle du Grau – avec un débit d'attrait suffisant - afin de permettre le recrutement en civelles mais également en juvéniles du système Vaccarès-Impériaux et ce, dans la limite des autres usages du territoire.

En 2012, le suivi a repris le 28 février. Il sera réalisé selon la même procédure que les années précédentes (fonctionnement de la passe piège jusqu'à la fin du mois d'avril, puis d'octobre à décembre).

BIBLIOGRAPHIE

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 Rennes 1. 333p.

ADAM G., FEUNTEUN E., PROUZET P., RIGAUD C., 2008, L'Anguille européenne : indicateurs de présence et de colonisation, éditions Quae, 393p.

ALS T., HANSEN M., MAES G., CASTONGUAY M., RIEMANN L., ARESTRUP K., MUNK P., SPARHOLT H., REINHOLD H., BERNATCHEZ L., 2011. All roads lead to home : panmixia of European eel in the Sargasso Sea. *Molecular Ecology* (2011) 20, 1333-1346. 14p.

AMILHAT E., 2007, Etat sanitaire de l'Anguille européenne *Anguilla anguilla* dans le bassin Rhône Méditerranée Corse : synthèse bibliographique. Rapport Pôle lagunes et Ceparlmar. CBETM, Université de Perpignan, 88 p.

AMILHAT E., FARRUGIO H., LECOMTE-FINIGER R., SIMON G., SASAL P., 2009, Silver eel population size and escapement in a Mediterranean lagoon : Bages-Sigean

ANTUNES C., TESCH F-W., 1997, A critical consideration of the metamorphosis zone when identifying daily rings in otoliths of European eels, *Anguilla anguilla* (L.). *Ecology of Freshwater Fish*, 6 : pp 102-107.

ASHWORTH S.T., BLANC G., 1997, *Anguillicola Crassus*, un colonisateur agressif récemment introduit dans les stocks européens d'Anguilles. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (1997) 344/345 : 335-342.

BAISEZ A., 2003. Lettre d'information N°2 Mai 2003. Tableau de Bord Anguille du Bassin Loire. 4p.

BARRAL M., 2001, Etude préliminaire à la mise en place d' « un tableau de bord anguille » sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, campagne d'études 2000. MRM, Fiche signalétiques des différents obstacles expertisés, 86 pages + annexes.

BANNING P., HAENEN O., 1990. Effects of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in wild and farmed eel, *Anguilla anguilla*. *Pathology in Marine Science. PAMAQ 3 Proceedings*. Virginia, USA, 1988. Academic Press. p 317-330.

BERG T., STEEN J-B., 1965, Physiological mechanisms for aerial respiration in the eel., *Comp Biochem Physiol*, 15(4) : 469-84.

BONNEAU S., 1990, Etude sur le cycle biologique d'*Anguillicola crassus*, nematode parasite de la vessie gazeuse des anguilles., Mémoire de stage, DEA de parasitologie., Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc, 27 p.

BRIAND C., FATIN D., CICCOTTI E., LAMBERT P., 2005, a stage structured model to predict the effect of temperature and salinity on glass eel *Anguilla anguilla* pigmentation development., *Journal of Fish Biology*, Volume 67, issue 4, 993-1009.

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

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.

BRUSLE J., 1994, L'Anguille Européenne *Anguilla anguilla*, un poisson sensible aux stress environnementaux et vulnérable a diverses atteintes pathogènes., *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335, 237-260.

BRUSLE J., QUIGNARD J.P., 2006, *Biologie des poissons d'eau douce européens.*, éditions Tec & Doc, p 387- 422.

CARRY L., DELPEYROUX J-M., 2003, Etude des rythmes de migration des espèces amphibiotiques et holobiotiques de la Garonne au niveau de la station de contrôle de Golfech au cours de l'année 2002. Migado, rapport G18-03-RT, 26p.+ annexes.

CHANCEREL F., 1994. La répartition de l'Anguille en France. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 335: 289-294.

COGEPOMI RMC, 2004, Plan de gestion du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse 2004-2008, 49p.+ annexes.

COGEPOMI RMC, 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 RMC, 2010, Plan de GEstion des POissons MIgrateurs (PLAGEPOMI) du bassin Rhône Méditerranée 2010-2014, proposition au préfet pour aprobation, 43p.

COGEPOMI RMC, 2011, Plan de Gestion des Poissons Migrateurs du bassin Rhône Méditerranée Corse 2010-2014. DIREN Rhône-Alpes, délégation de bassin RMC.

COLLECTIF, 2009a, Plan de gestion Anguille de la France. Application du règlement R(CE) n°1100/2007 du 18 septembre 2007 – Volet local de l'Unité de gestion Corse., 23p.

COLLECTIF, 2009b, Plan de gestion Anguille de la France. Application du règlement R(CE) n°1100/2007 du 18 septembre 2007 – Volet local de l'Unité de gestion Rhône Méditerranée., 32p.

COLLECTIF, 2009c, SDAGE 2010-2015 du Bassin Rhône Méditerranée. Comité de bassin Rhône Méditerranée, 361p. + annexes.

COLLECTIF, 2010, Plan de Gestion Anguille de la France, Application du règlement R(CE) n°1100/2007 du 18 septembre 2007. Volet National. 120p.

CRIVELLI A.J, 1998, L'Anguille dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse : une synthèse bibliographique. DIREN-DB RMC, publication COGEPOMI RMC, 83p.

CRIVELLI A.J., AUPHAN N., CONTOURNET P., MENELLA J.Y., 2004, Etude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès. Campagne d'étude 2004, Association MRM, 20p.+annexes.

CRIVELLI A.J., AUPHAN N., CONTOURNET P., MENELLA J.Y., 2005, Etude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès, Campagne d'étude 2005, Association MRM, 20p.

CRIVELLI A.J., AUPHAN N., DELHOM J., CONTOURNET P., LEBEL I., 2006, Etude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès. Campagne d'étude 2006., Association MRM, 34p.

CRIVELLI A.J., VANEL N., CONTOURNET P., BLANC X., AUPHAN N., LEBEL I., 2007, étude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès. Campagne d'étude 2007, Association MRM, 34p.

CRIVELLI A.J., VANEL N., CONTOURNET P., BLANC X., AUPHAN N., LEBEL I., 2008, Etude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès – Campagne d'étude 2007., Association MRM, 34p.

CRIVELLI A.J., CAMPTON P., LEBEL I., LEGURUN L., CONTOURNET P., 2009, Etude du recrutement des civelles et de leur devenir dans l'Etang du Vaccarès. Campagne 2009., Association MRM, 39p.+ annexes.

CRIVELLI A.J., CAMPTON P., LEBEL I., LEGURUN L., CONTOURNET P., 2010, Etude du recrutement des civelles et de leur devenir dans l'Etang du Vaccarès. Campagne 2009., Association MRM, 45p.+ annexes.

DAEMEN E., CROSS T., OLLEVIER F., VOLCKAERT A.M., 2001. Analysis of the genetic structure of European eel (*Anguilla anguilla*) using microsatellite DNA and MtDNA markers., *Marine Biology*, 139, 755–764.

DAVERAT F., TOMAS J., LAHAYE M., PALMER M., ELIE P., 2005, Tracking continental habitat shifts of eels using otolith Sr/Ca ratios : validation and application to the coastal, estuarine and riverine eels of the Gironde-Garonne-Dordogne watershed, *Marine and freshwater Research*, 56(5) : 619-627.

DEKKER W., 2000, A procrustean assessment of the European eel stock., *ICES Journal Marine Science*, 57 :938-947.

DUFOUR S., 1996, Un exemple du cycle reproducteursous la dépendance de l'environnement : le cas de l'anguille. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 82, 17-26.

DUPONT F., PETTER, A.J., 1988, Anguillicola, une épizootie plurispécifique en Europe. Apparition d'*Anguillicola crassus* chez l'Anguille européenne *Anguilla anguilla* en Camargue, sud de la France., *Bull. Fr. Pêche. Piscic.*, 308 : pp 38-41.

DURIF C.M.F., VAN GINNEKEN V., DUFOUR S., MÜLLER T., ELIE P., 2009, Seasonal Evolution and Individual Differences in Silvering Eels from Different locations., Van den Thillart et al., *Spawning Migration of the European Eel.*, Springer Science + Business Media B.V., Chapter 2, pp.13-38.

EDELIN E., 2005, Facteurs de contrôle de la dispersion continentale chez l'anguille., Thèse Université de Toulouse II, 144p.

EDELIN E., LAMBERT P., RIGAUD C., ELIE P., 2006, Effects of body condition and water temperature on *Anguilla anguilla* glass eel migratory behaviour, J.Exp. Marine Biol. Ecol, 331 :217-225.

EGE V., 1939, A revision of the genus *Anguilla* Shaw: a systematic, phylogenetic and geographical study., Dana report, vol. 16.

EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission) & ICES (International Council for the Exploration of the Sea), 2009, Report of the 2009 session of the joint EIFAC/ICES Working Group on Eels, rapport 117p.

ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTRELLE I., CHARLON N., 1982, Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L. (poisson téléostéen anguilliforme)., Vie et Milieu 32 :149-157.

ELIE P. & RIGAUD C., 1984, Etude de la population d'anguilles de l'estuaire et du bassin versant de la Vilaine : pêche, biologie, écologie. Examen particulier de l'impact du barrage d'Arzal sur la migration anadrome. Rapport CEMAGREF, 174 p.

FEUNTEUN E., ACOU A., GUILLOUET J., LAFAILLE P. LEGAULT A., 1998, Spatial distribution of an eel population (*Anguilla anguilla*) in a small coastal catchment of northern Brittany (France)., Consequences of hydraulic works. Bulletin Français de Pêche et Pisciculture, 349 : 129-139.

FEUNTEUN E., BOULLIER J., BRIAUDET P.E., LAFAILLE P., 2000, L'anguille du Rhône aval – Etude préalable à l'élaboration d'un protocole de suivi et de restauration. Rapport Université de Rennes, DIREN Rhône-Alpes, EDF, 107p. + annexes.

FEUNTEUN E., LAFAILLE P., ROBINET T., BRIAND C., BAISEZ C., OLIVIER J-M., ACOU A., 2003, A review of upstream migration and movements in inland waters by anguillid eels. Toward a general theory. In Aida K., Tsukamoto K., Yamauchi K., Eel Biology. Tokyo, Springer Verlag, 191-213.

FINIGER, 1976, Contribution à l'étude biologique et écologique des civelles (*Anguilla anguilla* Linné 1758) lors de leur pénétration dans un étang méditerranéen. Vie Milieu, 26, 123-144.

FREYHOF J. & KOTTELAT M., 2008, *Anguilla anguilla*, in IUCN 2008, IUCN 2008 Red List of Threatened Species, www.iucnredlist.org

GOSSET C., TRAVADE F., DURIF C., RIVES J., GARAI COECHEA C., 2000, Etude des dispositifs de dévalaison pour l'anguille argentée. Test de deux exutoires de dévalaison à la centrale hydroélectrique de Hasou (Nive, 64)., INRA/EDF, rapport de contrat, 35p.+annexes.

ICES, 2008, Report of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), 354-386.

ICES *Advice 2008*, Book 9, 9.4.9, European eel.123-129.

IMBERT H., 2008, Stratégie conditionnelle contrôlant la dispersion continentale de l'Anguille européenne., Université de Borbeaux 1, 199 p + annexes.

IUCN, 2008, Red List of Threatened Species, www.iucnredlist.org.

KETTLE A.J ., HAINES K., 2006, How does the European freshwater eel (*Anguilla anguilla*) retain its population structure during its larval migration across the North Atlantic Ocean ? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63 :90-106.

KLECKER R.C., MCCLEAVE J.D., WIPPELHAUSSER G.S., 1983, Spawning of American eel, *Anguilla rostrata*, relative to thermal fronts in the Sargasso Sea., Environmental Biology of Fishes : 289-293.

KNIGHTS B., 2003, A review of the possible impacts of long term oceanic and climate change and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. Sci. Total Environ. 310 : 237-244.

KRUEGER W.H., OLIVEIRA K., 1999, Evidence for environmental sex determination in the American eel, *Anguilla rostrata*. Environmental Biology of fishes 55 :381-389.

LAFAILLE P., ACOU A., GUILLOUET 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.

LECOMTE FINIGER R., 1983, Contribution à la connaissance de l'écobiologie de l'anguille, *Anguilla anguilla*_L. 1758, des milieux lagunaires méditerranéens du golfe du Lion: Narbonnais et Roussillon. Thèse Doctorat d'Etat : 203 p.

LECOMTE-FINIGER R., 1994, The early life of the European eel. Nature, 370 : 424 p.

LECOMTE-FINIGER R., BRUSLE J., 1984, L'Anguille des lagunes du Languedoc-Roussillon : intérêt biologique et valeur halieutique., *Vie et Milieu*, 34(4):185-194.

LEFEBVRE F., ACOU A., POIZAT G., CRIVELLI A.J., CONTOURNET P., PRIOUR F., SOULAS O., 2003, Anguillicolosis among silver eels : A 2-year survey in 4 habitats from Camargue (Rhône delta, south of France)., *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 368 :97-108.

LEFEBVRE F., CONTOURNET P., CRIVELLI A.J., 2002a, The health state of the eel swimbladder as a measure of parasite pressure by *Anguillicoloides crassus*. *Parasitology*, 124 : pp 457-463.

LEFEBVRE F., CONTOURNET P., CRIVELLI A.J., 2007, Interaction between the severity of the infection by nematode *Anguillicola crassus* and the tolerance to hypoxia in the European eel *Anguilla anguilla*. *Acta Parasitologica*, 52 : pp 171-175.

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

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

LEFEBVRE F., FAZIO G., PALSTRA A.P., SZEKELY C., CRIVELLI A.J., 2011, An evaluation of indices of gross pathology associated with the nematode *Anguillicoloides crassus* in eels., *Journal of Fish Diseases*, 34, 31-45.

LEFEBVRE F., MOUNAIX B., POIZAT G., CRIVELLI A.J., 2004, Impacts of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* on *Anguilla anguilla* : variations in live rand spleen masses., *Journal of Fish Biology*, 64 : pp 435-447.

LEGAULT A., 1988, Le franchissement des barrages par l'escalade de l'Anguille, Etude en Sèvre Niortaise., *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 308 : 1-10

LEGAULT A., LAFAILLE P., GUILLOUET J., ACOU A., 2004, Importance of specific fish passes for European eel (*Anguilla anguilla*) recruitment, Proceeding of the fifth International Symposium on Ecohydraulics, Madrid., *Aquatic Habitat : Analysis and Restoration*. Madrid, AEHR, 937-941.

LE GURUN L., LEBEL I., 2010, Synthèse des actions en faveur des poissons migrateurs sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (1993-2009) - Bilan de la mise en œuvre du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs 2004-2009 - Association Migrateurs Rhône-Méditerranée : 82p. + annexes.

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

MEDAD (Ministère de l'Ecologie du Développement et de l'Aménagement Durable), 2008, Circulaire DCE n°2008/25 du 6 février 2008 relative au classement des cours d'eau au titre de l'article L.214-17-I du code de l'environnement et aux obligations qui en découlent pour les ouvrages., Texte 9/43, 9p.

MEEDAT (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire), 2008, Projet de loi relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

MEEDDM, 2010, Mise en œuvre par l'Etat et ses établissements publics d'un plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau., Circulaire du 25 janvier 2010 n°NOR : DEVO0930186C., 6p.

MELIA P., BEVACQUA D., CRIVELLI A.J., DE LEO G.A., PANFILI J., GATTO M., 2006, Age and growth of *Anguilla anguilla* in the Camargue lagoons. Journal of Fish Biology (2006) 68, 876–890 13p.

MUCHIUT S., GALLET F., AUBIN D., BARANGER L., LE BIHAN V., PERREAUDEAU Y., 2002, Principaux facteurs à prendre en compte pour une meilleure gestion de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Rapport Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, Aglia edition, 82p.

PALLO S., TRAVADE F., 2001, Suivi du fonctionnement de la passe définitive à anguilles sur l'aménagement hydroélectrique EDF de Tuillère (24). Contrôle de la migration et mise au point des compteurs automatiques. EDF/Migado, rapport, 40p.+ annexes.

PANFILI J., XIMENES M.C., CRIVELLI A.J., DOCHI T., 1991, Validation de l'âge de l'Anguille européenne dans les lagunes méditerranéennes françaises (Camargue) : résultats préliminaires. In : Tissus durs et âge individuel des vertébrés. Baglinière J.L., Castanet J., Conan F., Meunier F.J., 1991, 1 19-1 27, Colloque et séminaires ORSTOM INRA Paris.

PORSCHER J.P., 1992. Les passes à Anguilles, Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 326-327 : p134-142

ROBINS C.R., COHEN D.M., ROBINS C.H., 1979, The eels, *Anguilla* and *Histiobranchus*, photographed on the floor of the deep Atlantic in the Bahamas. Bull. Mar. Sci., 29:pp 401-405.

STONE R., 2003, Freshwater eels are slip-sliding away. Science 302 : 221-22.

TESCH F.W., 1977, The eel. Biology and management of anguillid eels. London, Chapman & Hall. 434 p.

TESCH F.W., NIERMANN U., PLAGA A., 1986, Differences in development stage and stock density of larval *Anguilla anguilla* off the west coast of Europe. Vie et Milieu, 36 : pp 255-260.

TESCH F.W., NIERMANN U., 1992, Stock density of eel larvae (*Anguilla anguilla*) on the European continental slope, based on collections made between 1985 and 1989. Ir. Fish. Invest. (Ser. A), 36 : pp 110-113.

TESCH F.W., 1998, Age and growth rates of North Atlantic eel larvae (*Anguilla ssp.*), based on published length data. Helgoländer Meeresunters., 52 : pp 75-83.

TESCH F.W., WEGNER G., 1990, The distribution of small larvae of *Anguilla* Sp. Related to hydrographic conditions between Bermuda and Puerto Rico, Internationale revue der gesamtem Hydrobiologie, 6 :845-858.

TESCH F.W., 2003, The Eel, Fifth edition, Blackwell publishing, 340p.

TZENG W.N., CHENG P.W., LIN F.Y., 1995, Relative abundance, sex ratio and population structure of the Japanese eel *Anguilla japonica* in the Tanshui River system of northern Taiwan., *Journal of Fish Biology*, 46 : 183-201.

VAN DEN THILLART G., VAN GINNEKEN V., KÖRNER F., HEIJMANS R., VAN DER LINDEN R., GLUVERS A., 2004, Endurance swimming of the European Eel., *Journal of Fish Biology*, 65:312-318.

VAN DEN THILLART G., DUFOUR S., CLIFF RANKIN J., 2009, Spawning Migration of the European Eel., Springer Science + Business Media B.V., Fish and fisheries series 30, 477 p.

VAN GINNEKEN V., ANTONISSEN E., MÜLLER UK., BOOMS R., EDING E., VERRETH J., VAN DEN THILLART G., 2005, Eel migration to the Sargasso: remarkably high swimming efficiency and low energy costs. *Journal of Experimental Biology*, 208:1329-1335.

VIGIER J-F., 1997, Les pathologies des Anguilles : synthèse des connaissances sur la pathologie des différentes espèces du genre *Anguilla*. Cemagref. 198p.

WESTERBERG H., 1979, Counter-current orientation in the migration of the European eel. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 174 : 134-143.

WIRTH T., BERNATCHEZ L., 2001, Genetic evidence against panmixia in the European eel. *Nature*, Vol.409, 6823, 1037-1040.

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

XIMENES M.C., LE CORRE G., LECOMTE-FINIGER R., MALLAWA R., SAGLIOCCO M., 1986, L'anguille en Méditerranée française. Aspects écobiologiques et halieutiques. Rapport CEMAGREF, Secrétariat d'Etat de la Mer, 99 p + annexes

TABLE DES FIGURES

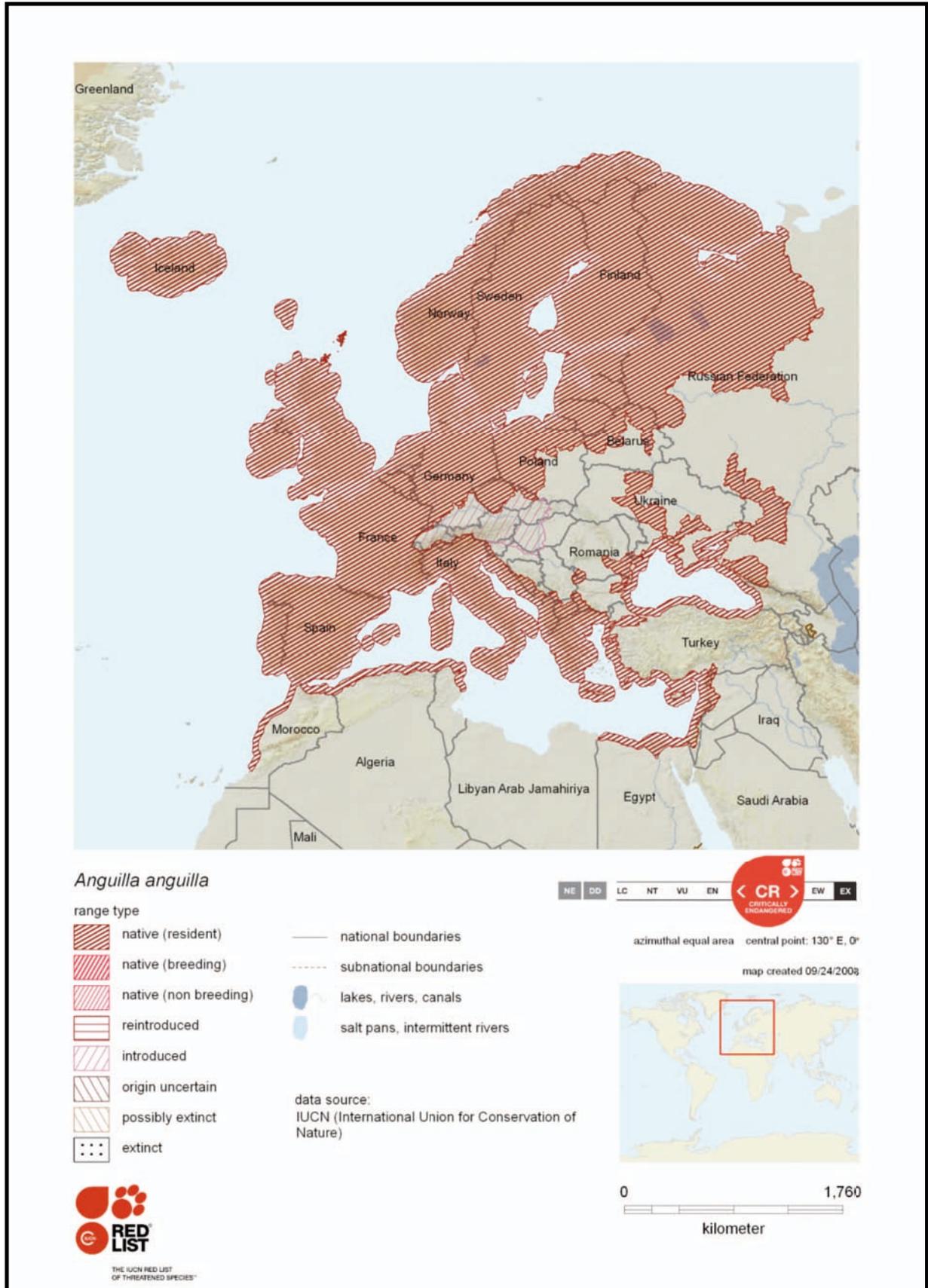
FIGURE 1 : ANGUILE EUROPEENNE	2
FIGURE 2 : CYCLE DE VIE DE L'ANGUILLE.....	3
FIGURE 3 : LEPTOCEPHALE	4
FIGURE 4 : CIVELLES	4
FIGURE 5 : ANGUILE JAUNE	5
FIGURE 6 : ANGUILE ARGENTEE	5
FIGURE 7 : REPTATION DE CIVELLES SUR UNE PAROI RUGUEUSE	7
FIGURES 8 ET 9 : VESSIE D'ANGUILLE PARASITEE ET CYCLE BIOLOGIQUE D'ANGUILLICOLA CRASSUS.....	10
FIGURE 10 : ANGUILE BLESSEE PAR UN HERON.....	11
FIGURE 11 : ANGUILE PASSEE DANS UNE TURBINE	13
FIGURE 12 : EVOLUTION DES TONNAGES ET DES CPUE DE CIVELLES DES PECHEURS PROFESSIONNELS ET AMATEURS SUR LE BASSIN DE LA GIRONDE DE 1978 A 2007	15
FIGURE 13 : ESTIMATION DU RECRUTEMENT MOYEN (GLM) EN CIVELLES POUR CHAQUE AIRE DE REPARTITION EN EUROPE	15
FIGURES 14 ET 15 : LOCALISATION DU GRAU DE LA FOURCADE (14) ET VANNES COULISSANTES (15)	25
FIGURE 16 : LOCALISATION DE LA PASSE-PIEGE A CIVELLES.....	26
FIGURE 17 : LOCAL DE LA PASSE ET BAC DE CAPTURES	27
FIGURE 18 : LOCALISATION DES SITES D'ECHANTILLONNAGE DES ANGUILLETES PAR PECHE SUR LES ETANGS DU VACCARES ET DES IMPERIAUX	29
FIGURE 19 : OTOLITHE DE LA CLASSE 2 ANS (LT=176 MM).....	31
FIGURE 20 : EVOLUTION MENSUELLE DES CAPTURES DE CIVELLES DE 2004 A 2011	33
FIGURE 21 : EVOLUTION JOURNALIERE DES CAPTURES CONFRONTEE A LA TEMPERATURE DE L'EAU	34
FIGURE 22 : GESTION DES VANNES DU PERTUIS DE LA FOURCADE DE 2007 A 2011	35
FIGURE 23 : DYNAMIQUE DES STADES DE PIGMENTATION DES CIVELLES CAPTUREES A LA PASSE-PIEGE DE LA FOURCADE DE JANVIER A AVRIL ENTRE 2004 ET 2011 (VB EN JAUNE, >6A0 EN ROUGE)	36
FIGURE 24 : EVOLUTION DE LA LONGUEUR MOYENNE MENSUELLE DES CIVELLES PIEGEES TOUS STADES CONFONDUS AU NIVEAU DE LA PASSE-PIEGE DE LA FOURCADE ENTRE 2000 ET 2011*	37

FIGURE 25 : EVOLUTION DU POIDS MOYEN MENSUEL DES CIVELLES PIEGEES TOUS STADES CONFONDUS AU NIVEAU DE LA PASSE-PIEGE DE LA FOURCADE ENTRE 2000 ET 2011*	37
FIGURE 26 : LONGUEUR ET POIDS MOYENS MENSUELS EN FEVRIER DES CIVELLES AU STADE VB CAPTUREES DE 1975 A 2010.....	38
FIGURE 27 : CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) ANNUELLES DE CIVELLES A LA STATION DE LA CAPELIERE DE 1993 A 2011	38
FIGURE 28 : MOYENNE ANNUELLE DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) DE CIVELLES A LA STATION DE LA CAPELIERE DE 1993 A 2011	39
FIGURE 29 : ABONDANCES D'ANGUILLICOLOÏDES CRASSUS DANS L'ETANG DU VACCARES DE 2004 A 2010 EN FONCTION DE LA SALINITE (DONNEES PNR CAMARGUE) ENTRE JANVIER ET SEPTEMBRE DE CHAQUE ANNEE.....	41
FIGURE 30 : SDI D'ANGUILLICOLOÏDES CRASSUS DANS L'ETANG DU VACCARES DE 2004 A 2010 EN FONCTION DE LA SALINITE (DONNEES PNR CAMARGUE) ENTRE JANVIER ET SEPTEMBRE DE CHAQUE ANNEE.....	41

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : PERIODES DE SUIVI DE LA PASSE A CIVELLES DE 2004 A 2011	27
TABLEAU 2 : CAPTURES DES CIVELLES DE 2004 ET 2011 A LA PASSE PIEGE	32
TABLEAU 3 : LONGUEUR MOYENNE (MM) DES ANGUILLETES CAPTUREES DANS LE VACCARES D'OCTOBRE 2004 A OCTOBRE 2010	40
TABLEAU 4 : SUIVI DU PARASITISME D'ANGUILLICOLOIDES CRASSUS DES ANGUILLES JAUNES ET ARGENTEEES CAPTUREES DANS LE VACCARES DE 1997 A 2010.....	42

ANNEXE 1 : REPARTITION DE L'ANGUILLE EUROPEENNE (*ANGUILLA ANGUILLA*)



ANNEXE 2 : DESCRIPTION SOMMAIRE DES STADES PIGMENTAIRES DE LA CIVELLE (BRIAND *ET AL.*, 2005)

Stades pigmentaires	Description
VA	apparition des 1 ^o pigments sur la caudale de la civelle
VB	Progression de la pigmentation le long du corps
VIA0	Progression de la pigmentation derrière la tête
VIA1	Pigmentation dorso-latérale
VIA2	Pigmentation dorso-latérale plus développée
VIA3	Pigmentation dorso-latérale complète mais absence au niveau ventro-latéral
VIA4	Développement au niveau ventro-latéral
VIB	Distribution indistincte des pigments le long du corps
VII	Développement généralisé des cellules à pigments jaune

+

Civelle

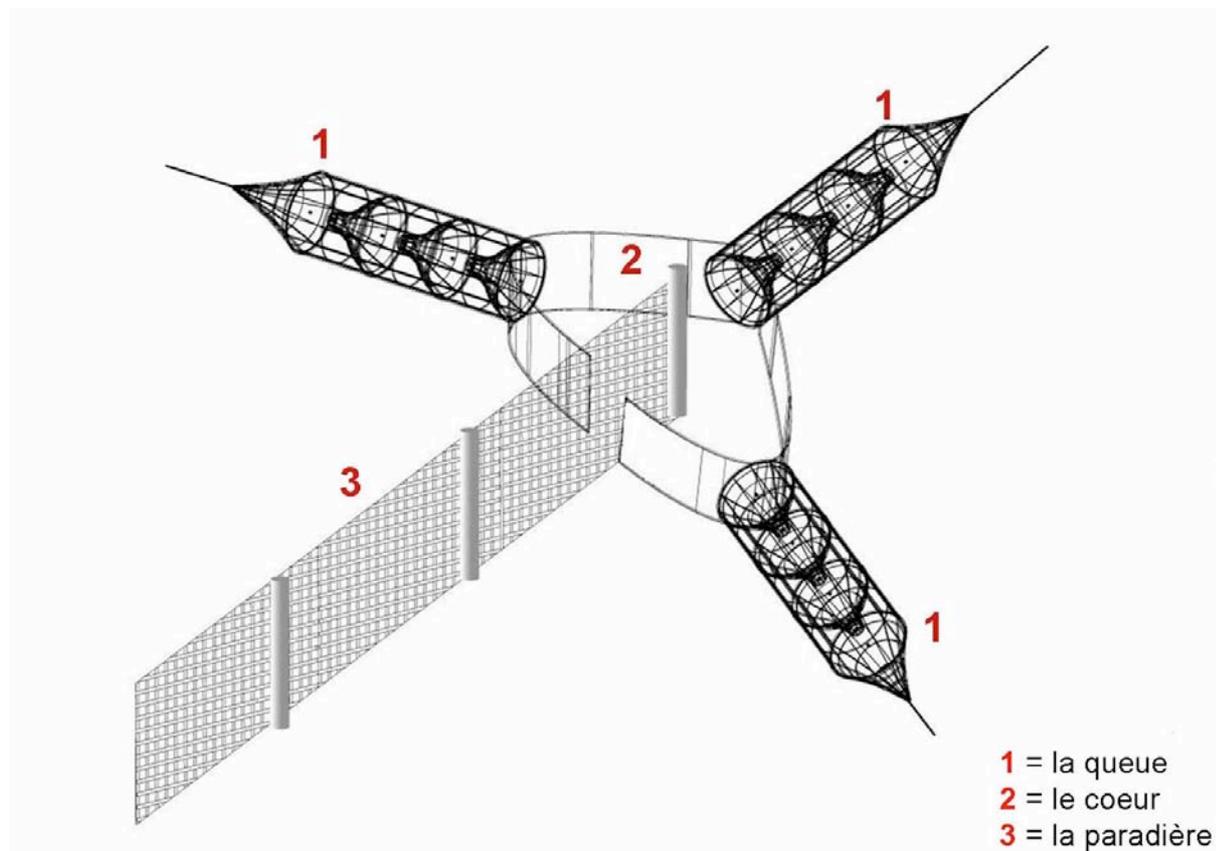
Transparence

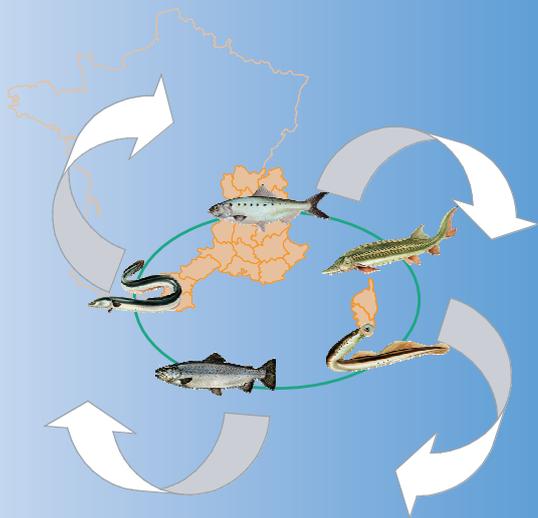
Temps passé en eau saumâtre

↓

- Anguillette

ANNEXE 3 : SCHEMA D'UNE CAPETCHADE (MRM)





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 Corse, de la Drôme, du Gard, du Vaucluse, de l'Ain, des Alpes de Haute-Provence, des Alpes-Maritimes, de l'Aude, des Hautes-Alpes, de Haute-Savoie, de l'Hérault, de l'Isère, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, 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
<http://www.migrateursrhonemediterranee.org/>