

COMITÉ RÉGIONAL DES PÊCHES MARITIMES  
ET DES ÉLEVAGES MARINS DE PACA

**Mise en œuvre du protocole  
de suivi relatif aux  
opérations de relâchers  
d'anguilles argentées en  
Provence Alpes Côte d'Azur**

2014



**Mise en œuvre du protocole de suivi relatif aux opérations de relâchers d'anguilles argentées en Provence Alpes Côte d'Azur**

**2014**

**Maître d'ouvrage :**

**CRPMEM PACA**

3 Rue Gustave Ricard

13 006 MARSEILLE

Tél : 04.91.56.78.33

Courriel : crpmem.paca@wanadoo.fr

**Maître d'œuvre :**

**SEANEO**

**Méditerranée**

11 Rue Louis Esparre

66100 PERPIGNAN

FRANCE

Tél : + 33 (0)4 34 10 43 20

Mobile : + 33 (0)6 20 11 58 75

Courriel : nicolas.dalias@seaneo.com

www.seaneo.com

**Responsables de l'étude :** Thomas SCOURZIC (SEANEO)

**Rédacteurs du rapport :** Eric FABRE et Florent GRIGOLETTO

**Crédits photographiques :** Thomas SCOURZIC, Eric FABRE, Florent GRIGOLETTO (les photos illustrant le présent rapport ne doivent être ni transformées ni diffusées sans l'accord préalable de l'auteur).

**Avertissement :** Les documents rendus par SEANEO dans le cadre de cette étude, engagent sa responsabilité et sa crédibilité scientifique. Ils ne peuvent pour cette raison être modifiés sans son accord.

**Citation du rapport :**

Fabre E., Grigoletto F., Scourzic T., 2014. Mise en œuvre du protocole de suivi relatif aux opérations de relâchers d'anguilles argentées en Provence Alpes Côte d'Azur – 2014. CRPMEM PACA – SEANEO. SEANEO Publ. Fr., 38p.

## Sommaire

---

1	Résumé non technique .....	6
2	Introduction .....	7
3	Matériel et méthodes .....	9
3.1	Equipe d'intervention .....	9
3.2	Prélèvement des anguilles .....	9
3.3	Stockage des anguilles argentées avant leur relâcher .....	10
3.4	Déversement sur le site de relâcher .....	12
3.5	Paramètres biométriques mesurés <i>in situ</i> .....	13
3.6	Analyse des paramètres biométriques .....	14
4	Résultats et discussion .....	16
4.1	Description des relâchers .....	16
4.2	Caractérisation biométrique des populations relâchées .....	20
5	Conclusion .....	29
6	Bibliographie .....	31
7	Annexes .....	34

## Liste des figures

---

Figure 1 : Transport des serbes par bateau sur courte distance et stockage dans la lagune.....	10
Figure 2 : Désinfection et remplissage du camion de mareyeur. ....	11
Figure 3 : Système d'aération (pompes à air) et d'injection d'oxygène pur (bouteilles d'oxygène comprimé).....	11
Figure 4 : Pesée des anguilles et contrôle aléatoire de l'argenture et de l'état de santé des individus.....	12
Figure 5 : Relâcher et prélèvement d'un échantillon aléatoire de 60 anguilles argentées.....	13
Figure 6 : Mesures biométriques effectuées <i>in situ</i> sur un échantillon de 60 anguilles. ....	14
Figure 7 : Relâcher d'anguilles argentées en Camargue (Etang des Impériaux). ....	17
Figure 8 : Relâcher d'anguilles argentées à l'étang de Berre sur les sites de Saint-Chamas et La Mède. ....	18
Figure 9 : Mortalité d'anguilles argentées sur le site de Saint-Chamas. ....	19
Figure 10 : Taille des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher. ....	21
Figure 11 : Masse individuelle des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher.....	22
Figure 12 : Pourcentages de mâles et de femelles capturés sur chaque site. ....	23
Figure 13 : Coefficient relatif de condition K en fonction du sexe et du site de relâcher. ....	23
Figure 14 : Taux de lipides individuel des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher. ....	24
Figure 15 : Pourcentage d'individus avec un taux de lipides supérieur à 20%. ....	24
Figure 16 : Calcul de l'indice oculaire (œil gauche).....	25
Figure 17 : Indice de la nageoire pectorale (pectorale gauche).....	25
Figure 18 : ACP sur les variables poids, longueur, K, l nageoire gauche et droite, IO gauche et droit, sur les deux premiers axes selon les mâles et les femelles.....	26
Figure 19 : Analyse Factorielle des Correspondances(AFC) sur les pathologies suivant les sites de relâcher.....	27
Figure 20 : Estimation du nombre d'anguilles relâchées en 2014.....	28

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Caractéristiques des relâchés. ....	16
Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques enregistrés sur l'ensemble des sites. ....	19
Tableau 3 : Détermination visuelle de l'argenture sur les 3 sites de relâchers. ....	20
Tableau 4 : Détermination visuelle du sexe sur les 3 sites de relâchers.....	20
Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des anguilles argentées.....	21

## 1 Résumé non technique

---

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est une espèce migratrice amphihaline thalassotoque (dont le cycle de vie alterne entre le milieu marin et l'eau douce et dont la reproduction a lieu exclusivement après une migration océanique). Elle est la seule représentante du genre en Europe et connaît depuis les années 1980, un effondrement des stocks. Le recrutement en jeunes anguilles diminue d'environ 8 % chaque année. Le projet de relâcher d'anguilles argentées constitue l'une des mesures de gestion et de sauvegarde de l'espèce mise en place pour contrer le déclin du stock. Ce type d'opération est entrepris dans toutes les régions de Méditerranée, dans le cadre du Règlement de la Commission Européenne mis en place en 2007.

En région PACA, le premier relâcher d'anguilles argentées (1 727 kg) a été réalisé pendant l'hiver 2013 – 2014. Lors du second relâcher durant l'hiver 2014 – 2015, les anguilles argentées proviennent de trois sites : Camargue (étang des Impériaux), Saint-Chamas (étang de Berre – partie continentale) et La Mède (étang de Berre – partie maritime). Les anguilles argentées sont collectées auprès des pêcheurs professionnels ayant volontairement participé au projet. Avant leur relâcher à proximité du grau de la lagune, les anguilles argentées sont contrôlées, pesées et introduites dans un camion de mareyeur équipé d'un système d'enrichissement en oxygène. Ce type de manœuvre permet de transporter les anguilles en minimisant leur stress. Une équipe de scientifiques est mobilisée pour effectuer des mesures et des analyses sur un échantillon de 60 anguilles par site. Ces mesures consistent notamment à contrôler la maturité sexuelle et l'état de santé des anguilles, permettant ainsi de valider leur potentiel migratoire. Des analyses de micropolluants et de parasitisme sont également en cours. La Direction Départementale des Territoires et de la Mer assure la bonne conformité des poids d'anguilles relâchées selon les recommandations du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

Cette seconde opération a permis de relâcher 3 711 kg d'anguilles argentées. Cette quantité est deux fois plus élevée que lors de la campagne précédente. Plus de 90 % d'anguilles exclusivement argentées ont été collectées, composés à 82 % de femelles sur les deux sites de l'étang de Berre (Saint-Chamas et La Mède) et de 95 % de mâles sur le site de Camargue (étang des Impériaux). Les femelles pèsent en moyenne 578 g (pour 67 cm de long), tandis que les mâles pèsent en moyenne 91 g (pour 38 cm de long). Ainsi, il est estimé que 22 594 anguilles ont été relâchées (3 407 femelles et 19 187 mâles).

Les 180 anguilles analysées en laboratoire possèdent toutes les critères morpho-anatomiques permettant de certifier leur maturité sexuelle (diamètre de l'œil, longueur des nageoires pectorales, relation taille/poids, taux de lipides). Seul le taux de lipides semble trop faible pour les trois-quarts des anguilles femelles. Ces taux de lipides bas chez les femelles sont également mis en évidence, et dans des proportions équivalentes, en Languedoc-Roussillon depuis 2011. La majorité des individus (88 %) sont en bon état (absence de pathologies ou blessures potentiellement graves comme les nécroses, les hémorragies, les atteintes oculaires, etc.). En revanche, de nombreuses anguilles portent des blessures légères dues à la méthode de pêche ou à leur séjour dans les serbes. Ainsi, malgré le bon état général des anguilles, il est nécessaire d'encourager les pêcheurs à fournir des anguilles de bonne qualité et ayant séjourné le moins longtemps possible dans les serbes. Par ailleurs, il est primordial que le maximum d'anguilles jaunes soit retiré des lots avant la pesée.

A la suite de cette seconde campagne de relâchers, plusieurs modifications protocolaires sont envisageables. Dans l'optique d'obtenir des anguilles de meilleure qualité, les points de collecte devraient être multipliés, afin d'éviter les déplacements d'anguilles à l'air libre trop longs. Par ailleurs, dans l'objectif d'atteindre un plus fort tonnage et une plus grande participation des pêcheurs, un assouplissement du calendrier devrait être envisagé. Cela permettrait de mieux organiser les périodes de collecte, en fonction des conditions météo les plus favorables.



## 2 Introduction

---

L'anguille européenne, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) est une espèce migratrice amphihaline thalassotoque. Elle peut donc s'adapter à de fortes variations de salinité, puisqu'elle se reproduit en mer mais se développe principalement en eau douce ou en eau saumâtre.

Le cycle de vie de l'anguille européenne est ponctué par deux phases de migration pour rejoindre les différentes zones de développement. Aussi, l'anguille subit-elle de profondes modifications morphologiques au cours de sa vie :

- 1<sup>er</sup> stade, la larve leptocéphale : la reproduction se situerait, selon Schmidt (1922), dans la mer des Sargasses (proche de l'Amérique du Nord entre le 17<sup>e</sup> et le 38<sup>e</sup> parallèle Nord). La première migration des anguilles a lieu au stade de larve leptocéphale, qui parcourt plusieurs milliers de kilomètres pendant environ une année, pour atteindre les côtes européennes (Lecomte-Finiger, 1992,1994 ; Lecomte-Finiger Maunier et khafif, 2004) ;
- 2<sup>ème</sup> stade, la civelle : en atteignant le plateau continental européen, les larves leptocéphales se métamorphosent en civelle mesurant entre 55 et 75 mm, et regagnent les cours d'eau ou les lagunes (Elie et Rochard, 1994, Renault, 2011) ;
- 3<sup>ème</sup> stade, l'anguille jaune : ce stade est atteint durant la croissance des civelles, une fois sédentarisées. Les anguilles jaunes ont un mode de vie benthique et nocturne (Tesch, 2003). Cette phase peut durer de 4 à 20 ans pour les femelles et de 2 à 15 ans pour les mâles. Elle constitue à la fois une phase de croissance, de stockage de réserves énergétiques et de différenciation sexuelle (Renault, 2011) ;
- 4<sup>ème</sup> stade, l'anguille argentée : la fin du stade « jaune » se poursuit par une métamorphose au stade sexuellement mature d'anguille argentée. A ce stade, les femelles mesurent en moyenne 54 cm à 61 cm alors que les mâles plus petits atteignent en moyenne 35 cm à 41 cm (Durif *et al.*, 2000). Des modifications anatomo-physiologiques s'opèrent afin de préparer l'anguille à sa migration maritime. Les nageoires pectorales s'allongent, le diamètre de l'œil s'agrandit et les pigments rétinien s'adaptent à la vie en grande profondeur. La coloration est modifiée (argentée sur le ventre, sombre sur le dos avec une délimitation nette au niveau de la ligne latérale) (Pankhurst et Lythgoe, 1982). Les anguilles argentées ne s'alimentent plus (régression de leur tractus digestif), ce qui explique la mise en réserve énergétique sous forme de graisse (près de 20 % du poids total au moment de l'argenteure). Il est supposé qu'une fois atteint leur objectif, les anguilles se reproduisent et meurent d'épuisement (Marchelidon, 1999 ; Durif, 2000 ; Tesch, 2003 ; Durif *et al.*, 2005 ; Renault, 2011).

Aujourd'hui, plusieurs menaces pèsent sur l'anguille européenne, entraînant un déclin du stock, causés par exemple par :

- La pêche (professionnelle et récréative) ;
- Les barrières infranchissables comme les barrages, ou entraînant une forte mortalité, comme les turbines des centrales électriques ;
- La destruction des habitats ;
- La prédation (exemple du cormoran) ;
- La pollution (PCB, métaux lourds, dioxine, etc.) ;
- Les agents pathogènes (comme le parasite introduit *Anguillicola crassus* ou le virus Evex).

Ces facteurs comme les agents pathogènes et la pollution peuvent affecter le succès de la reproduction des anguilles par une mortalité prématurée des anguilles argentées, avant l'atteinte de leur destination migratoire (Perez-Lopez *et al.*, 2002 ; Pierron *et al.*, 2007a et b, 2008a et b et 2009, Marohn *et al.*, 2008 ; Pierron *et al.*,2009 ; Van Ginneken, 2009). Au niveau du bassin Rhône-Méditerranée, *Anguillicola crassus* (vers nématode) est fortement implanté et peut toucher plus de la moitié de la population (Lefebvre *et al.*, 2002 ; Lefebvre *et al.*, 2003 ;

Amilhat, 2007). Ce type de parasite est considéré comme l'un des plus pathogènes chez l'anguille européenne (Dupont et Petter, 1988) peut se retrouver dans tous les milieux fréquentés par l'anguille (Banning et Haenen, 1990 ; Kennedy et Fitch, 1990 ; Benajiba *et al.*, 1994 ; Kirk *et al.*, 2000a ; Kirk *et al.*, 2000b ; Maillo *et al.*, 2005).

*Anguilla anguilla* est également la seule espèce d'anguille qui peuple le territoire européen, ne formant qu'un seul stock. Suite à l'effondrement de ce dernier à partir des années 1980 (baisse de 8 % par an du recrutement (ONEMA, 2010)), la Commission Européenne (Règlement CE 1100/2007 du 18 Septembre 2007) demande aux Etats membres d'assurer « un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40 % de la biomasse d'anguilles argentées » (Article 2.4).

Chaque Etat membre a dû soumettre un plan de gestion et de sauvegarde de l'espèce. Le plan de gestion français a été mis en œuvre dès juillet 2009 et comprend notamment une réduction de la mortalité par pêche de 30 % en 3 ans (2009-2012) sur chaque stade biologique. En 2012, la deuxième phase du plan de gestion prévoit encore une réduction de la mortalité par pêche de 10% par an d'ici 2015.

Ainsi, soucieux d'éviter des périodes supplémentaires de fermeture de pêche, les pêcheurs de la Région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA) se sont mobilisés pour proposer des mesures alternatives :

- Une réduction des périodes d'ouverture de la campagne de pêche.;
- Un relâcher d'anguilles argentées pendant la période de dévalaison.

En effet, la pêche à la civelle n'étant pas exercée sur la façade méditerranéenne française, il ne peut pas exister, comme sur la côte Atlantique, de plan de repeuplement des civelles en Méditerranée. Le relâcher d'anguilles argentées représente l'alternative méditerranéenne à cette mesure de gestion.

La première étude pilote de relâchers d'anguilles argentées, mandatée par le Ministère de l'Agriculture et organisée par le Comité Régional des Pêches Marines et des Elevages Maritimes (CRPMEM) PACA a été réalisée en hiver 2013-2014.

Cette mesure s'inscrit dans un partenariat pêcheurs-scientifiques pour, d'une part, proposer une mesure permettant l'échappement d'une plus grande proportion d'anguilles argentées et pour, d'autre part, améliorer les connaissances scientifiques sur les anguilles argentées.

Les étapes de cette étude concernent :

- Le prélèvement des anguilles et leur stockage dans la lagune (participation des pêcheurs professionnels) ;
- La vérification des quantités d'anguilles relâchées conformément aux prérogatives du ministère (participation de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer) ;
- L'évaluation de leur qualité par contrôle d'échantillons aléatoires (participation d'une équipe de scientifiques) ;
- Le transport des anguilles dans de bonnes conditions vers le site de déversement (participation d'un mareyeur agréé) ;
- Le déversement des anguilles, le plus souvent dans la partie maritime des graus lagunaires (participation de tous les intervenants) ;
- La caractérisation du stock déversé par l'étude de paramètres biométriques (participation d'une équipe de scientifiques).



### **3 Matériel et méthodes**

---

Le protocole de relâcher mis œuvre en Région PACA est identique à celui de la Région Languedoc-Roussillon, réalisé depuis 2011. La dernière version de ce protocole date de 2013 (Amilhat *et al.*, 2012a).

L'ensemble des étapes décrites ci-dessous ont été réalisées sous le contrôle d'un prud'homme assermenté, des agents des Affaires Maritimes et de l'équipe de scientifiques de SEANEO.

#### **3.1 Equipe d'intervention**

L'équipe d'intervention était constituée de Thomas Scourzic (chef de projet à SEANEO), d'Eric Fabre (ingénieur d'études à SEANEO), et de Florent Grigoletto (ingénieur d'études à SEANEO).

#### **3.2 Prélèvement des anguilles**

##### **3.2.1 Définition des sites de pêche**

Les anguilles sont pêchées par des pêcheurs professionnels souhaitant participer au projet. Les anguilles prélevées doivent être au stade argenté.

Certaines méthodes de pêche comme la disposition d'engins de pêche proches des accès à la mer favorisent la sélection d'anguilles argentées migrantes. Les sites permettant la pratique de ces méthodes de pêche devraient être privilégiés par rapport aux autres sites moins propices.

La pêche à l'anguille argentée se fait principalement dans les lagunes. Chaque lagune ou complexe lagunaire a sa spécificité en termes d'activité de pêche, paramètres physico-chimiques et d'ouverture à la mer.

Il est recommandé de sélectionner en priorité les sites où une pêche exclusive à l'anguille argentée est avérée, par exemple les lagunes avec barrages.

##### **3.2.2 Modes de prélèvement**

Les techniques de pêche utilisées doivent minimiser les traumatismes sur les individus. La pêche se faisant majoritairement avec des verveux, les poches réceptacles doivent être suffisamment grandes pour garantir le bon état général de l'anguille : de 2,00 m \* 0,50 m à 2,50 m \* 0,90 m.

Pour les mêmes raisons, la maille des poches doit être petite (entre 5 et 8 mm), afin d'éviter les blessures tout en permettant une oxygénation suffisante. Les poches doivent être relevées quotidiennement.

### 3.3 Stockage des anguilles argentées avant leur relâcher

#### 3.3.1 Stockage par les pêcheurs professionnels

Les anguilles argentées pêchées sont stockées dans des serbes (poches en filet) de taille 1,75 m \* 1,60 m (maille de 5-8 mm), avec des densités d'anguilles n'excédant pas 40 kg par serbe. Elles sont stockées dans la lagune, à un endroit où l'oxygénation et la qualité de l'eau sont bonnes. Les éventuelles anguilles jaunes doivent être retirées des serbes.

L'accès au site de stockage doit être aisé pour le camion de mareyeur et les anguilles ne doivent pas rester plus d'une nuit dans les serbes. Si un transport à l'air libre ne peut être évité (transport des serbes en bateau), il doit être le plus court possible Afin d'éviter les longs transports, il est nécessaire de multiplier les points de récolte (Figure 1).



Figure 1 : Transport des serbes par bateau sur courte distance et stockage dans la lagune.

#### 3.3.2 Stockage par les mareyeurs

Le jour du relâcher, les serbes sont récupérées par le mareyeur, selon la capacité de son camion. Au préalable, le camion est désinfecté avant le chargement des anguilles, ceci afin d'éviter tout risque de transmission de pathogènes et de parasites.

Le jour du relâcher, le camion du mareyeur doit arriver vide sur le lieu de stockage. Les principales étapes à respecter sont les suivantes :

- 1) Rinçage si besoin avec soit de l'eau douce, soit de l'eau de lagune ;
- 2) Désinfection : pulvérisation d'acide peracétique dilué à 4 % (DECAPOXY 5) (composé non polluant non rémanent, et compatible avec l'agro-alimentaire). Le temps de contact est de 20 minutes avant rinçage ;
- 3) Rinçage à l'eau de la lagune ;
- 4) Remplissage du camion avec de l'eau de la lagune (Figure 2).

Le camion doit être équipé pour pouvoir transporter une grande quantité d'anguilles en bonne santé. Ainsi, une bonne oxygénation de l'eau dans le camion est nécessaire (60% d'oxygène minimum) dès le moment du chargement jusqu'à celui du déversement. Le mareyeur doit également disposer d'un système d'injection d'oxygène pur en complément des aérateurs (Figure 3).



Figure 2 : Désinfection et remplissage du camion de mareyeur.



Figure 3 : Système d'aération (pompes à air) et d'injection d'oxygène pur (bouteilles d'oxygène comprimé).

Le chargement et le déchargement des anguilles argentées doivent se faire le plus rapidement possible. Les quantités d'anguilles transportées doivent être de 300 kg/m<sup>3</sup> au maximum.

Pendant la phase de chargement, une étape de vérification et de contrôle est effectuée par les scientifiques.

Les paramètres physico-chimiques de l'eau (T°C, salinité, pH et % O<sub>2</sub>) sont contrôlés dans la lagune (site de stockage), ainsi que dans le camion du mareyeur (% O<sub>2</sub> notamment).

Pour chaque pêcheur, une serbe est sélectionnée au hasard afin d'effectuer les contrôles suivants :

- Définition du stade d'argenture selon des critères visuels comme la couleur contrastée (dos sombre et ventre argenté), la ligne latérale bien différenciée, les nageoires pectorales foncées ;
- Détermination du sexe selon des critères visuels : les anguilles de plus de 45 cm sont des femelles, les autres sont des mâles ;
- Contrôle du bon état général des individus (vivacité, présence de marques de filet ou de blessures, nécroses, etc. pouvant indiquer un long séjour dans les filets) (Figure 4).





Figure 4 : Pesée des anguilles et contrôle aléatoire de l'argenture et de l'état de santé des individus.

### **3.4 Déversement sur le site de relâcher**

#### **3.4.1 Sélection du site de relâcher**

Le site de relâcher doit communiquer avec le site de prélèvement (même bassin versant). Les sites sélectionnés doivent subir l'influence du milieu de prélèvement et du milieu marin (grau de la lagune, estuaire) permettant à l'anguille de se repérer. Aucun obstacle ne doit entraver la progression des anguilles vers la mer.

Les anguilles sont relâchées dans un endroit assez profond pour éviter tout traumatisme.

#### **3.4.2 Période du relâcher**

Les anguilles doivent être relâchées en fin de journée (vers 17h), ce qui correspond à leur comportement naturel d'activité.

#### **3.4.3 Prélèvements pour l'analyse des paramètres biométriques**

L'équipe scientifique procède à un contrôle des paramètres physico-chimiques de l'eau du site de relâcher et du camion du mareyeur. En parallèle, un prélèvement aléatoire de 60 individus est réalisé pour effectuer les mesures biométriques et les analyses en laboratoire (Figure 5).



Figure 5 : Relâcher et prélèvement d'un échantillon aléatoire de 60 anguilles argentées.

### 3.5 Paramètres biométriques mesurés *in situ*

Sur chaque masse d'eau, les anguilles relâchées font l'objet d'un examen minutieux sur un sous-échantillon représentatif de 60 individus. Cet examen permet notamment de déterminer le niveau d'argenteure et d'estimer leur état de santé.

Quelques minutes avant les mesures, les individus sont endormis dans un bain d'eugénol (3 ml dans 10 l d'eau).

Les mesures biométriques comprennent (Figure 6) :

- Longueur ;
- Poids ;
- Diamètre des yeux (vertical et horizontal) ;
- Longueur des nageoires pectorales ;
- Taux de lipides corporels (mesuré au fatmeter) ;
- Présence visuelle des caractéristiques de l'argenteure (couleur contrastée, ligne latérale, présence de corpuscules noirs) ;
- Présence visuelle de pathologies et de blessures ;
- Analyse des micropolluants sur 15 anguilles (réalisé ultérieurement en laboratoire).

Pour réaliser ces mesures biométriques, le matériel suivant est nécessaire :

- Bacs de stabulation (bacs avec aérateurs pour les 60 anguilles, bac pour bain d'eugénol, bac de réveil) ;
- Bac à glace pour la conservation des anguilles à analyser en laboratoire ;
- Ichtyomètre gouttière de 120 cm ;
- Balance électronique précise à 0,1 g ;
- Pied à coulisse précis à 0,01 mm ;
- Fatmeter ;

Les anguilles qui ne sont pas conservées pour des analyses ultérieures en laboratoire sont réveillées et relâchées sur le lieu du déversement.



Figure 6 : Mesures biométriques effectuées *in situ* sur un échantillon de 60 anguilles.

### 3.6 Analyse des paramètres biométriques

L'analyse de certains paramètres biométriques permet de définir le stade d'argenture et la forme physique des individus.

#### ➤ Indice Oculaire (indice IO)

Pakurst (1982), a mis au point un Indice Oculaire (IO) en corrélation avec la maturité sexuelle de l'anguille.

$$\left( \frac{Dv + Dh}{4} \right)^2 \times \frac{\pi}{Lt} \times 100$$

où Dv et Dh sont respectivement le diamètre vertical et horizontal de l'œil (en mm) tandis que Lt (en mm) est la longueur totale de l'anguille.

Chez l'anguille argentée, l'IO est compris entre 6,8 et 12 avec une moyenne de 9,9, significativement différent de l'IO des anguilles jaunes (Marchelidon, 1999). Un indice égal ou supérieur à 6,5 est selon Pakurst (1982), synonyme d'individu mature. Plus récemment, Beullens *et al.* (1997) notent qu'il peut exister un recouvrement avec certaines anguilles jaunes et proposent donc un seuil à 7,2, en dessous duquel il ne faut plus considérer l'anguille comme « argentée ».



➤ **Indice pour la Longueur des Nageoires (indice ILN)**

La nageoire pectorale est aussi un bon indicateur de la maturité sexuelle et Durif *et al.* (2005) montrent que le rapport  $(L_n/L_t) \times 100$  (avec  $L_n$  longueur de la pectorale en mm et  $L_t$  longueur totale en mm) est en moyenne significativement différent entre les anguilles jaunes et les anguilles argentées matures.

Chez les anguilles argentées, l'Indice pour la Longueur des Nageoires, nommé « indice ILN » se situe en moyenne à  $4,9 \pm 0,7$  ; tandis que chez les anguilles jaunes, celui-ci se situe en moyenne à  $3,9 \pm 0,6$ .

➤ **Masse lipidique**

L'augmentation de la masse lipidique est un indice d'argenture des anguilles, mais ce paramètre révèle aussi l'état de santé des individus. L'anguille argentée ne s'alimentant plus, ses réserves énergétiques doivent être suffisantes pour assurer la traversée de l'Atlantique ainsi que la reproduction et la production de gamètes (Boëtius et Boëtius, 1980).

Un taux de lipides musculaires inférieur à 20% ne semble pas constituer des réserves énergétiques suffisantes pour permettre la migration transatlantique et la reproduction (Boëtius et Boëtius, 1980 ; Bergersen et Klemetsen 1988 ; Larsson *et al.* 1990 ; Amilhat *et al.*, 2012a). Les lipides ont été mesurés à l'aide d'un fatmeter (Distell©), appareil capable de mesurer les lipides musculaires sur des poissons vivants.

➤ **Indice K de Fulton**

L'indice allométrique K de Fulton (1911), basé sur une relation linéaire entre le poids et le cube de la taille de l'individu permet d'évaluer l'embonpoint des anguilles argentées, et donc leurs réserves énergétiques. Un résultat élevé est révélateur d'une masse lipidique suffisante pour que l'anguille puisse accomplir sa migration. Néanmoins, bien que cet indice indique une forme physique satisfaisante, il ne prend pas en compte le parasitisme et/ou la contamination par des polluants qui peuvent altérer la condition physique des anguilles.

L'équation permettant d'évaluer l'indice K de Fulton est précisée par Cone (1989) :

$$K = \frac{(\text{ Poids [g]} \times 100)}{\text{Longueur}^3 [\text{cm}]}$$

➤ **Recherche de pathogènes et de polluants**

Dans le cadre du présent projet, le parasitisme et la contamination des anguilles par différents micro-polluants ne sont pas pris en compte, et doivent faire l'objet d'analyses ultérieures en laboratoire.

Ainsi, pour chaque relâcher, 15 anguilles sont congelées et remises au CRPMEM PACA.

## 4 Résultats et discussion

### 4.1 Description des relâchers

#### 4.1.1 Généralités

Trois relâchers ont été réalisés, avec 23 pêcheurs des Bouches-du-Rhône entre le 25 novembre et le 10 décembre 2014. Au total, 3 711 kg d'anguilles ont été relâchés.

Le site sélectionné pour le relâcher de l'étang des Impériaux est l'avant-port des Saintes-Maries de-la-Mer tandis que pour les relâcher de l'étang de Berre, le site sélectionné est le port commercial de Port-de-Bouc. (Tableau 1, Figure 7, Figure 8).

Tableau 1 : Caractéristiques des relâchés.

	<b>Camargue (Etang des Impériaux)</b>	<b>Etang de Berre (Saint-Chamas)</b>	<b>Etang de Berre (La Mède)</b>
<b>Date du relâcher</b>	25/11/2014	08/12/2014	10/12/2014
<b>Nombre de pêcheurs</b>	7	11	5
<b>Quantité d'anguilles relâchées</b>	1 483 kg	1 263,4 kg	967,5 kg
<b>Prise d'eau et de stockage</b>	Etang des Impériaux - L'écoulage	St-Chamas, Port du Pertuis	La Mède, Port des 3 frères
<b>Coordonnées GPS (WGS 84)</b>	43°28'458 N 04°26'585 E	43°32'866 N 05°01'861 E	43°23'192 N 05°07'077 E
<b>Site de déversement</b>	Saintes Maries de la Mer, Port de plaisance	Port-de-Bouc	Port-de-Bouc
<b>Coordonnées GPS (WGS 84)</b>	43°26'936 N 04°25'312 E	43°24'246 N 04°59'325 E	43°24'246 N 04°59'325 E

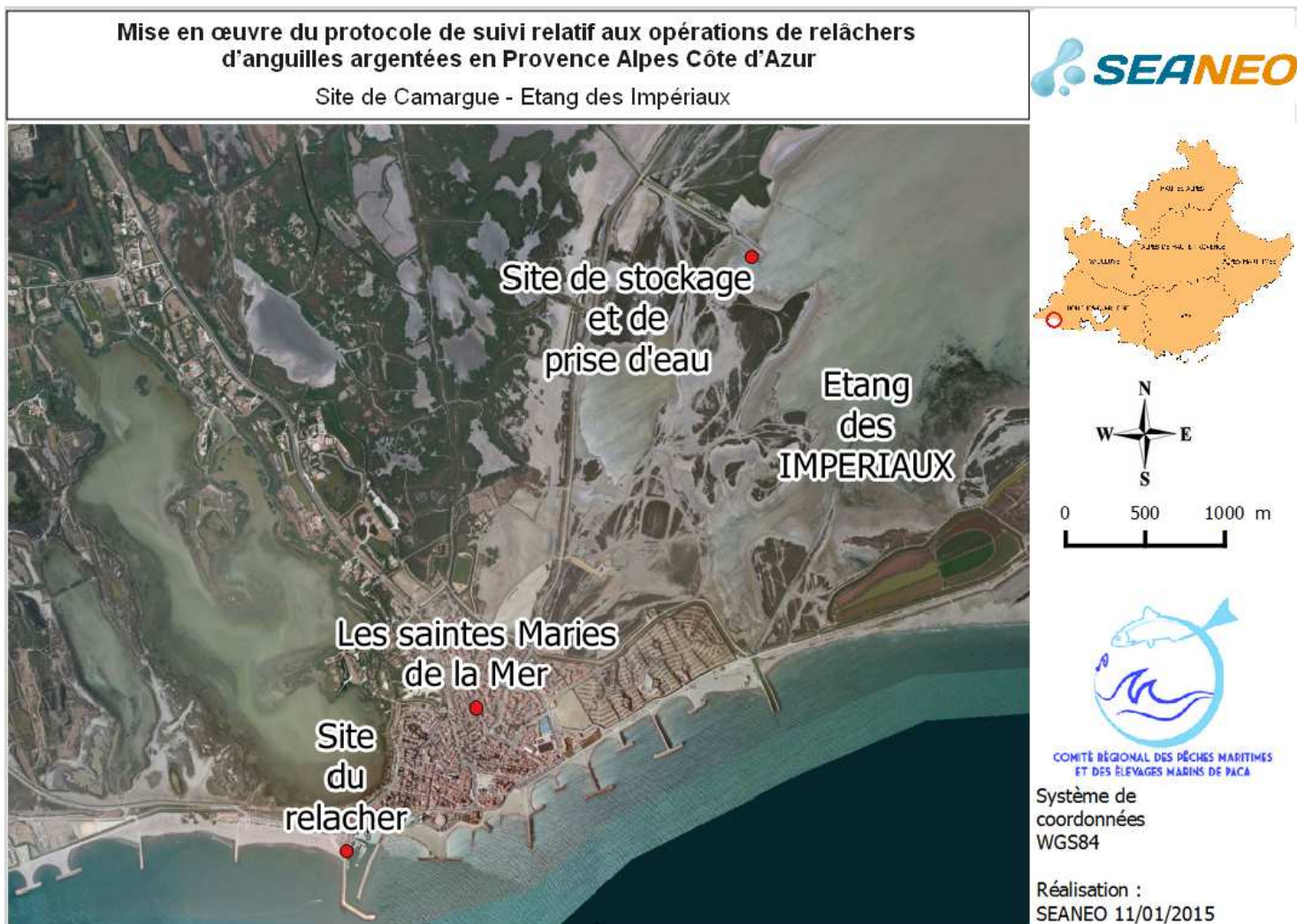


Figure 7 : Relâcher d'anguilles argentées en Camargue (Etang des Impériaux).



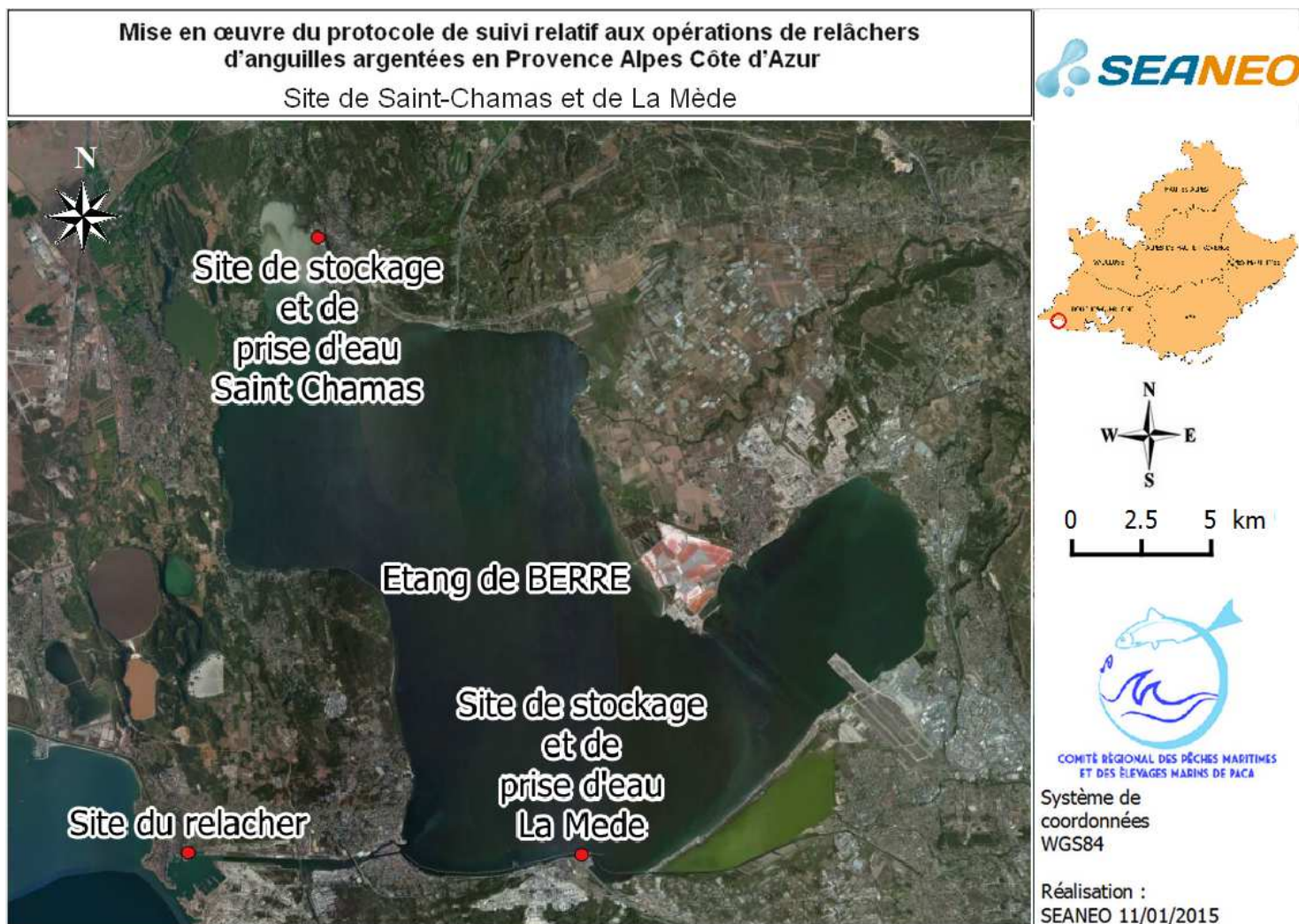


Figure 8 : Relâcher d'anguilles argentées à l'étang de Berre sur les sites de Saint-Chamas et La Mède.

#### 4.1.2 Contrôle des paramètres physico-chimiques

Sur l'ensemble des sites, la surveillance des paramètres physico-chimiques n'a révélé aucun incident :

- Les serbes d'anguilles ont été stockées dans la lagune, dans des conditions correctes ;
- Les anguilles ont été stockées dans le camion du mareyeur dans des conditions excellentes (sursaturation en oxygène), minimisant le stress des individus ;
- Les anguilles ont été relâchées en zone maritime dans des conditions adéquates et conformes au protocole (proximité de la mer et influence lagunaire) (Tableau 2).

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques enregistrés sur l'ensemble des sites.

site	Température (°C)					Salinité (PSU)					Saturation en oxygène (%)					pH				
	S	EP	CC	CD	D	S	EP	CC	CD	D	S	EP	CC	CD	D	S	EP	CC	CD	D
Camargue (Impériaux)	14,6	14,6	14,6	15,4	15,6	39	39	39	38	28	88	88	88	203	164	7,5	7,5	7,5	7,8	8,1
Berre (Saint-Chamas)	10,2	10,2	10,2	10,4	12,7	25	25	25	24	29	70	70	70	117	90	8,0	8,0	8,0	8,4	8,5
Berre (La Mède)	8,5	7,5	8,5	8,3	14,3	19	19	19	20	36	89	80	80	157	94	8,6	8,5	8,5	8,5	8,6

**Légende :**

- S = Site de stockage (lagune)
- EP = Eau Pompée dans le site de stockage
- CC = Eau du camion au moment du chargement
- CD = Eau du camion au moment du déversement
- D = Eau du site de relâcher

#### 4.1.3 Contrôle visuel de la qualité générale des anguilles

Sur les sites de Camargue et de La Mède, la qualité générale des anguilles au moment du chargement puis du déversement était excellente (bonne vivacité, blessures rares, aucune mortalité au relâcher).

Sur le site de Saint-Chamas, les anguilles présentaient peu de blessures, mais n'étaient pas vivaces au moment du chargement. Quelques anguilles mortes ont été refusées. Par ailleurs, au moment du relâcher, un pourcentage non négligeable d'anguilles mortes a été constaté. D'après le témoignage des pêcheurs les plus éloignés du site de stockage, les anguilles ont dues être transportées à l'air libre en véhicule pendant 1h30. Il est donc probable que ce type de traitement ait eu impact significatif sur la vivacité et la survie des anguilles (Figure 9).

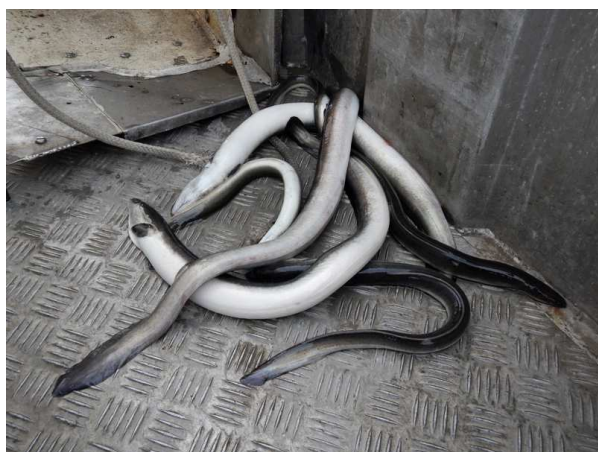


Figure 9 : Mortalité d'anguilles argentées sur le site de Saint-Chamas.

#### 4.1.4 Contrôle visuel de l'argenteure et sexage

Au moment du chargement des anguilles (pesée), une première détermination de l'argenteure est réalisée sur un minimum de 60 anguilles par pêcheur (serbe sélectionnée au hasard).

Les anguilles argentées et jaunes sont différenciées grâce aux critères morpho-anatomiques listés dans la bibliographie. Les anguilles dites « pré-argentées » ne possèdent pas tous les critères indiquant que l'individu est mature (Durif, 2003 ; Durif *et al.*, 2005).

Le contrôle de l'argenteure a révélé une majorité d'anguilles argentées, à l'exception du site de Saint-Chamas, où certains pêcheurs ont réalisé un tri insuffisant. Si cela est possible, le pêcheur effectue un tri sur place, jusqu'à obtention d'un pourcentage acceptable. Lors des relâchers de l'hiver 2014, cette démarche s'est révélée efficace. Globalement, le taux d'anguilles argentées relâchées est supérieur à 90 % (en nombre d'individus).

En 2013, les résultats indiquent que le pourcentage d'anguilles argentées collectées était plus élevé qu'en 2014 (Jouvenel et Tronel-Peyroz, 2014). Il est donc important d'insister devant les pêcheurs, sur l'importance du tri des anguilles jaunes. Le pourcentage d'anguilles jaunes acceptable est un pourcentage en nombre d'individus et non en biomasse (Amilhat *et al.*, 2012a) (Tableau 3).

Tableau 3 : Détermination visuelle de l'argenteure sur les 3 sites de relâchers.

	Nombre d'individus	Argentées (%)	Pré-argentées (%)	Jaunes (%)
Etang des Impériaux	486	97,2	1,2	1,6
Etang de Berre Saint Chamas	696	82,2	4,4	13,2
Etang de Berre La Mède	317	98,4	0	1,6
Tous étangs confondus	1499	93,6	1,7	4,7

Le contrôle visuel permet également d'estimer le sexe des individus. Le résultat met en évidence que les femelles constituent le sexe dominant dans l'étang de Berre, contrairement à l'étang des Impériaux qui est dominé principalement par une population de mâles (Tableau 4).

Tableau 4 : Détermination visuelle du sexe sur les 3 sites de relâchers.

	Nombre d'individus	Mâles (%)	Femelles (%)	Sexe non déterminé (%)
Etang des Impériaux	486	81,9	14,9	3,2
Etang de Berre Saint Chamas	696	9,2	79,7	11,1
Etang de Berre La Mède	317	6	92	2
Tous étangs confondus	1499	41,4	54,9	3,7

#### 4.2 Caractérisation biométrique des populations relâchées

Afin de caractériser les anguilles argentées relâchées, 180 individus (60 par site) pris aléatoirement à la sortie du camion, font l'objet de mesures biométriques précises. Le suivi biométrique concerne 180 anguilles (60 individus sur chaque site), dont 59,2% sont des femelles tandis que 40,8% sont des mâles.



#### 4.2.1 Longueur totale et poids moyen

En raison du dimorphisme sexuel marqué chez l'anguille européenne, la taille et le poids moyen des individus diffèrent significativement entre les mâles et les femelles ( $p < 0,05$ ) sur chaque site. En revanche, aucune différence significative de taille et de poids n'est mise en évidence entre les différents sites ( $p > 0,05$ ). Les tailles et les poids moyens par site et par sexe sont relativement proches de ceux obtenus en 2013 (Jouvenel et Tronel-Peyroz, 2014).

Généralement, la taille et le poids des femelles sont plus variables que chez les mâles, car ces derniers possèdent une période de croissance plus courte. Ainsi, le stade d'argenteure s'effectue plus tôt chez les mâles (Tableau 5, Figure 10, Figure 11).

L'étude des différences de taille et de poids entre les différents sites est à nuancer. En effet, au delà des paramètres environnementaux (productivité du milieu) pouvant influencer la morphologie des anguilles, la sélectivité des filets utilisés (taille de la maille) peut cibler certaines tailles des individus (Amilhat *et al.*, 2012b).

Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des anguilles argentées (<45 cm pour les mâles et >45 cm pour les femelles).

Site	Femelles			Mâles		
	Nb individus	Taille moy ± e.t (min-max) cm	Poids moy ± e.t (min-max) g	Nb individus	Taille moy ± e.t (min-max) cm	Poids moy ± e.t (min-max) g
Impériaux (Camargue)	8	62,3 ± 7,5 (51,0 – 74,0)	440,5 ± 167,4 (218,6 – 736,6)	52	37,4 ± 2,3 (32,5 – 44,0)	89,6 ± 16,1 (59,2 – 139,4)
Saint-Chamas (Berre)	42	68,0 ± 97,7 (48,6 – 95,2)	596,1 ± 307,3 (206,8 – 1819,0)	18	37,9 ± 1,8 (33,8 – 41,2)	89,4 ± 17,3 (63,0 – 120,0)
La Mède (Berre)	57	67,3 ± 7,6 (49,0 – 80,0)	583,2 ± 205,7 (237,4 – 1100,2)	3	40,6 ± 3,9 (37,3 – 44,9)	119,8 ± 44,0 (93,6 – 170,6)
TOTAL / Moyenne	107	67,2 ± 8,6 (48,6 – 95,2)	577,6 ± 249,6 (206,8 – 1819,0)	73	37,6 ± 2,3 (32,5 – 44,9)	90,8 ± 18,5 (59,2 – 170,6)

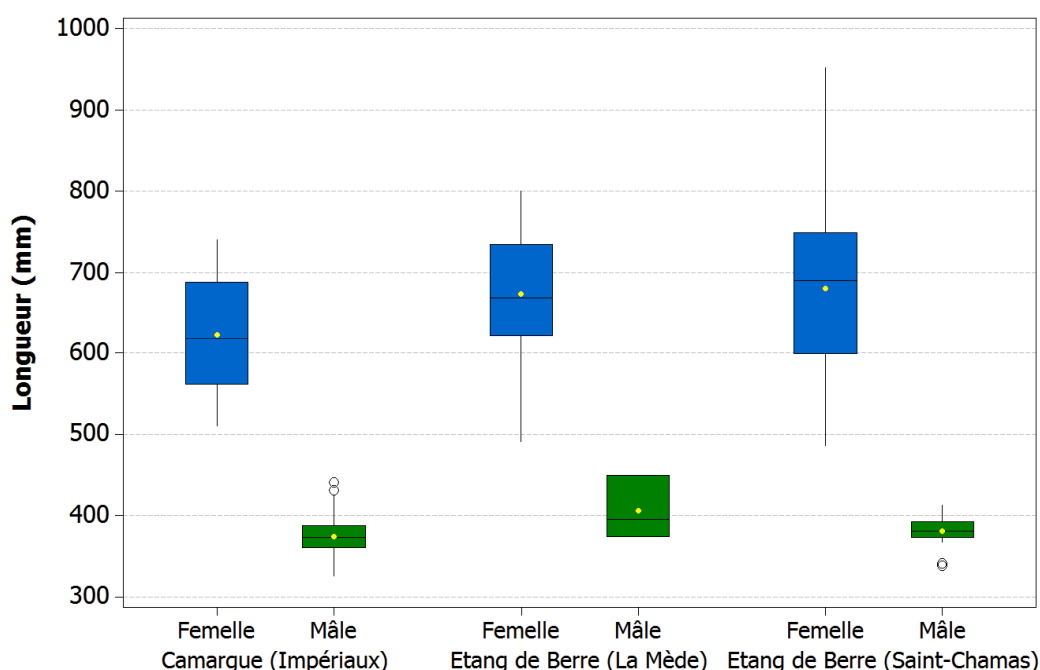


Figure 10 : Taille des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher. (Minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

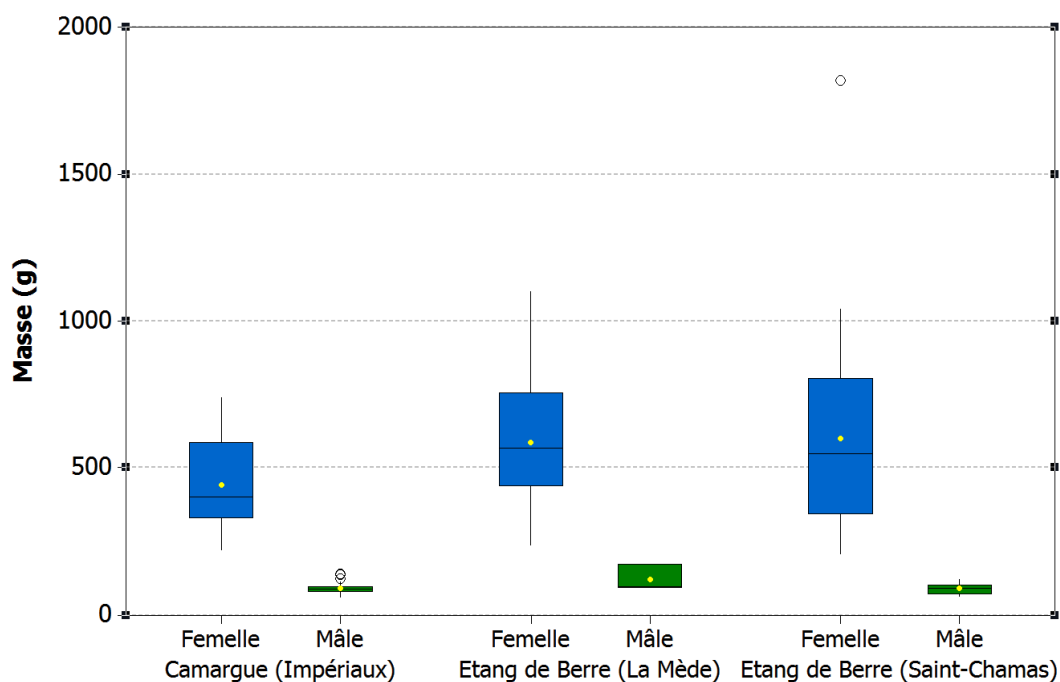


Figure 11 : Masse individuelle des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher. (Minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

#### 4.2.2 Sex-ratio

Une grande majorité d'anguilles femelles a été relâchée sur l'étang de Berre (83,3 %), tandis qu'une majorité de mâles (90,5 %) a été relâchée sur l'étang des Impériaux (Figure 12).

Une différence significative du sex-ratio a été observée entre le résultat obtenu pendant l'estimation visuelle et le résultat obtenu à partir des échantillons aléatoires prélevés au moment du déversement.

Dans le cadre de cette étude, seuls les résultats issus du sex-ratio de l'échantillon aléatoire pris au déversement ont été pris en compte. En effet, contrairement à ce qui a été annoncé par Amilhat *et al.* (2012b), les deux méthodes de sexage ne donnent pas des résultats similaires, en fonction des lagunes. Les pêcheurs peuvent parfois dédier des serbes aux grosses anguilles et d'autres serbes aux petites anguilles, ce qui peut entraîner un biais lors des contrôles visuels sur une serbe pris au hasard pour chaque pêcheur.

D'après le sex-ratio est densité-dépendant, c'est-à-dire que dans les sites où les densités en anguilles sont faibles, le pourcentage de femelles est plus important (Krueger et Oliveira, 1999 ; Daverat, 2005 ; Davey et Jellyman 2005 ; Han et Tzeng, 2007). Il faut cependant bien prendre en compte la capacité du milieu car certains milieux sont plus productifs que d'autres. En effet, un milieu très productif supportera une densité plus forte qu'un milieu peu productif. Une analyse des milieux (richesse en nutriments) et de la croissance individuelle des anguilles par site peuvent donner des indications sur la capacité des milieux, et donc expliquer les sex-ratios observés (Amilhat *et al.*, 2012b),.

Les résultats obtenus en 2013 diffèrent surtout sur le site de Camargue, où les individus étaient majoritairement des femelles, une partie des anguilles ayant été pêchée dans l'étang du Vaccarès (Jouvenel et Tronel-Peyroz, 2014). En 2014, la majorité des pêcheurs ont déclaré avoir pêché les anguilles dans l'étang des Impériaux. Cette modification de zones de pêche pourrait avoir une influence sur le résultat lié au sex-ratio.

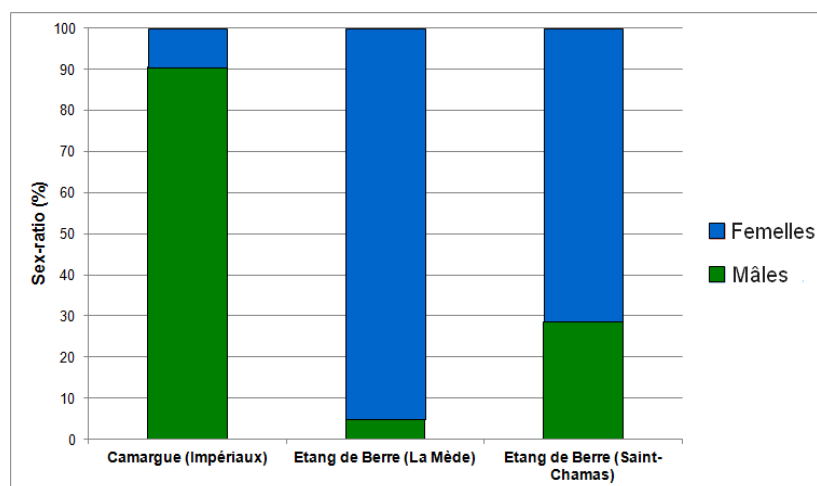


Figure 12 : Pourcentages de mâles et de femelles capturés sur chaque site. Les anguilles <45cm sont considérées comme des mâles, celles  $\geq 45$ cm comme des femelles.

#### 4.2.3 Coefficient K de Fulton

Le coefficient relatif de condition K de Fulton met en évidence une différence significative entre les mâles et les femelles ( $p < 0,05$ ). Les mâles ont en effet un coefficient K en moyenne légèrement inférieur à celui des femelles (1,8 contre 1,6). Des résultats similaires ont été mis en évidence dans le cadre de précédents relâchers en Méditerranée par Jouvenel et Tronel-Peyroz (2014) et Amilhat *et al.* (2012b) ; Amilhat (comm. pers., 2015), mais également ailleurs en France ou en Europe (Acou *et al.*, 2007 ; Simon, 2007 ; Van Ginneken *et al.*, 2007 ; Prigge *et al.*, 2012).

En revanche, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les trois sites de relâchers ( $p > 0,05$ ), ce qui rejoint le constat de Jouvenel et Tronel-Peyroz (2014) (Figure 13).

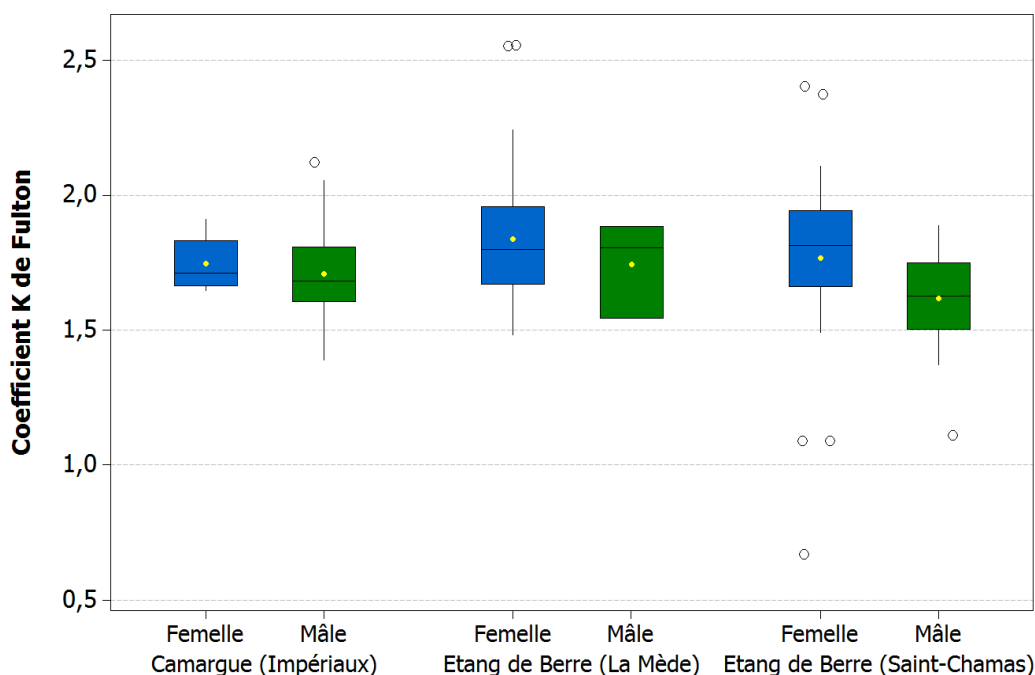


Figure 13 : Coefficient relatif de condition K en fonction du sexe et du site de relâcher. (Minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

#### 4.2.4 Taux de lipides

La distinction entre les deux sexes est encore plus marquée pour le taux de lipides. Bien que plus petits et moins lourds, les mâles ont un taux de lipides significativement supérieur (24,75 % en moyenne) à celui des femelles (19,71 % en moyenne) ( $p < 0,05$ ) (Figure 14).

Ainsi, la totalité des mâles possèdent un taux de lipides suffisant pour effectuer la migration transatlantique ( $\geq 20\%$ ). Les résultats sont moins positifs pour les femelles, notamment sur les sites de l'étang de Berre où seulement 23 % des femelles possèdent un taux de lipides supérieur ou égal à 20 %. Cette tendance a également été mise en évidence par Jouvenel et Tronel-Peyroz (2014) pendant les relâchers de 2013, bien que la proportion d'anguilles avec un taux de lipides suffisant était plus forte.

Depuis 2011, tous les relâchers d'anguilles argentées en Languedoc-Roussillon montrent que les mâles ont en général un taux de lipides suffisant et qu'une proportion importante de femelles (14 % à 72 %) ont un taux de lipides inférieur à 20 % (Amilhat *et al.*, 2012b ; Amilhat, comm. pers., 2015). Les résultats obtenus en région PACA se rapprochent donc de ceux obtenus dans les lagunes du Languedoc-Roussillon (Figure 15).

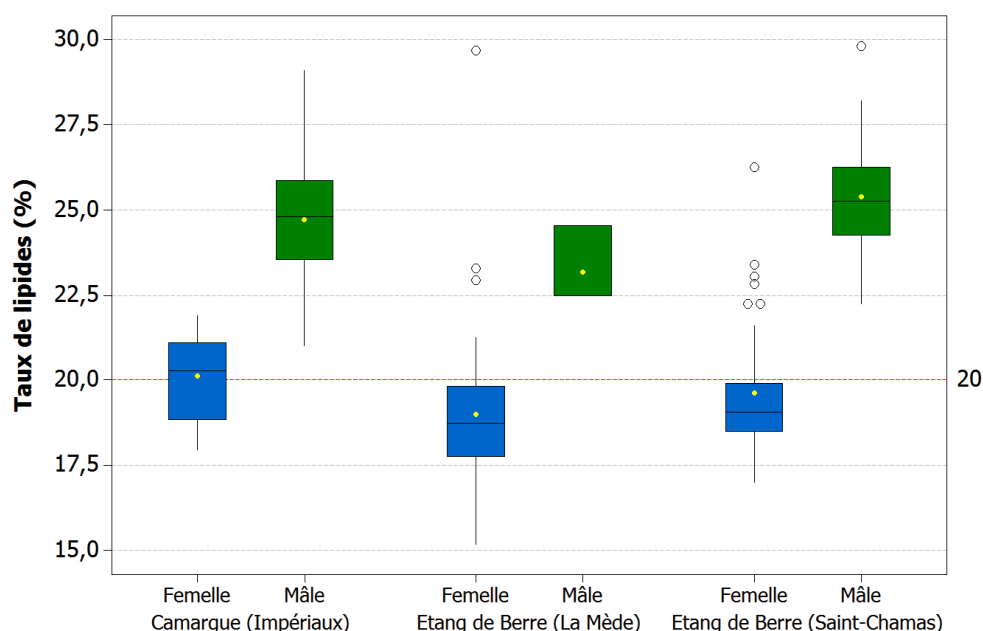


Figure 14 : Taux de lipides individuel des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher. (Minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

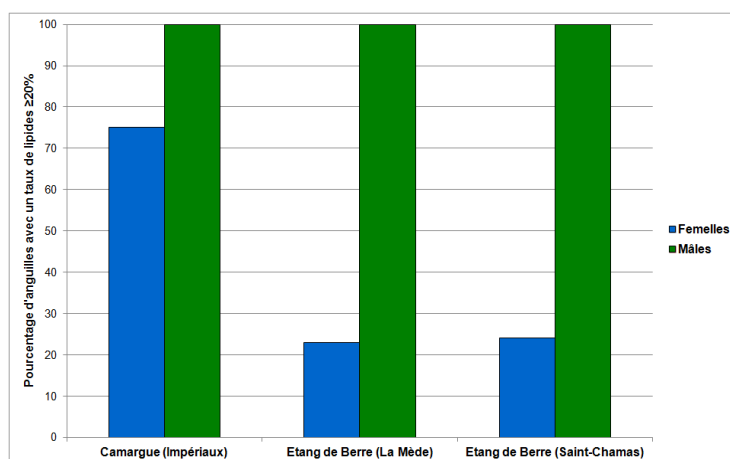


Figure 15 : Pourcentage d'individus avec un taux de lipides supérieur à 20%.

#### 4.2.5 Indice Oculaire (IO) et Indice pour la Longueur des Nageoires (ILN)

Toutes les anguilles mesurées possèdent un Indice Oculaire (IO) supérieur au seuil de 7,2 fixé par Beullens *et al.* (1997). Les valeurs indiquent donc un stade d'argenture avancé. Les anguilles sont donc prêtes à partir en migration. Seul l'IO de l'œil gauche est présenté ici puisque les résultats sont sensiblement les mêmes pour l'œil droit (Figure 16).

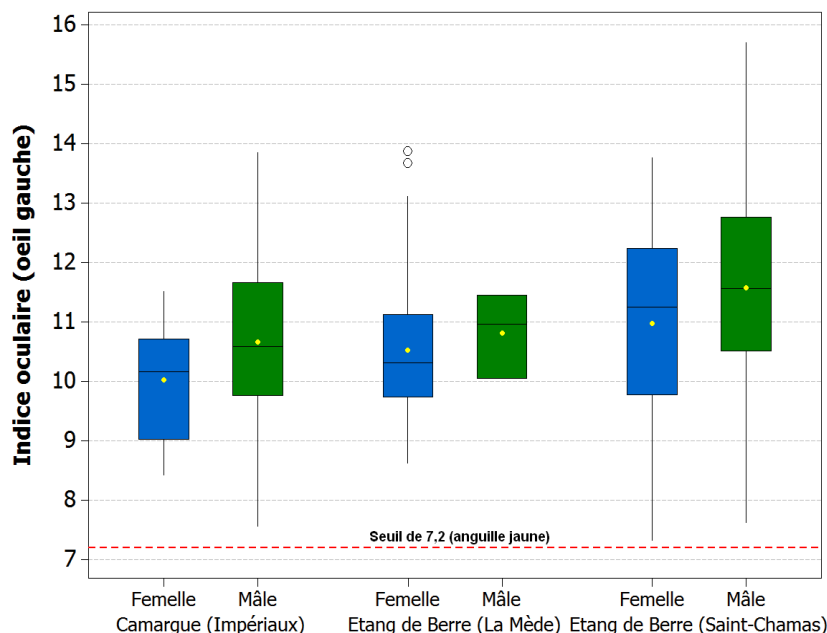


Figure 16 : Calcul de l'indice oculaire (œil gauche).  
(Minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

L'indice pour la Longueur des Nageoires (ILN) confirme les résultats précédents avec l'IO. En effet, la majorité de la population dépasse la moyenne de 4,9 définie par Durif *et al.* (2005). Deux individus femelle capturés dans l'étang de Berre (Saint-Chamas) sont en dessous de la valeur minimale de 4,2. Les nageoires pectorales peuvent être atrophiées, voire amputées à cause de blessures anciennes. Pour les mêmes raisons que précédemment, seuls les résultats de la nageoire pectorale gauche sont présentés (Figure 17).

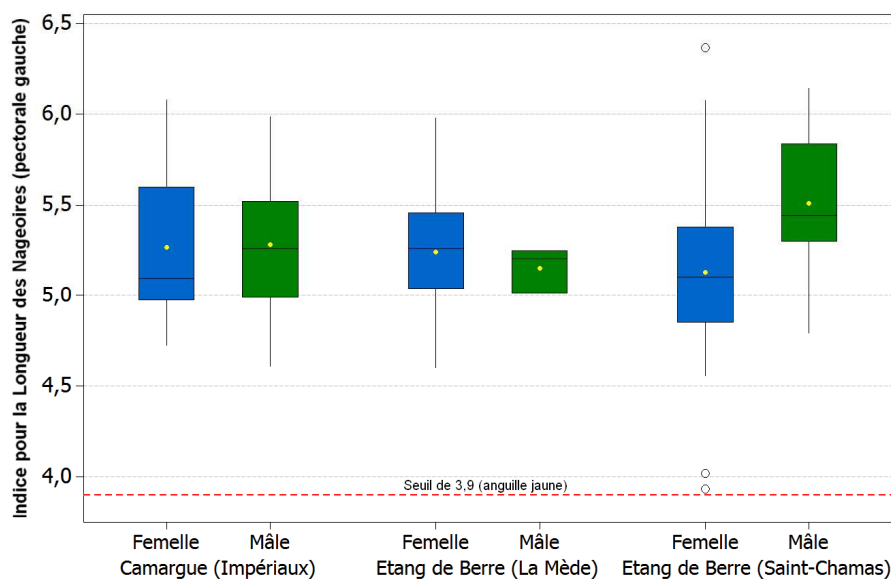


Figure 17 : Indice de la nageoire pectorale (pectorale gauche).  
(Minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

#### 4.2.6 Bilan des indices d'argenture

Une Analyse en Composante Principale (ACP) sur les variables poids, longueur totale, indice oculaire gauche (IO gauche), indice oculaire droit (IO droit), indice de la nageoire pectorale gauche (I nageoire gauche), indice de la nageoire pectorale droite (I nageoire droite), le coefficient relatif de condition (K) et le taux de lipides (lipides) a été réalisée. Les deux premiers axes de l'ACP regroupent 71 % de l'inertie totale (71 % de l'information issues de toutes les variables) répartie en 42 % sur le premier axe et 29 % sur le second.

L'ACP résume très bien les résultats présentés auparavant. En effet, les femelles se distinguent des mâles principalement par la taille, le poids, le coefficient relatif de condition K et le taux de lipides. La taille, le poids et le coefficient K sont corrélés et inversement proportionnels au taux de lipides. Cependant ces paramètres sont indépendants des autres variables qui sont l'indice oculaire et l'indice de nageoire pectorale.

Les mâles forment une population très homogène en termes de poids, longueur, coefficient K et taux de lipides et ils ne se distinguent les uns des autres que par une variabilité importante sur l'indice oculaire et l'indice de nageoire pectorale.

Les femelles forment un groupe où la variabilité interindividuelle est plus importante sur l'ensemble des variables énumérées précédemment. Deux femelles ont des indices oculaires et de nageoire bien plus faible que le reste des individus ce qui avait été relevé sur les résultats précédents (Figure 18).

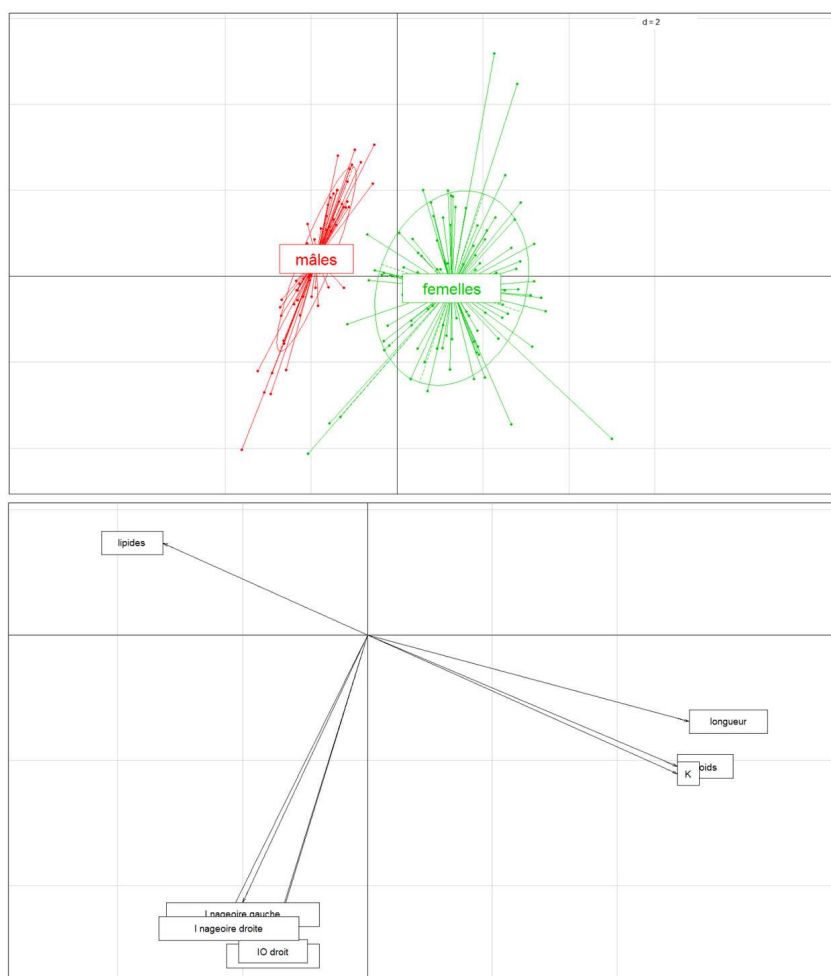


Figure 18 : ACP sur les variables poids, longueur, K, I nageoire gauche et droite, IO gauche et droit, sur les deux premiers axes selon les mâles et les femelles.



#### 4.2.7 Caractérisation des pathologies visibles

La majorité des anguilles relâchées (88 %) sont en bon état (absence de pathologies potentiellement graves comme des nécroses tissulaires, des ulcérations, des hémorragies ou des atteintes oculaires).

Des nécroses sur la queue sont observées uniquement pour le relâcher de Saint-Chamas.

Des nécroses sur l'anus sont uniquement présentes sur l'étang de Berre, pour les deux sites de relâcher.

Les 9 autres pathologies observées représentent moins de 20% des pathologies et sont considérées comme anecdotiques et ne sont pas détaillées.

Le relevé des pathologies visibles sur le corps indique que 99 anguilles sur 180 en sont atteintes (55 %). La majorité de ces pathologies visibles sont des marques de filet récentes (44 % des individus) et sont observées de manière récurrente sur les 3 sites de prélèvement. Des résultats semblables ont été obtenus en Languedoc-Roussillon (Amilhat, comm. pers., 2015).

D'après Amilhat *et al.* (2012b), les marques de filet sont probablement liées à la méthode de pêche, mais il est difficile de prédire si ces blessures légères peuvent entraver la migration, par exemple en provoquant des surinfections et ainsi affaiblir les anguilles durant leur migration.

Les pathologies associées aux sites de relâcher sont ainsi présentés (Figure 19).

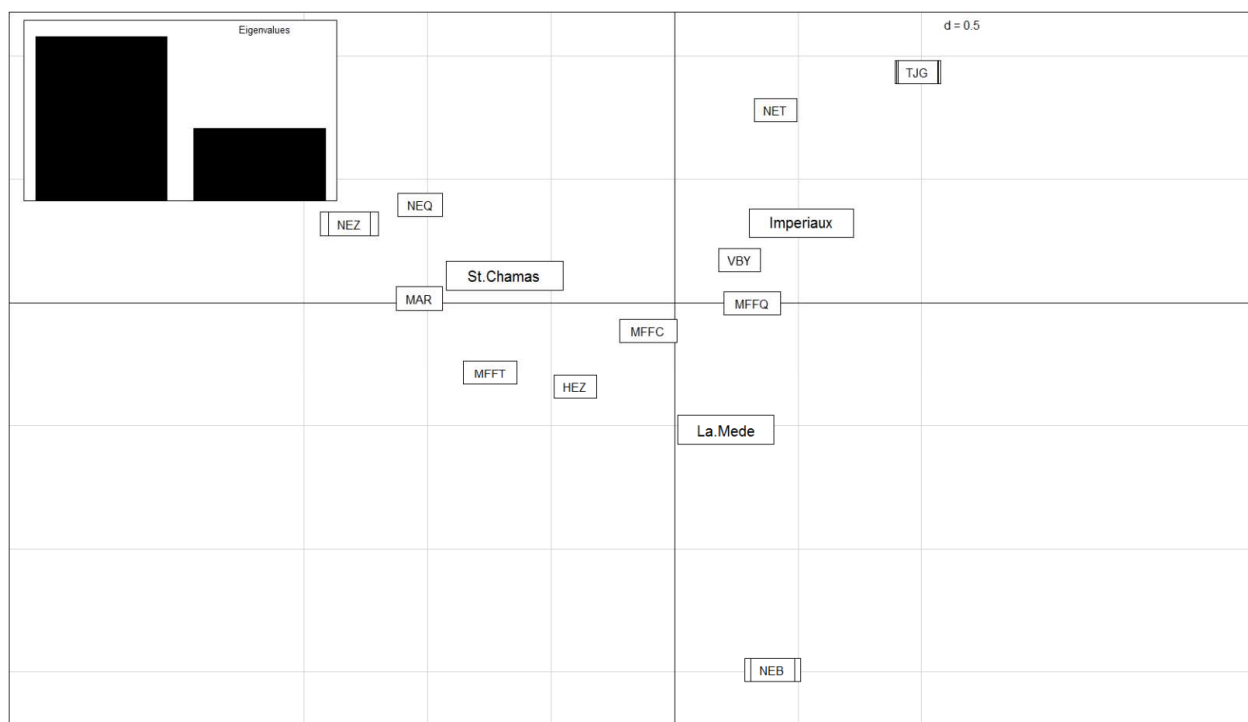


Figure 19 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les pathologies suivant les sites de relâcher.

Le détail de la signification des codes pathologique est donné en Annexe 1.

#### 4.2.8 Estimation du nombre d'anguilles relâchées

Grâce à la masse moyenne des anguilles calculée par site, le sex-ratio propre à chaque lagune, et le tonnage pour chaque opération, il est possible d'évaluer le nombre d'anguilles relâchées sur chaque site.

Au total, 22 594 individus ont été relâchés (3 407 femelles et 19 187 mâles) (Figure 20).

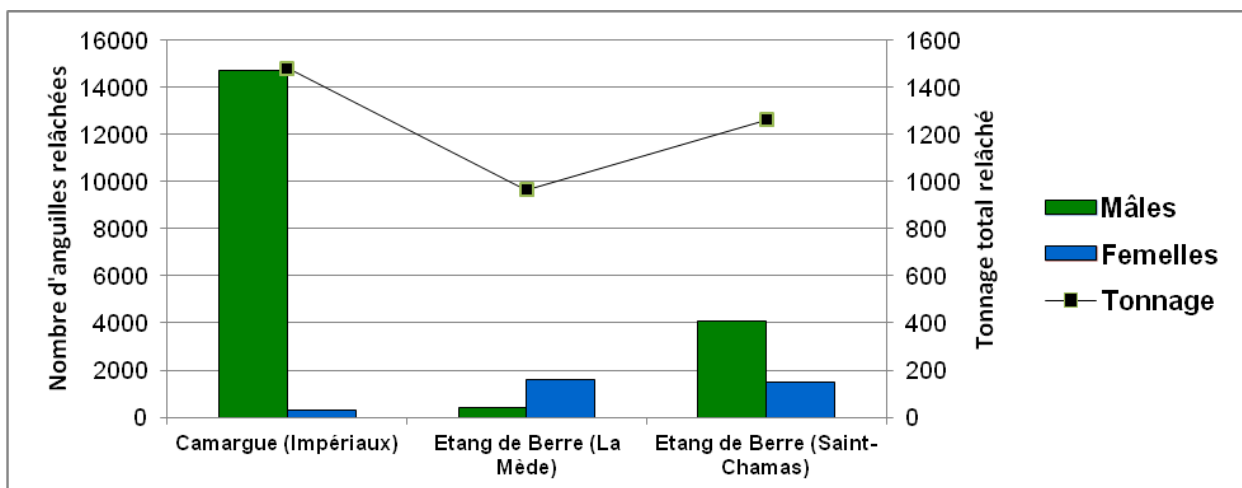


Figure 20 : Estimation du nombre d'anguilles relâchées en 2014.

## 5 Conclusion

---

3 711 kg d'anguilles argentées ont été relâchées lors de cette opération en région Provence Alpes Côte d'Azur. Cette quantité est deux fois plus élevée que lors de la campagne précédente.

Selon le suivi biométrique, les femelles pèsent en moyenne 578 g (pour 67 cm de long), tandis que les mâles pèsent en moyenne 91 g (pour 38 cm de long). Selon le sex-ratio et le tonnage global, 22 594 individus ont été relâchés (3 407 femelles et 19 187 mâles).

Plus de 90 % (en nombre) d'anguilles exclusivement argentées ont été collectées, composés en grande majorité de femelles (82 %) sur les deux sites de l'étang de Berre et de mâles (95 %) sur le site de Camargue (étang des Impériaux). Les anguilles analysées possèdent tous les critères morpho-anatomiques permettant de certifier leur maturité sexuelle.

Sur l'ensemble des sites, 25 % des femelles et 100 % des mâles ont un taux de lipides supérieur à 20 %. D'après la bibliographie, les anguilles possédant un taux de lipides inférieur à 20 % ne possèdent pas suffisamment de réserves pour effectuer leur migration. Dans le cadre de ce relâcher, cela représente donc 75 % de la population d'anguilles femelles (soit plus de 2 500 individus). Cependant, une tendance identique est observée en Languedoc-Roussillon depuis 2011. Il est également indispensable d'analyser le niveau de contamination des anguilles conservées lors des relâchés, afin d'étudier tous les paramètres et de conclure sur l'efficacité de l'opération.

L'état de santé des anguilles est dans l'ensemble bon pour la Camargue et le site de La Mède. Néanmoins, il est nécessaire d'insister auprès des pêcheurs, sur l'importance de fournir des anguilles en bon état et non blessées. Le tri des anguilles jaunes est également primordial. Il est important de préciser aux pêcheurs que le pourcentage d'anguilles jaunes acceptable est un pourcentage en nombre d'individus et non en poids.

Sur les trois sites, les anguilles sont correctement stockées (usage de serbes adéquates et stockage dans de bonnes conditions). Néanmoins, dans l'étang de Berre (site de La Mède), les anguilles sont stockées dans des zones soumises à la houle en cas de Mistral. Du fait de cette particularité, les pêcheurs ont pris l'initiative de stocker des serbes de plus de 40 kg à sec dans la bateaux, afin d'atténuer l'effet de la houle sur les anguilles (mouvement de va et vient). D'après les observations réalisées et la qualité exemplaire des anguilles fournies, il est envisageable d'accepter exceptionnellement ce type de pratique aux pêcheurs du site de La Mède.

D'un point de vue organisationnel, il est nécessaire d'apporter des modifications aux prochaines opérations. En effet, sur le site de Saint-Chamas, certains pêcheurs sont obligés d'effectuer un trajet par la route d'1h30 avec les anguilles stockées à l'air libre, entraînant une mortalité importante malgré la bonne qualité des individus. Il est donc nécessaire de multiplier les points de collecte (déplacement des scientifiques et du mareyeur) pour éviter tout transport trop long d'anguilles à l'air libre. Il est également envisageable d'effectuer plus de relâchers sur cette partie de la lagune.

Enfin, même si la biomasse relâchée est deux fois plus importante qu'en 2013, l'objectif de tonnage n'a pas été atteint, notamment à cause des mauvaises conditions météorologiques la veille du relâcher programmé à La Mède. Un assouplissement du calendrier des relâchers pourrait être envisagé, notamment en permettant aux pêcheurs de signaler le moment opportun pour une collecte.

Au cours de ce second relâcher d'anguilles argentées, il n'a pas été possible d'évaluer la quantité d'anguilles réellement parties en mer, et donc l'efficacité de l'opération. Un marquage d'une certaine quantité d'anguilles pourrait être réalisé lors des prochaines campagnes.

De même, s'agissant de la deuxième année de relâchers, il n'est pour l'instant pas envisageable de mesurer une quelconque amélioration sur le stock d'anguilles présentes dans les lagunes. Plusieurs années seront encore nécessaires pour entrevoir un effet sur la population d'anguilles de Provence Alpes Côte d'Azur dont tous les acteurs se sont fortement mobilisés pour mener à bien cette opération.

## 6 Bibliographie

---

Acou A., Gabriel G., Feunteun E., Laffaille P., 2007 Differential Production and Condition Indices of Premigrant Eels in Two Small Atlantic Coastal Catchments of France. 16 p.

Amilhat, E., 2007. Etat sanitaire de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse : synthèse bibliographique. Rapport Pôle lagunes et Cépralmar. BETM, Université de Perpignan. 88p.

Amilhat, E., Feunteun, E., Simon, G., Faliex E., Crivelli, A., Lecomte, R., Chassanite, A., Sasal, P., Farrugio, H., 2012a. Protocole de relâché d'anguilles argentées en Méditerranée française. 14p.

Amilhat, E., Simon, G., Chassanite, A. Faliex, E., 2012b. Suivi scientifique de l'étude pilote de relâchés d'anguilles argentées en Méditerranée – Nov-Déc 2011 - Résultats préliminaires. 13p.

Banning, P. V., O. L. M. Haenen. 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.

Benajiba M. H., P. Silan, A. Marques, G. Bouix. 1994. Protozoaires et métazoaires parasites de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758: Structures temporelles de leurs populations dans une lagune méditerranéenne. Annales des Sciences naturelles, Zoologie, Paris 15:141-149.

Boëtius, I., Boëtius, J., 1980. Experimental maturation of female silver eels, *Anguilla anguilla*. Estimates of fecundity and energy reserves for migration and spawning. Dana 1, 1–28.

Boëtius, I., Boëtius, J., 1985. Lipid and protein content in *Anguilla anguilla* during growth and starvation. Dana, 4, 1-17.

Daverat F. 2005. Tactiques d'utilisation des habitats et dynamique de population des anguilles de la zone aval du bassin versant Gironde Garonne Dordogne. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I - Cemagref Bordeaux.

Davey A.J.H., Jellyman, D.J. 2005. Sex determination in freshwater eels and management options for manipulation of sex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 15: 37-52.

Dupont F., A.J. Petter. 1988. *Anguillicola*, une épizootie plurispécifique en Europe - Apparition de *Anguillicola crassa* (Nematoda, Anguillicolidae) chez l'anguille européenne *Anguilla anguilla* en Camargue, Sud de la France. Bull. Fr. Pêche Piscic 308:38-41.

Durif, C. 2003. Thesis abstract: The downstream migration of the European eel, *Anguilla anguilla* : characterization of migrating silver eels, migration phenomenon, and obstacle avoidance. PhD thesis, University of Toulouse, France, 348 p.

Durif, C., Dufour, S., Elie, P., 2005. The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the yellow resident to the silver migrating stage. J. Fish Biol., 66, 1025-1083.

Durif, C., Elie, P., Dufour, S., Marchelidon, J., Vidal, B., 2000. Analyse des paramètres morphologiques et physiologiques lors de la préparation à la migration de dévalaison chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) du lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique). Cybium, 24(3) suppl., 63-74., 24(3), 63-74.

Fulton, T. W., 1911. The sovereignty of the sea. Edinburgh and London. ICES, 2006. Report of the 2006 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels Rome, 23-27 January 2006. ICES CM 2006/ACFM:16. 367 p.

Han Y.U., Tzeng W.N. 2007. Sex-dependent habitat use by the Japanese eel *Anguilla japonica* in Taiwan. *Marine Ecology Progress Series* 338: 193-198.

Jouvenel J.-Y., Tronel-Peyroz E., 2014. Relâchés d'anguilles argentées capturées dans des lagunes de PACA en aval d'obstacles à la dévalaison 2013. Contrat P2A Développement/Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins de PACA. Février 2014. 28 p.

Kennedy C.R., D.J. Fitch. 1990. Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. *J. Fish Biol.* 36:117-131.

Kirk R.S., C.R. Kennedy, J.W. Lewis. 2000a. Effect of salinity on hatching, survival and infectivity of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) larvae. *Dis Aquat Organ* 40(3):211-218.

Kirk R.S., J.W. Lewis, C.R. Kennedy. 2000b. Survival and transmission of *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 (Nematoda) in seawater eels. *Parasitology* 120(3):289-295.

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

Lecomte-Finiger R., 1992. Growth history and age at recruitment of European glass eels as revealed by otolith microstructure. *Mar. Biol.*, 114: 205-210.

Lecomte-Finiger R., 1994. Les stades larvaires (leptocéphales et anguilles) de l'anguille européenne : migrations et métamorphose. *Année Biol.*, 33: 1-17.

Lecomte-Finiger R., Maunier C., Khafif M., 2004. Les larves leptocéphales, ces méconnues.

Lefebvre F., Contournet P., Crivelli A. J., 2002b. The health state of the eel swimbladder as a measure of parasite pressure by *Anguillicola crassus*. *Parasitology*, 124, 457-463.

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.

Maillo P.A., M.A. Vich H. Salvado, A. Marqués, P. Gracia. 2005. Parasites of *Anguilla anguilla* (L.) from three coastal lagoons of the River Ebro delta (Western Mediterranean). *Acta Parasitologica* 50(2):156-160.

Marohn, L., Rehbein, H., Kündiger, R., Hanel, R., 2008. The suitability of cytochrome-P4501A1 as a biomarker for PCB contamination in European eel (*Anguilla anguilla*). *Journal of Biotechnology*, 136, 135–139.

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

Pankhurst N.W., Lythgoe J.N., 1982. Structure and colour of the integument of the European eel *Anguilla anguilla* (L.). *J. Fish. Biol.*, 21, 279-296.

Perez Lopez, M., Novoa Valinas, M.C., Melgar Riol, M.J., 2002. Induction of cytosolic Glutathione S-transferases from Atlantic eel (*Anguilla anguilla*) after intraperitoneal treatment with polychlorinated biphenyls. *Science of the Total Environment*, 297, 141–151.



- Pierron, F., Baudrimont, M., Bossy, A., Bourdineaud, J.P., Brethes, D., Elie, P., Massabuau, J.C., 2007a. Impairment of lipid storage by cadmium in the European eel (*Anguilla anguilla*), *Aquatic Toxicology*, 81 (3), 304-311.
- Pierron, F., Baudrimont, M., Dufour, S., Elie, P., Bossy, A., Baloché, S., Mesmer-Dudons, N., Gonzalez, P., Bourdineaud, J.P., Massabuau, J.C., 2008a. How cadmium could compromise the completion of the European eel's reproductive migration, *Environmental Science and Technology*, 42 (12), 4607-4612.
- Pierron, F., Baudrimont, M., Gonzalez, P., Bourdineaud, J.P., Elie, P., Massabuau, J.C., 2007b. Common pattern of gene expression in response to hypoxia or cadmium in the gills of the European glass eel *Anguilla anguilla*, *Environmental Science and Technology*, 41, 3005-3011.
- Pierron, F., Baudrimont, M., Lucia, M., Durrieu, G., Massabuau, J.C., Elie, P., 2008b. Cadmium uptake by the European eel: Trophic transfer in field and experimental investigations, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70, 10-19.
- Prigge E.L., Marohn R. Hanel. 2012. Tracking the migratory success of stocked European eels *Anguilla anguilla* in the Baltic Sea. *Journal of Fish Biology* (2013) 82, 686–699.
- Renault S., 2011. Etude Ecotoxicologique des impacts des Contaminations Métalliques et Organiques chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.), dans l'estuaire de la Gironde. PhD thèse, Université de Bordeaux, 420 p.
- Schmidt J., 1922. The breeding places of the eel. *Royal Society of London Biological Sciences*, 211, 179-211.
- Simon J. 2007. Age, growth, and condition of European eel (*Anguilla anguilla*) from six lakes in the River Havel system (Germany). *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1414–1422.
- Tesch F.W., 2003. *The eel*. Blackwell Publishing, fifth edition, 408 p.
- Van Ginneken V., Durif C., Balm P., Boot R., Versteegen M., Antonissen E., Van Den Thillart G., 2007. Silvering of European eel (*Anguilla anguilla* L.): seasonal changes of morphological and metabolic parameters. *Animal Biology*, Vol. 57, No. 1, pp. 63-77.
- Van Ginneken, V., Palstra, A., Leonards, P., Nieveen, M., van den Berg, H., Flik, G., Spanings, T., Niemantsverdriet, P., van den Thillart, G., Murk A., 2009. PCBs and the energy cost of migration in the European eel (*Anguilla anguilla* L.). *Aquatic Toxicology*, 92, 213–220.

## 7 Annexes

---

### 7.1 Annexe 1 : Fiche de données paramètres physico-chimiques

Date:  
Heure:  
Météo:  
vent:  
T° air:  
Lagune:

#### **CAMION**

Nom mareyeur :  
Nb de cuves et capacité:  
Système O2:  
vide:  
propre:  
désinfection (8L eau+0.32Ld'oxonia + 20 min):  
Provenance de l'eau:  
Point GPS de prise de l'eau:  
T°eau:  
Salinité:  
O2%:  
pH:  
Remarques:

#### **CAMION Juste avant chargement des anguilles :**

Heure:  
T°eau:  
Salinité:  
O2%:  
pH:  
Remarques:

#### **Site stockage 1 :**

Nom:  
Point GPS:  
Heure:  
T°eau:  
Salinité:  
O2%:  
pH:  
Tonnage:  
Remarques:

#### **Site stockage 2 :**

Nom:  
Point GPS:  
Heure:  
T°eau:  
Salinité:  
O2%:  
pH:  
Tonnage:  
Remarques:

#### **Site stockage 3 :**

Nom:  
Point GPS:  
Heure:  
T°eau:  
Salinité:  
O2%:  
pH:  
Tonnage:  
Remarques:

#### **CAMION Au déchargement des anguilles :**

Heure:  
T°eau:  
Salinité:  
O2%:  
pH:  
Remarques:

#### **Site de déversement :**

T°eau:  
Salinité:  
O2%:  
pH:  
Tonnage:  
Remarques:

## 7.2 Annexe 2 : Fiche de contrôle visuel de l'argenteure et sexage

Date:

Site de stockage :

Nb de pêcheurs

Nom pêcheur:

Serbe vérifiée:

Argentées			Pré-argentée			Jaune	
M	F	ND	M	F	ND	M/F	F

Nom pêcheur:

Serbe vérifiée:

Argentées			Pré-argentée			Jaune	
M	F	ND	M	F	ND	M/F	F

Nom pêcheur:

Serbe vérifiée:

Argentées			Pré-argentée			Jaune	
M	F	ND	M	F	ND	M/F	F

Nom pêcheur:

Serbe vérifiée:

Argentées			Pré-argentée			Jaune	
M	F	ND	M	F	ND	M/F	F

Nom pêcheur:

Serbe vérifiée:

Argentées			Pré-argentée			Jaune	
M	F	ND	M	F	ND	M/F	F

### 7.3 Annexe 3 : Fiche de données biométriques sur l'échantillon aléatoire de 60 anguilles

DEVERSEMENT	
DATE :	
Lagune :	
point GPS :	
heure début :	
Scientifiques présents	
autres personnes présentes	
heure fin:	
état général du lot:	bonne/mauvaise vivacité
Nb de mortes:	

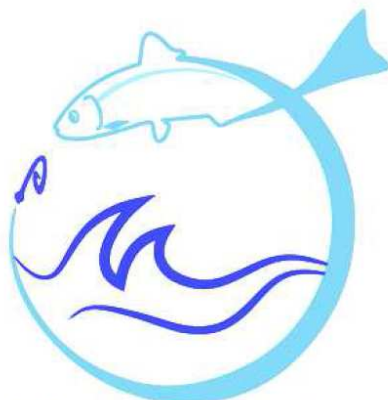
fiche anguilles

Echantillon de 60 anguilles		Concentration eugenol :														
Code échantillon	marques de filet (T,C,Q) et Fraïches F ou nécrosées N	code patho	Stade: Jaune/argentée/ pré-argentée PA	couleur contrastée oui/non	corpuscules noirs sur ligne latérale oui/non	longueur totale (cm)	masse (g)	Diam œil gauche vert (mm)	Diam œil gauche Horiz (mm)	L nageoire pect gu (mm).	Diam œil droit vert (mm)	Diam œil droit Horiz (mm)	L nageoire pect droite (mm)	lipides EEL 1	congélation pour analyse (cocher)	remarques

## 7.4 Annexe 4 : Codes pathologies

**Grille pathologique** : Inspiré du document : Girard P. et Elie P. 2007 : Manuel d'identification des principales lésions anatomo-morphologiques et des principaux parasites externes des anguilles (81 pages) - CEMAGREF / Association « Santé Poissons Sauvages ». Etude Cemagref n°110 - Groupement de Bordeaux. <http://www.ifremer.fr/indicang/documentation/pdf/guide-sanitaire.pdf>

Pathologie	Localisation	Quantification
Ceil blanc/opaque <b>OB</b>		
Exophtalmie <b>EX</b>		
Maigreur <b>MA</b>		
Anus rouge ou saillant <b>AR</b>		
Absence d'organe <b>AO</b>	-Ceil <b>Y</b> -Nageoires : pectorale <b>P</b>	
Déformation, difformité <b>DE</b>	-Nageoires : pectorale <b>P</b> , dorsale <b>D</b> , ventrale <b>Z</b> , queue <b>Q</b> -Colonne vertébrale <b>V</b> -Tête <b>T</b>	
Bulle de gaz <b>BG</b> Altération de la couleur <b>AC</b> Hémorragie <b>HE</b>	-Ceil <b>Y</b> -Nageoires : pectorale <b>P</b> , dorsale <b>D</b> , ventrale <b>Z</b> , queue <b>Q</b> -Tête <b>T</b> -Bouche <b>G</b> -Branchie <b>B</b> -Abdomen <b>A</b> -Colonne vertébrale <b>V</b> -Flanc <b>F</b> -Zone anale <b>U</b>	En surface atteinte : * : <10% ** : 10-50% *** : > 50% surface
Masses et grosseurs <b>MG</b> Nécrose (autres que marques filets) <b>NE</b> Lésions autres que filets <b>LE</b>	-Ceil <b>Y</b> -Nageoires : pectorale <b>P</b> , dorsale <b>D</b> , ventrale <b>Z</b> , queue <b>Q</b> -Tête <b>T</b> -Bouche <b>G</b> -Branchie <b>B</b> -Abdomen <b>A</b> -Colonne vertébrale <b>V</b> -Flanc <b>F</b> -Zone anale <b>U</b>	En nombre : * : ≤3 ** : 4 à 10 *** : >10
<i>Parasites :</i> Points blancs <b>PB</b> Mycose (mousse) <b>MY</b>	-Ceil <b>Y</b> -Nageoires : pectorale <b>P</b> , dorsale <b>D</b> , ventrale <b>Z</b> , queue <b>Q</b> -Tête <b>T</b> -Bouche <b>G</b> -Branchie <b>B</b> -Abdomen <b>A</b> -Flanc <b>F</b> -Zone anale <b>U</b>	En surface atteinte : * : <10% ** : 10-50% *** : > 50% surface
<i>Parasites :</i> Crustacé parasite <b>CP</b> Sangsue <b>SA</b>	-Ceil <b>Y</b> -Nageoires : pectorale <b>P</b> , dorsale <b>D</b> , ventrale <b>Z</b> , queue <b>Q</b> -Tête <b>T</b> -Bouche <b>G</b> -Branchie <b>B</b> -Abdomen <b>A</b> -Flanc <b>F</b> -Zone anale <b>U</b>	En nombre : * : ≤3 ** : 4 à 10 *** : >10



COMITÉ RÉGIONAL DES PÊCHES MARITIMES  
ET DES ÉLEVAGES MARINS DE PACA

