

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

2015



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

**2015**

**Maître d'ouvrage :**

**CRPMEM Provence-Alpes-Côte d'Azur**

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

**Responsable de l'étude :** Eric FABRE (SEANEO)

**Rédacteurs du rapport :** Nelly SOULAT

**Crédits photographiques :** Thomas SCOURZIC, Eric FABRE, Nelly SOULAT, Marion FOUCHER (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 :** Soulat N., Fabre E. et Scourzic T., 2015. Mise en œuvre du protocole de suivi relatif aux opérations de relâchers d'anguilles argentées en Provence-Alpes-Côte d'Azur – 2015. CRPMEM Provence-Alpes-Côte d'Azur – SEANEO. SEANEO Publ. Fr., 54p.

**Indexation du rapport :**

<b>Rédacteur</b>		<b>Vérificateur</b>		<b>Approbateur</b>	
Date	Nom/Visa	Date	Nom/Visa	Date	Nom/Visa
04/03/2016	Soulat	23/03/2016	Fabre	01/04/2016	Scourzic
<b>REVISIONS</b>					
Date	Nature de la modification	Auteurs de la modification		Version	
12/04/2016	Relecture par le CRPMEM	Clara Hénissart Souffir		V1	

## Sommaire

1	Résumé non technique.....	7
2	Introduction.....	9
3	Matériel et méthodes.....	12
3.1	Equipe d'intervention.....	12
3.2	Prélèvement des anguilles.....	12
3.2.1	Définition des sites de pêche.....	12
3.2.2	Modes de prélèvement.....	12
3.3	Stockage des anguilles argentées avant leur relâcher.....	13
3.3.1	Stockage par les pêcheurs professionnels.....	13
3.3.2	Stockage par les mareyeurs.....	13
3.4	Pesée et contrôle de l'état de santé des anguilles argentées.....	15
3.4.1	Pesée.....	15
3.4.2	Contrôle de l'état de santé des anguilles argentées.....	15
3.5	Déversement sur le site de relâcher.....	15
3.5.1	Sélection du site de relâcher.....	15
3.5.2	Période du relâcher.....	16
3.5.3	Prélèvements pour l'analyse des paramètres biométriques.....	16
3.6	Paramètres biométriques mesurés <i>in situ</i> .....	16
3.7	Analyse des paramètres biométriques.....	17
4	Résultats et discussion.....	19
4.1	Description des relâchers.....	19
4.1.1	Généralités.....	19
4.1.2	Contrôle des paramètres physico-chimiques.....	23
4.1.3	Contrôle visuel de la qualité générale des anguilles.....	23
4.1.4	Contrôle visuel de l'argenture et sexage.....	24
4.2	Caractérisation biométrique des populations relâchées.....	25
4.2.1	Longueur totale et poids moyen.....	25
4.2.2	Sex-ratio.....	27
4.2.3	Indice Oculaire (IO) et Indice pour la Longueur des Nageoires (ILN).....	28
4.2.4	Taux de lipides.....	30
4.2.5	Coefficient K de Fulton.....	32
4.2.6	Bilan des indices d'argenture.....	33
4.2.7	Caractérisation des pathologies visibles.....	35
4.2.8	Estimation du nombre d'anguilles relâchées.....	36
4.3	Comparaison interannuelle.....	36
4.3.1	Longueur totale et poids moyen.....	36
4.3.2	Sex Ratio.....	38
4.3.3	Indice Oculaire (IO) et Indice pour la Longueur des Nageoires (ILN).....	38
4.3.4	Taux de lipides.....	40
4.3.5	Coefficient K de Fulton.....	42
4.3.6	Caractérisation des pathologies visibles.....	42
5	Conclusion.....	44
6	Bibliographie.....	46
7	Annexes.....	50
7.1	Annexe 1 : Fiche de données paramètres physico-chimiques.....	50
7.2	Annexe 2 : Fiche de contrôle visuel de l'argenture et sexage.....	51
7.3	Annexe 3 : Fiche de données biométriques sur l'échantillon aléatoire de 60 anguilles.....	52
7.4	Annexe 4 : Codes pathologies.....	53

## Liste des figures

---

Figure 1 : Cycle de vie d' <i>Anguilla anguilla</i> . .....	9
Figure 2 : Transport des serbes par bateau sur courte distance et stockage dans la lagune. ....	13
Figure 3 : Désinfection et remplissage du camion de mareyeur. ....	14
Figure 4 : Système d'aération (pompes à air) et d'injection d'oxygène pur (bouteilles d'oxygène comprimé).....	14
Figure 5 : Pesée des anguilles et contrôle aléatoire de l'argenture et de l'état de santé des individus.....	15
Figure 6 : Relâcher et prélèvement d'un échantillon aléatoire de 60 anguilles argentées. ....	16
Figure 7 : Mesures biométriques effectuées <i>in situ</i> sur un échantillon de 60 anguilles.....	17
Figure 8 : Relâcher d'anguilles argentées en Camargue (Etangs des Impériaux et du Vaccarès). ....	21
Figure 9 : Relâcher d'anguilles argentées sur les sites de l'étang de Berre. ....	22
Figure 10 : Mortalité d'anguilles argentées provenant du site de Port-Saint-Louis-du-Rhône au moment du relâcher.....	24
Figure 11 : Tailles des anguilles argentées capturées pour chaque site de relâcher.....	26
Figure 12 : Masses des anguilles argentées capturées pour chaque site de relâcher.....	27
Figure 13 : Pourcentages de mâles et de femelles capturés sur chaque site. ....	28
Figure 14 : Calcul de l'indice oculaire (œil gauche). ....	29
Figure 15 : Indice de la nageoire pectorale (pectorale gauche).....	30
Figure 16 : Taux de lipides individuel des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher. ....	31
Figure 17 : Pourcentage d'individus avec un taux de lipides supérieur à 20%.....	31
Figure 18 : Coefficient relatif de condition K en fonction du sexe et du site de relâcher. ....	32
Figure 19 : ACP sur les variables poids, longueur, K, Indice nageoire gauche et droite, Indice Oculaire gauche et droit, sur les deux premiers axes selon les mâles et les femelles. ....	34
Figure 20 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les pathologies suivant les sites de relâcher. Le détail de la signification des codes pathologiques est donné en Annexe 1.....	35
Figure 21 : Estimation du nombre d'anguilles relâchées en 2015. ....	36
Figure 22 : Tailles des anguilles argentées capturées par sexe, par lieu et par an.....	37
Figure 23 : Masses des anguilles argentées capturées par sexe, par lieu et par an.....	37
Figure 24 : Pourcentages de mâles et de femelles capturés par site et par an.....	38
Figure 25 : Calcul de l'indice oculaire (œil gauche) par année et par site.....	39
Figure 26 : Indice de la nageoire pectorale (pectorale gauche) par année et par site. ....	40
Figure 27 : Taux de lipides individuel des anguilles argentées capturées par an et par site. ....	41
Figure 28 : Pourcentage d'individus avec un taux de lipides supérieur à 20% par année et par site. ....	41
Figure 29 : Coefficient relatif de condition K en fonction du sexe, de l'année et du site de relâcher. ....	42
Figure 30 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les pathologies suivant les années et les sites de relâcher. Le détail de la signification des codes pathologiques est donné en Annexe 1 .....	43

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Caractéristiques des relâchés.....	20
Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques enregistrés sur l'ensemble des sites. ....	23
Tableau 3 : Détermination visuelle de l'argenture sur les 3 sites de relâchers.....	24
Tableau 4 : Détermination visuelle du sexe sur les 3 sites de relâchers. ....	25
Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des anguilles argentées .....	25



## 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 continentales françaises de Méditerranée, dans le cadre du Règlement de la Commission Européenne mis en place en 2007.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le premier relâcher d'anguilles argentées (1 727 kg) a été réalisé pendant l'hiver 2013 – 2014. Durant l'hiver 2014 – 2015, un second relâcher a eu lieu (3 711 kg), les anguilles argentées provenaient de trois sites : Camargue (étang des Impériaux), Saint-Chamas (étang de Berre – partie continentale) et La Mède (étang de Berre – partie maritime). Lors du troisième relâcher, pendant l'hiver 2015 – 2016, un quatrième site a été ajouté aux trois précédemment cités : l'étang du Vaccarès en Camargue.

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. La Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône assure la bonne conformité des poids d'anguilles relâchées selon les recommandations du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer.

Cette troisième opération a permis de relâcher 6 204 kg d'anguilles argentées. Cette quantité est 1,6 fois plus élevée que lors de la campagne précédente, soulignant une plus grande implication des pêcheurs et du Ministère. Implication qui avait déjà augmenté entre la première et la seconde année de relâcher. Plus de 95 % d'anguilles exclusivement argentées ont été collectées, composés à 93 % de femelles sur les deux sites de l'étang de Berre (Saint-Chamas et La Mède) et de 77 % de mâles sur les deux sites de Camargue (étang des Impériaux et du Vaccarès). Les femelles pèsent en moyenne 532 g (pour 65,6 cm de long), tandis que les mâles pèsent en moyenne 86 g (pour 37,4 cm de long). Ainsi, il est estimé que 35 808 anguilles ont été relâchées (7 326 femelles et 28 482 mâles).

Les 240 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 (82 %) sont en bon état (absence de pathologies ou de 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.

Durant cette troisième campagne de relâchers, une amélioration protocolaire importante a eu lieu : la multiplication des points de collecte sur le site de l'étang de Berre, se traduisant par une collecte supplémentaire à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Ceci a permis d'éviter un long déplacement d'anguilles à l'air libre, et donc la dégradation de leur état.

Toutefois, dans le but d'une amélioration de l'état de santé des anguilles argentées relâchées et d'un investissement plus accru de la part des pêcheurs, d'autres modifications doivent être envisagées. En particulier, concernant le calendrier des relâchers, il est important que les pêcheurs puissent définir les jours de relâcher afin que les anguilles soient libérées au maximum 24h après leur pêche, conformément au protocole d'Amilhat *et al.*, (2012a).



## 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 (Figure 1) :

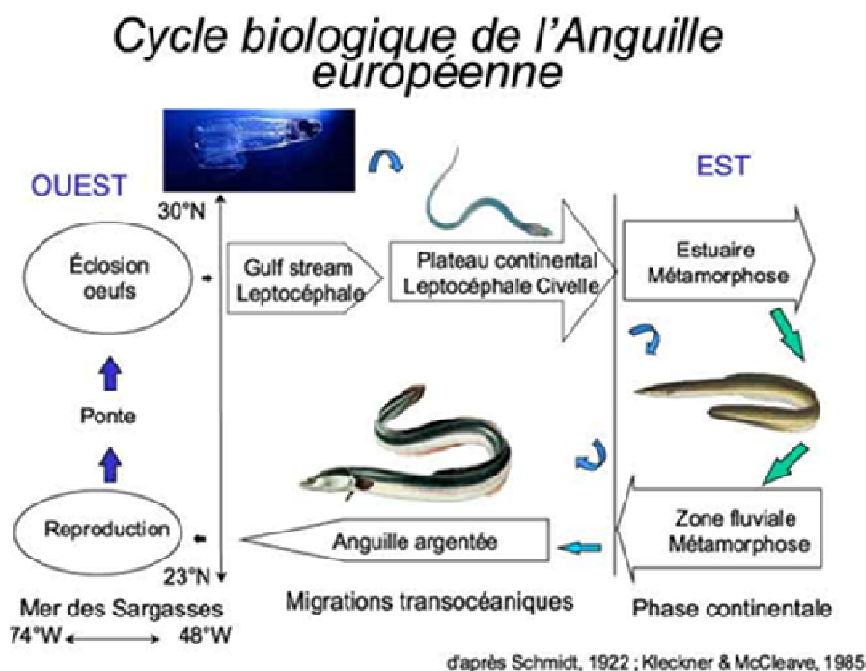


Figure 1 : Cycle de vie d'*Anguilla anguilla*.

- 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 et se noircissent, le diamètre de l'œil s'agrandit et les pigments rétiens 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 ; 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) et 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 dates d'ouverture de la pêche ;
- Un relâcher d'anguilles argentées pendant la période de dévalaison.

En effet, la pêche à la civelle étant interdite 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 de relâcher d'anguilles argentées, mandatée par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt et organisée par le Comité Régional des Pêches Marines et des Elevages Maritimes (CRPMEM) PACA a été réalisée en automne 2013.

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 le 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 Provence-Alpes-Côte d'Azur suit les recommandations de la version de 2013 émises par l'Université de Perpignan (Amilhat *et al.*, 2012a).

L'ensemble des étapes décrites ci-dessous ont été réalisées sous le contrôle d'un Prud'homme, des agents de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône et de l'équipe de scientifiques de SEANEO.

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

L'équipe d'intervention était constituée d'Eric FABRE (chef de projet et ingénieur d'études à SEANEO), Thomas SCOURZIC (directeur et ingénieur d'études à SEANEO), Nelly SOULAT (ingénieure d'études à SEANEO), Marion FOUCHER (ingénieure d'études à SEANEO) et Mathieu FOULQUIE (biologiste marin et photographe indépendant).

#### **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 telle que la mise en place de barrages ou 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.

##### **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 de 48h 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 collecte (Figure 2).



Figure 2 : 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 d'éléments 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 de l'eau douce ou de l'eau de la 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 le rinçage ;
- 3) Rinçage à l'eau de la lagune ;
- 4) Remplissage du camion avec de l'eau de la lagune (Figure 3).

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 4).





Figure 3 : Désinfection et remplissage du camion de mareyeur.



Figure 4 : 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). Ces paramètres sont également contrôlés dans le camion au moment du relâcher côté mer.

### 3.4 Pesée et contrôle de l'état de santé des anguilles argentées

#### 3.4.1 Pesée

Chaque serbe de chaque pêcheur est pesée avant d'être déversée dans le camion du mareyeur sous le contrôle des agents de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône (ULAM 13). Lorsqu'un pêcheur a atteint le poids maximal autorisé, le suivant prend sa place.

#### 3.4.2 Contrôle de l'état de santé des anguilles argentées

Pour chaque pêcheur, une serbe est sélectionnée au hasard avant le déversement des anguilles dans le camion du mareyeur, afin d'effectuer les contrôles suivants sur au moins 60 individus :

- Définition du stade d'argenteur 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 5).



Figure 5 : Pesée des anguilles et contrôle aléatoire de l'argenteur et de l'état de santé des individus.

### 3.5 Déversement sur le site de relâcher

#### 3.5.1 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.



### 3.5.2 Période du relâcher

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

### 3.5.3 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 (Figure 6).



Figure 6 : Relâcher et prélèvement d'un échantillon aléatoire de 60 anguilles argentées.

### 3.6 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'argenture et d'estimer leur état de santé.

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

Les mesures biométriques comprennent (Figure 7) :

- La longueur ;
- Le poids ;
- Le diamètre des yeux (vertical et horizontal) ;
- La longueur des nageoires pectorales ;
- Le taux de lipides corporels (mesuré au fatmeter) ;
- La présence visuelle des caractéristiques de l'argenture (couleur contrastée, ligne latérale, présence de corpuscules noirs) ;
- La présence visuelle de pathologies et de blessures.

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

- Des bacs de stabulation (bacs avec aérateurs pour les 60 anguilles, bac pour bain d'eugénol, bac de réveil) ;
- Un ichtyomètre gouttière de 120 cm ;
- Une balance électronique précise à 0,1 g ;
- Un pied à coulisse précis à 0,01 mm ;
- Un fatmeter.

Les anguilles sont ensuite réveillées et relâchées sur le lieu du déversement.



Figure 7 : Mesures biométriques effectuées *in situ* sur un échantillon de 60 anguilles.

### 3.7 Analyse des paramètres biométriques

L'analyse de certains paramètres biométriques permet de définir le stade d'argente 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  $D_v$  et  $D_h$  sont respectivement le diamètre vertical et horizontal de l'œil (en mm) tandis que  $L_t$  (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 production de gamètes et la reproduction (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) :

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

## **4 Résultats et discussion**

---

### **4.1 Description des relâchers**

#### **4.1.1 Généralités**

Quatre relâchers ont été réalisés avec 23 pêcheurs des Bouches-du-Rhône entre le 17 décembre 2015 et le 29 janvier 2016. Au total, 6 204 kg d'anguilles ont été relâchés.

Le site sélectionné pour les relâchers de l'étang des Impériaux et de celui du Vaccarès se situe au niveau de la plage Est des Saintes-Maries-de-la-Mer tandis que pour les relâchers de l'étang de Berre, le site sélectionné est le port de commerce de Port-de-Bouc, au niveau de l'anse Aubran (Tableau 1, Figure 8 et Figure 9).

Tableau 1 : Caractéristiques des relâchés.

	Les Impériaux	Vaccarès	Etang de Berre (Saint-Chamas)	Etang de Berre (La Mède + Port-Saint-Louis-du-Rhône)	
<b>Date du relâcher</b>	17/12/2015	23/12/2015	22/01/2016	29/01/2016	
<b>Nombre de pêcheurs</b>	6	6	8	3	
<b>Quantité d'anguilles relâchées</b>	1 710 kg	1 039,5 kg	1 566 kg	1 888,5 kg	
<b>Prise d'eau et de stockage</b>	Etang des Impériaux - L'écoulage	Etang du Vaccarès – Mas neuf / Notre Dame D'Amour	St-Chamas, Port du Pertuis	Port-Saint-Louis-du- Rhône	La Mède, Port des 3 frères
<b>Coordonnées GPS (WGS 84)</b>	43°28'458 N 04°26'585 E	43°33'517 N 4°34'364 E	43°32'866 N 05°01'861 E	43°21'453 N 04°52'207 E	43°23'192 N 05°07'077 E
<b>Site de déversement</b>	Saintes Maries de la Mer, plage Est.	Saintes Maries de la Mer, plage Est.	Port-de-Bouc	Port-de-Bouc	
<b>Coordonnées GPS (WGS 84)</b>	43°27'237 N 04°26'411 E	43°27'237 N 04°26'411 E	43°24'246 N 04°59'325 E	43°24'246 N 04°59'325 E	

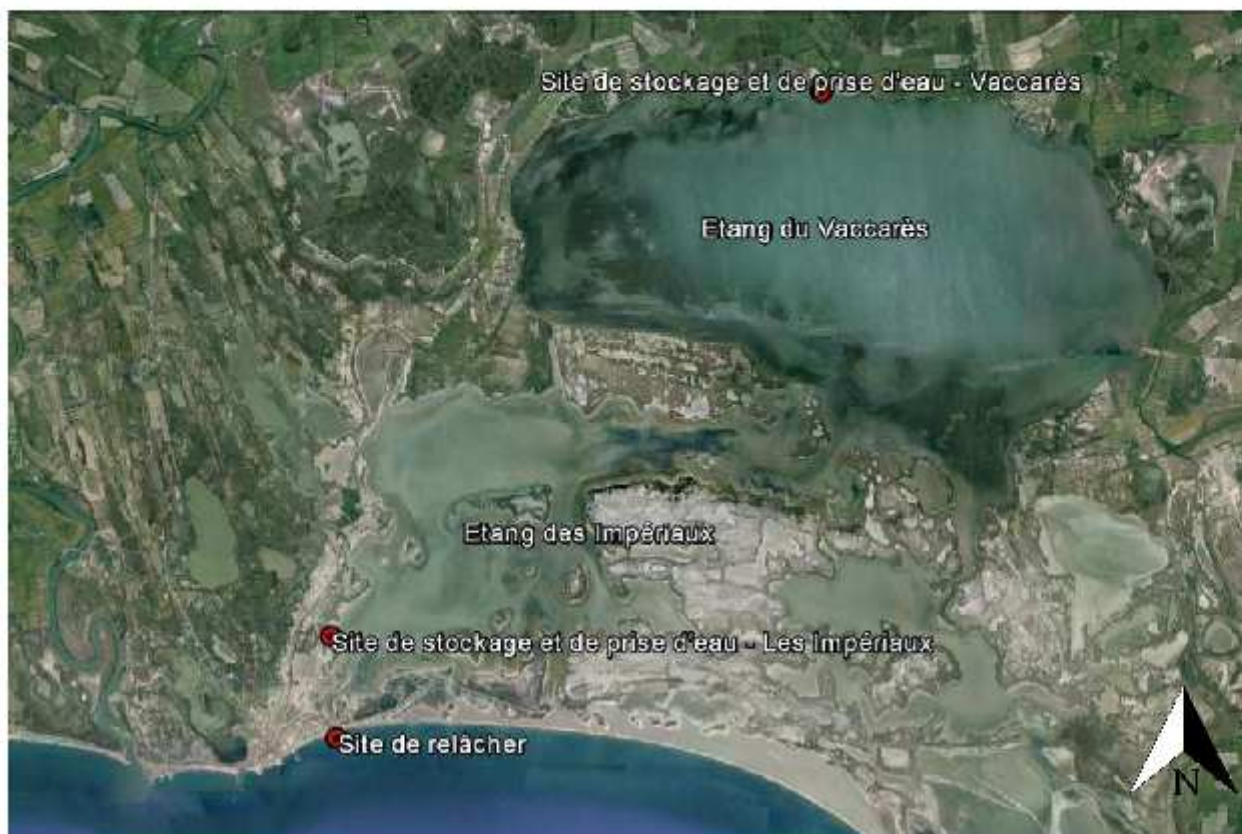


## Mise en œuvre du protocole de suivi relatif aux opérations de relâchers d'anguilles argentées en Provence Alpes Côte d'Azur

### Sites de Camargue - Etangs des Impériaux et du Vaccarès



COMITÉ RÉGIONAL DES PÊCHES MARITIMES  
ET DES ÉLEVAGES MARINS DE PACA



0 3 6 km



Systeme de  
coordonnées : WGS 84

Réalisation : SEANEO  
26/02/2016

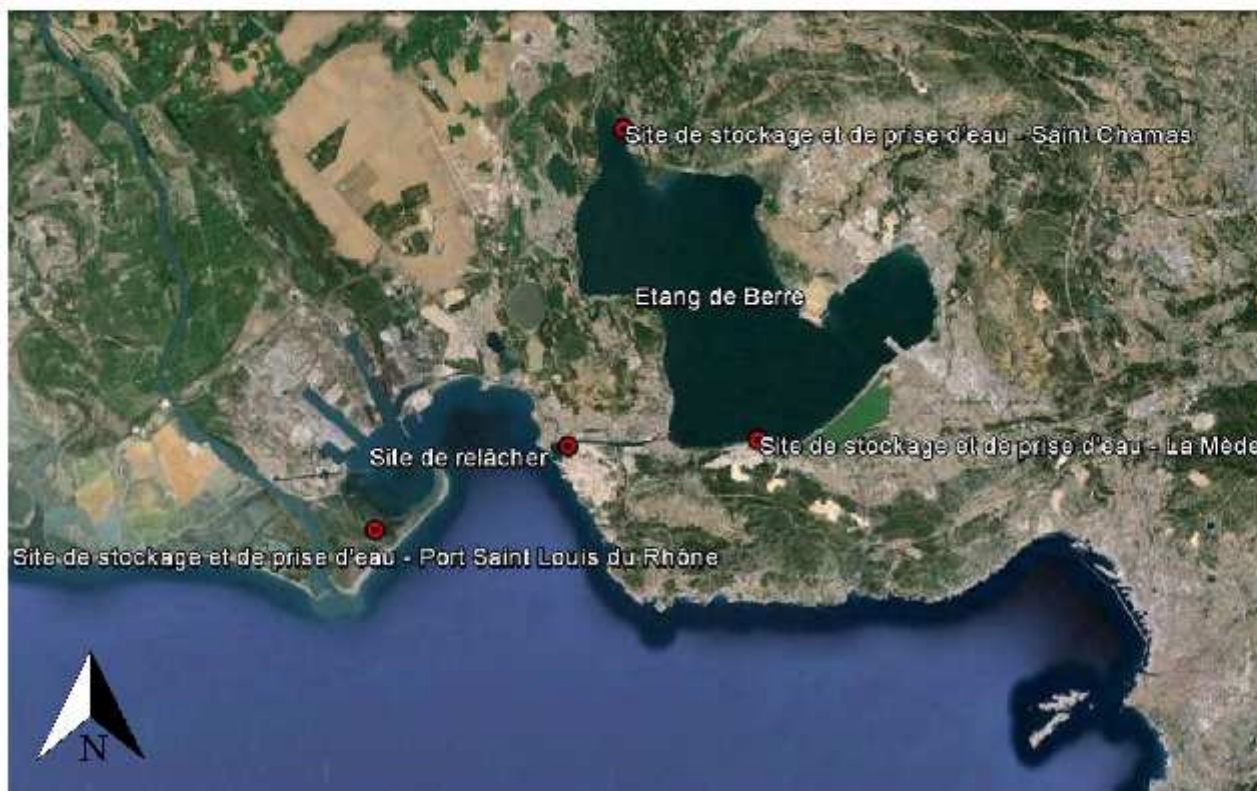
Figure 8 : Relâcher d'anguilles argentées en Camargue (Etangs des Impériaux et du Vaccarès).

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

### Sites de l'Etang de Berre



COMITÉ RÉGIONAL DES PÊCHES MARITIMES  
ET DES ÉLEVAGES MARINS DE PACA



0 8 16 km



Systeme de  
coordonnées : WGS 84

Réalisation : SEANEO  
26/02/2016

Figure 9 : Relâcher d'anguilles argentées sur les sites de l'étang de Berre.



#### 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 de l'eau (°C)					Salinité					Oxygène (%)					Oxygène (mg/l)				
	S	EP	CC	CD	D	S	EP	CC	CD	D	S	EP	CC	CD	D	S	EP	CC	CD	D
Etang Impériaux	14.2	14.2	11.9	12.3	12.4	23	23	23	25	28	95	95	99	100	95	7.9	7.9	8.7	12.3	8.2
Vaccarès	15	15	14.8	15.7	16.5	11	11	11	11	15	96	96	117	134	87	8.4	8.4	10.4	11.6	7.4
Saint Chamas	10.3	10.3	9.5	11	9.7	15	15	15	15	22	87	87	126	145	110	7.7	7.7	11.3	12.6	9.8
Port Saint Louis du Rhone	14.1	14.1	14.1	15.5	11.4	20	20	20	20	32	99	99	99	175	113	8	8	8	14	9.6
La Mède	12.5	12.5	12.5	12.4	11.4	21	21	21	21	32	117	117	140	170	113	9.9	9.9	12	14	9.6

- S** eau sur le lieu de stockage des anguilles  
**EP** eau pompée dans le camion  
**CC** eau dans camion juste avant chargement  
**CD** eau dans camion juste avant déversement  
**D** eau site de déversement

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

Sur les sites de Camargue (Etang des Impériaux et Vaccarès), de Saint Chamas et de La Mède (Etang de Berre), la qualité générale des anguilles au moment du chargement puis du déversement était excellente (bonne vivacité, peu de blessures, aucune mortalité au relâcher).

Sur le site de Port-Saint-Louis-du-Rhône (attaché au relâcher de La Mède), les anguilles présentaient des blessures et n'étaient pas très vivaces au moment du chargement. Cette année, les températures sont restées douces durant les mois de novembre, de décembre et de janvier entraînant une dévalaison d'anguilles argentées lente et tardive. Pour avoir les quantités demandées lors du relâcher il semblerait que les pêcheurs de Port-Saint-Louis-du-Rhône aient stocké les anguilles bien plus longtemps que les 48h préconisées par le protocole. Ce type de traitement peut avoir un impact significatif sur la vivacité et la survie des anguilles (Figure 10).



Figure 10 : Mortalité d'anguilles argentées provenant du site de Port-Saint-Louis-du-Rhône au moment du relâcher.

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

Au moment du chargement des anguilles (pesée), une première détermination de l'argenture 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'argenture a révélé une majorité d'anguilles argentées. En cas de présence de trop d'anguilles jaunes, le pêcheur effectue un tri sur place, jusqu'à obtention d'un pourcentage acceptable. Lors des relâchers de l'hiver 2015, cette démarche s'est révélée efficace. Globalement, le taux d'anguilles argentées relâchées est supérieur à 95 % (en nombre d'individus).

Le pourcentage d'anguilles jaunes collectées en hiver 2015-2016 est plus faible que celui du relâcher de l'hiver 2014-2015 (Fabre *et al.*, 2014). Le dialogue instauré avec les pêcheurs sur l'importance du tri des anguilles jaunes est donc efficace. Il est important de continuer à les sensibiliser à l'importance de ce tri préalable, en particulier à Saint Chamas. 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'argenture sur les 4 sites de relâcher (avec séparation de La Mède et Port-Saint-Louis-du-Rhône).

	Nombre d'individus contrôlés	Argentées (%)	Pré-argentées (%)	Jaunes (%)
Etang des Impériaux	454	96,9	0,5	2,6
Etang du Vaccarès	486	96,5	0	3,5
Etang de Berre Saint Chamas	310	91,9	0,3	7,8
Etang de Berre La Mède	190	98,4	0,5	1,1
Port-Saint-Louis-du-Rhône	81	93,8	1,2	5
Tous étangs confondus	1521	95,8	0,3	3,9

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 aux étangs de Camargue qui sont dominés principalement par une population de mâles (Tableau 4).

Tableau 4 : Détermination visuelle du sexe sur les 4 sites de relâcher (avec séparation de La Mède et Port-Saint-Louis-du-Rhône).

	Nombre d'individus contrôlés	Mâles (%)	Femelles (%)	Sexe non déterminé (%)
Etang des Impériaux	454	79,3	18,1	2,6
Etang du Vaccarès	486	71,4	25,5	3,1
Etang de Berre Saint Chamas	310	6,1	87,8	6,1
Etang de Berre La Mède	190	0	97,9	2,1
Port-Saint-Louis-du-Rhône	81	7,4	90,1	2,5
Tous étangs confondus	1521	48,1	48,5	3,4

## 4.2 Caractérisation biométrique des populations relâchées

Afin de caractériser les anguilles argentées relâchées, 240 individus (60 individus par site) pris aléatoirement à la sortie du camion font l'objet de mesures biométriques précises. Le suivi biométrique concerne 57,1 % de femelles et 42,9% de 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 femelles des différents sites ( $p > 0,05$ ) ou les mâles des différents sites ( $p > 0,05$ ).

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 11 et Figure 12).

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)	15	57,2 ± 5,5 (51,2 – 68,4)	346,0 ± 113,7 (210,9 – 641,7)	45	37,3 ± 2,0 (34,1 – 44,1)	83,7 ± 16,7 (55,2 – 147,0)
Vaccarès (Camargue)	16	60,4 ± 9,3 (46,5 – 75,7)	409,7 ± 208,8 (175,6 – 800,2)	44	37,1 ± 2,2 (31,9 – 42,2)	82,1 ± 16,2 (52,1 – 127,8)
Saint-Chamas (Berre)	49	68,9 ± 6,8 (54,1 – 78,8)	627,7 ± 187,9 (250,6 – 984,2)	11	39,1 ± 2,2 (35,4 – 43,0)	108,5 ± 23,1 (82,2 – 162,6)
La Mède (Berre) + Port-Saint-Louis-du-Rhône	57	66,4 ± 6,8 (46,2 – 83,0)	532,4 ± 179,2 (155,4 – 1075,0)	3	38,3 ± 1,6 (36,8 – 40,0)	87,1 ± 14,3 (73,4 – 102,0)
TOTAL / Moyenne	137	65,6 ± 7,9 (46,2 – 83,0)	531,7 ± 200,7 (155,4 – 1075,0)	103	37,4 ± 2,1 (31,9 – 44,1)	85,8 ± 18,7 (52,1 – 162,6)

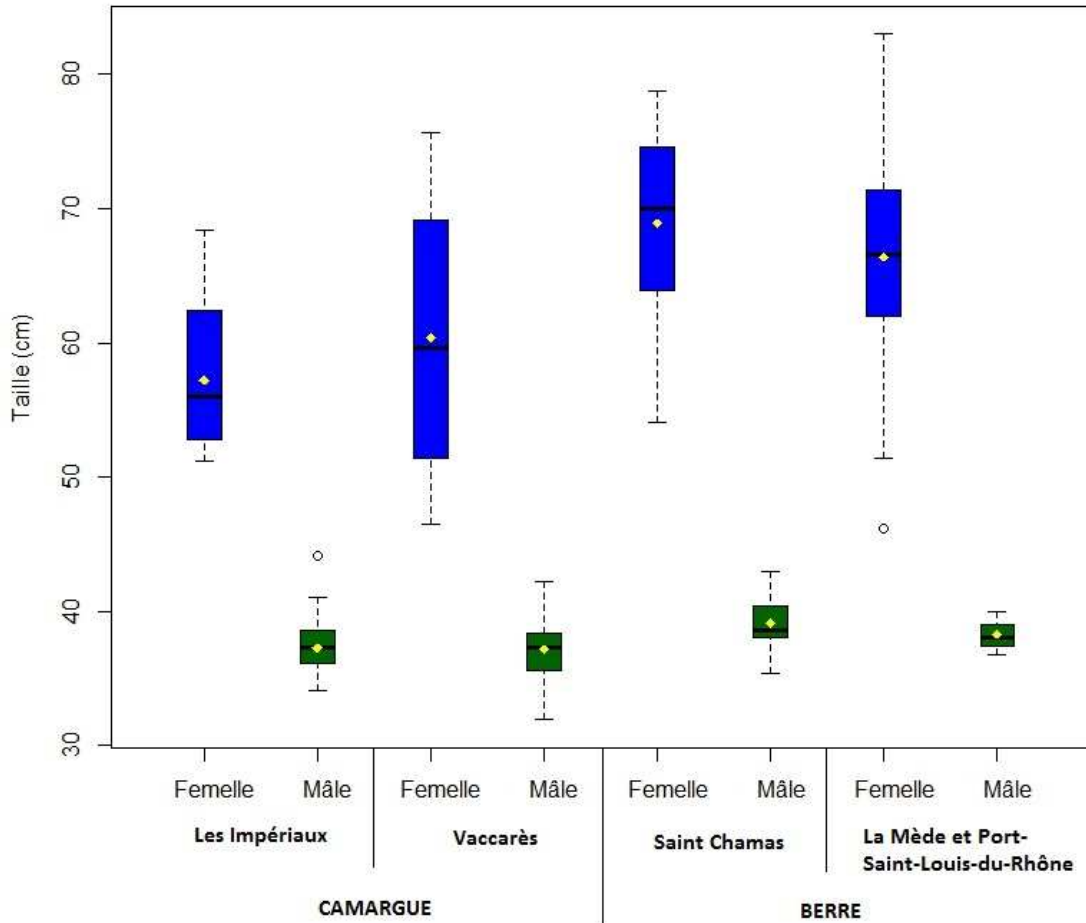


Figure 11 : Tailles des anguilles argentées capturées pour chaque site de relâcher (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

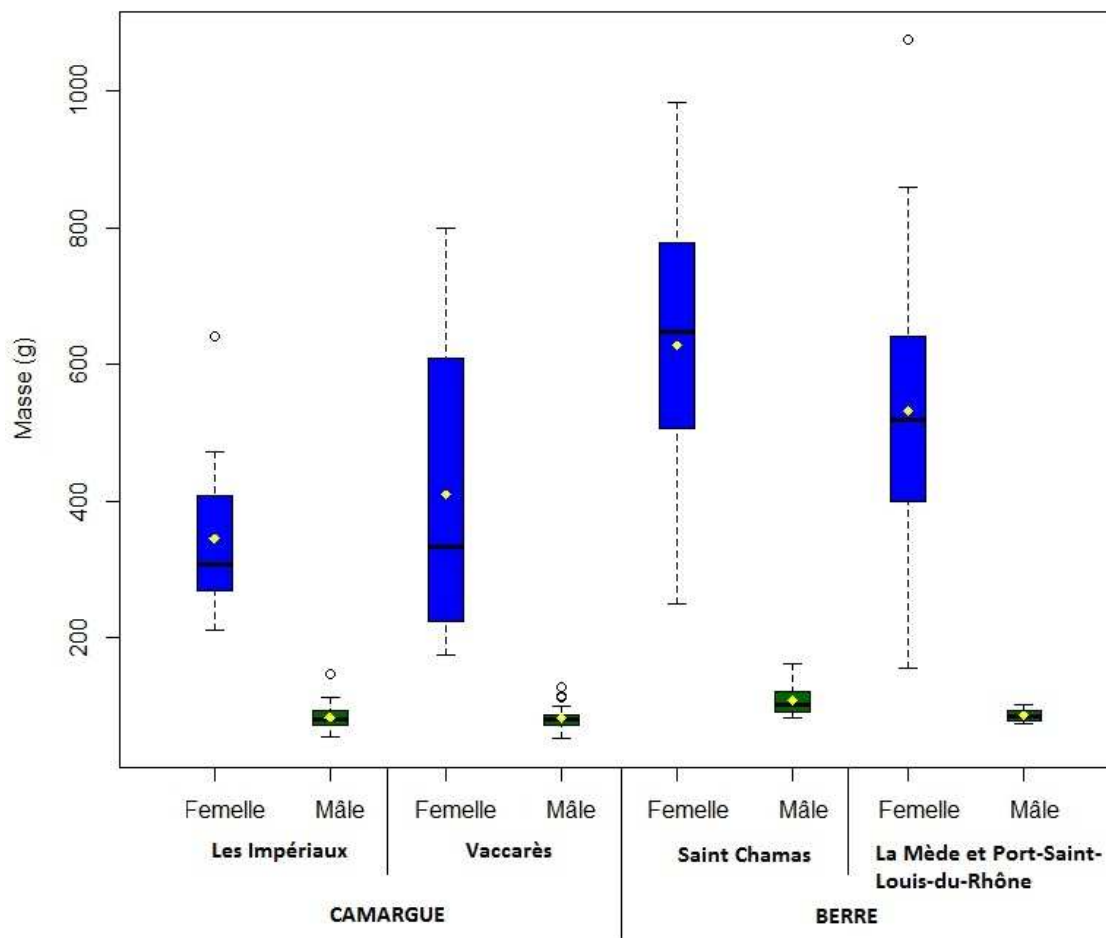


Figure 12 : Masses des anguilles argentées capturées pour chaque site de relâcher. (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

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) cible certaines tailles d'individus (Amilhat *et al.*, 2012b). Ainsi sur l'étang de Berre, les pêcheurs ont indiqué qu'ils ne travaillent qu'avec du matériel destiné à capturer de grosses anguilles.

#### 4.2.2 Sex-ratio

Une grande majorité d'anguilles femelles a été relâchée sur l'étang de Berre (88,3 %), tandis qu'une majorité de mâles (74,2 %) a été relâchée en Camargue (étangs des Impériaux et du Vaccarès) (Figure 13).

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 (lors du contrôle au remplissage du camion et lors de l'analyse des 60 individus après déversement) ne donnent pas des résultats similaires, en fonction des lagunes. En effet, les pêcheurs ne déversent pas les anguilles de manière aléatoire dans leurs serbes. Ils 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.

Le sex-ratio est densité-dépendant. 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).

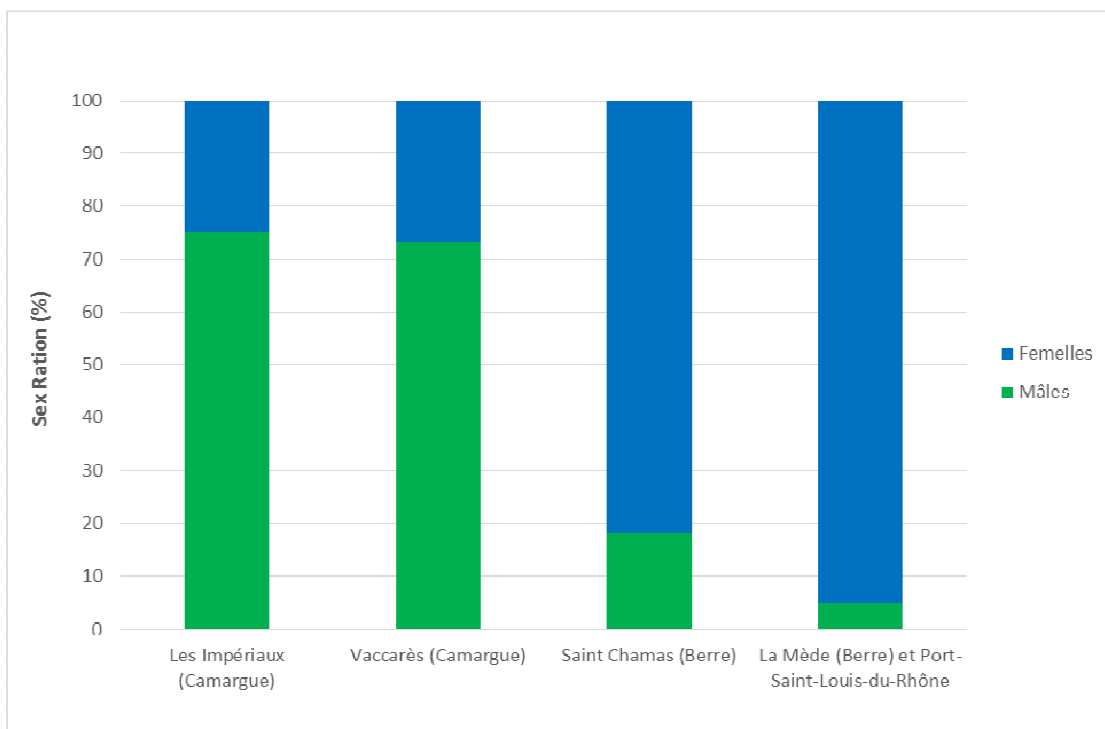


Figure 13 : Pourcentages de mâles et de femelles capturés sur chaque site.  
Les anguilles <45cm sont considérées comme des mâles, celles ≥ 45cm comme des femelles.

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

Presque 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, dans leur grande majorité, 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 14).

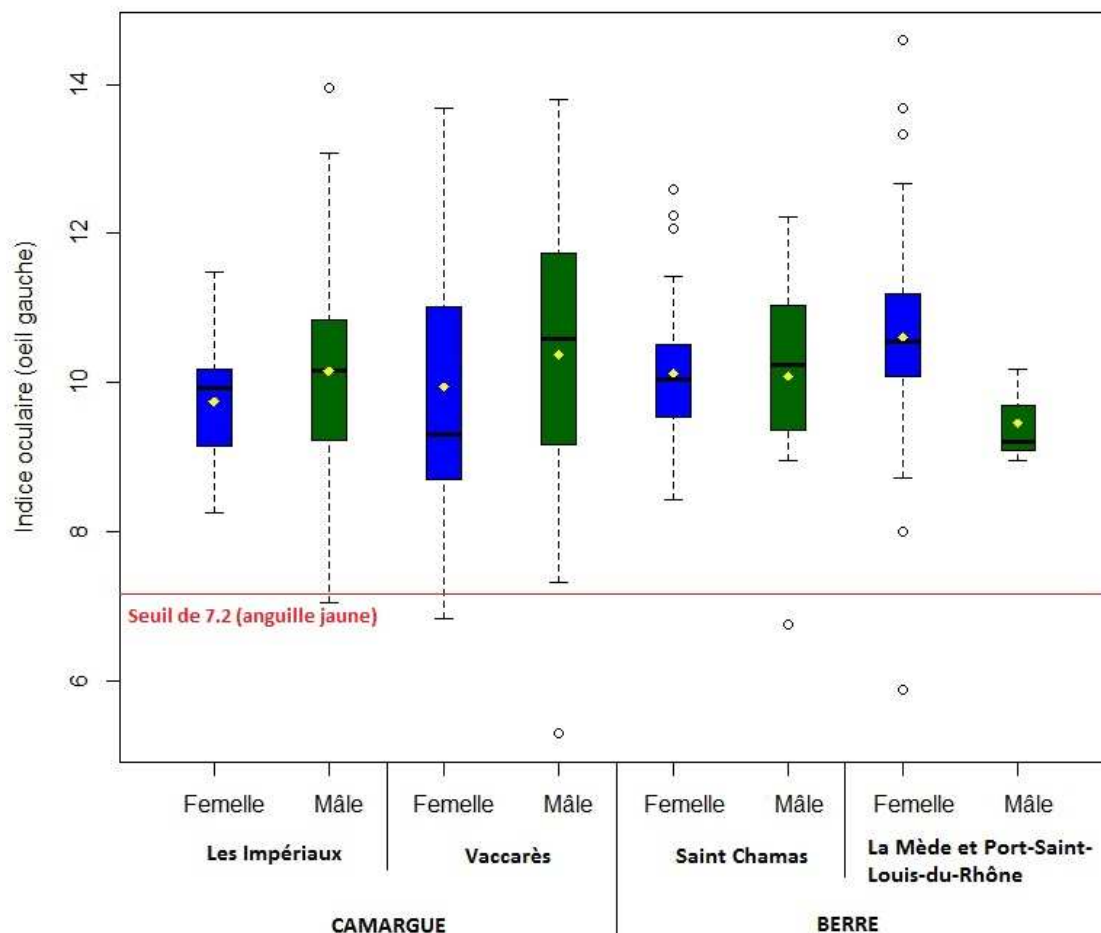


Figure 14 : Calcul de l'indice oculaire (œil gauche).  
(minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

L'indice pour la Longueur des Nageoires (ILN) confirme les résultats précédents avec l'IO. En effet, la majorité de la population dépasse le seuil de 3,9 définie par Durif *et al.* (2005). Seuls deux individus capturés en Camargue sont en dessous de ce seuil : un mâle des Impériaux et une femelle du Vaccarès. 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 15).



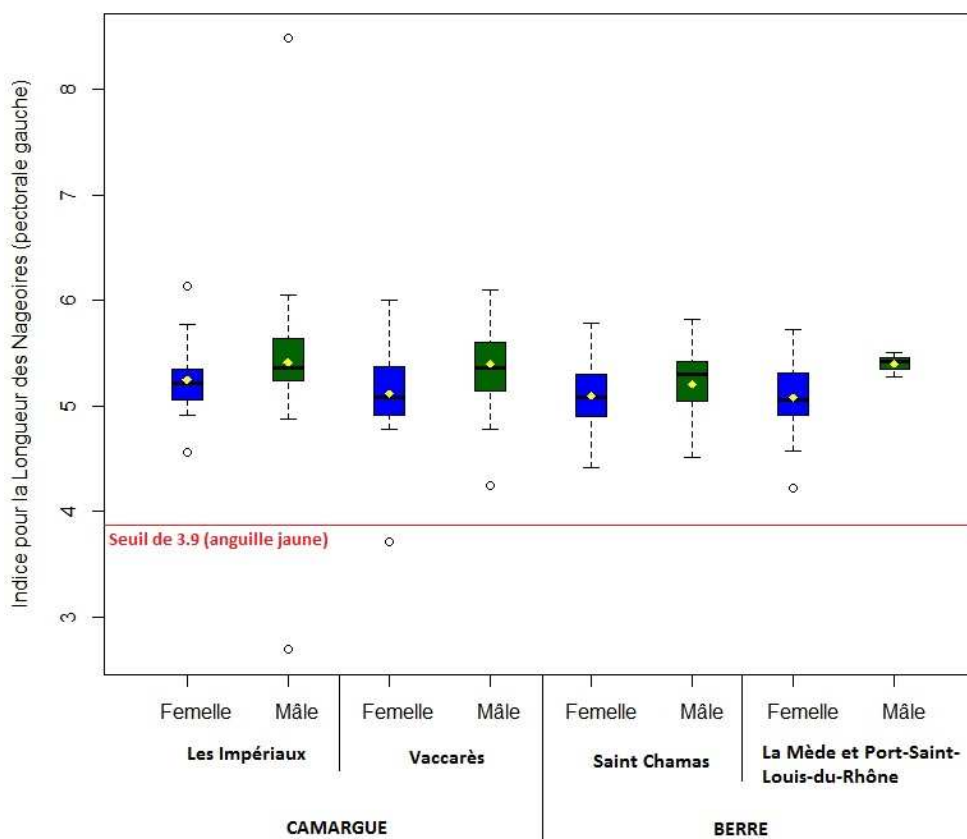


Figure 15 : Indice de la nageoire pectorale (pectorale gauche).  
(minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

#### 4.2.4 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 (24,9 % en moyenne) à celui des femelles (18 % en moyenne) ( $p < 0,05$ ) (Figure 16).

Ainsi, la quasi-totalité des mâles possèdent un taux de lipides suffisant pour effectuer la migration transatlantique ( $\geq 20\%$ ). Les résultats sont moins bons pour les femelles. Sur l'ensemble des sites, 16,8 % des femelles et 99,5 % des mâles ont un taux de lipides supérieur à 20 %.

Sur les sites de l'étang de Berre, seulement 13,2 % des femelles possèdent un taux de lipides supérieur ou égal à 20 %, et en Camargue, 29% des femelles possèdent un taux de lipides supérieur ou égal 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 83,2 % de la population d'anguilles femelles (soit plus de 2 500 individus).

Ce taux de 83,2 % est plus élevé que celui de l'année 2014 (75%). Ceci pourrait être dû au temps de stockage des anguilles (plus long en 2015 qu'en 2014) entre le moment de la pêche et le moment du relâcher.

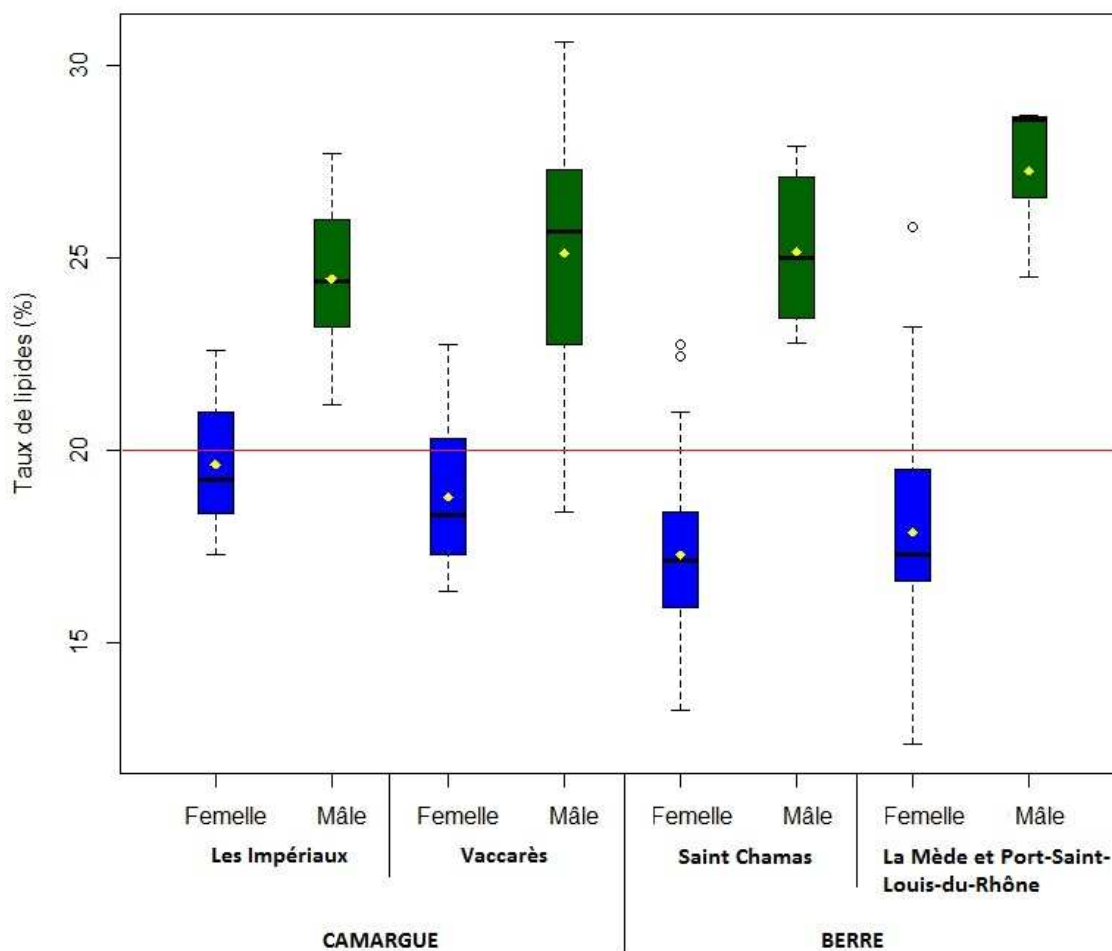


Figure 16 : Taux de lipides individuel des anguilles argentées capturées pour chaque relâcher. (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

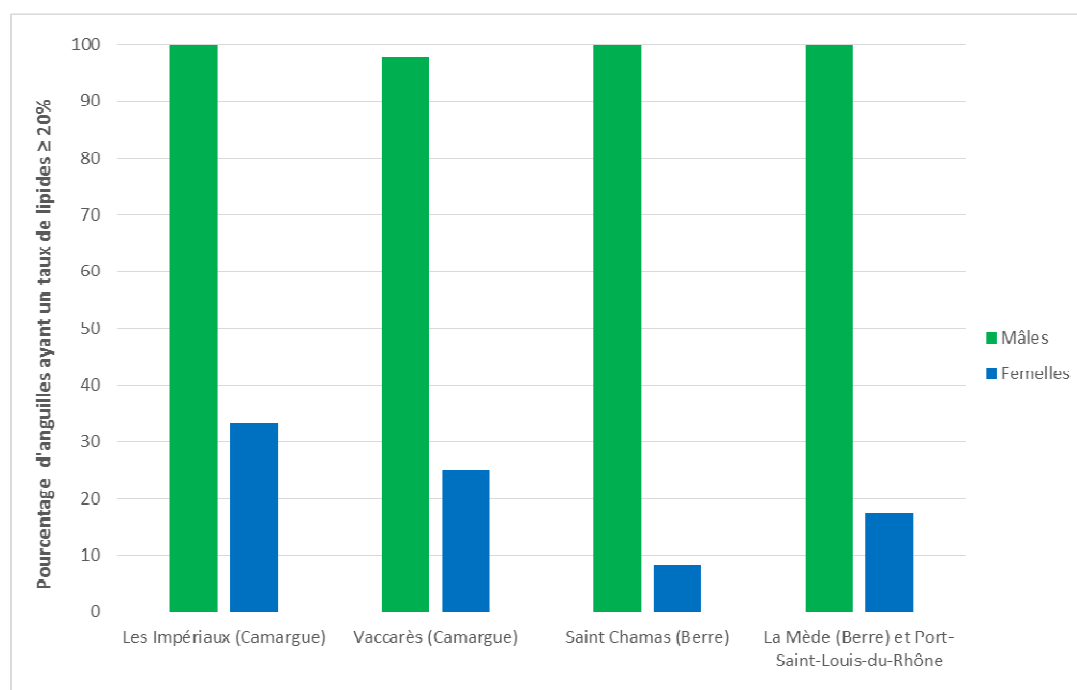


Figure 17 : Pourcentage d'individus avec un taux de lipides supérieur à 20%.

Depuis 2011, tous les relâchers d'anguilles argentées en Région Languedoc-Roussillon montrent que les mâles ont en général un taux de lipides suffisant et qu'une proportion importante de femelles (de 14 % à 72 %) ont un taux de lipides inférieur à 20 % (Amilhat *et al.*, 2012b ; Amilhat, comm. pers., 2015). Les résultats obtenus en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur se rapprochent donc de ceux obtenus dans les lagunes du Languedoc-Roussillon (Figure 17).

#### 4.2.5 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 par 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 quatre sites de relâchers ( $p > 0,05$ ), ce qui rejoint le constat de Jouvenel *et al.* en 2013 et de Fabre *et al.* (2014) (Figure 18).

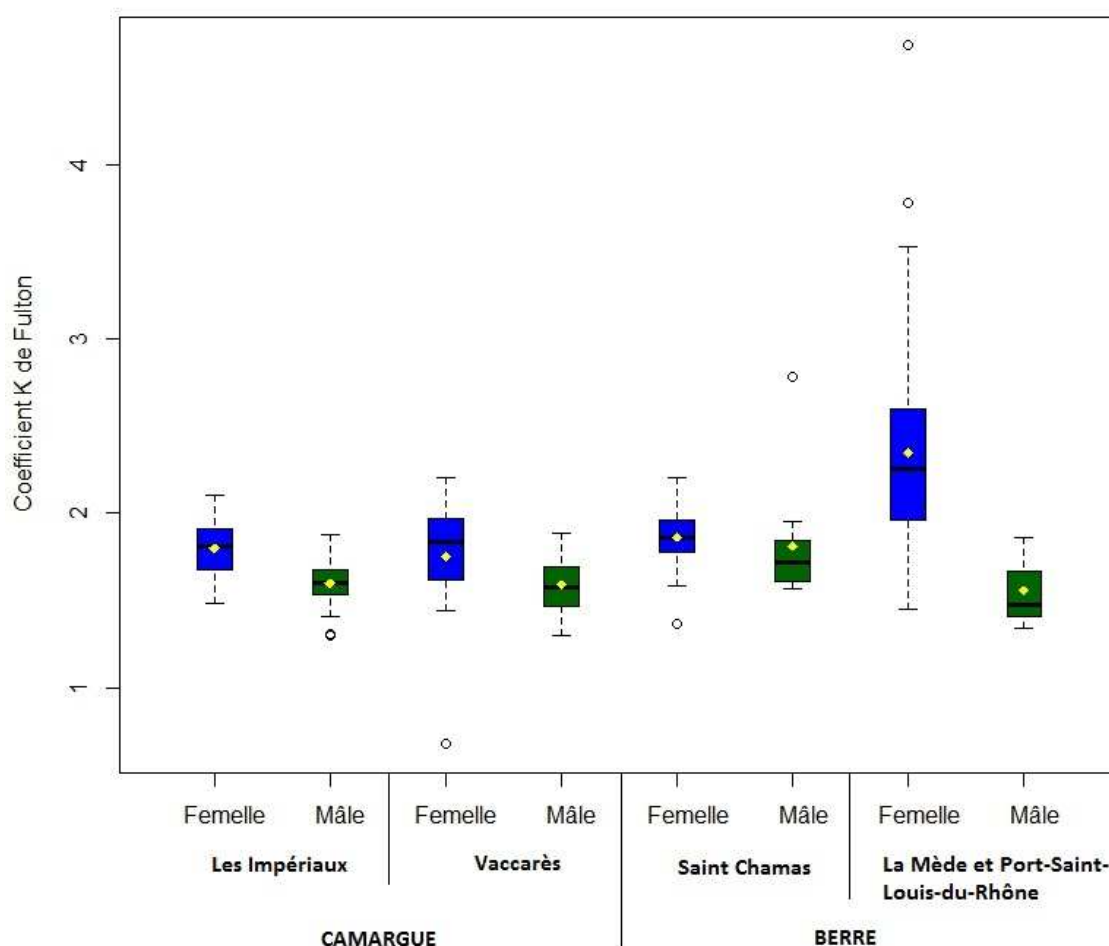


Figure 18 : Coefficient relatif de condition K en fonction du sexe et du site de relâcher. (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

#### 4.2.6 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 69,5 % de l'inertie totale (69,5 % de l'information issues de toutes les variables) répartie en 41,2 % sur le premier axe et 28,3 % sur le second.

L'ACP résume 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 que sont l'indice oculaire et l'indice de nageoire pectorale.

Les mâles forment une population très homogène en termes de poids, de taille, de coefficient K et de taux de lipides. Ils ne se distinguent les uns des autres que par une variabilité importante sur l'indice oculaire et l'indice de nageoire pectorale. Ces résultats sont identiques à ceux de 2014. Deux mâles ont des indices oculaires et de nageoire bien plus faible que le reste des individus (Figure 19).

Les femelles forment un groupe où la variabilité interindividuelle est plus importante sur l'ensemble des variables énumérées précédemment. Quatre d'entre elles possèdent des indices oculaires et de nageoire plus faibles que les autres (Figure 19).

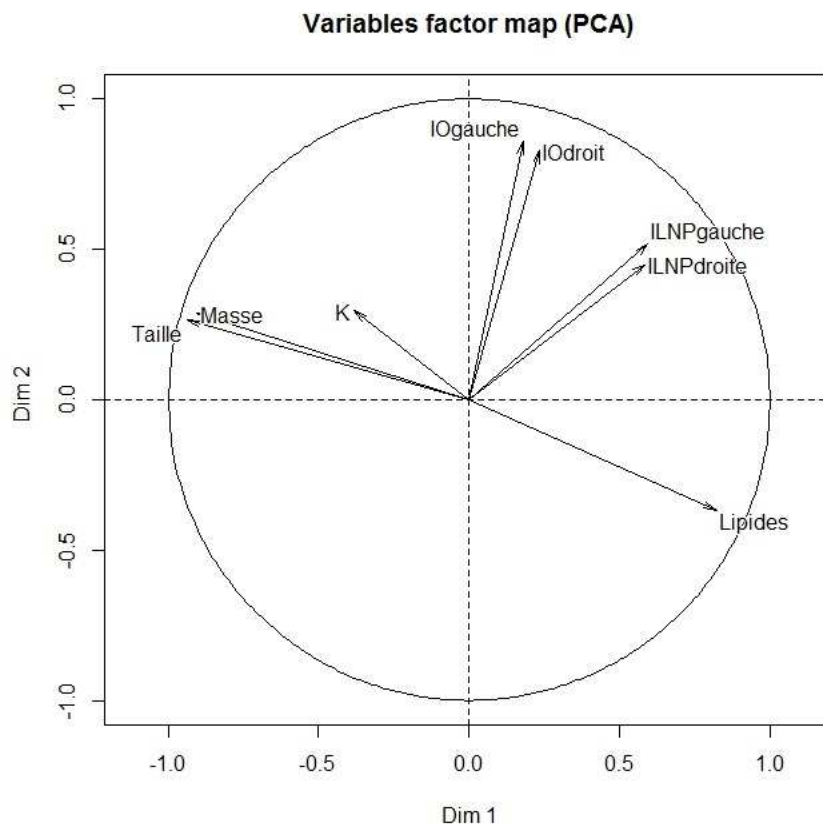
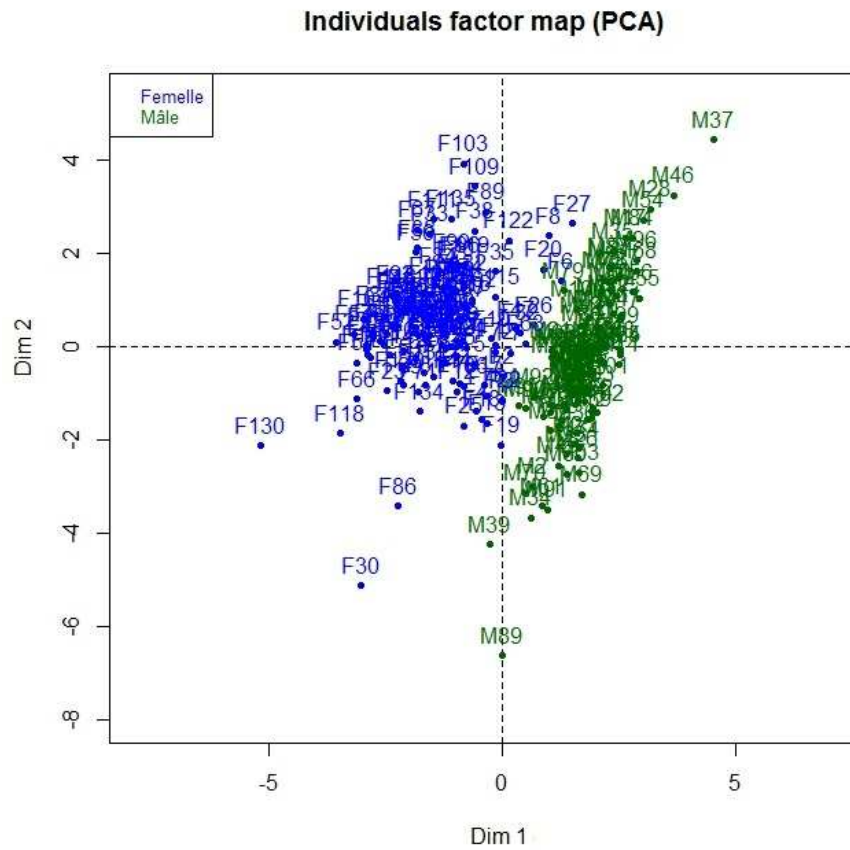


Figure 19 : ACP sur les variables poids, longueur, K, Indice nageoire gauche et droite, Indice Oculaire gauche et droit, sur les deux premiers axes selon les mâles et les femelles.

#### 4.2.7 Caractérisation des pathologies visibles

La majorité des anguilles relâchées (91 %) 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 et des ulcérations sur le corps sont observées uniquement pour le relâcher de l'étang de Berre (Saint Chamas, La Mède et Port-Saint-Louis-du-Rhône).

Des anguilles présentant un gros ventre ou encore des tâches noires sur la tête sont uniquement présentes en Camargue pour les deux sites de relâcher.

Ces pathologies, tout comme l'ensemble des pathologies observées, restent anecdotiques et atteignent moins de 10% des anguilles étudiées.

Le relevé des marques de filets (fraîches et nécrosées) visibles sur le corps indique que 144 anguilles sur 240 en sont atteintes (60 %). La majorité de ces pathologies visibles sont des marques de filet fraîches, récentes (46 % des individus) et sont observées de manière récurrente sur les 3 sites de prélèvement.

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 présentés en Figure 20.

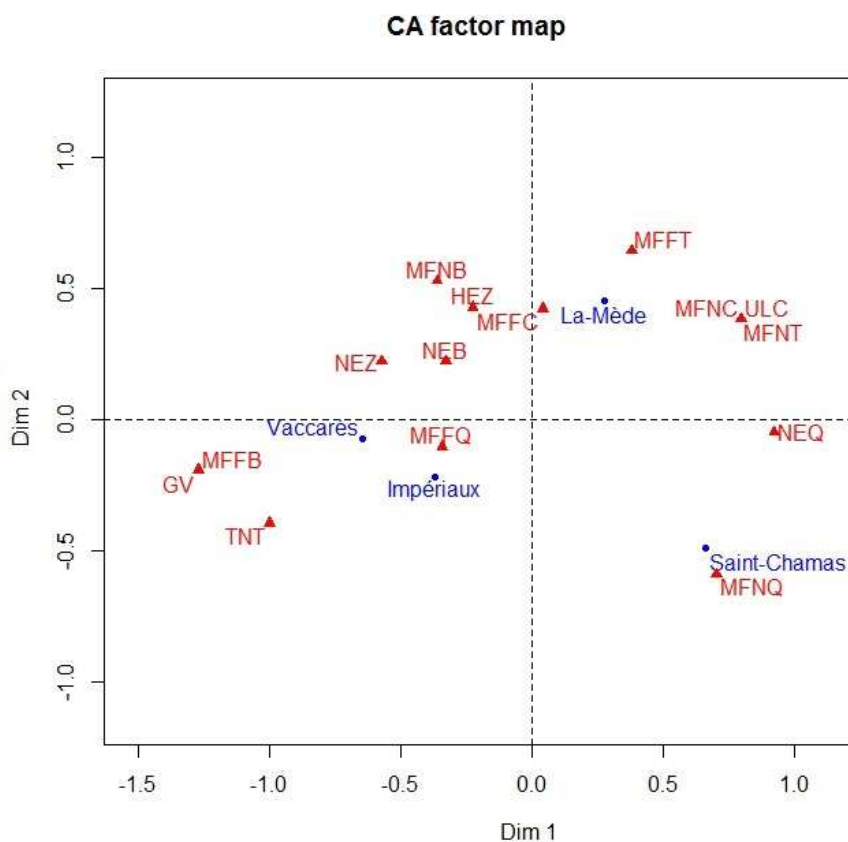


Figure 20 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les pathologies suivant les sites de relâcher. Le détail de la signification des codes pathologiques est donné en Annexe 1.

#### 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, 35 808 individus ont été relâchés (7 326 femelles et 28 482 mâles) (Figure 21).

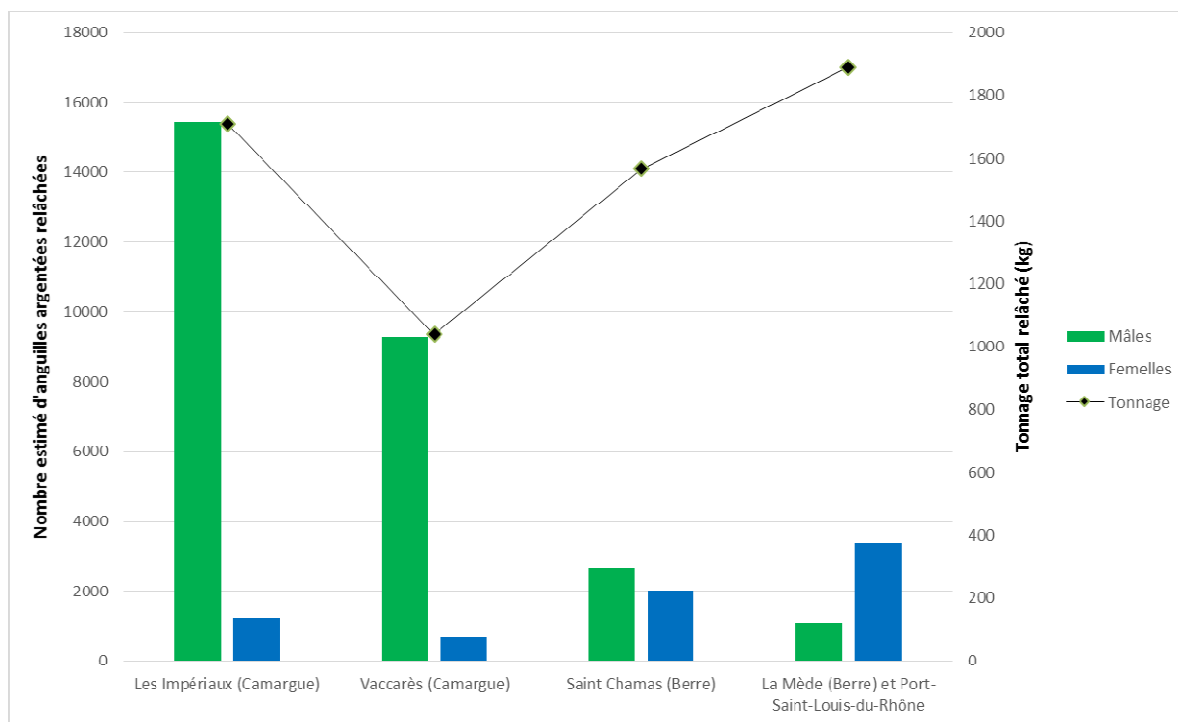


Figure 21 : Estimation du nombre d'anguilles relâchées en 2015.

### 4.3 Comparaison interannuelle

#### 4.3.1 Longueur totale et poids moyen

De 2014 à 2015, les tailles et les poids des anguilles argentées en fonction de leur sexe et de la lagune restent constants. Aucune différence significative n'est observée entre les individus des relâchers de 2014 et de 2015 ( $p > 0.05$ ) (Figure 22 et Figure 23).



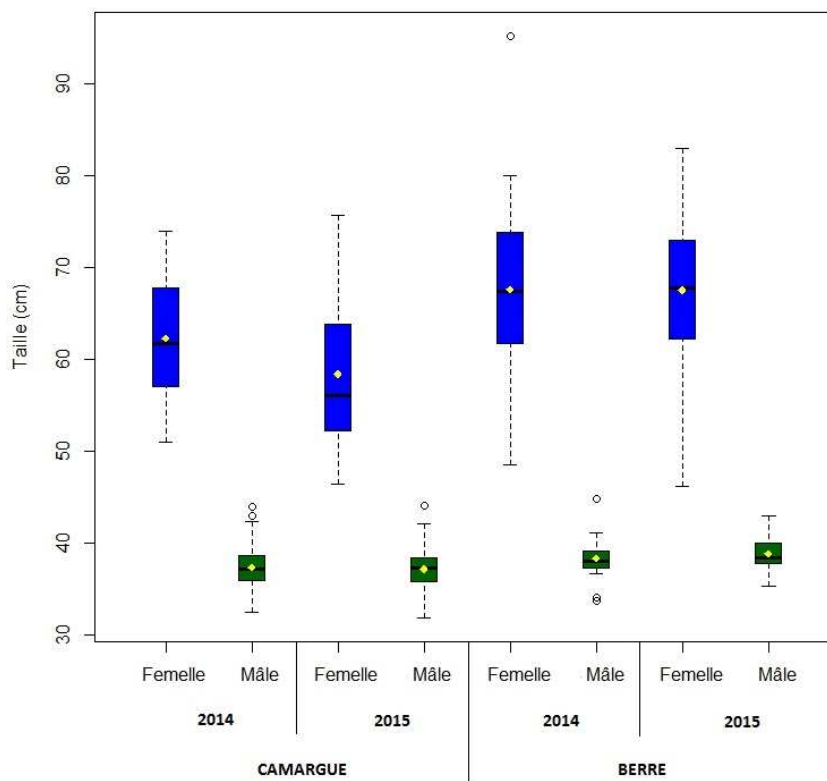


Figure 22 : Tailles des anguilles argentées capturées par sexe, par lieu et par an (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>e</sup>me quartile, maximum).

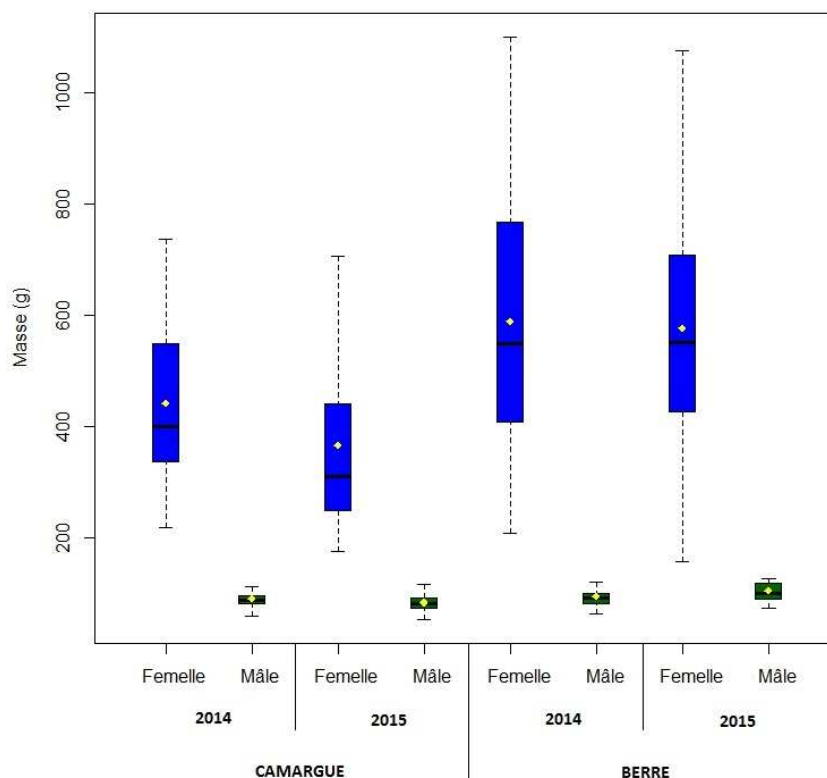


Figure 23 : Masses des anguilles argentées capturées par sexe, par lieu et par an (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>e</sup>me quartile, maximum).

### 4.3.2 Sex Ratio

En 2013, les résultats différaient sur le site de Camargue, où les individus étaient majoritairement des femelles (Jouvenel et *al.*, 2014)

Selon les résultats de 2015, proches de ceux de 2014 (Figure 24) et montrant des sex-ratio similaires entre les deux étangs de Camargue, les différences observées en 2013 pourraient être dues soit à un changement de technique de pêche (maille de filets), soit à une sélectivité des anguilles consacrées au relâcher de la part des pêcheurs. En effet, selon les années, le marché de l'anguille fluctue : certaines années les grosses anguilles sont plus recherchées par les mareyeurs que les petites et donc mieux payées (ou l'inverse). Il est envisageable que les pêcheurs choisissent de vendre aux mareyeurs les anguilles qui sont le mieux payées et de consacrer les autres au relâcher.

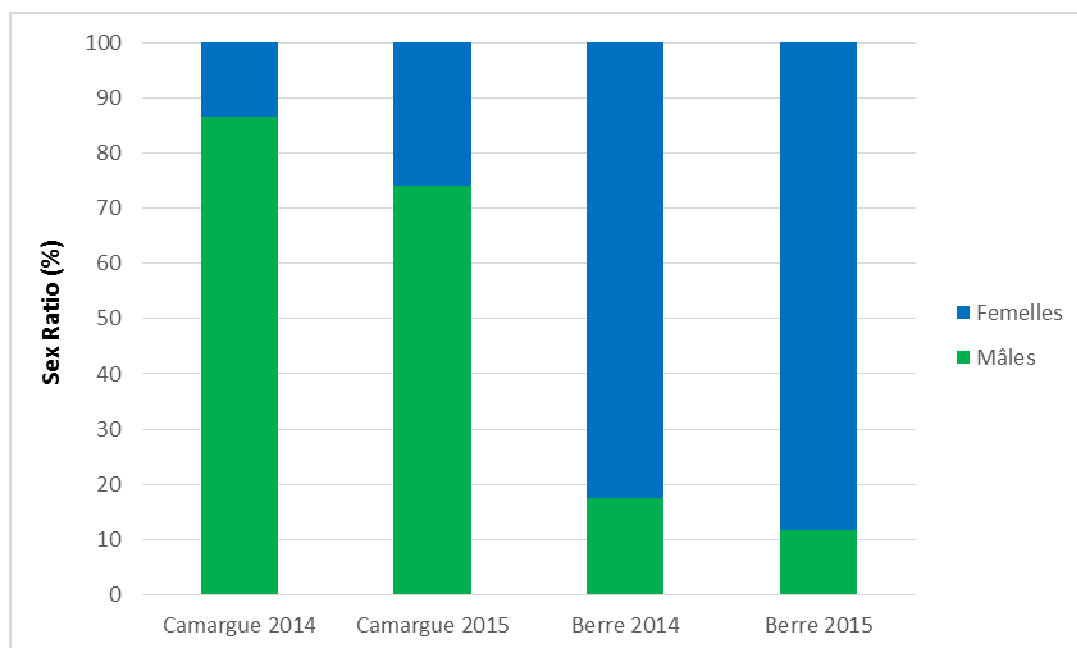


Figure 24 : Pourcentages de mâles et de femelles capturés par site et par an. Les anguilles <45cm sont considérées comme des mâles, celles  $\geq$  45cm comme des femelles.

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

En 2015 comme en 2014, la quasi-totalité des les anguilles mesurées possèdent un Indice Oculaire (IO) supérieur au seuil de 7,2 fixé par Beullens *et al.* (1997). Les anguilles sont donc à un stade d'argenture avancé sur ces deux années. Ceci est confirmé par l'Indice pour la Longueur des Nageoires qui dans l'ensemble est supérieur au seuil de 3,9 en dessous duquel les anguilles ne sont pas considérées comme argentées (Durif *et al.*, 2005) (Figure 25 et Figure 26).

Sur les deux années, la qualité de l'argenture est tout aussi remarquable.

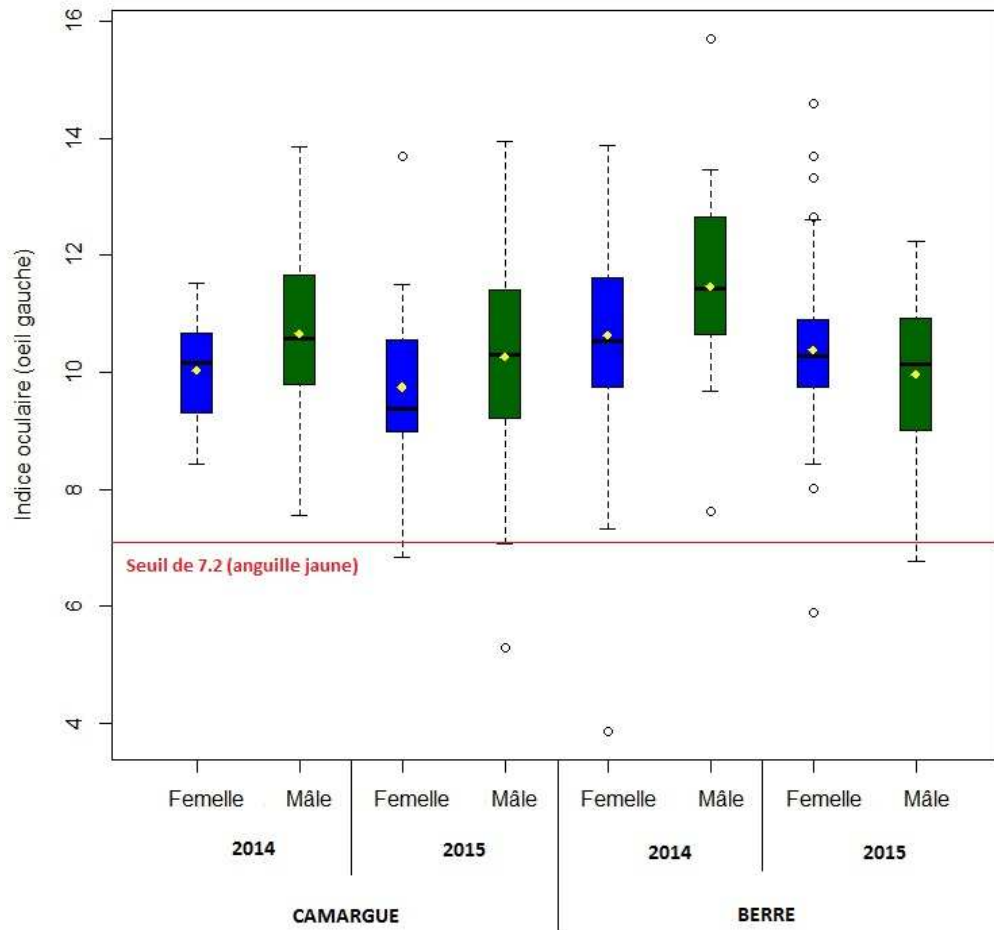


Figure 25 : Calcul de l'indice oculaire (œil gauche) par année et par site. (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

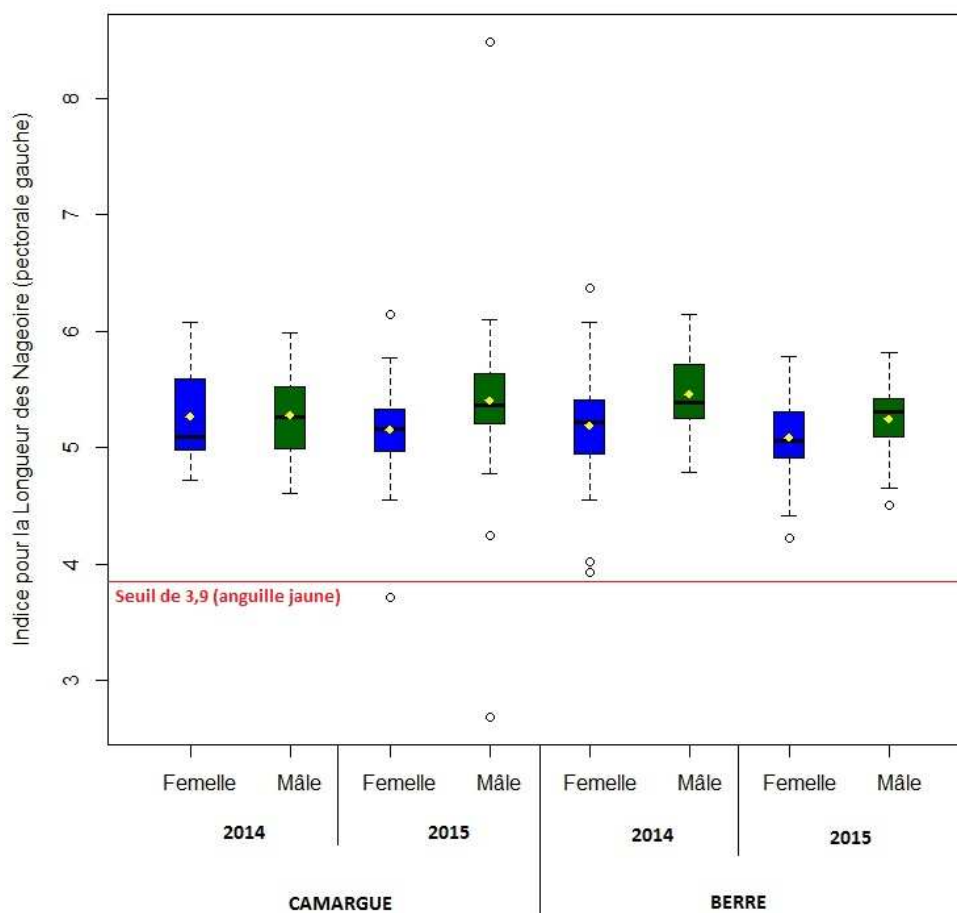


Figure 26 : Indice de la nageoire pectorale (pectorale gauche) par année et par site. (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

#### 4.3.4 Taux de lipides

En 2015 comme en 2014, les individus mâles possèdent tous un taux de lipides supérieur à 20 %.

En revanche, en 2014, les femelles étaient plus nombreuses à posséder un taux de lipides supérieur à 20 %, notamment en Camargue. Un stockage trop long de la part des pêcheurs peut être à l'origine de cette différence. En effet, des anguilles gardées en serbes pendant plus de 48h en attendant le relâcher peuvent commencer à puiser dans leurs réserves lipidiques.

Bien que n'étant pas significativement différents ( $p > 0.05$ ), les taux de lipides moyens chez les femelles sont un peu plus élevés en Camargue que sur l'étang de Berre, et ce pour les deux années (2014 et 2015) (Figure 27 et Figure 28).

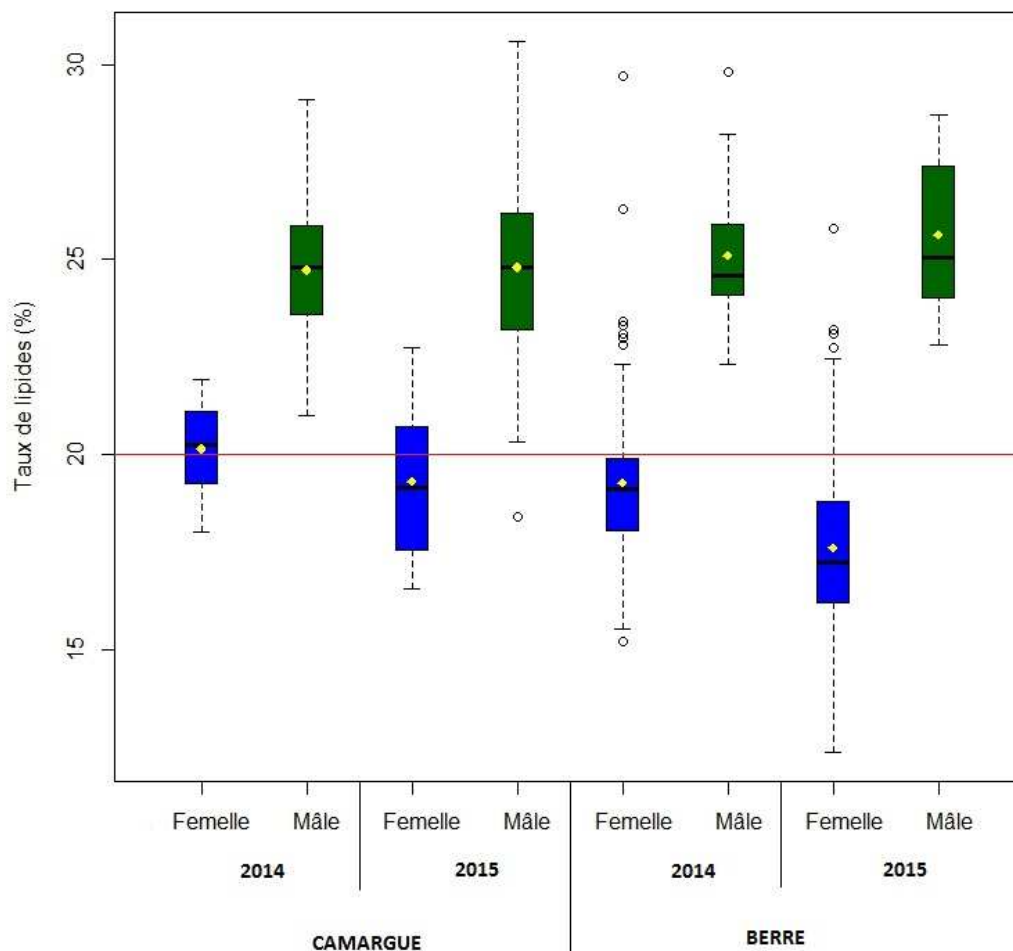


Figure 27 : Taux de lipides individuel des anguilles argentées capturées par an et par site. (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

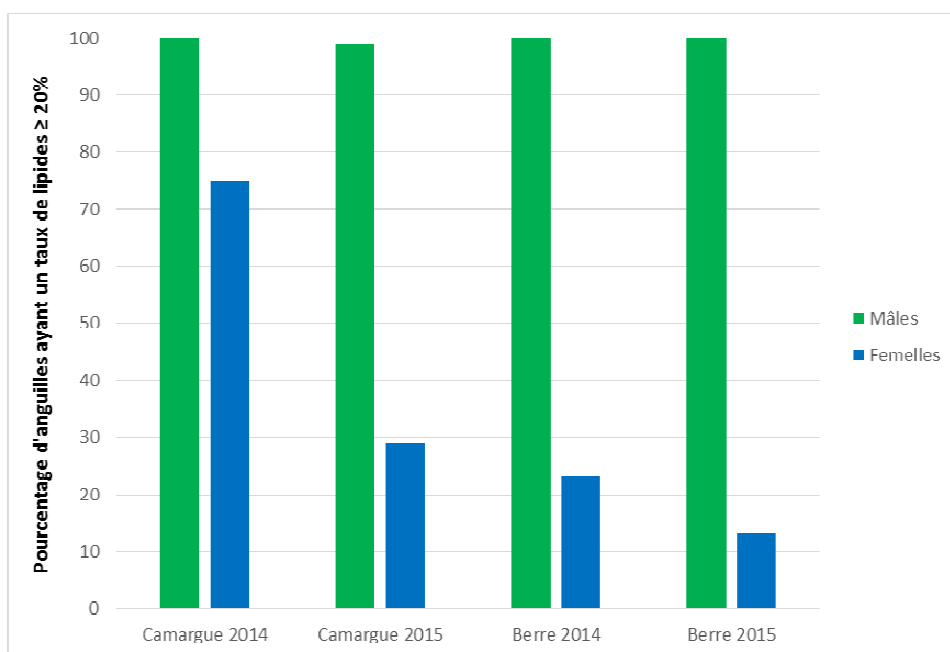


Figure 28 : Pourcentage d'individus avec un taux de lipides supérieur à 20% par année et par site.

### 4.3.5 Coefficient K de Fulton

La comparaison des indices relatifs au coefficient K de Fulton d'une année sur l'autre par site, vient conforter les premières observations : il n'existe pas de différences significatives entre les résultats obtenus en 2014 et ceux obtenus en 2015 ( $p > 0.05$ ). Dans les deux cas, les indices des femelles restent un peu plus élevés que ceux des mâles. Et pour chaque sexe, les valeurs des indices restent très proches d'un site à l'autre (Figure 29).

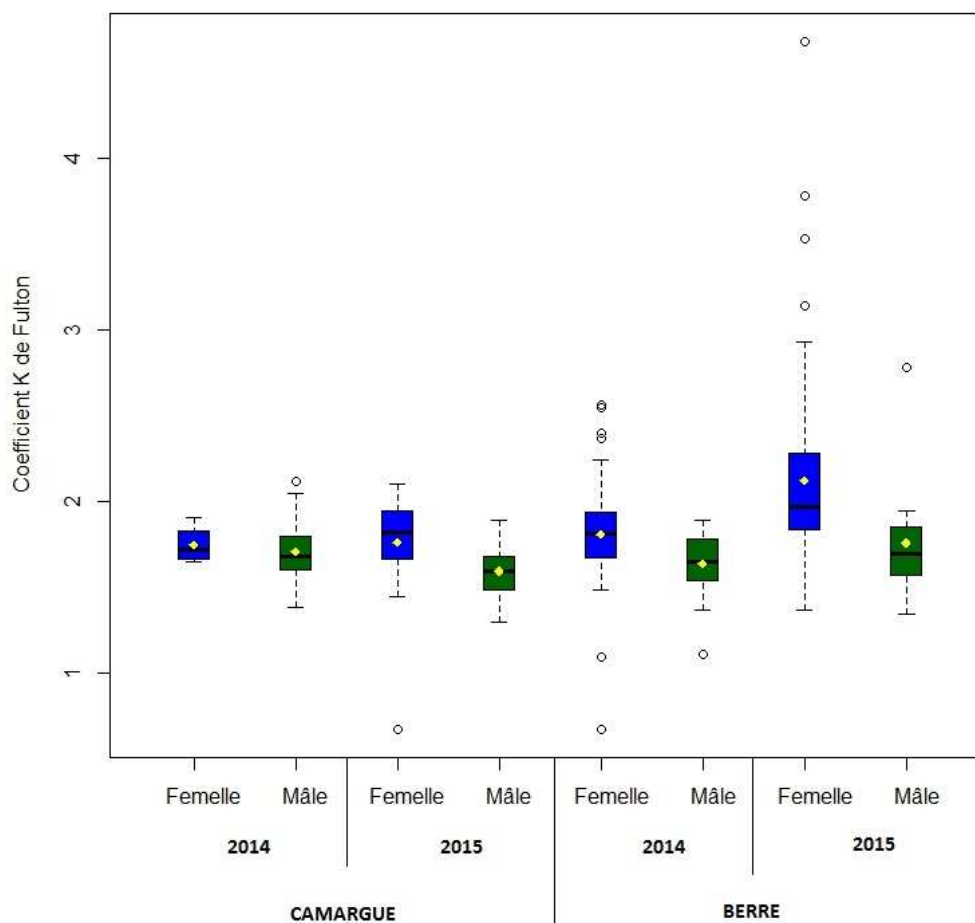


Figure 29 : Coefficient relatif de condition K en fonction du sexe, de l'année et du site de relâcher. (minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, moyenne (point jaune), 3<sup>ème</sup> quartile, maximum).

### 4.3.6 Caractérisation des pathologies visibles

Les pathologies observées lors de ces deux dernières années sont anecdotiques et atteignent moins de 10 % des anguilles étudiées.

Quelques tendances peuvent tout de même être extraites de ces résultats :

- La majorité des nécroses sur la queue ont été observées à Saint Chamas en 2014 ;
- Les taches noires sur la tête des anguilles sont uniquement présentes en Camargue en 2015.

Le relevé des marques de filets (fraîches et nécrosées) visibles sur le corps indique que, sur les deux années 2014 et 2015, 243 anguilles sur 420 en sont atteintes (58 %).

La majorité de ces pathologies visibles sont des marques de filet fraîches récentes (45 % des individus) et sont observées de manière récurrente sur les 3 sites de prélèvement.



En revanche, la majorité des marques de filets nécrosés observées sur les anguilles sont recensées en 2015 à Saint Chamas. Ceci peut être dû au maintien trop long des anguilles en serbes entre le moment de la pêche et le jour du relâcher (Figure 30).

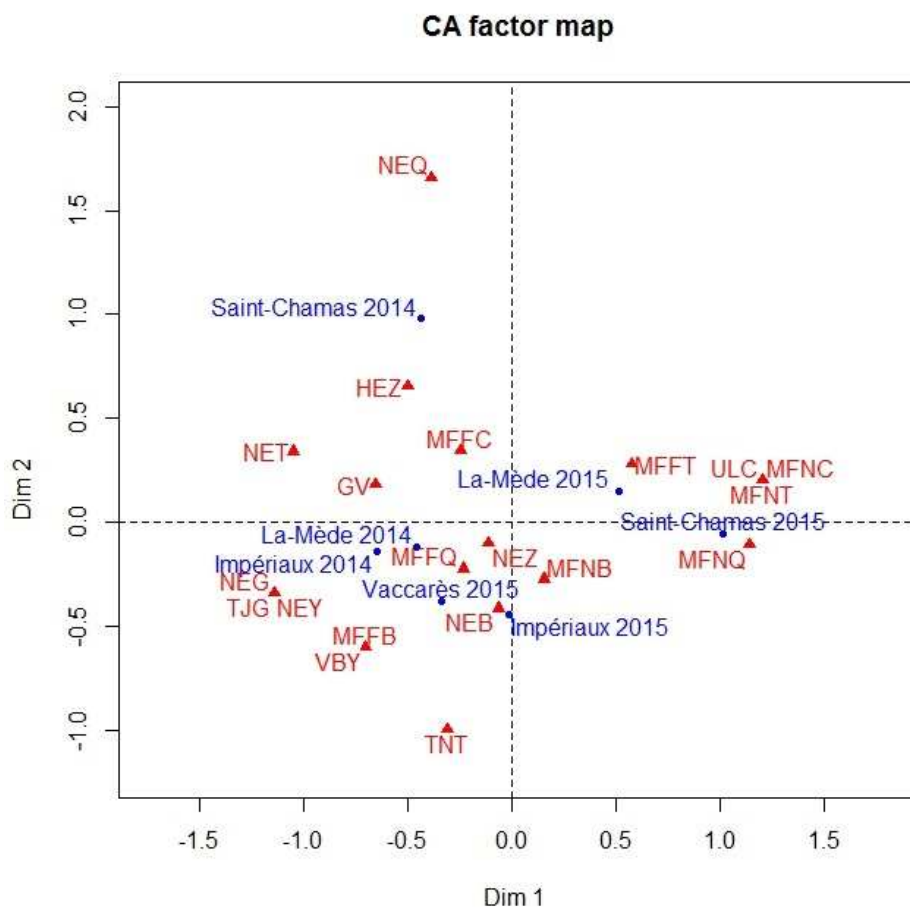


Figure 30 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les pathologies suivant les années et les sites de relâcher. Le détail de la signification des codes pathologiques est donné en Annexe 1

## 5 Conclusion

---

6 204 kg d'anguilles argentées ont été relâchés lors de cette opération en région Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2015. Cette quantité est 1,6 fois plus élevée que lors de la campagne précédente, soulignant une plus grande implication des pêcheurs et du Ministère.

Selon le suivi biométrique, les femelles pèsent en moyenne 532 g (pour 65,6 cm de long), tandis que les mâles pèsent en moyenne 86 g (pour 37,4 cm de long). Selon le sex ratio et le tonnage, 35 808 anguilles ont été relâchées (7 326 femelles et 28 482 mâles).

Plus de 95 % (en nombre) d'anguilles exclusivement argentées ont été collectées, composés à 93 % de femelles sur les deux sites de l'étang de Berre (Saint-Chamas et La Mède) et de 77 % de mâles sur les deux sites de Camargue (étang des Impériaux et du Vaccarès). Les anguilles analysées possèdent tous les critères morpho-anatomiques permettant de certifier leur maturité sexuelle.

Sur l'ensemble des sites, 16,8 % des femelles et 99,5 % des mâles ont un taux de lipides supérieur à 20 % et possédant suffisamment de réserves pour effectuer leur migration. Cette tendance étant identique en Région Languedoc Roussillon, il est envisageable que cette valeur seuil de 20 % ne soit pas adaptée aux anguilles femelles de Méditerranée. Des études complémentaires seraient à mener pour établir une valeur méditerranéenne.

Il est également indispensable d'analyser le niveau de contamination des anguilles conservées lors des relâchers, afin d'étudier tous les paramètres et de conclure sur l'efficacité de l'opération.

L'état de santé des anguilles est globalement bon pour l'ensemble des sites. 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, et que les anguilles doivent être triées avant le jour du relâcher.

Sur les quatre 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, 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 ce type de pratique non conforme au protocole pour les pêcheurs du site de La Mède.

D'un point de vue organisationnel, une modification a été apportée pour éviter le transport d'anguilles à l'air libre. Ainsi, un point d'arrêt supplémentaire a été organisé à Port-Saint-Louis-du-Rhône avant de se rendre à La Mède. Une cuve du camion du mareyeur a été consacrée aux anguilles de Port-Saint-Louis-du-Rhône, remplie avec de l'eau du site de stockage, afin que les anguilles soient relâchées dans des conditions optimales.

Enfin, bien que l'état de santé des anguilles soit globalement bon, certaines contusions pourraient être évitées. C'est le cas des marques de filets nécrosées dues à un trop long temps de stockage dans les serbes. En effet, afin d'avoir le tonnage requis lors du relâcher, les pêcheurs ont, cette année, stocké les anguilles en serbes pendant plus longtemps que les 48h préconisées par le protocole. Les conditions environnementales (températures trop douces et manque de vent) n'ont pas été propices à une dévalaison massive des anguilles. Celle-ci s'est échelonnée dans le temps.

Pour optimiser les quantités d'anguilles relâchées ainsi que leur état général, une révision de l'organisation des opérations devrait être appliquée. Il est en effet important que les pêcheurs désignent les dates des relâchers selon les quantités pêchées, afin de limiter au maximum le temps de stockage des anguilles dans les serbes. Les équipes accompagnant ces opérations (DDTM, CRPMEM Provence-Alpes-Côte d'Azur, scientifiques, mareyeur) doivent dans la mesure du possible respecter les dates proposées par les pêcheurs.

Au cours de ce troisième 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 satellitaire et acoustique de quelques anguilles pourrait être réalisé lors des prochaines campagnes.

De même, s'agissant de la troisième année de relâcher, il est difficile de mesurer une amélioration sur le stock d'anguilles présentes dans les lagunes. Plusieurs années seront encore nécessaires pour entrevoir un effet positif sur la population d'anguilles de Provence-Alpes-Côte d'Azur qui satisfera l'ensemble des acteurs qui ont su se mobiliser fortement 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.

Bergersen R. and Klemetsen A., 1988. Freshwater eel *Anguilla anguilla* (L.) from North Norway, with emphasis on occurrence, food, age and downstream migration. Nordic J. Freshw. Res., 64, 54–66.

Beullens K., Eding E.H., Ollevier F., Komen J., and Richter C.J.J., 1997. Sex differentiation, changes in length, weight and eye size before and after metamorphosis of European eel (*Anguilla anguilla*) maintained in captivity. Aquaculture, 153, 151-163.

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. 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.

Elie P. et Rochard E., 1994. Migration des civelles d'anguilles (*Anguilla anguilla* L.) dans les estuaires, modalité du phénomène et caractéristiques des individus. *Bull. Fr. Pêche et Pisc.*, 35, 81-98.

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., 54p.

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.

Larsson, P., Hamrin, S., Okla, L., 1990. Fat content as a factor inducing migratory behavior in the eel (*Anguilla anguilla* L.) to the Sargasso Sea. *Naturwissenschaften* 77, 488–490.

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.

Marchelidon J., The belle N., Hardy A., Vidal B., Sbaihi M., Burzawa-Gerard E., Schmitz M., and Dufour S., 1999. Etude des variations de paramètres anatomiques et endocriniens chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) femelle, sédentaire et d'avalaison : Application à la caractérisation du stade argenté. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 355: 349-368.

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 Stransferases 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., Verstegen 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'argenture 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

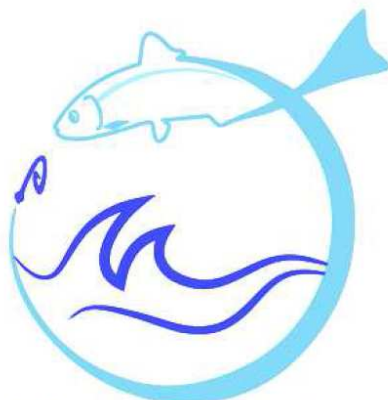
### 7.3 Annexe 3 : Fiche de données biométriques sur l'échantillon aléatoire de 60 anguilles

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	congélatio n 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

