

AGROCAMPUS
OUEST

CFR Angers

CFR Rennes



Année universitaire : 2016 - 2017

Spécialité :

**Master Sciences Halieutiques et
Aquicoles**

Spécialisation (et option éventuelle) :

Ressources et Ecosystèmes Aquatiques

Mémoire de Fin d'Études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Dynamique spatio-temporelle au sein des lagunes palavasiennes de deux espèces côtières emblématiques : la daurade royale (*Sparus aurata*) et le loup (*Dicentrarchus labrax*)

Par : Lucie WANSCHOOR



Soutenu à Rennes le 15/09/2017

Encadrants : Jérôme BOURJEA, Fabien FORGET, Marion RICHARD, Patrick LESPAGNOL

Devant le jury composé de :

Président : Etienne RIVOT, Agrocampus Ouest Rennes

Maître de stage : Jérôme BOURJEA, UMR MARBEC

Enseignant référent : Etienne RIVOT

Autres membres du jury :

Olivier LE PAPE, Agrocampus Ouest Rennes

Laurent BEAULATON, AFB

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation

«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»



Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement les personnes suivantes, qui m'ont permis de vivre cette expérience enrichissante, pleine d'intérêt et d'enseignements professionnels, au sein de l'IFREMER de Palavas et de l'UMR MARBEC:

Monsieur Jérôme BOURJEA, maître de stage, pour son accueil et les responsabilités qu'il m'a confiées dès mon arrivée, pour ses conseils enrichissants, pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de mon stage, pour son partage, son aide, ses critiques et la qualité de son apprentissage. Je tiens aussi à lui témoigner toute ma reconnaissance pour avoir eu l'opportunité de participer à la mise en place du projet avec lui.

Monsieur Fabien FORGET, chercheur à l'IRD, pour son suivi attentif, ses multiples conseils et encouragements. Je le remercie d'avoir répondu à mes interrogations et d'avoir partagé avec moi ses connaissances et son expertise en matière d'acoustique sous-marine, tracking et expériences de pêche. Toutes ses idées ont joué un rôle déterminant dans l'évolution de mon stage.

Madame Blandine BRISSET, technicienne à l'IFREMER, pour toute son aide technique qui a rendu possible la réalisation de ce stage. Je la remercie de son enthousiasme et de son investissement dans le projet qui ont contribué à rendre ce stage valorisant à la fois professionnellement et humainement.

Je remercie également chaleureusement, Marion RICHARD, chercheuse à l'IFREMER, Patrick LESPAGNOL, chercheur à l'IFREMER et Grégoire CERTAIN, chercheur à l'IFREMER, pour le suivi et les conseils avisés qu'ils m'ont transmis dans chacun de leur domaine d'activité en répondant à mes interrogations tout au long de mon stage.

Je remercie l'équipe de la station IFREMER de Palavas les flots, pour son accueil et leur chaleureuse intégration qui ont contribué à rendre ce stage enrichissant grâce au partage de leur expérience. Je remercie tout particulièrement Gilbert DUTTO, véritable appui pour son soutien, ses conseils et son suivi.

Je tiens également à remercier l'Etablissement et service d'aide par le travail, Les Compagnons de Maguelone, pour son partenariat et son investissement dans le projet ainsi que les pêcheurs ayant participé dans le projet assurant la diffusion et la communication du projet dans leur réseau.

Je tiens à remercier Agrocampus Ouest ainsi que toute l'équipe pédagogique pour avoir assuré la partie théorique de la formation Sciences Halieutiques et Aquacoles et pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser ce stage.

Enfin, je remercie également avec toute mon affection mes proches pour leur soutien, leur patience et leur intérêt pendant cette expérience.

Sommaire

1.	Introduction	1
2.	Matériel et méthodes.....	2
2.1.	Présentation des modèles biologiques	2
2.2.	Présentation de la zone d'étude	3
2.3.	Volet halieutique.....	4
2.3.1.	Présentation des statistiques de pêche	4
2.3.2.	Analyse et représentation des statistiques de pêche	4
2.4.	Volet acoustique.....	4
2.4.1.	Principe de la technologie acoustique et du monitoring passif.....	4
2.4.2.	Range test : détermination du rayon de détection	5
2.4.3.	Moyens mis en œuvre.....	6
2.4.3.1.	<i>Déploiement des hydrophones dans la zone d'étude</i>	<i>6</i>
2.4.3.2.	<i>Mesure des paramètres environnementaux</i>	<i>8</i>
2.4.3.3.	<i>Marquage</i>	<i>9</i>
2.4.4.	Traitement et analyse de données	10
2.4.4.1.	<i>Diagnostics, correction et exploration des données</i>	<i>10</i>
2.4.4.2.	<i>Catégorisation des individus suivis</i>	<i>10</i>
2.4.4.3.	<i>Dynamique spatiale inter-lagunaire</i>	<i>10</i>
2.4.4.4.	<i>Dynamique spatiale dans le Prévost</i>	<i>11</i>
3.	Résultats	12
3.1.	Volet halieutique.....	12
3.1.1.	Saisonnalité des captures	12
3.1.2.	Régionalisation des captures	13
3.2.	Volet acoustique.....	15
3.2.1.	Détermination du rayon d'écoute et influence environnementale.....	15
3.2.2.	Bilan biologique des marquages	16
3.2.3.	Résidence, fidélité et connectivité	18
3.2.3.1.	<i>Résidence lagunaire</i>	<i>18</i>
3.2.3.2.	<i>Connectivité entre la lagune du Prévost et les lagunes adjacentes.....</i>	<i>19</i>
3.2.3.3.	<i>Influence de l'environnement sur la dynamique spatiale régionale</i>	<i>20</i>
3.2.4.	Dynamique spatiale dans le Prévost	24
3.2.4.1.	<i>Temps de résidence par sous zone dans la lagune</i>	<i>24</i>
3.2.4.2.	<i>Représentation MCP et KUD.....</i>	<i>25</i>
3.2.4.3.	<i>Effet de l'environnement sur la dynamique intra-Prévost</i>	<i>27</i>

3.2.4.4. <i>Influence de la taille dans le comportement spatial</i>	28
4. Discussion.....	30
5. Conclusion	35
Bibliographie	36
Annexe I : Télémétrie acoustique	41
AI.I. Illustrations des supports et de la fixation des hydrophones	41
AI.II. Cartographie du réseau	42
Annexe II : Capture, Marquage, et relâché des poissons.....	43
All.I. Capture : présentation et illustrations des engins de pêche	43
All.II. Marquage : protocole & illustrations.....	43
Annexe III : Communication autour du projet.....	46
Annexe IV : Secteurs statistiques et détails des captures par engin	51
Annexe V : Métadonnées des individus.....	53
Annexe VI : Range test : résidus	53

Liste des figures

Figure 1 : <i>Sparus aurata</i> à gauche et <i>Dicentrarchus labrax</i> à droite	3
Figure 2 : Zone d'étude	3
Figure 3 : Schéma du dispositif transmetteur/récepteur mis en place sous forme de réseau	5
Figure 4 : Illustration de la méthodologie pour estimer le rayon d'écoute des hydrophones avec l'émetteur à l'extrémité droite	6
Figure 5: Cartographie des positions des 38 récepteurs déployés dans la zone d'étude et identification des zones considérées (ZN :Zone Nord ; ZNE :Zone Nord-Est ; ZSO :Zone Sud-Ouest ; ZM :Zone Mer)	7
Figure 6: Cartographie des positions des récepteurs dans la lagune du Prévost avec les sorties A, B, C, D, E. Les différentes couleurs des récepteurs représentent le découpage en sous zones de la lagune (Ouest : rouge ; Centre-Ouest : violet ; Centre : marron ; Est : vert). L'hydrophone en amont du réseau cible le fleuve du Lez.	8
Figure 7 : Position des récepteurs, 21, 26, 31, 44 avec sonde température	8
Figure 8 : Marquage d'une daurade royale ; A : Insertion marque acoustique interne ; B : Tatouage bleu cyan au painjet ; C : Implantation de marque "Spaghetti"	9
Figure 9 : Lieux de capture en bleu et de relâche en rouge des daurades et des loups	10
Figure 10 : Captures trimestrielles de 2008 à 2015 des navires de -12 et + 12 m pour la daurade et le loup	13
Figure 11 : Capture trimestrielle moyenne de la daurade royale par secteur de 2008 à 2015 en tonne	14
Figure 12 : Capture trimestrielle moyenne du loup par secteur de 2008 à 2015 en tonne	14
Figure 13 : Ajustement exponentiel sur la probabilité de détection moyenne en fonction de la distance. La P50 représente la probabilité de détection à 50 %.	15
Figure 14 : Cartographie du rayon de détection à 100 m des récepteurs du Prévost	16
Figure 15 : Histogramme des fréquences de tailles des daurades (N= 77) a) et des loups (N=19) b) marqués entre le 2 mai et le 23 juin	17
Figure 16 : Histogramme des fréquences d'individus marqués de daurades (N=77) et de loups (N=19) sur 12 campagnes de marquage du 2 mai au 23 juin	17
Figure 17: Devenir des individus dans le réseau (A: toujours actif, F:pêché; D mort; ZM: dernière détection Zone Mer ;ZN: dernière détection Zone Nord; ZSO: dernière détection Zone Sud-Ouest; ZNE: dernière détection Zone Nord Est; INC: Inconnu)	18
Figure 18 : Indice de résidence de la daurade et du loup ; * : différences significatives entre espèce (Wilcoxon Mann-Whitney, $P < 0,05$ pour Autres zones)	18
Figure 19 : Connectivité inter lagunes pour la daurade avec en [gras] le nombre de visites associées à chaque zone, et en italique le pourcentage d'individus marqués sortant ou entrant dans le Prévost. Les flèches indiquent les directions des entrées/sorties proportionnels au nombre d'individus. Les croix rouges indiquent des sorties ou zones non fréquentées.	19
Figure 20 : Connectivité inter lagunes pour la daurade avec en [gras] le nombre de visites associées à chaque zone, et en italique le pourcentage d'individus marqués sortant ou entrant dans le Prévost. Les flèches indiquent les directions des entrées/sorties proportionnels au nombre d'individus. Les croix rouges indiquent des sorties ou zones non fréquentées.	20
Figure 21 : Chronogramme des détections inter zones pour la daurade. Les flèches rouges représentent les différentes campagnes de marquage. Les récepteurs positionnés à l'intérieur de la sortie vers la mer du Prévost sont séparés avec en vert le grau intérieur et en bleu le grau extérieur	21
Figure 22 : Chronogramme des détections interzones pour le loup. Les flèches rouges représentent les différentes campagnes de marquage. Les récepteurs positionnés à l'intérieur de la sortie vers la mer du Prévost sont séparés avec en vert le grau intérieur et en bleu le grau extérieur. Le canal RS correspond au récepteur localisé dans le canal en amont de la zone nord-est.	22

Figure 23 : Diagramme circulaire sur 24 h des sorties de daurades dans les différentes zones. Chaque cercle en partant du centre représente un individu ; a : Zone nord ; b : zone sud-ouest ; c : Zone Mer	22
Figure 24 : Diagramme circulaire sur 24 h des sorties de loups dans les différentes zones. Chaque cercle en partant du centre représente un individu ; a : Zone nord ; b : Zone nord-est ; c : Zone sud-ouest ; d : Zone Mer	23
Figure 25 : Diagramme circulaire sur 360° de la direction du vent en fonction de la vitesse du vent des sorties de daurades (a) et loups (b) dans les différentes zones. En noir le vent moyen en km/h sur toute la période d'étude. Chaque cercle en partant du centre représente 5 km/h. ZN : Zone nord ; ZNE : Zone nord-est ; ZSO : Zone sud-ouest ; ZM : Zone Mer. Les points représentent les caractéristiques du vent au moment de la sortie. Les couleurs représentent la zone de sortie	23
Figure 26 : Différentiel de température mesuré en mer entre le jour de la sortie vers une zone (en couleur sur les histogrammes) des daurades (gauche) et des loups (droite) et le jour précédent. En abscisse les identifiants des individus sortis par ordre chronologique.	24
Figure 27 : Temps de résidence total en jour pour chaque sous zone du Prévost pour la daurade et le loup ; * = différences significatives entre espèce (Wilcoxon Mann-Whitney, $P < 0,05$)	24
Figure 28 : Représentation du Minimum Convex Polygon (MCP) pour la daurade a) et pour le loup b) à l'exception des individus morts et pêchés	25
Figure 29 : Représentation du Kernel Utilization Distribution (KUD) des daurades à 95 % en bleu, 80 % en vert, 70% en jaune et 50% en rouge pour tous les individus à l'exception des morts et pêchés a) et du nombre d'individus observé par récepteur b). Les n correspondent au nombre de détection a) et au nombre d'individus total comptabilisé sur chaque station b)	26
Figure 30 : Représentation du Kernel Utilization Distribution des loups à 95 % en bleu, 80 % en vert, 70% en jaune et 50% en rouge pour tous les individus à l'exception des morts et des pêchés a) et du nombre d'individus observés par récepteur b). Les n correspondent au nombre de détection a) et au nombre d'individus total comptabilisé sur chaque station b)	26
Figure 31 : Aire d'occupation en km ² par méthode ; MCP et KUD à 95 et 50 % pour la daurade et le loup	27
Figure 32 : Aire d'occupation moyenne par la méthode KUD à 95 % en km ² par individu et par jour pour la daurade. En pointillé vert, le vent moyen par jour en km/h	27
Figure 33 : Aire d'occupation moyenne par la méthode KUD à 95 % en km ² par individu et par jour pour le loup. En pointillé vert, le vent moyen par jour en km/h	28
Figure 34 : Aire d'occupation en km ² pour la daurade en fonction des classes de tailles pour MCP, KUD à 95 et 50 % ; N=11 de 0 à 200 mm, N=29 de 200 à 270 mm et N=4 pour plus de 270 mm	29
Figure 35 : Aire d'occupation en km ² pour le loup en fonction des classes de tailles pour MCP, KUD à 95 et 50 % ; N=7 de 0 à 300 mm, N=3 pour plus de 300 mm	30
Figure 36 : Structure de fixation des hydrophones au sein du milieu ; a,b : Hydrophone fixé au pvc ; c : Mise à l'eau d'un hydrophone ; d : Hydrophone lesté avec sonde température ; e : Hydrophone dans le Prévost ; f : Téléchargement des données	41
Figure 37 : Téléchargement des données et connexion de l'hydrophone au logiciel VUE	41
Figure 38 : Cartographie schématique de la position des hydrophones dans la zone d'étude avec chaque numéro correspondant au numéro de série du récepteur	42
Figure 39 : Schéma d'une capéchade (Lassere, 1974)	43
Figure 40 : Photographies d'une capéchade en action de pêche et du virage de sa nasse	43
Figure 41 : Schématisation du protocole de marquage	44
Figure 42 : Stockage des daurades après opération à gauche et relâché d'une daurade dans le Prévost à droite	45
Figure 43 : Affiche informative sur le marquage de daurades royales pour la recapture	46
Figure 44 : Note informative du projet SB-TAG	47
Figure 45 : Sur la piste des daurades, 20 minutes Montpellier languedoc du 28/06/2017	48
Figure 46 : Les scientifiques de l'Ifremer de Palavas pistent les daurades, France bleu.fr du 26/06/2017	49

Figure 47 : La daurade du Prévost sur écoute, Midi Libre Montpellier et sa région du 18/08/2017	50
Figure 48 : Captures trimestrielles des engins les plus important pour la daurade en haut et le loup en bas pour les navires de + de 12 m	51
Figure 49 : Captures trimestrielles des engins les plus important pour la daurade en haut et le loup en bas pour les navires de - de 12 m	51
Figure 50 : Secteurs statistiques de pêche	55
Figure 51 : Résidus de l'ajustement exponentiel sur la probabilité de détection en fonction de la distance	55

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des transmetteurs ; Délai (s): range de délai entre 2 émission successives en seconde	5
Tableau 2 : Caractéristiques des récepteurs acoustiques	5
Tableau 3 : Détails des différents range test ; condition : Bonne : rafales < 20 Km/h ; Mauvaise : rafales > 40 Km/h	6
Tableau 4 : Récapitulatif marquage	16
Tableau 5 : Résumé pour les 77 daurades royale marquées sur la période d'étude. Le Transmetteur correspond au numéro d'identification du poisson sous VUE, son poids et sa taille totale au moment du marquage, correspondant au jour de libération. TP=la période totale de détection, TR=temps en jour entre la dernière et la première détection, DD=le nombre de jour détecté, IR=l'indice de résidence réseau, Cat=le devenir de l'individu, TD=le nombre total de détection reçu, Nbr R=le nombre de récepteurs différents écoutés	53
Tableau 6 : Résumé pour les 19 loups marqués sur la période d'étude. Le Transmetteur correspond au numéro d'identification du poisson sous VUE, son poids et sa taille totale au moment du marquage, correspondant au jour de libération. TP=la période totale de détection, TR=temps en jour entre la dernière et la première détection, DD=le nombre de jour détecté, IR=l'indice de résidence réseau, Cat=le devenir de l'individu, TD=le nombre total de détection reçu, Nbr R=le nombre de récepteurs différents écoutés	54

1. Introduction

Les habitats côtiers de transition sont situés à l'interface entre le milieu continental et le milieu marin. Ils comprennent certains des écosystèmes les plus riches de la planète comme les estuaires (Cuttelod et al., 2008 ; Sheaves et al., 2015). Ces eaux de transitions recouvrent une partie du littoral français méditerranéen, formé notamment d'une importante mosaïque de lagunes côtières (Elliot and Whitfield, 2011). Ces zones fournissent de nombreux services écosystémiques du fait de leur grande diversité d'habitats (Lasserre, 1976 ; Sheaves et al., 2015 ; Tournois et al., 2017). Elles jouent un rôle prépondérant dans le cycle de vie de nombreuses espèces marines, migratrices ou résidentes, offrant des zones d'alimentation, de reproduction et de nurserie primordiales à leur survie (Franco et al., 2006 ; Verdiell-Cubedo et al., 2013). Le comportement spatial des espèces exploitant ces habitats à différentes phases de leur cycle est directement influencé par les caractéristiques environnementales des lagunes (Mercier et al., 2012). Celles-ci se caractérisent par leur nature semi-fermée, leur faible profondeur, et leurs échanges variables dans l'espace et dans le temps avec la mer et parfois avec les eaux continentales.

Malgré la richesse de ces écosystèmes, l'environnement méditerranéen est fragile, naturellement vulnérable et subit une forte pression anthropique (Halpern et al., 2008). Or, la multiplicité des activités humaines entraîne une sévère dégradation des habitats associés (Cuttelod et al., 2008 ; Claudet and Fraschetti, 2010). Ces écosystèmes côtiers lagunaires étant une source de conflits entre le maintien de la biodiversité marine et le développement des activités socio-économiques.

Ces lagunes sont notamment le siège d'activités humaines traditionnelles, comme la pratique de la pêche, aux petits métiers fortement ancrés dans le patrimoine culturel (Lecou, 2010). Elle représente l'une des principales activités de pêche sur la façade méditerranéenne mais reste difficile à cerner par rapport aux autres types d'exploitations halieutiques, et notamment la pêche récréative (Guillou et al., 2002).

Malgré l'existence d'un plan de gestion visant la pêche côtière artisanale française, le risque de surexploitation des ressources halieutiques semble clair en Méditerranée (Tsikliras et al., 2015). Peu d'espèces sont actuellement sous quotas en Méditerranée du fait d'un manque de connaissances sur la biologie des espèces exploitées et d'un manque de statistiques de pêche exploitables (Leonart and Maynou, 2003). D'où la nécessité de mieux comprendre la dynamique spatio-temporelle d'espèces côtières transitant entre le milieu lagunaire et la mer en lien avec l'environnement afin d'accroître l'efficacité des mesures de gestion. L'étude des statistiques de pêche permet notamment d'estimer des biomasses et d'identifier les patterns de distribution spatio-temporels des espèces à différentes échelles sur plusieurs années.

La daurade royale (*Sparus aurata*) et le loup (*Dicentrarchus labrax*) sont deux espèces emblématiques dont le cycle de vie est directement intégré aux lagunes côtières. En effet, ces espèces à fort intérêt commercial représentent 28% des débarquements estimés en 2015 pour la petite pêche (Bourjea et al., 2017). Ces espèces, comme les autres espèces côtières, ne font pas l'objet d'une évaluation des stocks traditionnelle par manque de statistiques de pêche fiables et de connaissances biologiques et écologiques sur leur cycle de vie, même si la daurade royale est actuellement une des espèces indicatrices d'un des plans de gestion méditerranéen (PGM Senne tournante coulissante, 2013).

Les lagunes sont exploitées saisonnièrement par les daurades et loups à différentes phases de leur cycle biologique, lors du recrutement par leur fonction de nurserie, et lors de la phase adulte en tant que zone d'alimentation afin de stocker des réserves avant la reproduction. En effet, la prédation des tables conchylicoles par la daurade royale est une problématique particulièrement connue au sein des lagunes (Giffon and Gervasoni, 2016)

De nombreuses questions se posent sur ce comportement migratoire spatial saisonnier mer-lagunes, mais aussi inter-lagunes. En effet, l'existence de connexions formant un véritable réseau lagunaire rend difficile la compréhension de ce comportement spatial en entrée/sortie

et leur fonction réelle dans les cycles biologiques. Ainsi, plusieurs axes sont à développer ; ces deux espèces présentent-elles une certaine fidélité/résidence à une unique lagune ou au contraire exploitent-elles l'ensemble du réseau lagunaire durant une saison ? En quoi les différences inter et intra espèces viennent influencer le comportement spatial sur la période d'étude ? Quel rôle joue l'environnement sur cette dynamique ?

Si le suivi par marque satellite permet facilement de nos jours de suivre les animaux marins de grandes tailles (Block et al., 2011), peu d'approches et d'outils scientifiques permettent de comprendre les dynamiques spatiales des poissons de petites tailles. La génétique des populations nous permet par exemple d'identifier des sous populations distinctes régionalisées et d'estimer la connectivité entre elles (Bahri-Sfar et al., 2000 ; Rossi et al., 2006), mais l'approche nous renseigne sur la structure des populations et non sur le comportement migratoire de l'espèce et les trajectoires contemporaines à fine échelle. De même par exemple, la microchimie des otolithes peut renseigner sur les habitats fréquentés au sein d'une même population (Tournois et al., 2017).

L'une des approches les plus courantes pour appréhender les déplacements d'un poisson est le marquage par la méthode du Capture, Marquage, Recapture. Il existe différentes techniques, avec divers types de marques permettant d'identifier le poisson. L'intérêt de ce type de marquage est d'associer une marque externe à une marque interne électronique permettant de suivre les mouvements et les éventuelles recaptures. L'utilisation de marques électroniques archives ou acoustiques ont déjà fait leur preuve sur ces deux espèces avec par exemple le projet Bargip en Atlantique pour le loup (Le Goff et al., 2017) et l'étude de Abecasis and Erzini, (2008) pour la daurade royale.

La télémétrie acoustique passive est particulièrement intéressante pour cerner le comportement spatio-temporel des espèces côtières (Cooke et al., 2004 ; How and de Lestang, 2012 ; Doyle et al., 2017). Son principal attrait est l'acquisition de données individuelles via la mise en place d'un transmetteur acoustique au sein de l'organisme d'étude. En effet, les émetteurs acoustiques permettent de suivre les déplacements individuels au sein des lagunes côtières via la mise en place d'un réseau de récepteurs sous-marins, les hydrophones. Cependant, le succès de l'étude dépendra en partie de la localisation de ses récepteurs ayant des positions prédéfinies ainsi qu'une portée limitée (Potin, 2009).

Afin de mieux comprendre le comportement spatial de la daurade et du loup, une approche par télémétrie acoustique a été mise en place au niveau de la lagune du Prévost et des lagunes voisines à Palavas les flots dans l'Hérault. Les objectifs de cette étude ont été de (i) caractériser les patterns de déplacements inter-lagunes, et entre mer et lagunes, (ii) estimer la résidence des poissons dans le Prévost et dans le réseau inter-lagunaire, (iii) caractériser et comparer les domaines vitaux des deux espèces, et (iv) mettre en évidence une dynamique spatio-temporelle à l'échelle du Golfe du Lion.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation des modèles biologiques

Sparus aurata et *Dicentrarchus labrax* sont des poissons démersaux-pélagiques (Figure 1). La daurade est hermaphrodite protandre tandis que le loup est gonochorique (Lasserre, 1976 ; Silan, 1984). Pour ces deux espèces, il existe deux grandes périodes de migration, la fraie en mer et le refuge au sein des réseaux côtiers (Katselis et al., 2007). La daurade fréquente cycliquement les lagunes mer à partir du printemps avant de les quitter en hiver, la température des lagunes étant trop froide (Abecasis and Erzini, 2008 ; Hurst, 2007 ; Mercier et al., 2012). De même, le loup fréquente également les lagunes en les quittant plus tardivement, étant moins sensible à la température ; tandis que certains individus errent à proximité des côtes (Silan, 1984; Doyle et al., 2017). La daurade royale est particulièrement

sensible aux variations de températures supérieures à 26°C et inférieures à 13°C (Hurst, 2007 ; Feidantsis et al., 2009), tandis que le loup a la capacité de tolérer des plus faibles salinités (Nebel et al., 2005).

La daurade est d'abord mâle avant de devenir femelle vers l'âge de 3 ans pour une longueur inférieure à 350 mm (Fischer, 1978). Les loups mâles sont matures autour de 2 ans soit entre 280 à 300 mm et autour de 3 ans entre 370 à 400 mm pour les femelles.

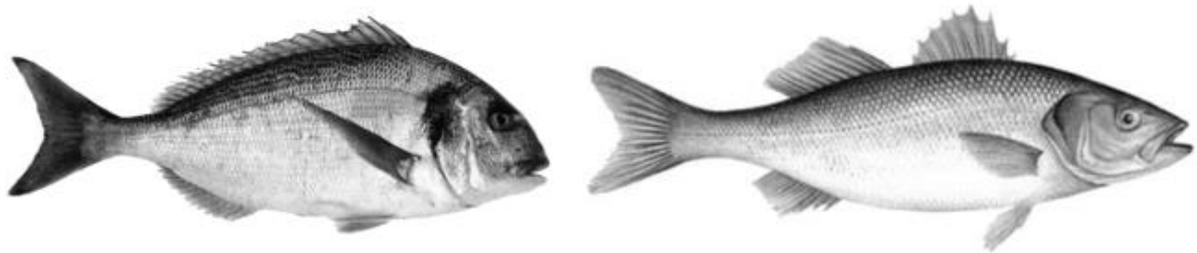


Figure 1 : Sparus aurata à gauche et Dicentrarchus labrax à droite

2.2.Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude ciblée par l'étude se limite aux lagunes palavasiennes. Autrefois une seule et même lagune, les aménagements côtiers ont parcellisés cet espace en huit étangs principaux reliés entre eux par le Canal du Rhône à Sète (RSL palavasiens, 2012). Cette mosaïque lagunaire s'étend de Frontignan à Carnon sur 25 km. Sur les quatre lagunes qui font face à la mer (Ingril sud, Pierre-Blanche, Prévost et Grec) seules les lagunes du Prévost et de l'Ingril possède un grau, c'est-à-dire une communication directe avec la mer (Figure 2).

La lagune du Prévost présente une surface de 2,49 km² et une profondeur moyenne d'un mètre. Elle est caractéristique des habitats côtiers lagunaires de cette région avec différents habitats naturels (macrophytes, gisements de coquillages) et artificiels, comme les parcs conchylicoles, (Lasserre, 1976 ; CENLR, 2011).



Figure 2 : Zone d'étude

Deux volets sont étudiés, le volet pêche et le volet acoustique à des échelles spatio-

temporelles différentes.

2.3. Volet halieutique

L'objectif de ce volet est d'exploiter les statistiques de pêche existantes pour essayer de mettre en évidence une dynamique spatio-temporelle des *Sparus aurata* et *Dicentrarchus labrax* à l'échelle du Golfe du Lion.

2.3.1. Présentation des statistiques de pêche

Dans le cadre du règlement (CE) de la Data Collection Framework (DCF) n°199/2008 du Conseil de l'Union Européenne du 25 février 2008, la décision 2010/93/UE permet de cibler les données concernées par ce cadre communautaire en lien avec les données relatives au secteur pêche. Les données transversales DCF regroupant les données de capacité, effort de pêche et débarquements sont analysées. Deux types de données du Système d'Informations Halieutiques (SIH) de l'Ifremer sont étudiées en complémentarité : les données d'Observations des marées aux débarquements (ObsDEB) pour les navires de moins de 12 mètres et les données de l'algorithme SACROIS où seuls les navires de plus de 12 mètres ont été considérés pour la présente étude.

ObsDEB contribue à l'estimation de niveaux d'effort de pêche de la petite pêche côtière via un échantillonnage aux débarquements. Ces données ne permettant pas d'induire des indicateurs d'abondance, seuls les données de captures estimées à partir des données échantillonnées ont été analysées (Bourjea et al., 2017).

L'application SACROIS consiste à évaluer l'effort de pêche et sa distribution spatiale à partir du croisement entre différentes sources de données en entrée, sur les captures, débarquements, VMS, ventes et calendriers d'activité (Blanchard et al., 2016). Il s'agit d'une base de données déclarative exhaustive où seules les données de captures ont été étudiées.

Les données de captures du flux ObsDEB et SACROIS ont été étudiées de 2008 à 2015 sur toute la façade méditerranéenne française à l'exception de la Corse.

2.3.2. Analyse et représentation des statistiques de pêche

SACROIS et ObsDEB estimés ont été agrégés par marées, métiers, espèces et trimestres. L'information spatiale (secteurs de pêche) n'est disponible que pour ObsDEB car les données SACROIS en Méditerranée ne sont pas spatialisées à fine échelle. Ces secteurs sont en réalité des prud'homies. Il s'agit d'un système d'organisation typique des côtes méditerranéennes françaises où la pêche est en partie gérée de façon collective par les patrons pêcheurs (Templier, 1986). Ces prud'homies sont aussi bien lagunaires que côtières. Les données de la petite pêche ont été représentées cartographiquement via le logiciel R.

2.4. Volet acoustique

L'étude repose sur l'utilisation de la télémétrie acoustique passive pour suivre les grands mouvements de la daurade royale et du loup au sein des lagunes palavasiennes.

2.4.1. Principe de la technologie acoustique et du monitoring passif

Le principe de cette technologie consiste en l'émission d'une onde acoustique ultrasonore dans l'eau par un transmetteur émettant à une certaine fréquence reconnue par des dispositifs d'enregistrements passifs nommés les hydrophones (Figure 3). La technologie VEMCO (Amarix Ltd, Canada) est utilisée dans le cadre de cette étude. Les caractéristiques des marques acoustiques utilisées sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des transmetteurs ; Délai (s): range de délai entre 2 émission successives en seconde

Modèle	Fréquence (KHz)	Durée de vie (Jour)	Diamètre (mm)	Taille (mm)	Poids (g)	Délai (s)
V9	69	579	9	45	3,3	130-230

Les récepteurs déployés sont des VR2W (VEMCO, Amarix Ltd, Canada) permettant d'enregistrer la présence des transmetteurs émettant en 69 KHz. Les caractéristiques de ces récepteurs sont présentées dans le Tableau 2 (Annexe I).

Tableau 2 : Caractéristiques des récepteurs acoustiques

Modèle	Fréquence de réception (KHz)	Dimensions	Poids (g)	Batterie (V)	Batterie vie (mois)	Mémoire (MB)
VR2W	69	308 mm de long * 73 mm de diamètre	50 dans l'eau	3,6	15	16 : ~1,6 millions de détections

Lors du passage d'un poisson marqué dans le rayon de détection d'un récepteur (voir partie 2.4.2), la date, l'heure et le numéro d'identifiant du transmetteur sont enregistrés et forme une détection. Ainsi, au sein d'un réseau, il est possible de retracer le parcours d'un poisson marqué (Figure 3).

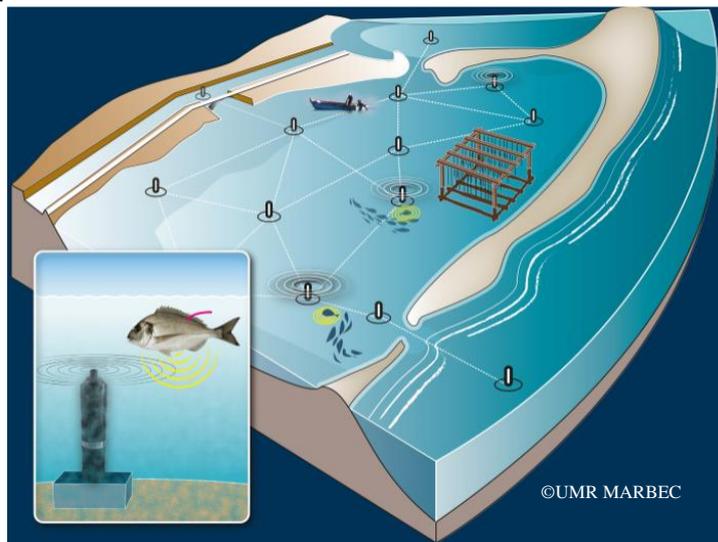


Figure 3 : Schéma du dispositif transmetteur/récepteur mis en place sous forme de réseau

Le transfert des données se fait par *Bluetooth* entre le récepteur et le logiciel VUE (Amarix Ltd, Canada) spécifique au téléchargement et la visualisation des données VEMCO. Le transfert se fait en activant grâce à un aimant la connexion du récepteur émergé au logiciel (Annexe I).

2.4.2. Range test : détermination du rayon de détection

La portée du récepteur étant limitée dans le milieu (Potin, 2009), il est fondamental de déterminer le rayon de détection spécifique à la zone d'étude (Kessel et al., 2014). Pour tester le rayon d'écoute au sein du milieu étudié, un dispositif analogue aux études de How and de Lestang, (2012) et Bijoux et al. (2013) a été respectivement mis en place au sein de la lagune du Prévost, et au niveau des connexions. Des « range tests » ont été effectués en positionnant des récepteurs fixés à des distances linéairement croissantes par rapport à une marque acoustique spécifique ayant un délai d'émission fixe de 60 s (Figure 4).

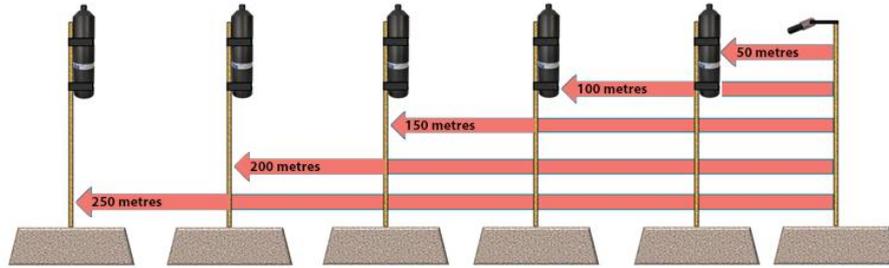


Figure 4 : Illustration de la méthodologie pour estimer le rayon d'écoute des hydrophones avec l'émetteur à l'extrémité droite

A contrario, dans le canal du Rhône à Sète et dans le grau du Prévost, c'est cette fois ci la marque qui a été placée à une distance croissante d'une VR2 fixée. A chaque distance elle a été immergée pendant 10 minutes. Les détails des différents tests effectués sont présentés en Tableau 3.

Tableau 3 : Détails des différents range test ; condition : Bonne : rafales < 20 km/h ; Mauvaise : rafales > 40 km/h

Numéro	Localisation	Période	Distance	Condition
1	Prévost	15-16 Mars 2017 (1 jour)	50, 100, 200, 300, 400, 500	Bonne
2	Prévost	16-17 Mars 2017 (1 jour)	25, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700	Bonne
3	Prévost	21-27 Mars 2017 (6 jours)	25, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700	Mauvaise
4	Prévost	27-29 Mars 2017 (2 jours)	25, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600	Bonne
5	Canal Rhône à Sète	29 Mars 2017 (4 heures)	25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 700	Bonne
6	Grau Prévost côté Prévost Grau Prévost côté mer	7 Avril 2017 (4 heures)	50, 120, 200, 280 15, 75, 250	Bonne

Le pourcentage de détection a été calculé en fonction de la distance entre l'émetteur et le récepteur avec comme pourcentage maximum, le nombre de détection maximum émise sur la période de temps testée via le logiciel VUE Range Test.

Un ajustement de la probabilité de détection moyenne pour toutes les expériences dans le Prévost (Tableau 3, Numéro 1 à 4) en fonction de la distance a été construit à partir de la méthode d'estimation non linéaire des moindres carrés. La fonction NLS du package stats du logiciel R (Team, 2014) a été utilisée pour l'ajustement. Deux différents modèles ont été considérés, exponentiel simple et sigmoïdal, usuellement testés (Rodriguez-tress et al., 2017). Cet ajustement a permis de déterminer le rayon de détection moyen autour d'un récepteur à 50 % dans la lagune à l'instar de Payne et al. (2010). Le modèle le plus adéquat a été sélectionné à partir du critère d'Akaike (AIC).

2.4.3. Moyens mis en œuvre

2.4.3.1. Déploiement des hydrophones dans la zone d'étude

Le réseau, composé de 38 hydrophones, positionné dans le Prévost et les lagunes adjacentes, a permis de découper les lagunes palavasiennes en plusieurs zones : la zone

Nord (ZN) correspondant à la lagune de l'Arnel, la zone Mer (ZM) correspondant à toutes les stations au sein des graux, la zone Sud-Ouest (ZSO) en direction de la lagune Thau où la dernière station de la zone est positionnée dans le canal du Rhône à Sète à Vic la Gardiole et la zone Nord-Est (ZNE) qui permet de suivre l'entrée dans la lagune de l'Or (Figure 2). La position des hydrophones et des zones est présentée sur la Figure 5. La station Lez, Figure 6, est intégrée à la zone nord-est. Chaque récepteur est identifié par son numéro de série représenté sous forme de carte en Annexe I.

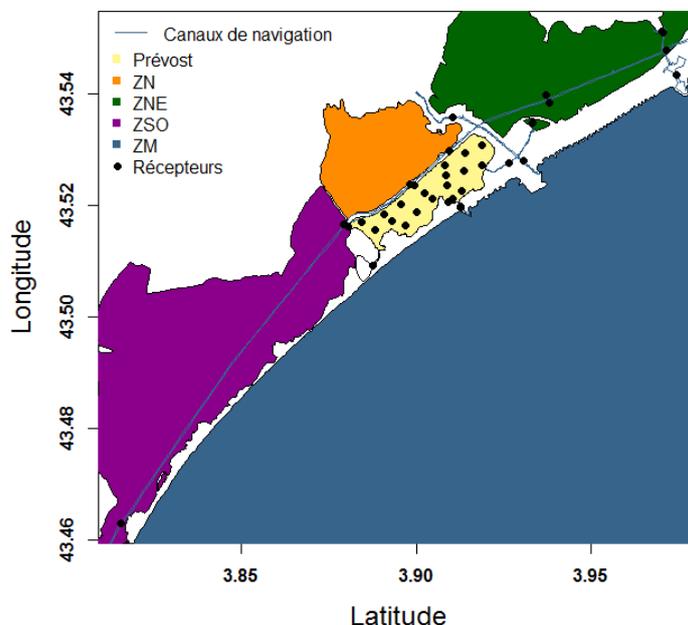


Figure 5: Cartographie des positions des 38 récepteurs déployés dans la zone d'étude et identification des zones considérées (ZN :Zone Nord ; ZNE :Zone Nord-Est ; ZSO :Zone Sud-Ouest ; ZM :Zone Mer)

L'estimation du rayon d'écoute moyen à 50% (voir 2.4.2) détermine la position des hydrophones envisagée dans le Prévost afin d'éviter le chevauchement de la détection (Payne et al., 2010). 21 hydrophones ont été déployés pour quadriller la lagune selon deux approches : l'approche barrière et l'approche habitat. Le chevauchement du rayon d'écoute a été évité en positionnant deux stations juxtaposées à une distance minimum de 2 rayons d'écoute moyen des récepteurs à l'exception de la station 41 positionnée à l'intérieur d'un filet au sein des tables conchylicoles faisant chuter la probabilité de détection à l'extérieur des tables (Annexe I).

L'approche barrière consiste à disposer une série de stations d'écoute sur toute la largeur de la lagune permettant d'identifier les mouvements intra-lagunaire. L'approche habitat permet de cibler des habitats caractéristiques du milieu lagunaire (herbiers, gisements coquillers, tables conchylicoles) et potentiellement exploitables par les espèces marquées.

Les hydrophones en sortie du Prévost permettent de cibler les cinq connexions directes avec la lagune. Le grau reliant la lagune à la mer (Figure 6 ; A) contient deux récepteurs, l'un orienté Prévost, l'autre orienté vers la mer. Une seconde connexion relie la lagune aux habitats anthropisés du port de Palavas avec la canalette à l'est débouchant sur le grau de Palavas (Figure 6 ; B). En amont des deux autres sorties au nord de la lagune conduisant au canal de navigation de Rhône à Sète, une station est positionnée pour assurer la détection d'un passage dans le canal (Figure 6 ; C, D). La sortie E relie les deux lagunes Pierre Blanche et Prévost (Figure 6 ; E). Enfin, une station est positionnée à l'entrée d'un étang peu étendu, profond et en cul de sac sans aucune connexion avec les autres lagunes, la Sarrazine.

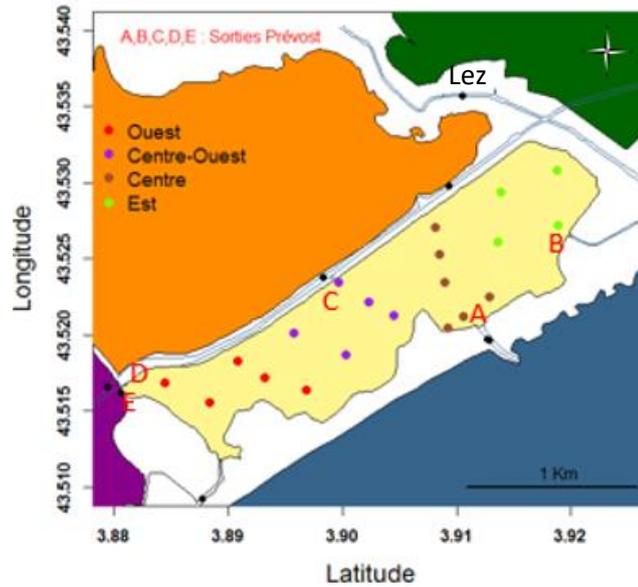


Figure 6: Cartographie des positions des récepteurs dans la lagune du Prévost avec les sorties A, B, C, D, E. Les différentes couleurs des récepteurs représentent le découpage en sous zones de la lagune (Ouest : rouge ; Centre-Ouest : violet ; Centre : marron ; Est : vert). L'hydrophone en amont du réseau cible le fleuve du Lez.

Le dispositif de fixation des récepteurs sur piquets coulissants est présenté en Annexe I.

2.4.3.2. Mesure des paramètres environnementaux

La station météorologique aérienne de la station Ifremer de Palavas les flots nous permet d'avoir accès à certaines données environnementales telles que la vitesse du vent (km/h) et sa direction sur 360°. Du 19 au 26 juin 2017 ces données ne sont pas accessibles du fait d'un mauvais paramétrage de la station. La température de la mer (T°C) est mesurée quotidiennement à 10h00 à l'entrée des bassins grâce à la station de pompage en mer qui alimente les bassins de la station. La température dans l'eau (T°C) est mesurée à partir du 22 mai dans chacune des sous zones du Prévost (Figure 7) sur les récepteurs 21, 26, 31 et 41 de l'ouest à l'est identifiés en Figure 7.

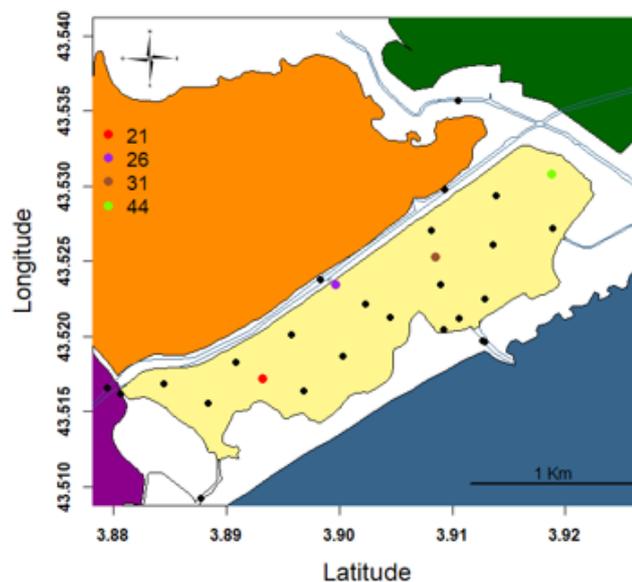


Figure 7 : Position des récepteurs, 21, 26, 31, 44 avec sonde température (NKE)

2.4.3.3. Marquage

Les données issues de l'étude proviennent de daurades et loups sauvages capturés dans le Prévost. La capture des individus se fait par différentes techniques de pêche. La plupart des individus ont été capturés par un engin traditionnel, la capéchade. Quelques individus ont également été capturés via des casiers immergés ou à la canne. Les illustrations de ces différentes techniques sont présentées en Annexe II. Les mêmes protocoles de marquage que Philip (2016) ont été réalisés pour la daurade et le loup.

Une fois à quai, les poissons ont directement été amenés en laboratoire pour pratiquer une chirurgie selon un protocole spécifique, validé par un comité d'éthique (Agrément ; N° : APAFIS#4000-2016020415387815v3). Avant chaque marquage, une biométrie a été réalisée avec mesure du poids (en gramme), de la taille (longueurs standard, fourche, totale en mm) et prélèvement d'écaillles sous la nageoire pectorale côté gauche pour déterminer l'âge ultérieurement.

Le marquage interne consiste à insérer l'émetteur acoustique dans la cavité intra péritonéale du poisson par une incision de 2 cm puis d'être suturée par deux points de type chirurgien (Figure 8 ; A). Deux types de marques externes sont utilisés, un tatouage par injection de bleu cyan grâce à un pistolet painjet au-devant des nageoires pelviennes thoraciques (Figure 8 ; B) et une marque conventionnelle de type « Spaghetti » implantée dans le muscle dorsale (Figure 8 ; C). La durée de manipulation est inférieure à 5 min. La durée maximale entre le moment de la pêche et du relâché est de 4h. Tous les individus sont capturés, marqués et relâchés la même journée où ils ont été pêchés, à différentes localisations en fonction du lieu de capture (Figure 9). Le protocole est disponible en Annexe II.

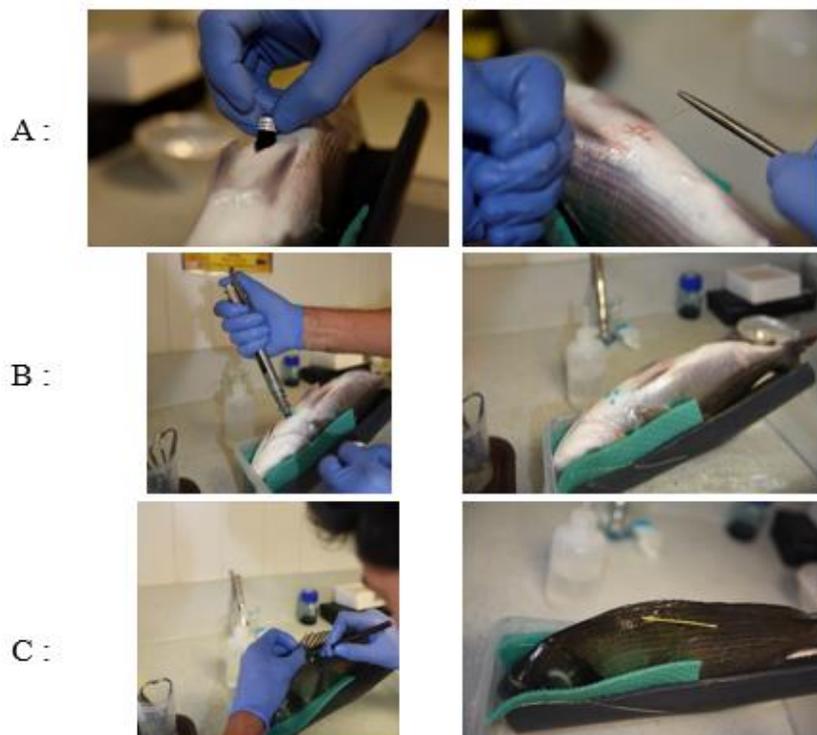


Figure 8 : Marquage d'une daurade royale ; A : Insertion marque acoustique interne ; B : Tatouage bleu cyan au painjet ; C : Implantation de marque "Spaghetti"

Les marques externes assurent l'identification d'un poisson marqué et permet l'éventuel retour des poissons recapturés suite à la réalisation d'une campagne de communication (Annexe III).



Figure 9 : Lieux de capture en bleu et de relâche en rouge des daurades et des loups

2.4.4. Traitement et analyse de données

2.4.4.1. Diagnostics, corrections et exploration des données

Dans le milieu, une déviation entre l'information émise par le transmetteur et reçu par le récepteur peut se produire et causer des fausses détections. Sous VUE plusieurs outils permettent d'effectuer certains diagnostics en amont. Un léger décalage temporel de l'horloge interne des récepteurs peut avoir lieu. La synchronisation temporelle des récepteurs a été assurée par l'outil Time Correction.

L'outil False Detection Analysis a assuré l'identification des fausses détections dans le jeu de données grâce à l'intervalle de temps aux extrêmes entre chaque détection. Les intervalles court et long sont fixés à 30 min et 12 h respectivement correspondant à des délais pour un transmetteur de 30 s à 5 min. La collision entre plusieurs transmetteurs sur un même récepteur peut entraîner la création de fausses identités de transmetteurs, et ont été éliminés du jeu de données.

Les doubles détections causées par la proximité de certains récepteurs ont été éliminées en considérant un intervalle de temps inférieur à 2,1667 min correspondant au délai minimum entre deux détections successives d'un même transmetteur.

2.4.4.2. Catégorisation des individus suivis

Le devenir des individus dans le réseau est défini sous forme de catégorie. Il s'agit (i) des individus encore actifs dans le Prévost lors du relevé des stations d'écoute pour cette étude (A), (ii) des individus morts (D ; détectés sur plus de 10 jours dans le Prévost sur une même station) (iii) des individus pêchés (avec une dernière détection dans le Prévost à une heure matinale), (iv) des individus ayant quitté le Prévost en ayant été détectés pour la dernière fois au sein d'une zone adjacente (ZM, ZSO, ZN, ZNE) et enfin (v) des individus inclassables dans aucune des catégories précédentes (INC).

2.4.4.3. Dynamique spatiale inter-lagunaire

L'approche d'analyse est individuelle pour la daurade et le loup et un indice pour mesurer la résidence/fidélité au réseau et aux zones (Figure 5) a été développé. La résidence est définie comme un individu occupant une zone limitée en une période donnée de façon quasi ininterrompue à l'instar de Doyle et al. (2017). L' I_R a été calculé pour tous les individus à l'exception des individus considérés morts et pêchés. De façon analogue aux travaux de Abecasis and Erzini, (2008), cet indice représente le nombre de jours où l'individu a été détecté sur le nombre de jours où il a été observé c'est-à-dire entre le jour de relâche et le jour de

récupération des données. Il a été calculé pour le réseau dans son ensemble, la lagune du Prévost et les autres zones (Figure 6) et représenté sous forme de boxplot via le logiciel R. Pour visualiser la connectivité entre zones, les flux en pourcentage d'individus sortant et entrant dans la lagune du Prévost ont été représentés.

L'approche individuelle transposée aux zones est visualisable par un chronogramme temporel inter-zones des détections émises pour les deux espèces via le logiciel R. Celui-ci est couplé de manière descriptive aux données environnementales, à savoir la vitesse moyenne du vent (km/h) par jour, la température mer et les températures au sein de la lagune des récepteurs 21, 26, 31, 44.

Pour comprendre et expliquer les mouvements inter-lagunes et lagune-mer des analyses en fonction des paramètres environnementaux ont été réalisées.

Chacune des sorties des daurades et des loups du Prévost vers les autres zones en fonction de la direction et de la vitesse du vent en km/h pour chaque sortie sous l'influence du vent moyen observé sur la période d'étude c'est-à-dire du 2 mai au 27 juin a été analysée. Cette analyse a été représentée sous forme d'un diagramme circulaire à 360° représentant la direction du vent à l'aide du package plotrix du logiciel R (Lemon, 2006).

Chacune des sorties des daurades et des loups du Prévost vers les autres zones en fonction de l'heure de sortie et du nombre d'individus concernés a été analysée. Cette analyse a été représentée sous forme d'un diagramme circulaire à 360° de 24 h à l'aide du package plotrix du logiciel R (Lemon, 2006).

Un test de corrélation de Spearman a été effectué entre la température mer et chaque température au sein de la lagune. La variation de température mer entre le jour_(j) et le jour_(j-1) a été calculée pour chacune des sorties de daurades et de loups du jour_(j). Cette analyse est représentée sous forme d'histogramme de cette variation de température en fonction de chaque sortie ordonnée chronologiquement.

2.4.4.4. Dynamique spatiale dans le Prévost

En terme de résidence dans le Prévost, le temps total en jours a été déterminé dans la lagune subdivisée en 4 zones distinctes, l'ouest, le centre-ouest, le centre et l'est (Figure 6). Les différences entre zones pour une même espèce ont été déterminées à partir d'un test de Kruskal Wallis. Un test de Wilcoxon Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les espèces pour chaque zone. Ces analyses ont été réalisées via le package stats du logiciel R.

La dynamique spatiale intra Prévost a été analysée pour chaque poisson ayant été détecté plus de cinq fois dans le Prévost, valeur seuil au-delà de laquelle les analyses spatiales ne peuvent être faites. L'aire d'occupation de la daurade royale et du loup a été déterminée selon deux méthodes non paramétrique et paramétrique (March et al., 2010 ; Mesa et al., 2013) : le Minimum Convex Polygone (MCP) basé sur 95 % des positions et la méthode de Kernel Utilization Distribution (KUD) où la fonction de densité de probabilité UD suit une distribution normale bivariée. Le MCP permet de calculer la superficie stricte du domaine vital de l'animal (Burt, 1943). Afin d'éviter de surestimer le domaine vital par les localisations périphériques de nos individus, le MCP a été calculé à 95 % (Calenge, 2011). De même le KUD définit le domaine vital en y intégrant une notion de seuils de probabilité de présence pour montrer l'hétérogénéité de la dynamique spatiale avec à 50 % la zone centrale du domaine vitale et à 95 % le domaine vital global. Le KUD a été calculé sur une grille de 200 m de résolution. Le paramètre de lissage correspond au rayon de détection moyen à 50 % des récepteurs soit 100 m. Ces méthodes ont été calculées en utilisant le package adehabitatHR sur R (Calenge, 2011).

L'influence du nombre de jour détecté au sein de la lagune sur l'aire d'occupation du domaine vital obtenue à partir des méthodes précédentes a été testée par une corrélation de

Spearman via le logiciel R. L'aire d'occupation moyenne par espèce pour les deux méthodes a été déterminée seulement pour les individus ayant été détectés plus de 7 jours dans le Prévost suite au test de corrélation. Pour une comparaison inter-espèces un test non paramétrique de Wilcoxon Mann-Whitney a été utilisé.

Le MCP total par espèce est cartographié ainsi que le KUD avec différents seuils : 50, 70, 80 et 95 % de la distribution sur la période d'étude avec tous les individus à l'exception des pêchés et des morts. L'approche KUD a été utilisée d'une part pour représenter le poids des détections sur chaque station et d'autre part celui du nombre d'individus ayant fréquenté chaque récepteur.

Pour les prochaines analyses seuls le MCP et les KUD à 50 % et 95 % ont été analysés. Pour évaluer l'influence de l'environnement sur le comportement spatial intra-lagunaire, le KUD moyen à 95 % par individu a été représenté par jour en lien avec la vitesse moyenne du vent par jour. De même seuls les individus qui ont passé plus de 7 jours dans la lagune ont été considérés pour cette analyse.

Pour déterminer si la taille du domaine vital était liée à la classe de taille du poisson pour la daurade et le loup, le MCP et les KUD ont été respectivement comparés avec des tests non paramétriques de Kruskal Wallis et Wilcoxon Mann-Whitney via le package stats du logiciel R. Pour la daurade, trois classes de tailles sont définies, jusqu'à 200 mm, de 200 à 270 mm et plus de 270 mm. Elles ont été déterminées en fonction du nombre d'individus par classe et de la relation taille-âge avec des individus de moins de 1 an inférieurs à 200 mm, entre 1 et 2 ans entre 200 et 270 mm et supérieur à 2 ans pour plus de 270 mm (Hernández et al., 2003). Pour le loup, deux classes de tailles ont été définies du fait d'un nombre d'individus plus limité que pour la daurade : inférieure et supérieure à 300 mm, correspondant à moins et plus de 2 ans.

3. Résultats

3.1. Volet pêche

Les bases de données pêche sont analysées sur la période de 2008 à 2015 pour la façade méditerranéenne.

3.1.1. Saisonnalité des captures

La somme des captures par trimestre sur une année pour les navires de -12 et +12 m est représentée en Figure 10. Les captures des moins de 12 m sont estimées par rapport à un échantillonnage des observations aux débarquements d'où un intervalle de confiance de 95% autour de ces valeurs contrairement aux données exhaustives des + de 12 m (Blanchard et al., 2016). Les taux d'échantillonnage sont en moyenne faibles et équivalent à 4 % en 2014 et 7 % en 2015 (Blanchard et al., 2016).

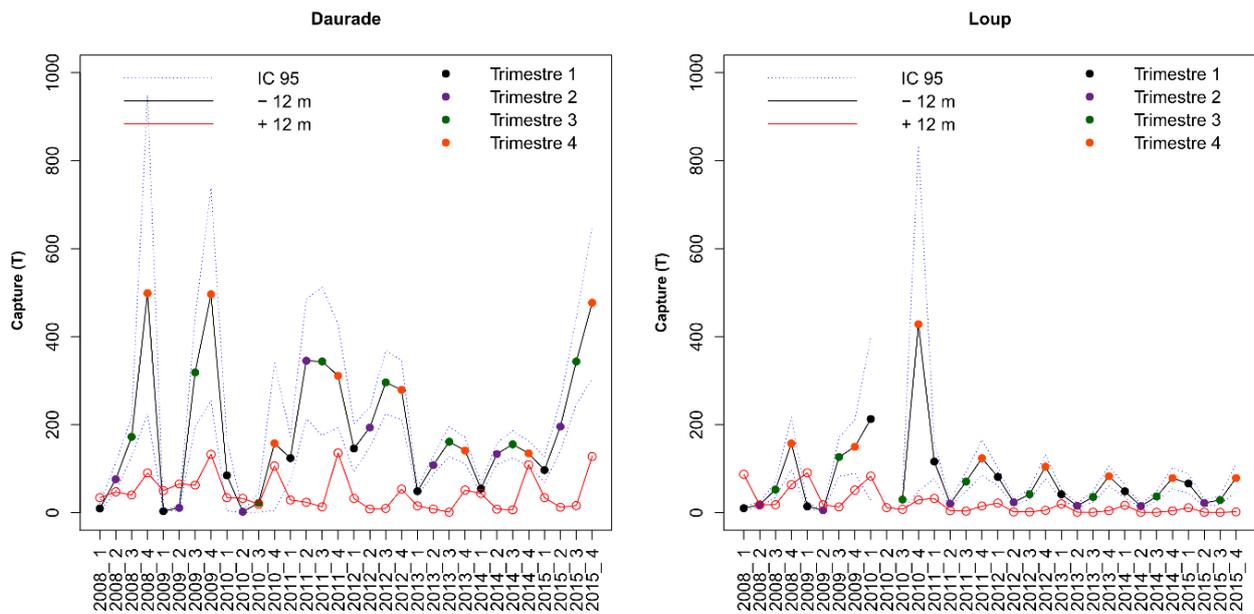


Figure 10 : Captures trimestrielles de 2008 à 2015 des navires de -12 et + 12 m pour la daurade et le loup

Les captures par la petite pêche côtière sont en moyenne supérieures aux captures au large c'est-à-dire au-delà des 20 miles avec 185,8 T (SD \pm 145) et 75,5 T (SD \pm 82,9) contre 45,5 T (SD \pm 39,4) et 20 T (SD \pm 26,3) par trimestre respectivement pour la daurade et le loup. De juillet à décembre, les tonnages sont en moyenne 2,64 fois plus importants pour la daurade royale que de janvier à juin pour la pêche côtière 538,8 T (SD \pm 249,2), contre 204,2 T (SD \pm 152,5). De même, les captures du dernier trimestre pour les + de 12 m sont majoritaires chaque année.

Pour le loup, la majorité des captures se fait au dernier trimestre pour la pêche côtière avec en moyenne des captures 0,8 fois supérieures au dernier trimestre par rapport aux trois autres trimestres. Contrairement à la daurade royale, les maximums de captures entre les - et + de 12 m ne concordent pas pour le loup. Ils coïncident en effet à chaque début d'année avec une tendance moins marquée au cours des années.

En pêche côtière, les filets divers à daurade, à poissons et la capéchade pratiqués essentiellement en lagune, contribuent à hauteur de 91,2% des captures pour la daurade royale. Pour le loup, les filets divers à poissons, les métiers à hameçons et la capéchade contribuent à hauteur de 91,6% des captures sur 8 ans. Au large, les chaluts de fond à sparidés et les chaluts de fond à poissons capturent 76,5% des daurades tandis que les chaluts de fond à merlus et poissons capturent 77,5% du loup (Annexe IV).

3.1.2. Régionalisation des captures

Les captures sont observées selon une moyenne trimestrielle en tonne sur 8 ans par prud'homie pour la daurade et le loup (Figure 11 & 12 respectivement). Les secteurs de pêche sont donnés en Annexe IV. Seules les données ObsDEB sont ici représentées car elles sont spatialisées.

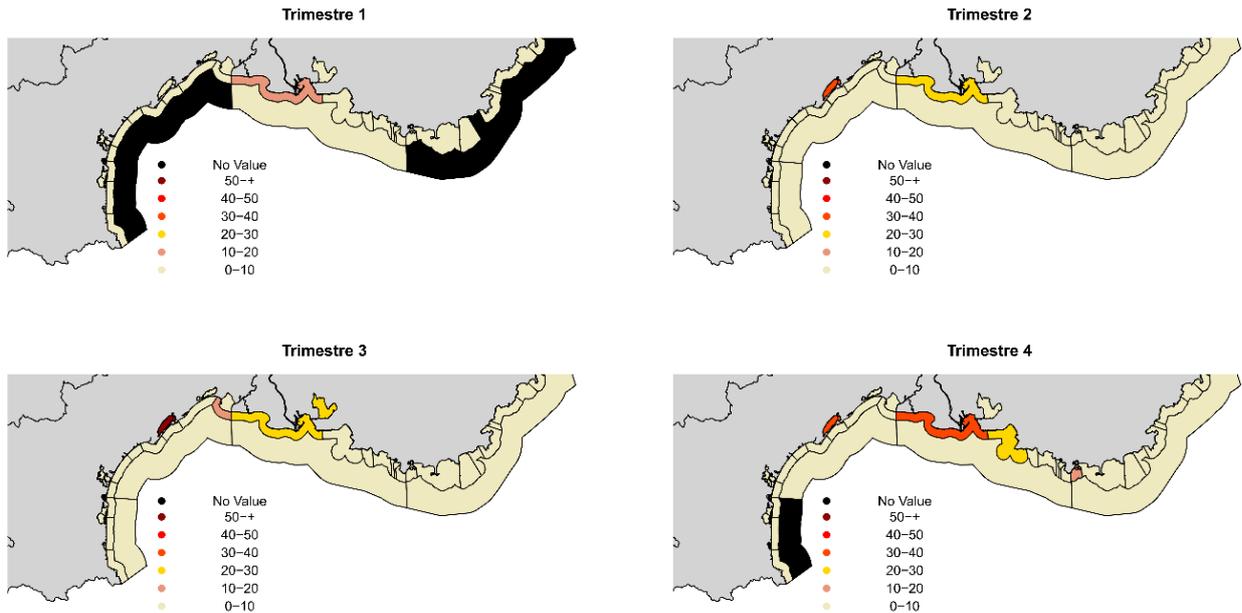


Figure 11 : Capture trimestrielle moyenne de la daurade royale par secteur de 2008 à 2015 en tonne

Les captures de daurades royales sont régionalisées au sein du Golfe du Lion avec des secteurs propices à la capture tout au long de l'année correspondant aux lagunes et prud'homies côtières (Figure 11). En effet, du trimestre 2 à 4, la lagune de Thau abrite les concentrations de captures les plus importantes avec un maximum à 56,2 T pour le trimestre 3 en moyenne (SD \pm 4,9) suivie de la prud'homie de Martigues de 0 à 3 milles à l'ouest de Marseille avec une moyenne de 31 T pour le dernier trimestre (SD \pm 24,7). Les secteurs Etang de Berre et Marseille de 0 à 3 milles concentrent plus de 20 T de poissons respectivement le 3^{ème} et 4^{ème} trimestre. Dans l'année, la capture des autres secteurs s'élève à moins de 10 tonnes.

Au cours de l'année, la dynamique des captures semble se déplacer vers l'est du Golfe du Lion.

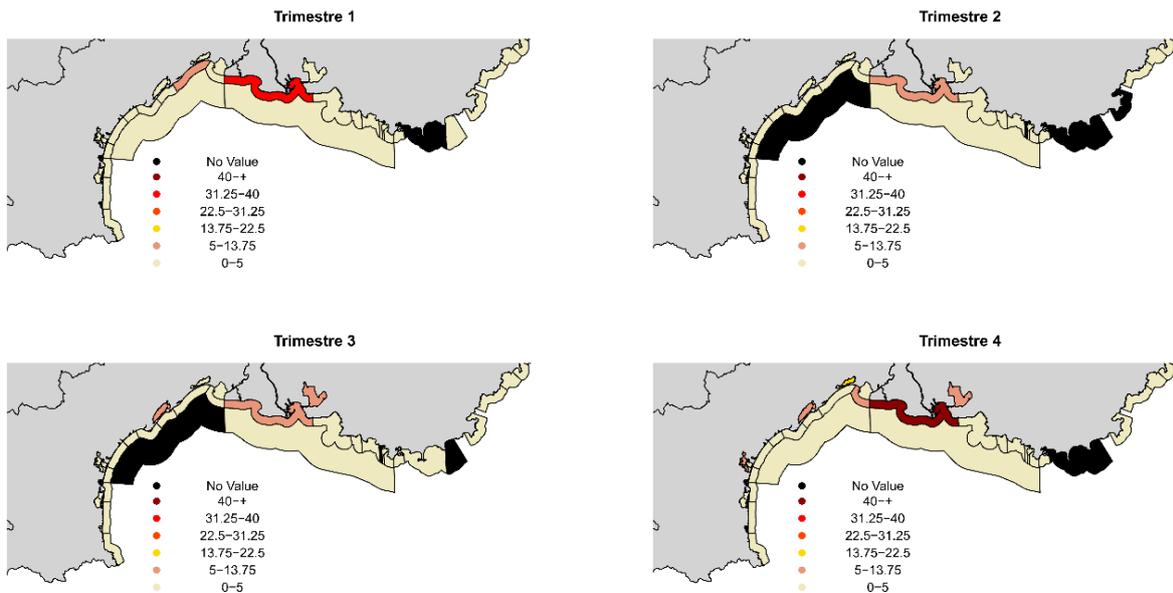


Figure 12 : Capture trimestrielle moyenne du loup par secteur de 2008 à 2015 en tonne

De même, les captures de loup sont régionalisées au Golfe du Lion (Figure 12). Pour chaque trimestre le secteur de Martigues à 0-3 milles est celui où l'on observe le plus grand tonnage à l'exception du 3^{ème} trimestre avec une moyenne de 12,8 T (SD \pm 17,7) pour la prud'homie de Martigues, Etang de Berre. Plus de cinq tonnes de loups ont été capturés dans d'autres secteurs comme Palavas de 0 à 3 milles et l'étang de l'Or ou le Grau du Roi, selon les trimestres.

3.2. Volet acoustique

Au total, 77 daurades royales et 19 loups ont été marqués via respectivement 12 et 7 campagnes de marquages pour les deux espèces du 2 mai au 23 juin. A partir des 38 récepteurs déployés dans le réseau 263 024 détections ont été analysées sur une période de 57 jours allant du 2 mai au 27 juin, jour de téléchargement des données.

3.2.1. Détermination du rayon d'écoute et influence environnementale

L'ajustement par un modèle exponentiel de la probabilité de détection moyenne des 4 expériences en fonction de la distance est de meilleure qualité que l'ajustement de type sigmoïdal avec un critère AIC de -29,34 contre -23,78. La représentation graphique de cet ajustement est présentée en Figure 13.

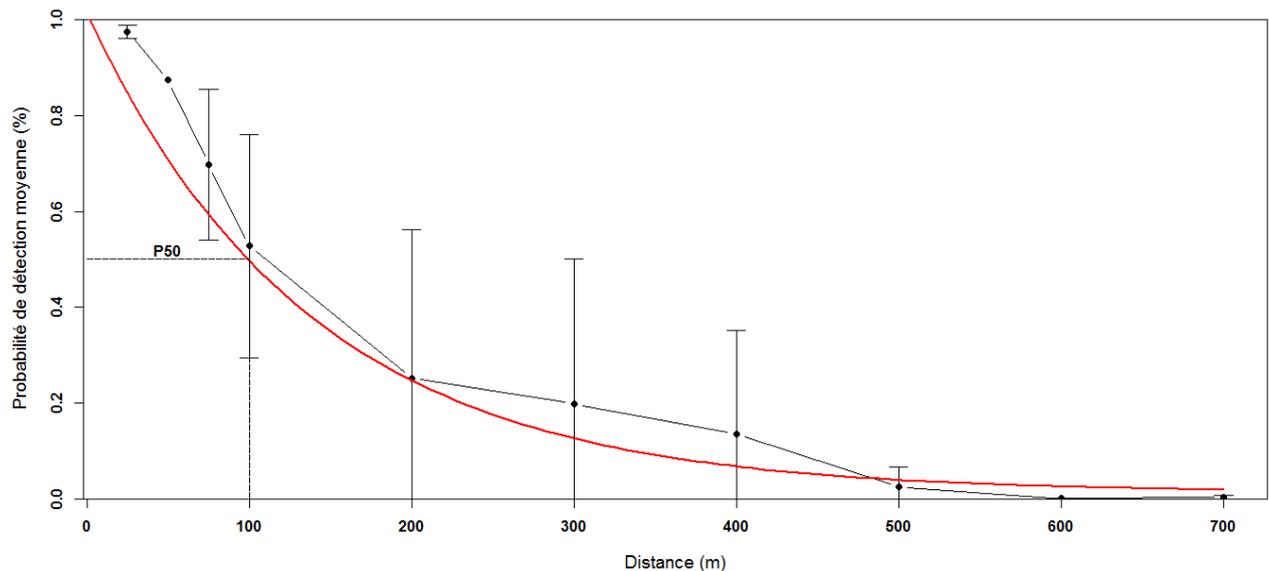


Figure 13 : Ajustement exponentiel sur la probabilité de détection moyenne en fonction de la distance. La P50 représente la probabilité de détection à 50 %.

La probabilité de détection moyenne diminue avec la distance, avec, à 75 m, 70% des détections détectées contre 2,3 % à 500 m. A 50 % de détection, la distance moyenne d'écoute correspond à une distance de 100 m. Cette distance détermine la position des hydrophones les uns par rapport aux autres dans la lagune (Figure 14).

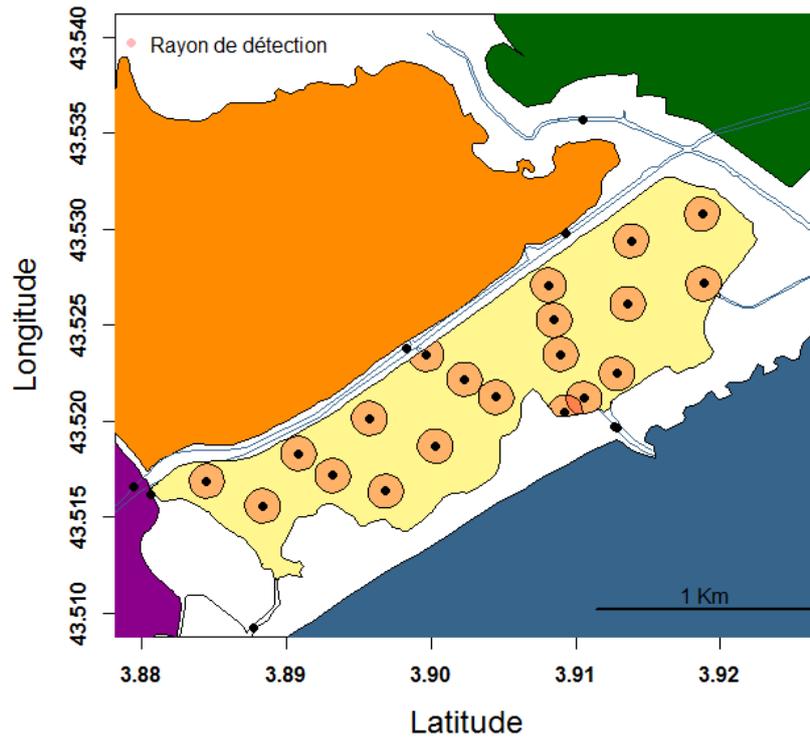


Figure 14 : Cartographie du rayon de détection à 100 m des récepteurs du Prévost

Avec un range à 100 m, la lagune du Prévost est particulièrement bien quadrillée par les hydrophones.

3.2.2. Bilan biologique des marquages

Au total, sur la période, 96 individus de plus de 100 g ont été marqués du 2 mai au 23 juin (Tableau 4). Les métadonnées des différents individus marqués sont disponibles en Annexe V.

Tableau 4 : Récapitulatif marquage

Espèce	Individus	Période de marquage	Capéchade	Casier	Canne	Poids
Daurade royale	77	02 mai – 23 juin 2017	57	18	2	100-1132 g 71 indiv < 400g
Loup	19	02 mai – 23 juin 2017	15	2	2	126-854 g

77 daurades royales et 19 loups ont été marqués durant l'étude du 2 mai au 27 juin pour des individus allant de 100 à 1132 g dont 71 individus inférieurs à 400 g pour la daurade et de 126 à 854 g pour le loup.

La Figure 15 présente un histogramme de fréquence de taille des individus marqués pour les deux espèces.

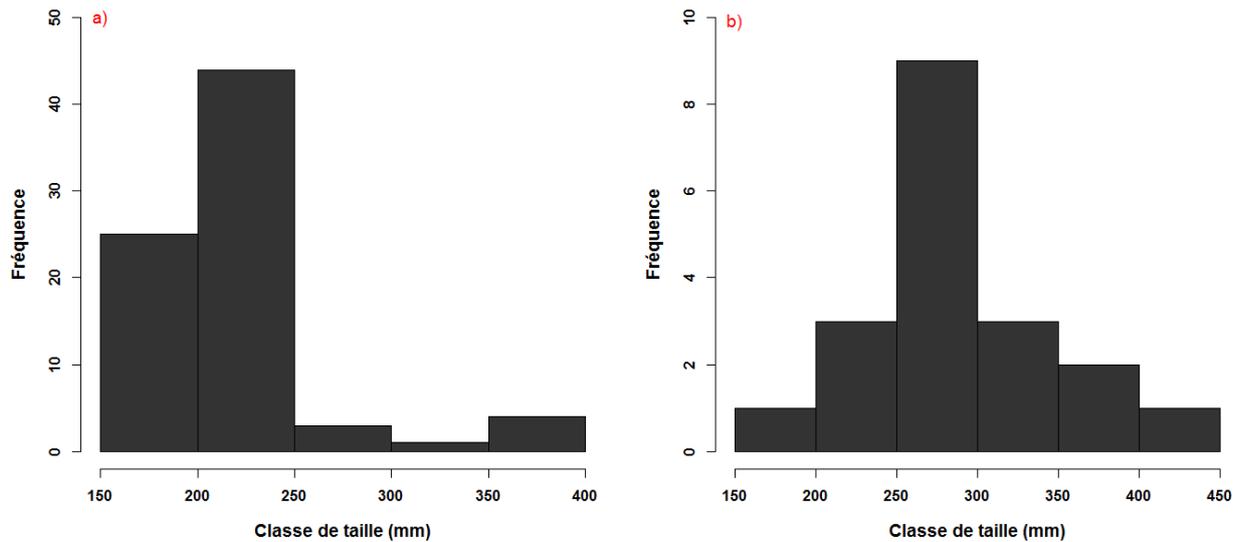


Figure 15 : Histogramme des fréquences de tailles des daurades (N= 77) a) et des loups (N=19) b) marqués entre le 2 mai et le 23 juin

La majorité des daurades marquées, 69 sur 77, sont inférieures à 250 mm (Figure 15). Seulement 4 individus sont supérieurs à 350 mm. Il en est de même pour le loup où la majorité des individus marqués correspond aux petites classes de taille avec 13 individus inférieurs à 300 mm dont 9 individus entre 250 et 300 mm.

L'historgramme des fréquences d'individus marqués en fonction des 12 campagnes de marquage est présenté en Figure 16. Les individus sont suivis selon une durée moyenne de 31 jours (SD \pm 12), avec un maximum de 57 jours et un minimum de 5 jours.

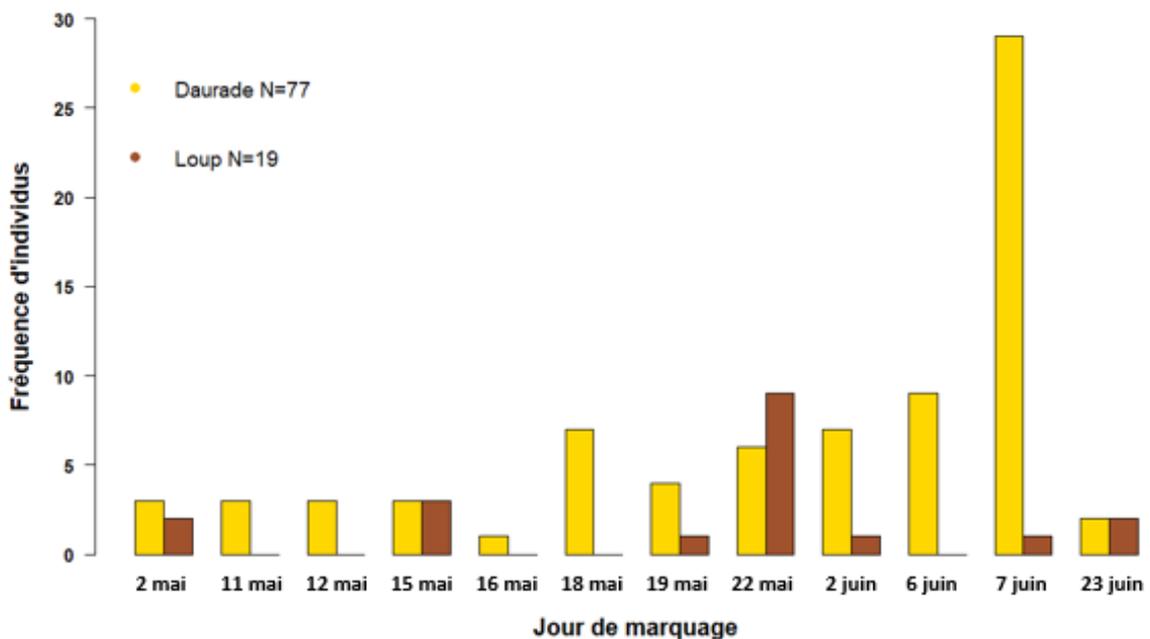


Figure 16 : Histogramme des fréquences d'individus marqués de daurades (N=77) et de loups (N=19) sur 12 campagnes de marquage du 2 mai au 23 juin

L'étude au cas par cas des individus permet de connaître le devenir de ces derniers dans le réseau (Figure 17).

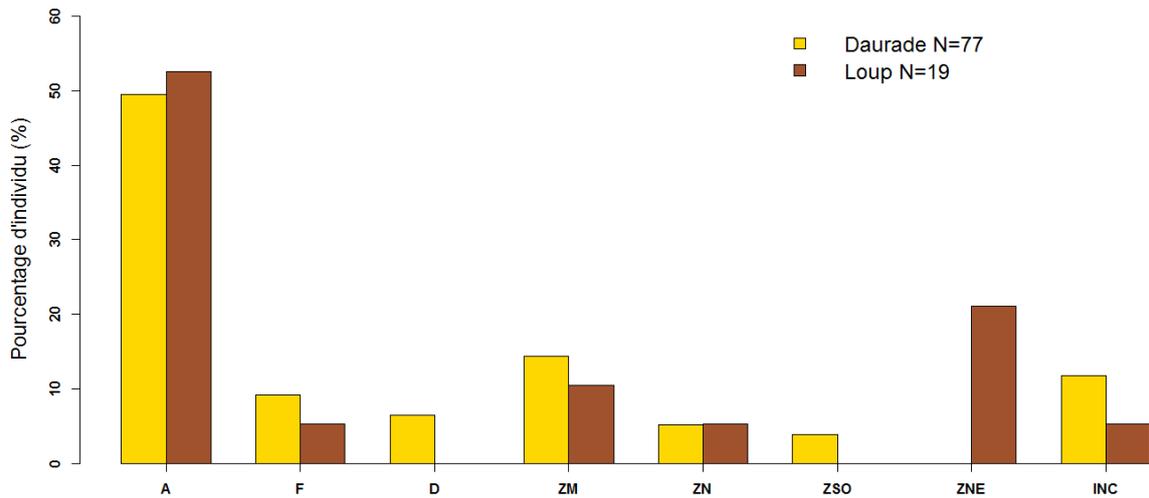


Figure 17: Devenir des individus dans le réseau (A: toujours actif, F:pêché; D mort; ZM: dernière détection Zone Mer ;ZN: dernière détection Zone Nord; ZSO: dernière détection Zone Sud-Ouest; ZNE: dernière détection Zone Nord Est; INC: Inconnu)

Environ 50 % des daurades et des loups sont toujours actifs dans le réseau à la date du relevé des hydrophones (Figure 17). 7 daurades sont présumées pêchées tandis qu'un seul loup a été recapturé entre le début du marquage et le relevé des hydrophones. Deux daurades ont été capturées et 5 daurades sont considérées mortes car elles ont été détectées sur une seule station pendant plus de 10 jours consécutifs à l'intérieur du Prévost. 23 % des daurades et 37 % des loups ont été détectés pour la dernière fois dans une zone adjacente de la lagune dont 14 % en zone mer pour la daurade et 21 % en zone nord-est pour le loup. Le devenir des autres individus (soit 7 daurades et 1 loup) reste inconnu le 27 juin.

3.2.3. Résidence, fidélité et connectivité

3.2.3.1. Résidence lagunaire

La résidence lagunaire est mesurée en excluant les individus pêchés et morts (Figure 18), soit 65 daurades et 18 loups. Elle se base sur un indice de résidence dans le réseau dans son ensemble, dans le Prévost et dans les autres zones (Figure 5). L'indice calculé dans les autres zones est un indice cumulé de chacune des autres zones (ZM, ZN, ZNE, ZSO).

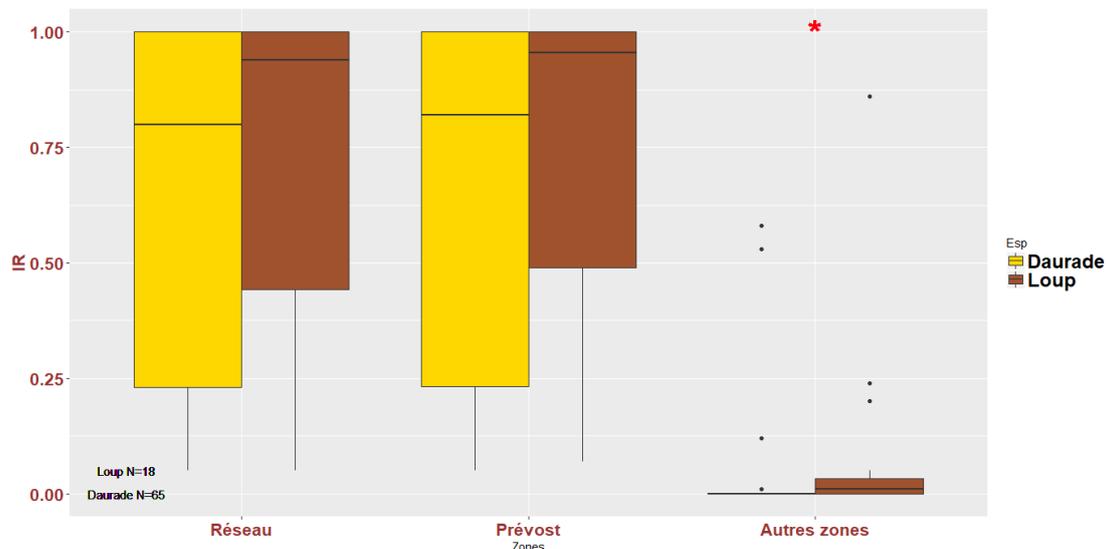


Figure 18 : Indice de résidence de la daurade et du loup ; * : différences significatives entre espèce (Wilcoxon Mann-Whitney, $P < 0,05$ pour Autres zones)

L' I_R dans le réseau lagunaire est important avec en moyenne 0,63 (SD \pm 0,38) pour la daurade et 0,70 (SD \pm 0,35) pour le loup mais présente aussi une forte variabilité allant de 0,05 à 1 pour les deux espèces (Figure 18). Cette résidence lagunaire est en réalité due à une forte résidence dans la lagune du Prévost d'après l'indice pour la lagune du Prévost avec 0,61 (SD \pm 0,42) pour la daurade et 0,63 (SD \pm 0,42) pour le loup. L'indice de résidence dans les autres zones est quasi nul pour les deux espèces avec seulement 12 loups et six daurades pour lesquels cet indice est supérieur à 0.

Le comportement des espèces influence significativement l'indice de résidence uniquement pour les autres zones ($P < 0,05$) avec un indice moyen de 0,08 (SD \pm 0,21) pour le loup supérieur à 0,02 (SD \pm 0,12) pour la daurade. Le temps de résidence est supérieur dans le Prévost par rapport au temps cumulé passé au sein des autres zones.

3.2.3.2. Connectivité entre la lagune du Prévost et les lagunes adjacentes

La connectivité entre zones est présentée sous forme de pourcentage d'individus sortant et entrant dans le Prévost pour chacune des sorties possibles (Figure 19 & 20). Les lagunes adjacentes sont associées au nombre de visites effectuées par ces mêmes individus.

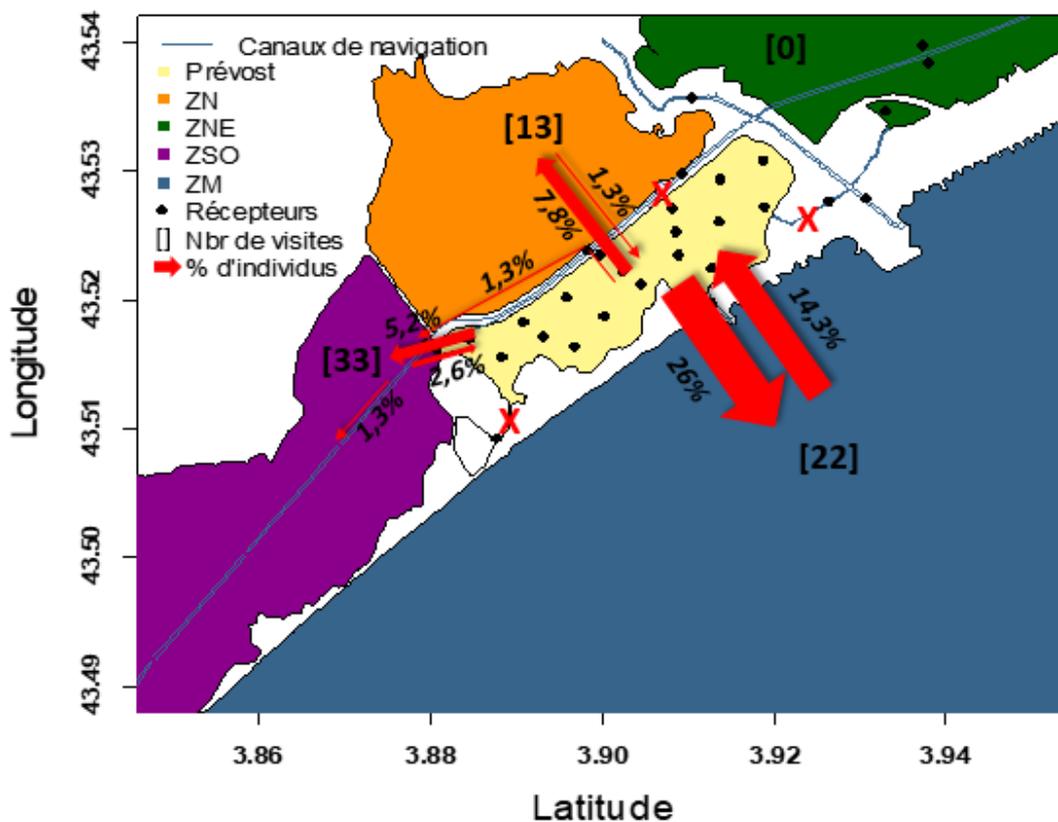


Figure 19 : Connectivité inter lagunes pour la daurade avec en [gras] le nombre de visites associées à chaque zone, et en italique le pourcentage d'individus marqués sortant ou entrant dans le Prévost. Les flèches indiquent les directions des entrées/sorties proportionnelles au nombre d'individus. Les croix rouges indiquent des sorties ou zones non fréquentées

La Figure 19 présente les sorties préférentielles de la daurade. La connectivité entre zones est limitée avec au maximum 26 % des individus (N=20) qui quittent le Prévost pour rejoindre la zone mer contre 7,8 % (N=6) et 5,2 % (N=4) quittant la lagune pour rejoindre respectivement la zone nord et sud-ouest. La zone nord-est n'est quant à elle jamais visitée par cette espèce. Le pourcentage d'individu re-rentrant une fois sorti est 1,8 fois moins important pour la zone mer, 6 fois moins important pour la zone nord et 2 fois moins important pour la zone sud-ouest que les individus sortants. Ainsi 23,4 % des individus (N=18) sortant quittent le Prévost

définitivement au cours de la période d'étude. Seul un individu quitte la lagune par la zone nord du canal du Rhône à Sète pour rejoindre la zone sud-ouest. De même seul un individu est détecté à Vic c'est-à-dire à l'extrémité de la zone sud-ouest.

Le nombre de visites par zone est hétérogène en fonction des zones. En effet, 32 visites sont comptées en zone sud-ouest pour un pourcentage d'individus quittant le Prévost le plus limité (5,2 %, N=4). A contrario la zone mer compte 22 visites pour 26 % d'individus (N=20). Ainsi peu d'allers-retours sont observés en zones nord et mer.

De même, la Figure 20 présente la dynamique spatiale inter-lagunes pour les loups. La connectivité entre zones est plus importante que pour la daurade avec au maximum 63 % des individus (N=12) qui quittent le Prévost pour rejoindre la zone nord dont 31,6 % (N=6) rejoignant directement la zone nord-est. En effet, le Lez est un fleuve particulièrement attractif avec 26,3 % des individus (N=5) sur plusieurs visites puisque l'on compte 10 visites. Un seul individu explore cette zone plus à l'est en étant détecté dans les lagunes du Grec et du Méjean (Figure 2). 12 individus ayant fréquenté les autres zones quittent généralement le Prévost pour rejoindre le canal du Rhône à Sète en passant par la sortie B (Figure 6) pour rejoindre le Lez. Par exemple, le loup 47548 relâché le 22 mai quitte le Prévost pour rejoindre le Lez avant de revenir au Prévost par le même circuit. En effet, la plupart des individus retournent dans le Prévost avec 26,3 % (N=5) de la zone nord, et 15,8 % (N=3) des zones mer et nord-est. Contrairement à la daurade royale, la zone sud-ouest semble peu utilisée pour le loup avec 5 visites pour un individu contre 102 visites en zone nord. Comme pour la daurade, les sorties vers Palavas et la Sarrazine ne sont pas fréquentées.

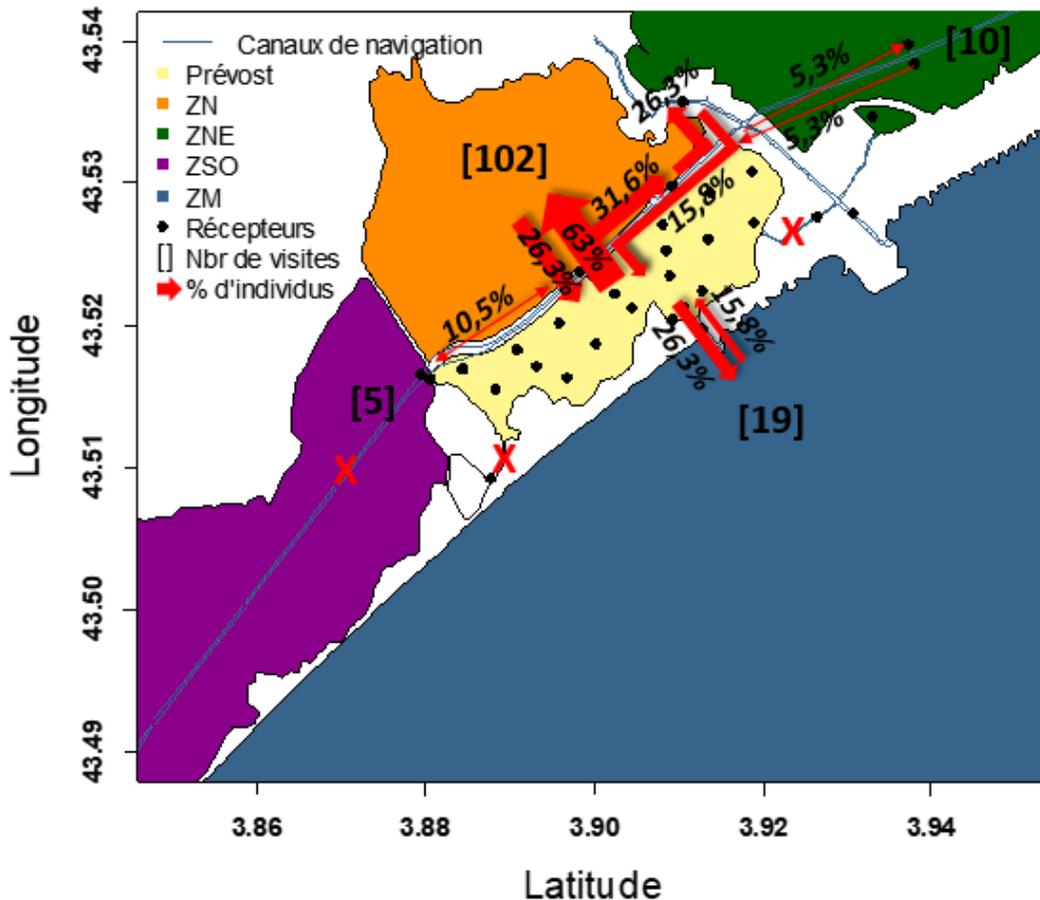


Figure 20 : Connectivité inter lagunes pour le loup avec en [gras] le nombre de visites associées à chaque zone, et en italique le pourcentage d'individus marqués sortant ou entrant dans le Prévost. Les flèches indiquent les directions des entrées/sorties proportionnels au nombre d'individus. Les croix rouges indiquent des sorties ou zones non fréquentées.

3.2.3.3. Influence de l'environnement sur la dynamique spatiale régionale

Un chronogramme des détections observées inter-zones est présenté pour chaque espèce sous l'influence du vent moyen et des températures moyennes par jour (en mer et dans la lagune).

Les températures varient parallèlement entre les différentes zones avec la plus faible au centre de la lagune, directement sous l'influence de la connexion directe avec le grau (Figure 21). La température relevée sur différentes stations ne provoque pas à première vue un changement de comportement spatial marqué malgré son augmentation et ses fluctuations sur la période d'étude en corrélation avec les pics de vent. Certains « coups de vent » (supérieurs à 10 km/h) provoquent des arrêts de détection synchronisés pour plusieurs individus mais n'impliquent pas des changements notables de comportement migratoire inter-zones. En effet, les daurades témoignent d'une forte résidence à la lagune du Prévost (Figure 18) avec quelques allers – retours dans les zones adjacentes, la zone nord, mer et sud-ouest uniquement (Figure 21).

Par exemple, deux des individus ayant quitté le Prévost, relâchés le 15 mai, présentent des comportements particulièrement intéressants. La daurade 48341 quitte le Prévost le 22 mai en rejoignant la lagune Pierre Blanche avant d'être détectée 23 jours plus tard à Vic (Figure 2). La daurade 48343 quitte le Prévost le 18 mai pour la zone mer avant de revenir dans la lagune par le grau le 15 juin soit 28 jours plus tard. Contrairement à la daurade 47525, relâchée le 6 juin et qui n'a pas quitté le Prévost depuis.

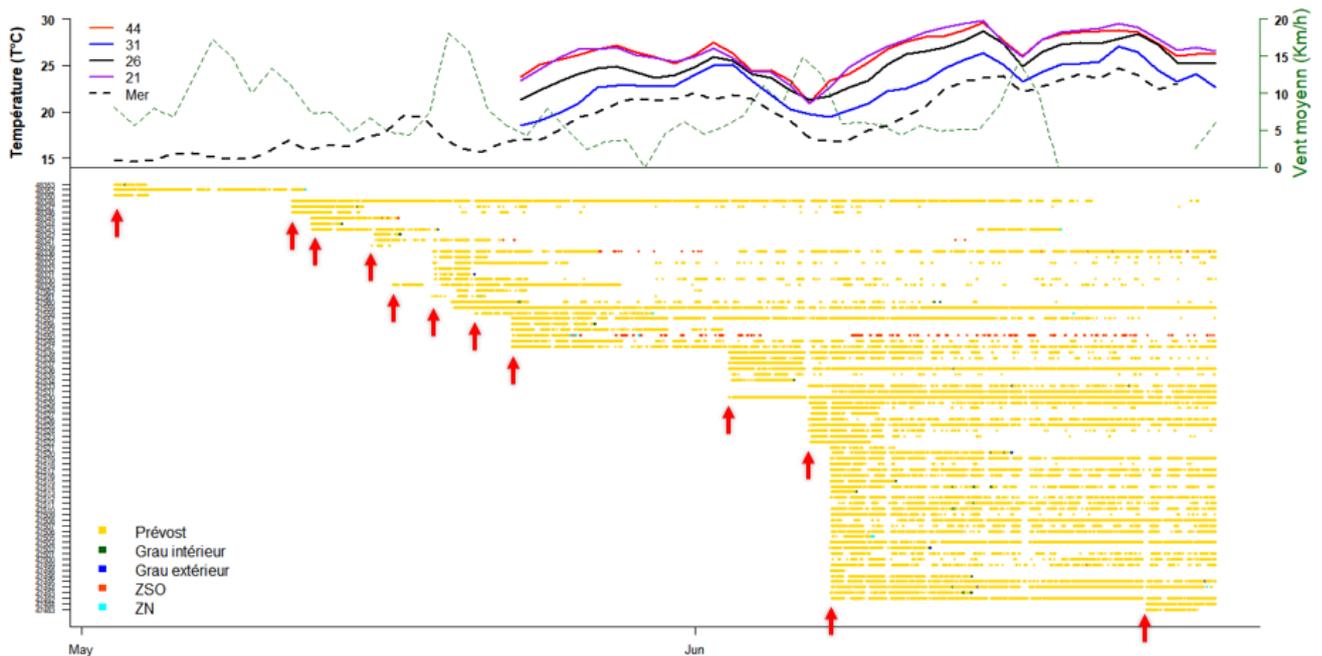


Figure 21 : Chronogramme des détections interzones pour la daurade. Les flèches rouges représentent les différentes campagnes de marquage. Les récepteurs positionnés à l'intérieur de la sortie vers la mer du Prévost sont séparés avec en vert le grau intérieur et en bleu le grau extérieur

De même, que pour la daurade, les variables environnementales n'engendrent pas à première vue un changement de comportement spatial marqué entre les zones pour le loup malgré les fluctuations de températures moyenne et de vent moyen (Figure 22). En effet, le loup reste en majorité résident à la lagune du Prévost et les différentes sorties vers lagunes adjacentes ne sont à priori pas la cause des variables environnementales visualisables.

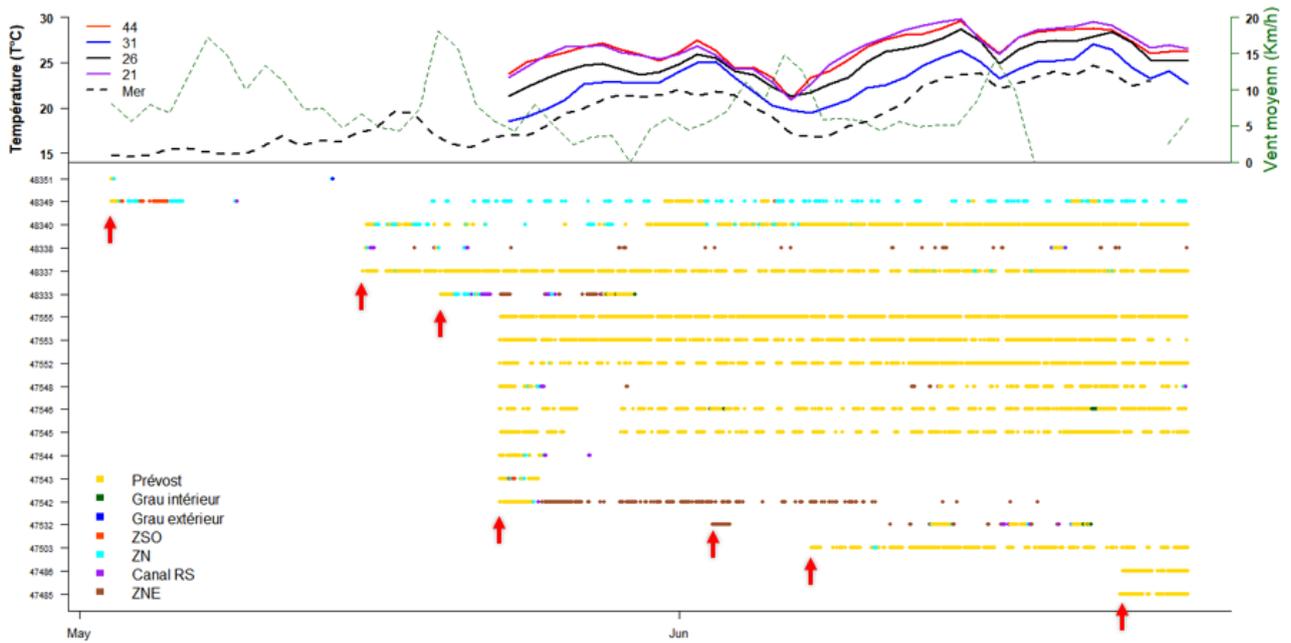


Figure 22 : Chronogramme des détections inter-zones pour le loup. Les flèches rouges représentent les différentes campagnes de marquage. Les récepteurs positionnés à l'intérieur de la sortie vers la mer du Prévost sont séparés avec en vert le grau intérieur et en bleu le grau extérieur. Le canal RS correspond au récepteur localisé dans le canal en amont de la zone nord-est.

Ainsi, qualitativement il ne semble pas y avoir à première vue un changement global de comportement spatial que ce soit pour les daurades ou les loups sous l'influence du vent, et des températures en lagune et mer sur la période d'étude. Les prochaines analyses permettent d'étayer ces hypothèses.

Afin d'observer si un certain moment de la journée induit des mouvements synchronisés vers les autres zones, des diagrammes circulaires des départs sur 24 h permettent de mettre en évidence qu'en zone mer, la plupart des individus ont visité ou quitté le Prévost par cette zone pendant la nuit avec une concentration d'individus sortis entre 20 h et 5 h du matin (Figure 23 c)). Le faible nombre de sorties en zone nord et sud-ouest ne permet pas de discerner un comportement spécifique lié à l'heure de la journée avec par exemple seulement trois individus ayant visité la zone sud-ouest entre minuit et 6 h du matin (Figure 23 a) et b))

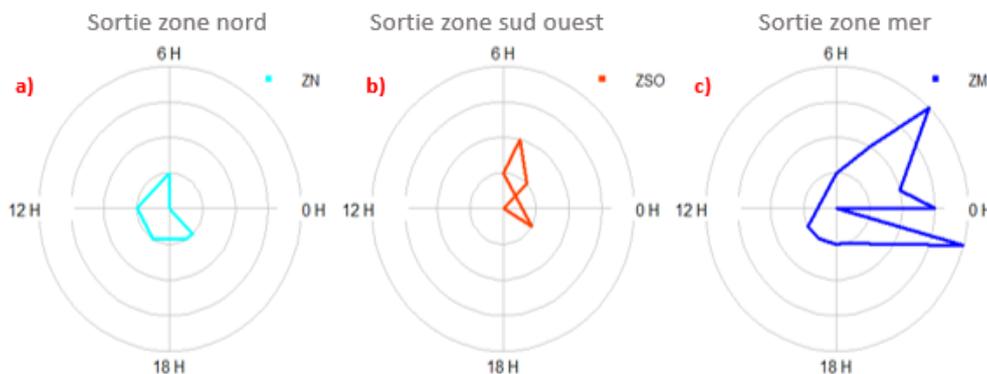


Figure 23 : Diagramme circulaire sur 24 h des sorties de daurades dans les différentes zones. Chaque cercle en partant du centre représente un individu ; a : Zone nord ; b : zone sud-ouest ; c : Zone Mer

Pour les loups, aucun pattern distinct concernant les visites des zones nord-est, sud-ouest et mer du fait du faible nombre d'individus sortis avec respectivement 10, deux et trois sorties pour les zones nord-est, sud-ouest et mer (Figure 24 b), c), d)). En zone nord, on compte 40

sorties avec 19 sorties de 20 h à 4 h. Ainsi la majorité des loups quittent le Prévost pour rejoindre la zone nord à la nuit.

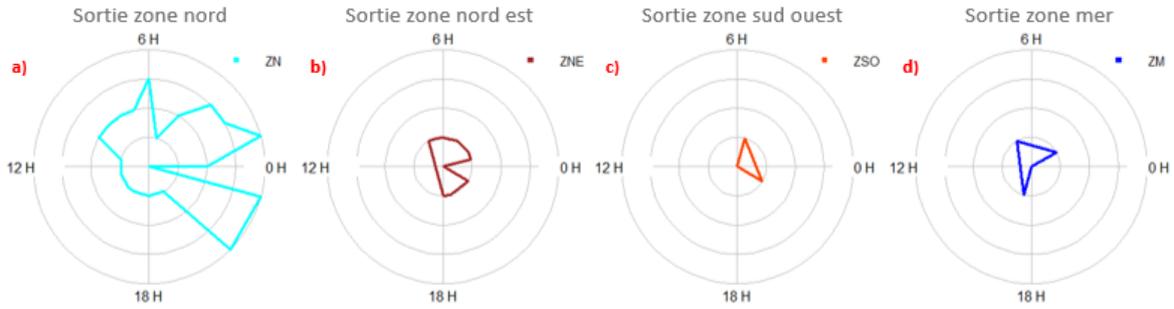


Figure 24 : Diagramme circulaire sur 24 h des sorties de loups dans les différentes zones. Chaque cercle en partant du centre représente un individu ; a : Zone nord ; b : Zone nord-est ; c : Zone sud-ouest ; d : Zone Mer

Les effets de la direction et de la vitesse du vent sont observés pour la daurade (Figure 25 a) et le loup (Figure 25 b). Le vent moyen du 2 mai au 27 juin varie entre 0 et 15 km/h avec un vent dominant de nord-ouest sur la période d'étude. Pour la daurade, sept des 23 sorties en zone mer ont eu lieu pour un vent de nord-est à sud-est et sud-ouest pour des vitesses de vent supérieures à la vitesse du vent moyen. Trois sorties en zone sud-ouest ont eu lieu également pour un vent supérieur au vent moyen orienté nord-est, sud-est. Pour le loup, la majorité des sorties a eu lieu pour des vents orientés nord-est, sud-est. En zone nord, 19 sorties sur 40 ont eu lieu pour un vent supérieur au vent moyen sur la période. Pour les autres zones un pattern est difficilement distinguable du fait du nombre réduit de sorties (voir Figure 24).

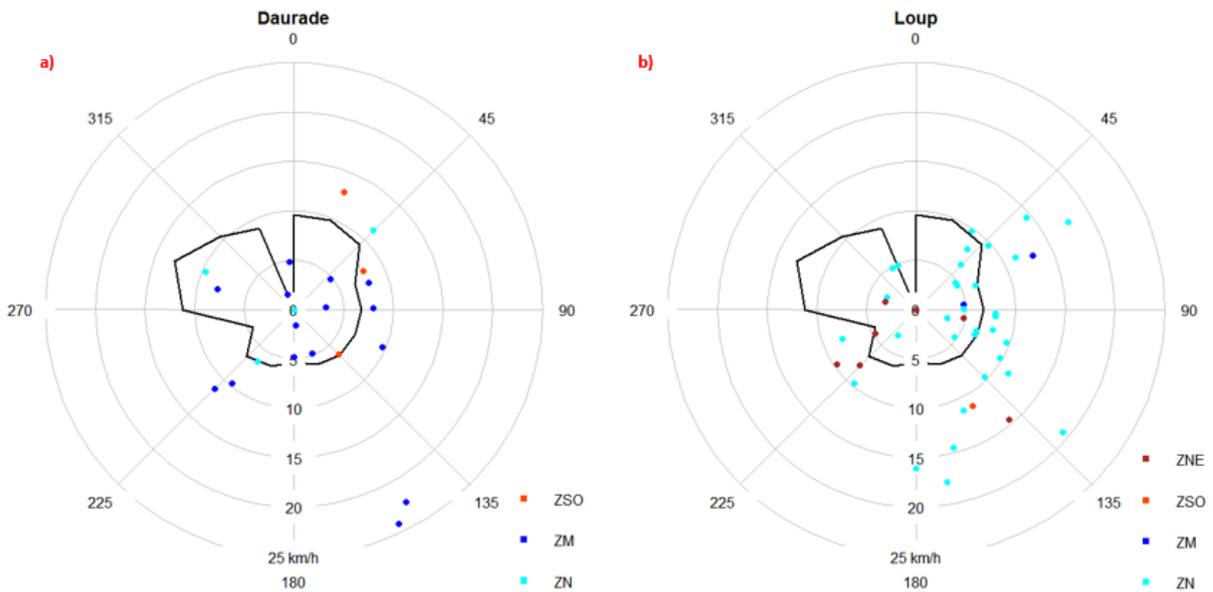


Figure 25 : Diagramme circulaire sur 360° de la direction du vent en fonction de la vitesse du vent lors des sorties de daurades (a) et loups (b) dans les différentes zones. En noir le vent moyen en km/h sur toute la période d'étude. Chaque cercle en partant du centre représente 5 km/h. ZN : Zone nord ; ZNE : Zone nord-est ; ZSO : Zone sud-ouest ; ZM : Zone Mer. Les points représentent les caractéristiques du vent à la sortie des individus. Les couleurs représentent la zone de sortie des individus.

Au vu des résultats observés pour les températures à l'intérieur de la lagune et en mer (Figures 21 & 22), la tendance de l'évolution de la température est similaire entre les différents capteurs déployés. En effet, suite à une corrélation significative entre la température mer et les températures au sein de la lagune (Spearman, $P < 0,05$) les variations de température de la mer ont été retenues pour la prochaine analyse.

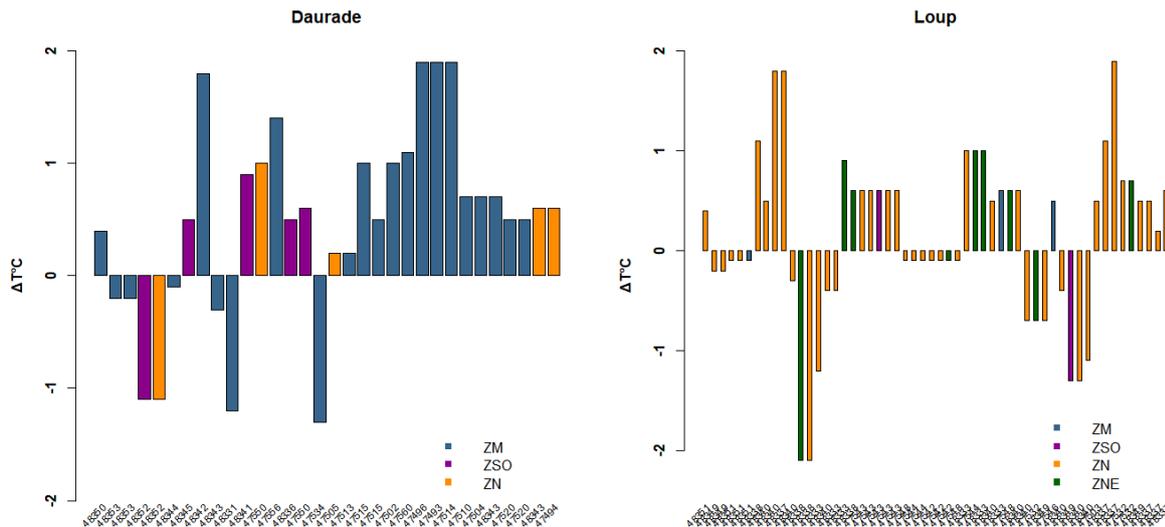


Figure 26 : Différentiel de température mesuré en mer entre le jour de la sortie vers une zone (en couleur sur les histogrammes) des daurades (gauche) et des loups (droite) et le jour précédent. En abscisse les identifiants des individus sortis par ordre chronologique.

Les daurades ont tendance à quitter le Prévost vers la zone mer lorsque la température de l'eau augmente (Figure 26 gauche). Pour les autres zones, il est difficile de distinguer un pattern du fait de la faible proportion d'individus les ayant visitées. Pour le loup, les résultats sont plus contrastés avec 20 sorties en zone nord et une sortie en zone sud-ouest que ce soit pour un delta de température positif ou négatif (Figure 26 droite). On observe trois fois plus de sorties en zone nord-est pour un différentiel de température positif.

3.2.4. Dynamique spatiale dans le Prévost

Les résultats présentés sont issus d'analyses réalisées uniquement à partir des récepteurs disposés dans le Prévost pour les deux espèces.

3.2.4.1. Temps de résidence par sous zone dans la lagune

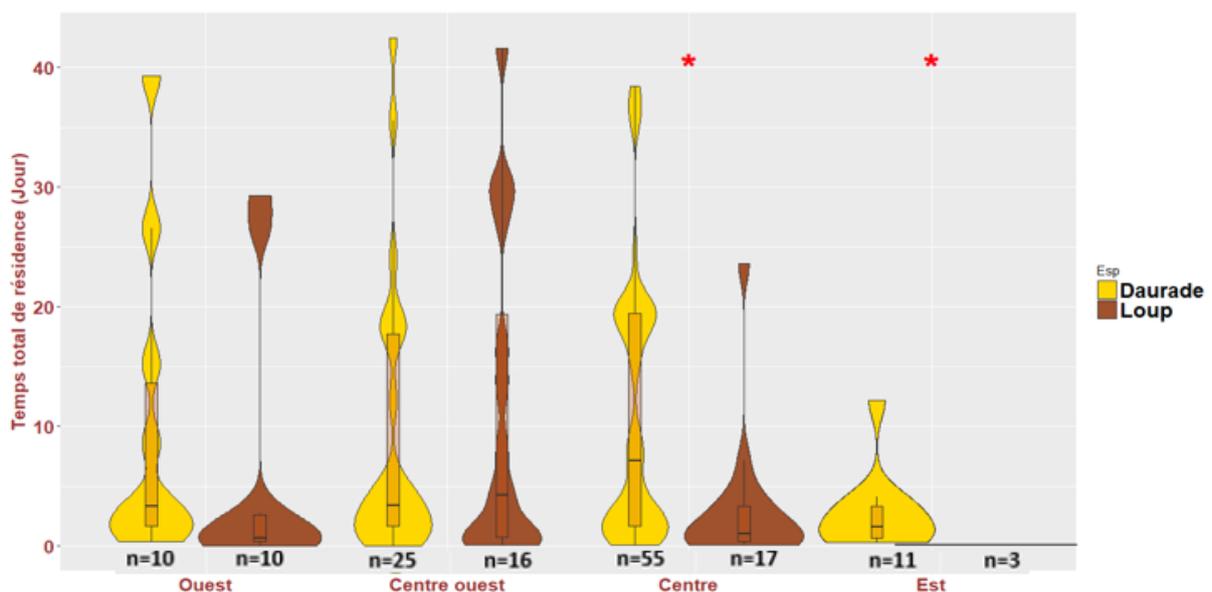


Figure 27 : Temps de résidence total en jour pour chaque sous zone du Prévost pour la daurade et le loup ; * = différences significatives entre espèce (Wilcoxon Mann-Whitney, $P < 0,05$)

Le temps total de résidence varie entre chaque zone du Prévost et chaque espèce (Figure 27). Les sous zones n'ont pas une influence significative sur le comportement de résidence pour le cas de la daurade (Kruskal Wallis ; $P=0,1$) avec une moyenne de 10,1 j (SD \pm 13,2), 9,1 j (SD \pm 11,6), 11,3 j (SD \pm 11,3), 2,7 j (SD \pm 3,4) respectivement de l'ouest à l'est pour chaque sous zone. Pour le loup, le temps de résidence est significativement différent entre sous zones (Kruskal Wallis ; $P<0,05$) avec une moyenne quasi-nulle pour l'est 0,09 j (SD \pm 0,06) par rapport à l'ouest 6,3 j (SD \pm 11,4), centre-ouest 11,2 j (SD \pm 13,7), et centre 3,03 j (SD \pm 5,6). En effet dans le cas du loup, à l'est du Prévost, on dénote un nombre d'individus restreints par rapport aux zones centrales de la lagune. Entre les deux espèces la différence de temps passé est seulement significative pour le centre ($P<0,001$) et l'est ($P<0,005$) où la daurade royale séjourne plus longtemps par rapport au loup.

3.2.4.2. Représentation MCP & KUD

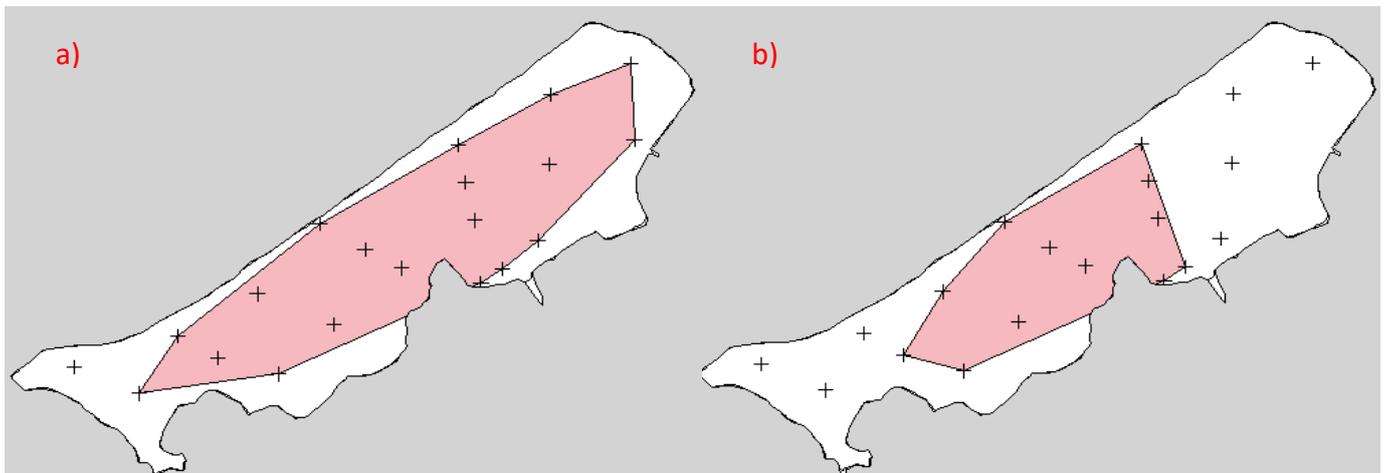


Figure 28 : Représentation du Minimum Convex Polygon (MCP) pour la daurade a) et pour le loup b) à l'exception des individus morts et pêchés

Les domaines vitaux sous forme de polygones de tous les individus diffèrent entre la daurade et le loup (Figure 28). Les aires associées à ces représentations sont notamment respectivement de 1,37 km² et de 0,80 km² pour la daurade et le loup. En effet, le MCP de la daurade s'étend sur la lagune dans son ensemble à l'exception du récepteur le plus à l'ouest tandis que le MCP du loup est concentré entre l'extrémité est de la sous zone ouest jusqu'au centre de la lagune, ce qui confirme les résultats précédents. En effet, les zones extrêmes du Prévost et particulièrement la zone est ne semblent pas être intégrées au domaine vital du loup par rapport à la daurade royale. Ceci confirme les différences significatives observées précédemment concernant le temps de résidence entre sous zones.

La représentation de densité d'utilisation de l'espace sous forme de kernel permet de distinguer des nuances non visualisables avec la représentation MCP (Figure 29 a) : la zone d'occupation à 50 % se concentre essentiellement au centre du Prévost (0,36 km²). Comme pour le MCP, à 95 %, le domaine vital s'étend sur l'ensemble de la lagune (2,05 km²). Ces résultats sont plus contrastés si l'on ne considère que le nombre d'individus différents ayant été détectés sur chaque station (Figure 29 b). En effet, la plupart des individus relâchés sont détectés en zone centre ouest et centre jusqu'aux extrémités de la lagune en moindre proportion. La zone ouest apparaît alors comme la zone la moins exploitée pour l'espèce.

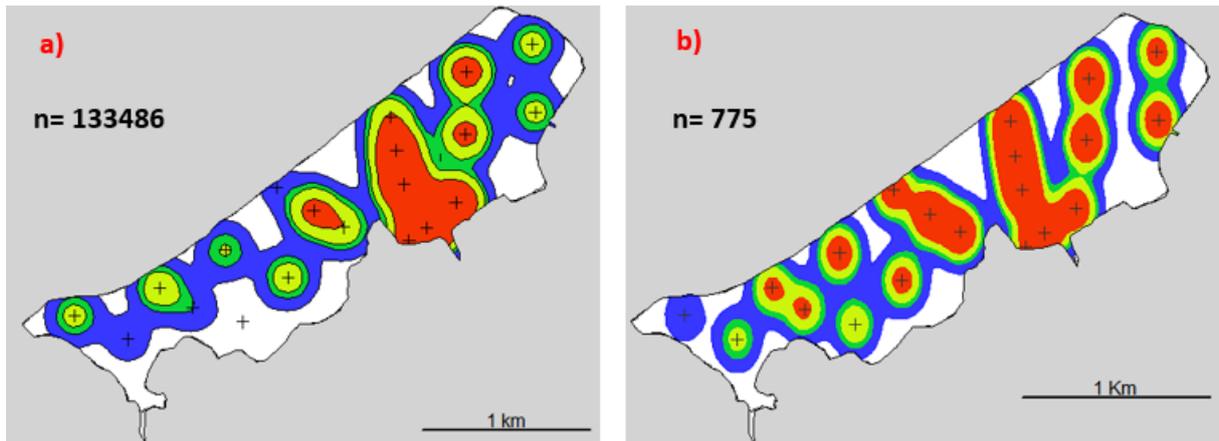


Figure 29 : Représentation du Kernel Utilization Distribution (KUD) des daurades à 95 % en bleu, 80 % en vert, 70% en jaune et 50% en rouge pour tous les individus à l'exception des morts et pêchés a) et du nombre d'individus observé par récepteur b). Les n correspondent au nombre de détection a) et au nombre d'individus total comptabilisé sur chaque station b)

De même que pour la Figure 29, l'utilisation de l'espace par les loups est particulièrement différente (Figure 30 a) des daurades et confirme les résultats observés avec les temps de résidence (voir 3.2.4.1). En effet, la zone d'occupation à 50 % est concentrée autour des récepteurs (0,17 km²) du centre-ouest du Prévoist et s'étend à 70 % du centre ouest au centre. A 95 %, le domaine vital englobe toutes les sous zones à l'exception de l'est de la lagune où les loups semblent absents (1,28 km²). Cependant, il est à noter que plus de 10 individus sur 19 sont détectés à l'extrémité de la zone ouest (Figure 29 b). Le maximum d'individus est détecté en zone centre. A noter également que le nombre d'individus détecté sur chaque station ne conditionne pas la zone d'occupation propice à 50 %.

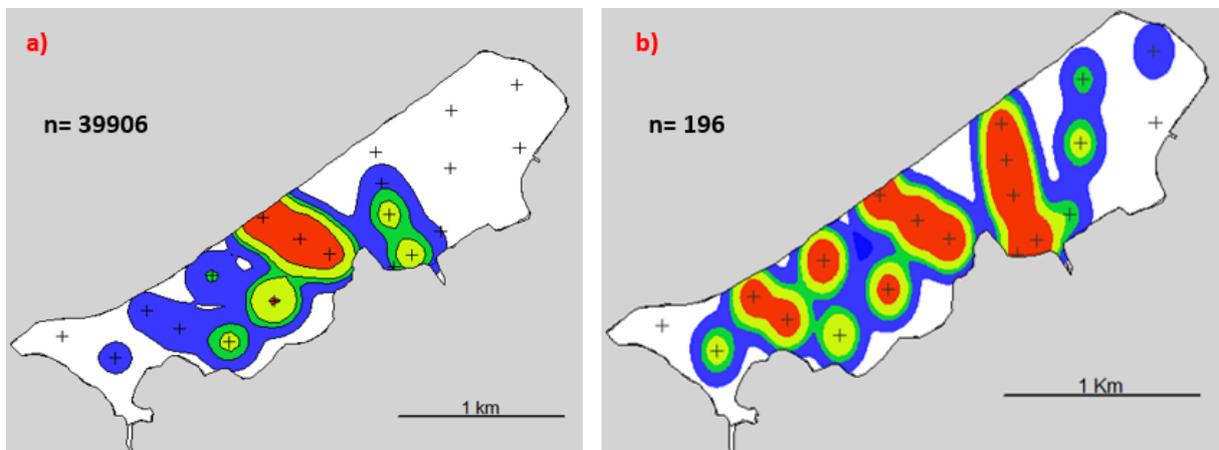


Figure 30 : Représentation du Kernel Utilization Distribution des loups à 95 % en bleu, 80 % en vert, 70% en jaune et 50% en rouge pour tous les individus à l'exception des morts et des pêchés a) et du nombre d'individus observés par récepteur b). Les n correspondent au nombre de détection a) et au nombre d'individus total comptabilisé sur chaque station b)

Ces résultats sont repris par la suite sous forme d'aire d'occupation en km² pour chaque méthode utilisée (MCP et les KUD uniquement à 50 et 95 %). L'aire d'occupation des daurades n'est pas significativement corrélée au nombre de jours détectés dans la lagune (test de corrélation de Spearman ; $P > 0,05$) contrairement au loup ($P < 0,05$). Ainsi seulement les individus ayant été détectés plus de 7 jours sont conservés pour les prochaines analyses pour les deux espèces.

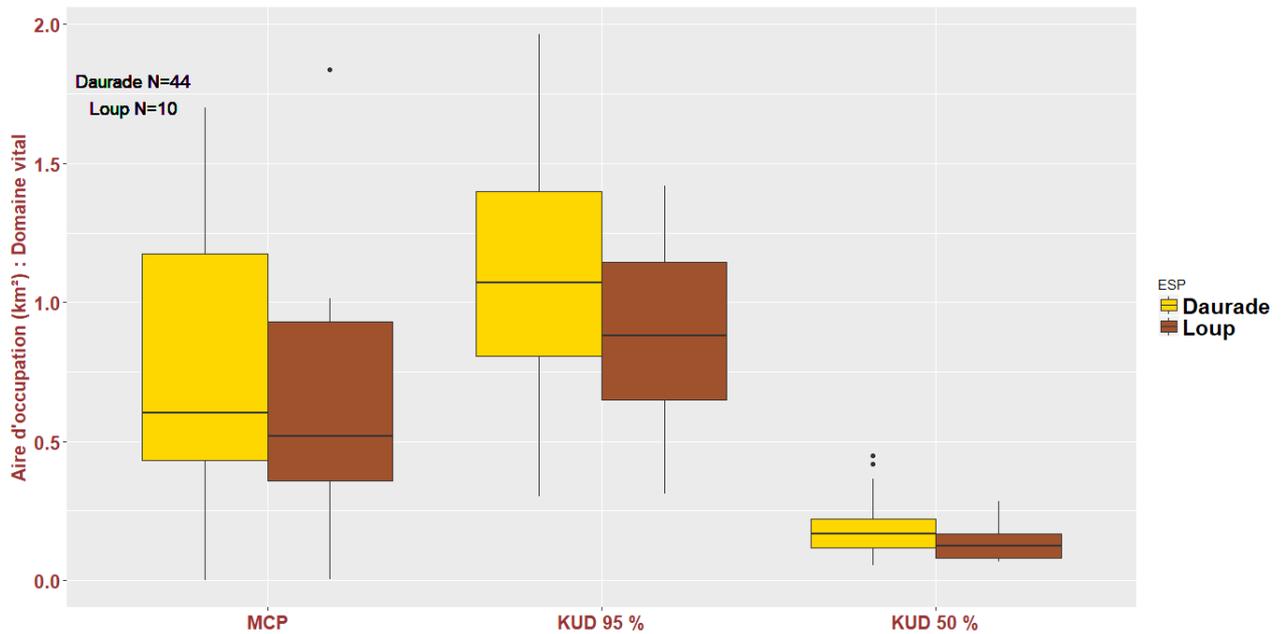


Figure 31 : Aire d'occupation en km² par méthode ; MCP et KUD à 95 et 50 % pour la daurade et le loup

L'aire d'occupation pour chaque espèce varie en fonction des deux méthodes choisies (Figure 31). Pour le KUD à 50 %, l'aire d'occupation est restreinte avec en moyenne 0,19 km² (SD ± 0,88) pour la daurade et 0,14 km² (SD ± 0,07) pour le loup. Pour le KUD à 95 %, l'aire d'occupation est plus étendue avec en moyenne 1,09 km² (SD ± 0,42) pour la daurade et 0,88 km² (SD ± 0,36) pour le loup. Pour le MCP, l'aire d'occupation est équivalente en moyenne à 0,75 km² (SD ± 0,48) pour la daurade et 0,68 km² (SD ± 0,52) pour le loup. Cependant, et malgré des différences observables sur les figures 29 et 30, à ce stade de l'étude, l'aire d'occupation n'est pas significativement différente entre la daurade et le loup pour les 3 cas présentés (Wilcoxon-Mann-Whitney ; $P > 0,05$).

3.2.4.3. Effet de l'environnement sur la dynamique intra Prévost

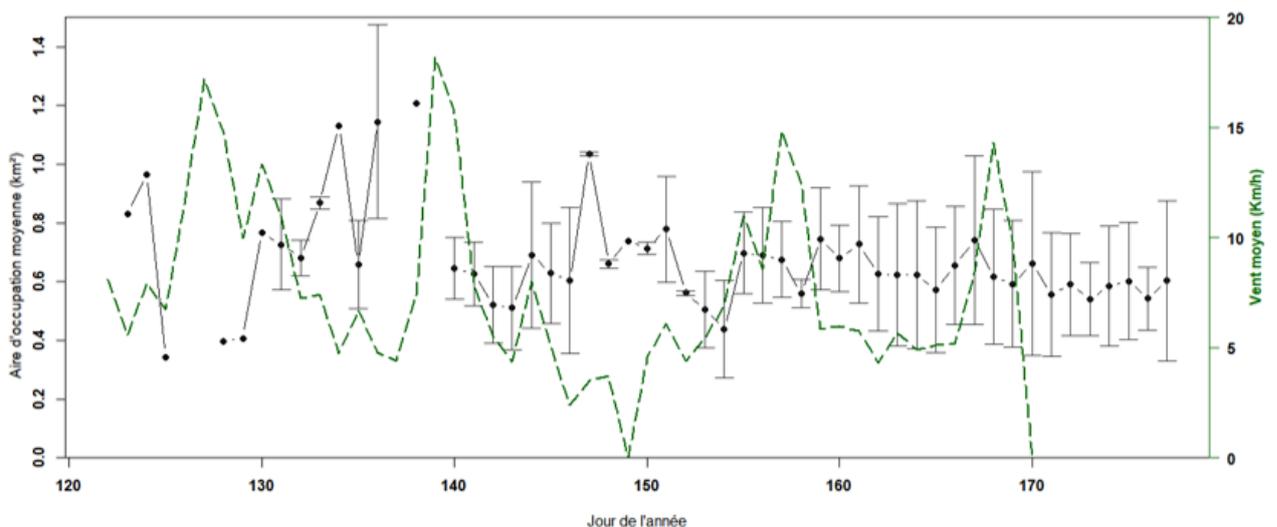


Figure 32 : Aire d'occupation moyenne par la méthode KUD à 95 % en km² par individu et par jour pour la daurade. En pointillé vert, le vent moyen par jour en km/h

L'aire moyenne d'occupation par individu varie de 0,39 km² à 1,21 km² du 2 mai au 20 mai (Figure 32). Ces variations sont plus limitées du 30 mai au 26 juin allant de 0,43 km² à 0,79 km². En effet, ceci s'explique du fait de la présence d'un plus grand nombre d'individus

marqués dans le réseau au fur et à mesure des marquages. Ainsi l'aire reste constante sur la seconde période avec une moyenne de 0,64 km² (SD ± 0,1).

En essayant de comprendre l'effet de l'environnement sur l'occupation spatiale de la lagune du Prévost on constate qu'il n'y a pas d'influence du vent sur la dispersion du domaine vital. En effet, il n'existe pas de corrélation significative entre ces deux variables (test de Spearman ; $P=0,88$). Ceci peut s'expliquer par le fait qu'aucun fort régime de vent n'a été observé sur la période d'étude variant de 0 à 19 km/h en moyenne.

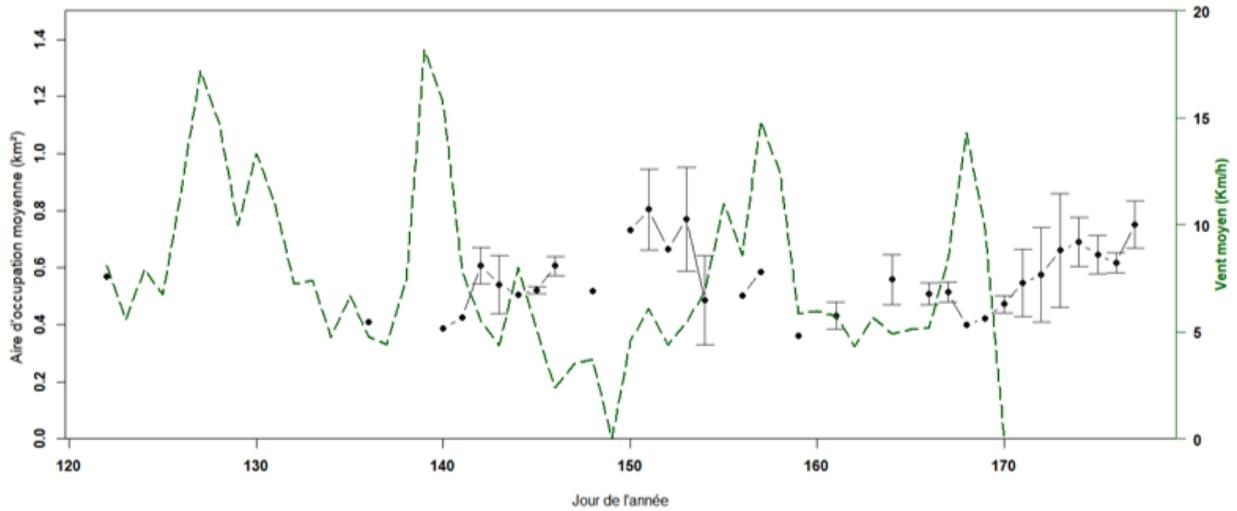


Figure 33 : Aire d'occupation moyenne par la méthode KUD à 95 % en km² par individu et par jour pour le loup. En pointillé vert, le vent moyen par jour en km/h

Pour le loup, les résultats sont contrastés du fait de seulement 10 individus pris en compte pour cette étude (Figure 33). Le manque de données début mai ne permet pas de mettre en évidence un quelconque effet du vent sur les déplacements intra-lagunaire. A partir du 140^{ème} jour de l'année soit le 20 mai, la corrélation entre le vent et l'aire d'occupation est significative ($P=0,01$). Ce résultat reste à nuancer au vu du faible nombre de données sur cette période.

3.2.4.4. Influence de la taille dans le comportement spatial

Afin d'évaluer si le comportement spatial des individus diffère en fonction de leur taille, l'aire d'occupation en km² pour les deux méthodes MCP et KUD à 95 et 50 % a été comparée pour la daurade et le loup en fonction de classes de tailles, en considérant la longueur fourche.

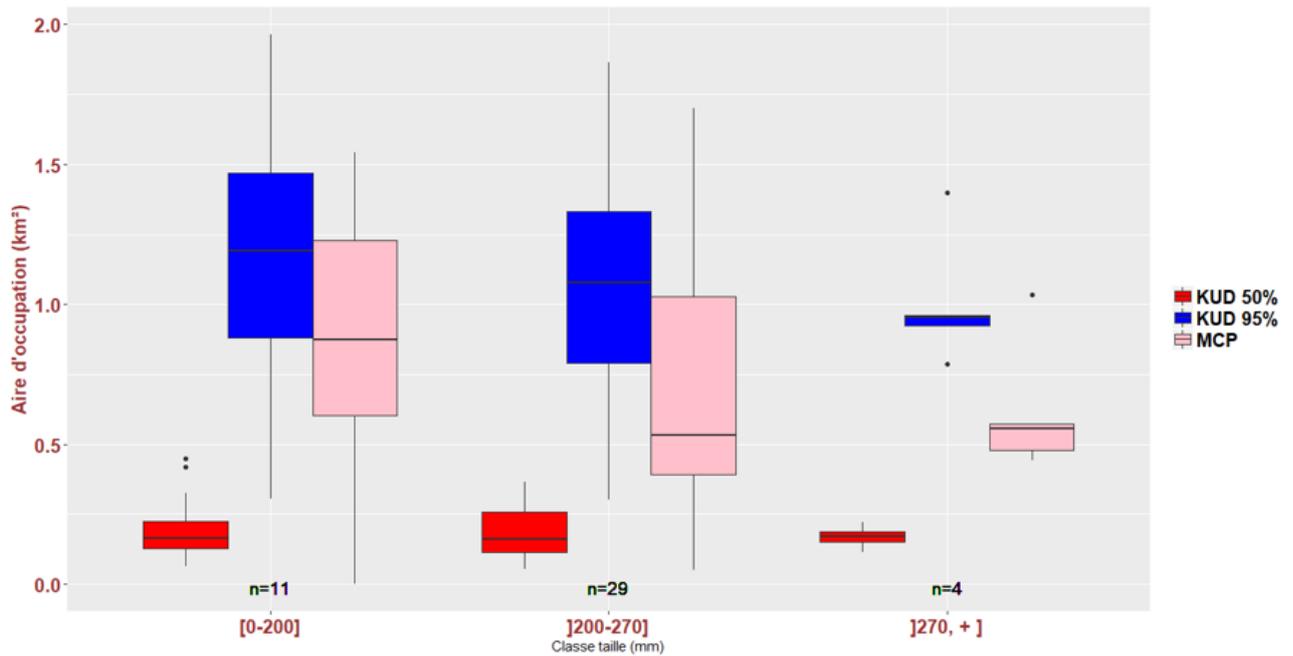


Figure 34 : Aire d'occupation en km² pour la daurade en fonction des classes de tailles pour MCP, KUD à 95 et 50 % ; N=11 de 0 à 200 mm, N=29 de 200 à 270 mm et N=4 pour plus de 270 mm

Le domaine vital présente une importante variation individuelle à l'exception de la dernière classe du fait d'un faible nombre d'individus (Figure 34). Ces variations sont plus limitées avec des aires moindres si l'on considère la méthode MCP car il s'agit d'une méthode de calcul d'aire plus stricte que le KUD.

Quelle que soit la méthode de calcul, la classe de taille n'influence pas significativement l'aire d'occupation (Kruskal Wallis ; $P > 0,05$). En effet, par exemple le KUD à 95 % varie en moyenne autour de 1,18 km² (SD \pm 0,49), 1,07 km² (SD \pm 1,42), et 1 km² (SD \pm 0,23), respectivement pour la petite, moyenne et grande classe.

Pour le loup, les mêmes types de conclusions que pour la daurade peuvent être faites avec une aire d'occupation des KUD plus restreinte (Figure 35).

De même la classe de taille n'influence pas significativement l'aire d'occupation (Wilcoxon Mann-Whithney ; $P > 0,05$). En moyenne l'aire issue du KUD à 95 % varie autour de 0,79 km² (SD \pm 0,35), et 1,10 km² (SD \pm 1,35), respectivement pour les deux classes.

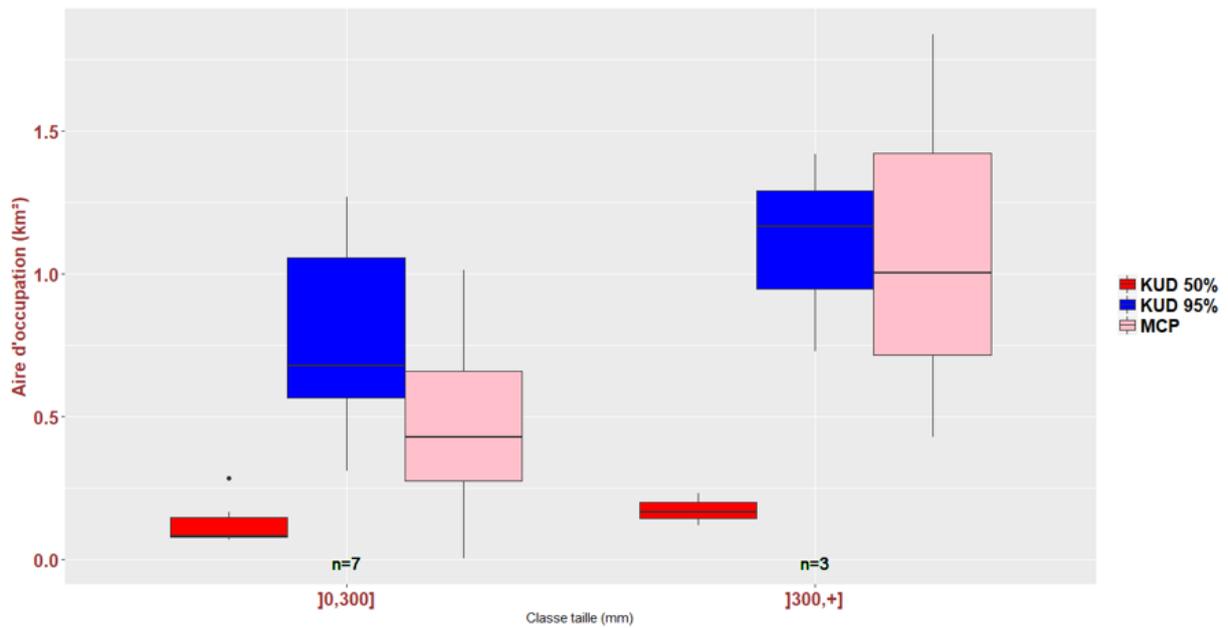


Figure 35 : Aire d'occupation en km² pour le loup en fonction des classes de tailles pour MCP, KUD à 95 et 50 % KUD à 95 et 50 % ; N=7 de 0 à 300 mm, N=3 pour plus de 300 mm

4. Discussion

Plusieurs limites concernant l'utilisation de la télémétrie acoustique passive existent pour suivre le mouvement des individus au sein des milieux côtiers. Les détections dans ses habitats naturels sont moindres car la détectabilité est variable au sein d'habitats hétérogènes (Arendt et al., 2001 ; Hartill et al., 2003). De plus, de multiples facteurs environnementaux peuvent influencer la détection comme la température, le cycle lunaire et les mouvements d'eau (How and de Lestang, 2012). Le rayon de détectabilité à 50% équivalent à 100 m est d'ailleurs limité par rapport à d'autres études (300 m, Hartill et al., 2003 ; 200 m, Koeck et al., 2014). Si la variabilité environnementale est prise en compte de manière qualitative dans cette pré-étude pour estimer le rayon moyen d'écoute, il serait aussi intéressant de comprendre comment ces différents facteurs agissent sur l'écoute car ils peuvent entraîner des mauvaises interprétations concernant le comportement spatial du poisson à une échelle temporelle plus fine (Payne et al., 2010). Cependant, notre étude est robuste au vu de la réflexion faite en amont sur la position des récepteurs, les tests de détection, la détermination du rayon de détection et le nombre de poissons marqués par rapport à d'autres études (Abecasis et al., 2009 ; Heupel et al., 2006 ; Kessel et al., 2014). En effet, la phase de range test est souvent négligée pour déterminer le rayon d'écoute moyen (Welsh et al., 2012). L'efficacité du réseau est par exemple démontrée par l'une des daurades recapturée dans l'étang d'Ingril à l'ouest (N°47499). Elle a été détectée pour la dernière fois sur un des récepteurs à l'extrême ouest du réseau dans la zone sud-ouest ce qui signifie que la position des récepteurs a permis de bien suivre la sortie ouest du réseau.

Cependant, la période d'étude restreinte, au maximum de 57 jours, rend difficile l'interprétation des résultats concernant la connectivité inter-lagunaire et la dynamique spatiale intra-lagune ainsi que la comparaison entre espèces. De véritables tendances du comportement spatial de ces espèces peuvent se dessiner sur une plus grande période de suivi du fait de leur comportement migratoire annuel d'une part et d'autre part des variations environnementales au cours de l'année.

Sparus aurata et *Dicentrarchus labrax* présentent un cycle migratoire annuel complexe, utilisant plusieurs types d'habitats. En effet, la fréquentation lagunaire de ces

espèces côtières résulte d'un comportement migratoire ancien (Dufour et al., 2009 ; Mercier et al., 2012). Au sein des lagunes côtières, deux grandes migrations sont connues, l'entrée et la sortie des lagunes mais leurs déplacements au sein et entre les lagunes côtières restent mal connus (Katselis et al., 2007; Mercier et al., 2012 ; Doyle et al., 2017). Une des méthodes usuelles pour suivre les mouvements de poissons est la méthode de Capture Marquage Recapture, via des marques externes. Elle renseigne sur le déplacement entre la localisation du lieu de capture et recapture (Abecasis et al., 2009). La télémétrie acoustique est une méthode particulièrement appropriée pour étudier les mouvements des poissons au sein d'un milieu (Cooke et al., 2004 ; Chateau and Wantiez, 2007). La méthode passive permet de suivre les individus sur une plus longue période de temps indépendamment de l'opérateur grâce aux hydrophones alors que la méthode active est réalisée par un suivi actif directement sur le terrain (Tsuyuki and Umino, 2017). La période de suivi dépend de la durée de vie de la marque, soit 19 mois, assurant le suivi d'un individu sur un cycle complet de migration annuelle à savoir de mai 2017 à la fin d'année suivante.

Le comportement spatial étant directement lié à la condition du poisson et ce suite à la manipulation par marquage, il est important de s'assurer que les marquages réalisés dans le cadre de cette étude n'ont pas eu d'effet sur son comportement naturel. A l'image de tests qui ont été réalisés sur d'autres espèces (Jepsen et al., 2002 ; Fabrizio and Pessuti, 2007 ; Abecasis et al., 2009), Philip (2016) a mis en évidence que l'implantation de marques internes et externes (spaghetti et tatouage) sur des daurades royales n'a aucun effet sur leur croissance, suggérant que le mode opératoire appliqué dans cette étude n'induit pas de biais significatif sur le comportement naturel des poissons marqués.

Au total, sur la période d'étude de 57 jours consécutifs, 77 daurades royales (de 196 à 430 mm) et 19 loups (de 196 à 430 mm) immatures et adultes ont été marqués entre le 2 mai au 23 juin 2017.

Malgré une communication active auprès des acteurs de la pêche professionnelle et récréative, les informations concernant la recapture n'ont été obtenues que pour 1 loup (N°47532) et 2 daurades (N° 47499, 47512) recapturés respectivement au bout de 20, 41 et 56 jours après le marquage soit 3 % du total. Ce retour limité fait écho à l'étude de Abecasis et al. (2009) avec 3 et 4 % de *Diplodus vulgaris* et *Diplodus sargus* recapturés. Les faibles retours sont typiques des approches de marquage externe notamment à cause d'une perte de marque généralement importante. Or, dans le cadre de la présente étude, deux types de marques externes, la marque conventionnelle « spaghetti » et le tatouage bleu ont été utilisés pour limiter la perte possible des marques spaghetti (Sánchez-Lamadrid, 2001; Philip, 2016). D'un autre côté, grâce aux données acoustiques nous avons estimé que seules 7 daurades ont été pêchées sur la période d'étude suite à une perte de signal, les autres continuant à émettre dans le Prévost (50%), ou étant sorties du réseau. Un faible taux de captures a donc été observé pour cette espèce sur la période étude, et ce malgré la présence sur deux semaines début juin de 190 nasses de capéchade dans la lagune de 2,49 km². Ce faible taux de capture peut être relié au fait que selon les statistiques de pêche, ce n'est qu'au 3^{ème} et 4^{ème} trimestre de l'année que l'on observe les captures les plus importantes du fait potentiellement d'une augmentation de l'effort en fin d'année. Ceci suggère qu'un plus grand nombre de retours sur les poissons recapturés est à envisager sur la suite de l'étude, données qui nous permettraient d'évaluer la pression de pêche sur ces espèces après la phase estivale de fréquentation des lagunes.

L'occupation de l'espace par *Sparus aurata* et *Dicentrarchus labrax* est étudiée dans la lagune du Prévost grâce à un réseau fin de 21 stations d'écoute réparties sur 2,49 km². Deux méthodes ont été utilisées, le Minimum Convex Polygon et le Kernel Utilization Distribution permettant d'estimer le domaine vital par espèce et individuel. Dans notre étude le MCP varie de 0,0008 à 1, 70 km², le KUD à 95% et 50 % varient de 0,30 à 1,96 km² et de 0,055 à 0,45 km² pour la daurade royale. Pour le loup, les résultats sont moins variables avec le MCP variant de 0,004 à 1, 83 km², le KUD à 95% et 50 % variant de 0,31 à 1,41 km² et de 0,07 à 0,28 km². La zone centrale du domaine vital est bien inférieure au domaine vital à 95 %

pour la daurade et le loup. La représentation de ces analyses spatiales permet de distinguer des domaines vitaux distincts entre ces deux espèces au sein de la lagune. En effet, la daurade royale semble préférer la zone centrale du Prévost, plus profonde, tandis que la zone d'occupation à 50 % du loup se limite à la zone centre ouest directement sous l'influence du canal du Rhône à Sète du fait d'une connexion. Les représentations des MCP confirment ses résultats avec 1,37 km² pour la daurade contre 0,80 km² pour le loup. En effet, le domaine vital de la daurade est plus étendu sur l'ensemble de lagune. Néanmoins, les zones les plus extrêmes de la lagune, ouest et est, sont les zones les moins fréquentées. Seulement 11 daurades ont séjourné dans la partie est pendant moins de 2 jours en moyenne et 3 loups pour 2,16 heures en moyenne. En effet, les températures y sont plus élevées de deux degrés en moyenne, avec l'existence de crises dystrophiques provoquées par eutrophisation, appelées « malaïgue » (Amanieu et al., 1975 ; Caumette and Baleux, 1980). Or les daurades sont sensibles à une exposition prolongée à des températures de plus de 26°C, ayant pour conséquence une baisse de l'activité et une mortalité sur le long terme (Feidantsis et al. 2009). Ces différences en termes de temps passé dans chaque sous zone du Prévost ne sont cependant pas significatives pour la daurade contrairement au loup. De plus les analyses révèlent que les aires d'occupation sont non significativement différentes entre les deux espèces au sein de la lagune. Ceci est expliqué par la forte variabilité individuelle.

Nos résultats contrastent avec d'autres études menées dans des zones d'étude plus vaste sur la daurade et d'autres Sparidés. Le domaine vital estimé par MCP pour *Sparus aurata* est de (18,698 à 352,711 km², Abecasis and Ezrini, 2008) tandis que le domaine vital pour *Diplodus Sargus* et *Diplodus vulgaris* est supérieur (148 à 526 km² et 23 à 42 km², Abecasis et al., 2009) contre 0,11 à 1,14 km² pour *Acanthopagrus schlegelii* selon Tsuyuki and Umino, (2017). Pour *Diplodus vulgaris* le KUD à 95 % et 50 % est respectivement inférieur à 1 km² et entre 0,09 à 0,18 km² (Alós et al., 2011).

Cependant nos résultats ne sont issus qu'à partir de données relevées sur 57 jours au maximum et doivent être ré-étudiés par la suite de l'étude, une période plus longue du suivi devrait permettre d'affiner ces conclusions préliminaires. Néanmoins, les études de March et al., 2010 et Alós et al., 2011 indiquent que l'aire du domaine vital augmente peu au fur et à mesure du temps de suivi.

La dynamique spatiale intra-espèce, c'est-à-dire pour des tailles différentes, reste également inchangée. En effet, la taille de l'aire d'occupation n'est pas liée à la taille du poisson à l'instar de l'étude de Alós et al. (2011). De plus, cette aire reste limitée. Ainsi le comportement de daurades de 1 à 4 ans (Chaoui et al., 2006) et de loups de 1 à 3 ans ne semble pas être dépendant de la taille. Néanmoins, peu d'individus de plus de 400 mm ont été marqués à l'heure actuelle et sur la période d'étude la majorité des plus grands individus ont été marqués courant juin. De plus, notre étude cible la période pré-estivale et cette hypothèse doit être vérifiée sur l'ensemble de l'année, durant la phase d'alimentation, mais aussi durant la phase de migration de reproduction. D'après Abecasis et al. (2009), les plus grands individus ont en effet une aire d'occupation plus grande. Actuellement, une campagne de marquage ciblant les grands individus est en cours.

De plus, plusieurs facteurs comme les caractéristiques physiques de l'habitat, la disponibilité en nourriture et les interactions sociales influencent la dynamique spatiale et la taille du domaine vital des poissons (Wootton, 2012). Dans l'étude de Tsuyuki and Umino, (2017), le comportement spatial du sparidé *Acanthopagrus schlegelii* est fortement influencé par l'abondance et la disponibilité en nourriture au sein des fermes ostréicoles d'où un domaine vital limité. Le Prévost se caractérise notamment par la présence de deux parcs conchylicoles localisés au centre de la lagune où des cas de prédation des moules et des huîtres par les daurades ont été observés. Or cette zone plus profonde directement sous l'influence des entrées maritimes via le Grau correspond à la zone centrale du domaine vital de la daurade. En effet, les sparidés sont des espèces opportunistes ciblant une large diversité d'organismes comme les crustacés, les mollusques, les méduses et même certaines algues (Abecasis and Erzini, 2008 ; Marques et al., 2016 ; Tsuyuki and Umino, 2017). La lagune est également

recouverte de macrophytes, habitat favorable aux gastéropodes représentant une des proies préférentielles de *Sparus aurata* (Abecasis and Erzini, 2008). La faible durée du suivi n'a pas permis de confronter les données individuelles spatialisées avec les données disponibles sur les habitats naturels. L'utilisation d'images satellite pour cartographier ces habitats, associée à la mise en place d'analyse de contenus stomacaux de daurades capturées dans le Prévost pourraient être une approche intéressante pour mieux comprendre la relation individu - habitat.

Dans le réseau comptant 8 lagunes différentes, les poissons marqués ont été détectés sur des périodes de temps consécutives variables. 41 daurades et 11 loups sont suivis sur plus de 20 jours de détection dans le réseau ce qui suggère qu'à l'échelle temporelle du mois, ces deux espèces se déplacent peu. Ce constat a déjà été mis en évidence pour le loup et d'autres espèces de Sparidés, fortement résidents des habitats côtiers (Abecasis et al., 2009 ; Doyle et al., 2017). Les 33 autres poissons marqués sont sortis du réseau soit pour 8 d'entre eux (8 %) par une perte de la détection à l'intérieur du réseau (suspicion de capture), soit pour 26% d'entre eux par l'observation de l'individu une dernière fois à la frontière de la zone d'étude, suggérant une sortie du réseau en mer (14 %) ou via les lagunes adjacentes au Prévost.

La forte résidence observée dans l'ensemble du réseau pour les deux espèces suggère que la zone d'étude ciblée est satisfaisante pour couvrir leur domaine vital d'alimentation, en tout cas sur la période de la présente étude. Plus finement, si l'on observe la fidélité à une lagune, l'indice de résidence, correspondant au nombre de jours détectés sur le nombre de jours où l'individu est suivi dans le Prévost témoigne que les individus sont en réalité majoritairement résidents à la lagune dans laquelle ils ont été capturés. 54 daurades et 7 loups sont uniquement détectés dans la lagune malgré quelques arrêts de suivi expliqués par le fait que le rayon d'écoute des récepteurs ne couvre pas la lagune dans son ensemble. Les facteurs abiotiques comme la température, la salinité et la bathymétrie peuvent expliquer ce comportement de résidence (Laiz-Carrión et al., 2005; Katselis et al., 2007; Dufour et al., 2009 Mercier et al., 2017). En effet, pour ces individus appréciant l'eau saumâtre (Laiz-Carrión et al., 2005), les conditions environnementales sont propices pendant l'étude avec une température moyenne de 24,7°C (SD \pm 1,05) dans le Prévost, soit incluse dans la gamme de tolérance de la daurade royale entre 13 et 26 °C (Hurst, 2007 ; Feidantsis et al., 2009).

Malgré une grande proportion d'individus (64 %) strictement résidents à une seule lagune, 33% des daurades et 68% des loups ont montré des mouvements inter-lagunaires et entre lagune et mer, ce qui témoigne d'une certaine connectivité au sein du réseau. A l'instar de l'étude de Abecasis et al. (2009) où 1 % des *Diplodus sargus* ont été capturés en mer après marquage en lagune, 12 et 11 % des daurades et loups marqués quittent la lagune pour rejoindre la mer définitivement sur la période. Néanmoins, ceci ne signifie pas qu'ils n'exprimeront pas par la suite un comportement de fidélité observé par un retour dans la lagune. En effet, pour la daurade dont la mer représente la sortie la plus fréquentée, on constate que 2 daurades sont retournées dans le Prévost après respectivement 28 jours et 9 heures en mer. Ces sorties se font essentiellement pendant la nuit (19 sur 22 sorties), comme l'ont déjà mis en évidence Bégout and Lagardière (1995) qui ont montré que les individus marqués de *Sparus aurata* non relâchés en groupe sont plus actifs la nuit. On constate également que ces mouvements ont tendance à avoir lieu dans des phases de réchauffement de l'eau de mer. En effet, la température joue un rôle important dans les grandes migrations observées au cours du cycle de vie de la daurade royale. A des températures inférieures à 13°C, *Sparus aurata* est plus vulnérable et arrête de s'alimenter (Hurst, 2007 ; Ibarz et al., 2003) d'où son départ pour rejoindre la mer plus chaude en hiver que les lagunes. En période estivale, les températures peuvent atteindre jusqu'à 26°C en Méditerranée (Damianides and Chintiroglou, 2000). Or la daurade royale devient moins tolérante à des températures supérieures à 26°C suite à un stress thermal, elle rejoint donc généralement des eaux plus froides (Feidantsis et al., 2009). Le Prévost étant peu profond, les individus peuvent trouver refuge au sein des algues recouvrant la lagune et ils deviennent également moins actifs dans le milieu selon Feidantsis et al. (2009).

Pour *Dicentrarchus labrax*, la zone adjacente à la lagune la plus fréquentée correspond au canal du Rhône à Sète conduisant entre autre au fleuve du Lez caractérisé par une salinité moindre. Sur 63 % des individus quittant le Prévost au nord de la lagune, 26,3 % d'entre eux rejoignent le Lez dont 1 individu y reste pendant 25 jours (N°47542). Selon Nebel et al. (2005), cette espèce a la capacité de s'adapter à des milieux de faible salinité par hyperosmorégulation. Etant particulièrement touché par les parasites, ce comportement permettrait de s'en affranchir (Culurgioni et al., 2014). La fidélité lagunaire est caractéristique du loup puisque respectivement 26,3 et 15,8 % des individus ayant visité les zones nord, nord-est et mer retournent dans le Prévost. Ainsi la fidélité des deux espèces suggère que les individus sont généralement sédentaires en condition estivale avec une capacité de dispersion limitée sur la période d'étude comme observé pour la daurade royale dans l'étude de Abecasis and Erzini, (2008).

Il est intéressant de noter que les habitats anthropisés (les ports) ne sont quant à eux jamais fréquentés par les loups et les daurades.

A plus large échelle, le cycle migratoire sur la façade française méditerranéenne est souligné par une saisonnalité des captures marquée, que ce soit pour les navires de + de 12 m ou de - de 12 m représentant les petits métiers côtiers. En effet, la daurade royale et le loup apparaissent être deux espèces particulièrement importantes pour cette flotte avec des taux de captures supérieurs à ceux du large. Ces espèces semblent occuper principalement le Golfe du Lion où la lagune de Thau et l'étang de Berre apparaissent être des zones de concentration des captures (Mercier et al., 2012). Les pics trimestriels de capture coïncident avec la fin d'année pour la daurade et le début d'année pour le loup. Les limites dues à la qualité des données ne permettent pas de déterminer s'il s'agit d'une conséquence de l'augmentation de l'effort de pêche, d'un phénomène biologique marqué ou des deux. En effet, ces résultats restent à nuancer puisque la qualité des données de pêche à l'heure actuelle ne permet pas d'utiliser ces données en temps qu'indicateur d'abondance (Guillou et al., 2002). Face à la diversité des pêcheries, la standardisation est rendue difficile (Crespi, 2002). Le taux d'échantillonnage autour de 5 % de la pêche côtière est limité (Blanchard et al., 2016). Ce qui peut expliquer l'effondrement des captures en 2013 et 2014 du fait d'un faible nombre d'observateurs.

Néanmoins, l'augmentation des captures au 3^{ème} trimestre concorde avec la sortie des lagunes pour la daurade, caractéristique en Méditerranée. La saison de reproduction des daurades a effectivement lieu d'octobre à décembre avec des gonades mûres en décembre (Chaoui et al., 2006), tandis que la saison de reproduction du loup est plus tardive, de janvier à mars. Le déplacement des populations de daurades vers l'est du Golfe du Lion au cours de l'année, laisse supposer que leur site de reproduction se retrouverait à l'est des zones lagunaires méditerranéennes. Cependant, le lieu de frai reste mal connu pour ces deux espèces.

Il serait intéressant d'étudier d'autres facteurs influençant le comportement. En effet, d'autres facteurs intrinsèques à l'espèce tel que le comportement social affectent également la dynamique spatiale du poisson. D'autres analyses méritent d'être menées pour mieux cerner les comportements spatiaux individuels similaires, sédentaire versus nomade et les mouvements synchronisés tels que la formation de banc, en fonction des paramètres environnementaux comme la salinité, la hauteur d'eau, la disponibilité alimentaire et la photopériode nécessitant d'être mesurées. Sur le plus long terme, des disparités saisonnières de comportement des poissons sont généralement observées (Marshall et al., 2011) d'où l'intérêt d'analyser ces résultats sur une plus longue période. L'intérêt de cette étude développée sur plus d'un an est également de savoir si ces individus sont fidèles à la lagune et y reviennent après la saison de reproduction.

5. Conclusion

La présente étude démontre l'intérêt d'utiliser la télémétrie acoustique passive au sein d'habitats côtiers semi-fermés méditerranéens comme un observatoire de la dynamique d'espèces côtières exploitées comme la daurade royale, le loup ou encore l'anguille, caractéristiques des lagunes méditerranéennes. Ces habitats abrités et protégés jouent le rôle de nourriceries dans lesquelles ces espèces trouvent refuge à différents stades de leur développement, de la phase larvaire à la phase adulte. *Sparus aurata* et *Dicentrarchus labrax* expriment une forte résidence et fidélité au réseau lagunaire et plus particulièrement à la lagune dans laquelle les individus ont été capturés. La faible connectivité entre lagunes ainsi qu'un domaine vital limité suggère un comportement sédentaire. Les fortes températures et une abondance de proies disponibles via des sites naturels et anthropisés au sein de la lagune expliquent la dispersion réduite des individus. D'autres analyses sont nécessaires pour comprendre la dynamique dans l'espace et dans le temps des individus sous l'influence de facteurs environnementaux biotiques et abiotiques tout en considérant les limites induites par l'utilisation de cette technologie.

A l'instar de l'étude de March et al. (2010) qui exploite le domaine vital d'une espèce sensible pour estimer l'impact anthropique, le loup et plus particulièrement la daurade pourraient être de bons indicateurs des impacts anthropiques et climatiques au sein des lagunes. En effet, ces espèces sont plus vulnérables à la pression de pêche et à l'anthropisation au sein de ces habitats côtiers du fait d'un domaine vital limité dans la lagune. De plus, nos résultats suggèrent que la mise en place de mesures de gestion à l'échelle des lagunes pourrait contribuer à l'établissement d'une pêcherie durable de ces espèces. Ce type de mesure est actuellement utilisé par la prudhomie de Palavas attribuant des « postes » de pêche par lagune, contrôlant l'utilisation de l'espace par les pêcheurs. Si cette mesure a été mise en place essentiellement pour gérer les conflits d'acteurs, nos résultats suggèrent qu'elle peut aussi s'avérer intéressante pour la gestion de la ressource en daurade royale et loup dans ces lagunes durant la phase alimentaire (d'avril à octobre). Une autre mesure de gestion intéressante se base sur le comportement a priori sédentaire de la daurade royale et du loup sur la période d'étude. Ce comportement pourrait justifier que l'établissement de petites réserves pourrait avoir un effet bénéfique sur une future reproduction. En effet, les réserves ont déjà montré leur efficacité sur la conservation de la daurade et le loup (Jouvenel and Pollard, 2001), une conservation qui s'étendrait au sein de lagunes côtières à d'autres espèces (Francour, 1997) et *in fine* aux habitats associés. Malheureusement, pour mettre en place une mesure de gestion efficace à l'ensemble du stock de daurade ou de loup, un des points clés à l'heure actuelle est de connaître la proportion du stock exploitant les lagunes de celle restant en mer. Pour ce faire, et sur la base d'une approche de marquage, une des solutions possibles serait de marquer les individus en mer lors de la phase de reproduction et d'évaluer la proportion rentrant dans les lagunes lors de la phase alimentaire.

Bibliographie

- Abecasis, D., Bentes, L., & Erzini, K. (2009). Home range, residency and movements of *Diplodus sargus* and *Diplodus vulgaris* in a coastal lagoon: connectivity between nursery and adult habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85(4), 525-529.
- Abecasis, D., & Erzini, K. (2008). Site fidelity and movements of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in a coastal lagoon (Ria Formosa, Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79(4), 758-763.
- Alós, J., Cabanellas-Reboredo, M., & March, D. (2012). Spatial and temporal patterns in the movement of adult two-banded sea bream *Diplodus vulgaris* (Saint-Hilaire, 1817). *Fisheries Research*, 115, 82-88.
- Alós, J., March, D., Palmer, M., Grau, A., & Morales-Nin, B. (2011). Spatial and temporal patterns in *Serranus cabrilla* habitat use in the NW Mediterranean revealed by acoustic telemetry. *Marine Ecology Progress Series*, 427, 173-186.
- Amanieu, M., Baleux, B., Guelorget, O., & Michel, P. (1975). Etude biologique et hydrologique d'une crise dystrophique (malaïgue) dans l'étang du Prévost à Palavas (Hérault). *Vie Milieu*, 25(2), 175-204.
- Arendt, M. D., Lucy, J. A., & Munroe, T. A. (2001). Seasonal occurrence and site-utilization patterns of adult tautog, *Tautoga onitis* (Labridae), at manmade and natural structures in lower Chesapeake Bay. *Fishery Bulletin*, 99(4), 519-528.
- Bahri-Sfar, L., Lemaire, C., Hassine, O. K. B., & Bonhomme, F. (2000). Fragmentation of sea bass populations in the western and eastern Mediterranean as revealed by microsatellite polymorphism. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 267(1446), 929-935.
- Bégout, M. L., & Lagardère, J. P. (1995). An acoustic telemetry study of seabream (*Sparus aurata* L.): first results on activity rhythm, effects of environmental variables and space utilization. *Hydrobiologia*, 300(1), 417-423.
- Bijoux, J. P., Dagorn, L., Berke, G., Cowley, P. D., Soria, M., Gaertner, J. C., & Robinson, J. (2013). Temporal dynamics, residency and site fidelity of spawning aggregations of a herbivorous tropical reef fish *Siganus sutor*. *Marine Ecology Progress Series*, 475, 233-247.
- Blanchard, F., Lespagnol, P., Weiss, J., Demaneche, S., Bourjea, J., Evano, H., Reynal, L., Guyader, O., Baulier, L., Merrien, C., Leblond, E., Daures, F., Berthou, P., & Leblond, S. (2016). Rapport ObsDEB-Estimation 2014 des efforts de pêche et des productions dans les régions Méditerranée continentale, La Réunion, Martinique, Guadeloupe et Guyane.
- Block, B. A., Jonsen, I. D., Jorgensen, S. J., Winship, A. J., Shaffer, S. A., Bograd, S. J., Hazen, E. L., Foley, D. G., Breed, G. A., Harrison A.-L., A.-L. Ganong, A.-L., Swithenbank, A., Castleton, M., Dewar, H., Mate, B. R., Shillinger, G. L., Schaefer, K. M., Benson, S. R., Weise, M. J., Henry R. W., & Costa D. P. (2011) Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. *Nature*, 475, 86-90.
- Bourjea, J., demanech, S., & Biseau, A. (2017). Evaluation des plans de gestion méditerranéens et recommandations pour une éventuelle révision du cadre scientifique de ces plans. *Réponse à la Saisine 17-11231 : « Indicateurs de suivi des plans de gestion méditerranéens »*, Juillet 2017. 34p.
- Burt, W.H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24, 346-352.
- Calenge, C. (2011). Home range estimation in R: the adehabitatHR package. *Office national de la classe et de la faune sauvage: Saint Benoist, Auffargis, France*.
- Caumette, P., & Baleux, B. (1980). Etude des eaux rouges dues à la prolifération des bactéries photosynthétiques sulfo-oxydantes dans l'étang du Prévost, lagune saumâtre méditerranéenne. *Marine biology*, 56(3), 183-194.

- Chaoui, L., Kara, M. H., Faure, E., & Quignard, J. P. (2006). Growth and reproduction of the gilthead seabream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (north-eastern Algeria). *Scientia Marina*, 70(3), 545-552.
- Chateau, O., & Wantiez, L. (2007). Site fidelity and activity patterns of a humphead wrasse, *Cheilinus undulatus* (Labridae), as determined by acoustic telemetry. *Environmental Biology of Fishes*, 80(4), 503-508.
- Claudet, J., & Fraschetti, S. (2010). Human-driven impacts on marine habitats: a regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biological Conservation*, 143(9), 2195-2206.
- Cooke, S. J., Hinch, S. G., Wikelski, M., Andrews, R. D., Kuchel, L. J., Wolcott, T. G., & Butler, P. J. (2004). Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 19(6), 334-343.
- Culurgioni, J., Sabatini, A., De Murtas, R., Mattiucci, S., & Figus, V. (2014). Helminth parasites of fish and shellfish from the Santa Gilla Lagoon in southern Sardinia, Italy. *Journal of helminthology*, 88(4), 489-498.
- Cuttelod, A., García, N., Malak, D. A., Temple, H. J., & Katariya, V. (2009). The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. *Wildlife in a Changing World—an analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*, 89.
- Damianides P, Chintiroglou CC (2000) Structure and functions of polychaetofauna living in *Mytilus galloprovincialis* assemblages in Thermaikos Gulf (north Aegean sea). *Oceanol Acta* 23:323–337.
- Dewar, H., Prince, E. D., Musyl, M. K., Brill, R. W., Sepulveda, C., Luo, J., Foley, D., Orbresen, E. S., Domeier, M. L., Nasby-lucas, N., Snodgrass, D., Michael laurs, R., Hoolihan, J. P., Block, B. A. & Mcnaughton, L. M. (2011), Movements and behaviors of swordfish in the Atlantic and Pacific Oceans examined using pop-up satellite archival tags. *Fisheries Oceanography*, 20: 219–241.
- Doyle, T. K., Haberlin, D., Clohessy, J., Bennison, A., & Jessopp, M. (2017). Localised residency and inter-annual fidelity to coastal foraging areas may place sea bass at risk to local depletion. *Scientific Reports*, 8.
- Dufour, V., Cantou, M., & Lecomte, F. (2009). Identification of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nursery areas in the north-western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(7), 1367-1374.
- Elliott, M., & Whitfield, A. K. (2011). Challenging paradigms in estuarine ecology and management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 94(4), 306-314.
- Fabrizio, M. C., & Pessutti, J. P. (2007). Long-term effects and recovery from surgical implantation of dummy transmitters in two marine fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 351(1), 243-254.
- Feidantsis, K., Pörtner, H. O., Lazou, A., Kostoglou, B., & Michaelidis, B. (2009). Metabolic and molecular stress responses of the gilthead seabream *Sparus aurata* during long-term exposure to increasing temperatures. *Marine biology*, 156(4), 797-809.
- Fischer, W. (1978). *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31)*. (No. F010. 024). FAO.
- Franco, A., Franzoi, P., Malavasi, S., Riccato, F., Torricelli, P., & Mainardi, D. (2006). Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66(1), 67-83.
- Francour, P. (1997). Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port-Cros (France, NW Mediterranean): assessment of composition and long-term fluctuations by visual census. *Marine Ecology*, 18(2), 157-173.

- Giffard-Mena, I., Lorin-Nebel, C., Charmantier, G., Castille, R., & Boulo, V. (2008). Adaptation of the sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) to fresh water: role of aquaporins and Na⁺/K⁺-ATPases. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 150(3), 332-338.
- Giffon, C., & Gervasoni, E. (2016). La prédation des moules par les daurades: quels moyens de lutte ? *Cepralmar*, 16.
- Guillou, A., Lespagnol, P., & Ruchon, F. (2002). La pêche aux petits métiers en Languedoc-Roussillon en 2000-2001.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R., & Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952.
- Hernández, J. M., Gasca-Leyva, E., León, C. J., & Vergara, J. M. (2003). A growth model for gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Ecological Modelling*, 165(2), 265-283.
- Heupel, M. R., Semmens, J. M., & Hobday, A. J. (2006). Automated acoustic tracking of aquatic animals: scales, design and deployment of listening station arrays. *Marine and Freshwater Research*, 57(1), 1-13.
- How, J. R., & de Lestang, S. (2012). Acoustic tracking: issues affecting design, analysis and interpretation of data from movement studies. *Marine and Freshwater Research*, 63(4), 312-324.
- Hurst, T. P. (2007). Causes and consequences of winter mortality in fishes. *Journal of Fish Biology*, 71(2), 315-345.
- Ibarz, A., Fernández-Borràs, J., Blasco, J., Gallardo, M. A., & Sánchez, J. (2003). Oxygen consumption and feeding rates of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) reveal lack of acclimation to cold. *Fish Physiology and Biochemistry*, 29(4), 313-321.
- Jepsen, N., Koed, A., Thorstad, E. B., & Baras, E. (2002). Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned? In *Aquatic Telemetry*, 10, 239-248.
- Jouvenel, J. Y., & Pollard, D. A. (2001). Some effects of marine reserve protection on the population structure of two spearfishing target-fish species, *Dicentrarchus labrax* (Moronidae) and *Sparus aurata* (Sparidae), in shallow inshore waters, along a rocky coast in the northwestern Mediterranean Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 11(1), 1-9.
- Katselis, G., Koukou, K., Dimitriou, E., & Koutsikopoulos, C. (2007). Short-term seaward fish migration in the Messolonghi–Etoliko lagoons (Western Greek coast) in relation to climatic variables and the lunar cycle. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(3), 571-582.
- Kessel, S. T., Cooke, S. J., Heupel, M. R., Hussey, N. E., Simpfendorfer, C. A., Vagle, S., & Fisk, A. T. (2014). A review of detection range testing in aquatic passive acoustic telemetry studies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24(1), 199-218.
- Koeck, B., Pastor, J., Saragoni, G., Dalias, N., Payrot, J., & Lenfant, P. (2014). Diel and seasonal movement pattern of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* inside a marine reserve. *Marine environmental research*, 94, 38-47.
- Laiz-Carrión, R., Sangiao-Alvarellos, S., Guzmán, J. M., del Río, M. P. M., Soengas, J. L., & Mancera, J. M. (2005). Growth performance of gilthead sea bream *Sparus aurata* in different osmotic conditions: implications for osmoregulation and energy metabolism. *Aquaculture*, 250(3), 849-861.
- La Mesa, G., Consalvo, I., Annunziatellis, A., & Canese, S. (2013). Spatio-temporal movement patterns of *Diplodus vulgaris* (Actinopterygii, Sparidae) in a temperate marine reserve (Lampedusa, Mediterranean Sea). *Hydrobiologia*, 720(1), 129-144.

- Lasserre, G. (1976). *Dynamique des populations ichthyologiques lagunaires: application à Sparus aurata L* (Doctoral dissertation, France).
- Lecou, R. (2010) Rapport d'information sur les perspectives d'une pêche durable en Méditerranée. Paris, *Commission des affaires européennes*, 88.
- Le Goff, R., Villanueva, C. M., Drogou, M., & De Pontual, H. (2017). Projet Bargip. Action Nourriceries. Rapport final.
- Lemon, J. (2006). Plotrix: a package in the red light district of R. *R-news*, 6(4), 8-12.
- March, D., Palmer, M., Alós, J., Grau, A., & Cardona, F. (2010). Short-term residence, home range size and diel patterns of the painted comber *Serranus scriba* in a temperate marine reserve. *Marine Ecology Progress Series*, 400, 195-206.
- Marques, R., Bouvier, C., Darnaude, A. M., Molinero, J. C., Przybyla, C., Soriano, S., Tomasini, J.A., & Bonnet, D. (2016). Jellyfish as an alternative source of food for opportunistic fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 485, 1-7.
- Marshall, A., Mills, J. S., Rhodes, K. L., & McIlwain, J. (2011). Passive acoustic telemetry reveals highly variable home range and movement patterns among unicornfish within a marine reserve. *Coral Reefs*, 30(3), 631-642.
- Mercier, L., Mouillot, D., Bruguier, O., Vigliola, L., & Darnaude, A. M. (2012). Multi-element otolith fingerprints unravel sea- lagoon lifetime migrations of gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Marine Ecology Progress Series*, 444, 175-194.
- Nebel, C., Romestand, B., Nègre-Sadargues, G., Grousset, E., Aujoulat, F., Bacal, J., Bonhomme, F., & Charmantier, G. (2005). Differential freshwater adaptation in juvenile sea-bass *Dicentrarchus labrax*: involvement of gills and urinary system. *Journal of Experimental Biology*, 208(20), 3859-3871.
- Payne, N. L., Gillanders, B. M., Webber, D. M., & Semmens, J. M. (2010). Interpreting diel activity patterns from acoustic telemetry: the need for controls. *Marine Ecology Progress Series*, 419, 295-301.
- Philip, J. (2016). Développement de technique de marquages internes et externes sur le modèle biologique : daurade royale, *Sparus aurata* (Linné, 1758). *Mémoire de technicien de l'Institut national des sciences techniques de la mer. Cherbourg : INTECHMER*. 14p.
- Potin, G. (2009). Distribution spatiale de poissons grégaires dans un réseau de structures artificielles : le cas de la baie de Saint-Paul à l'Île de la Réunion (*Doctoral dissertation, Université de la Réunion*).
- Rodriguez-Tress, P., Capello, M., Forget, F., Soria, M., Beeharry, S. P., Dussooa, N., & Dagorn, L. (2017). Associative behavior of yellowfin *Thunnus albacares*, skipjack *Katsuwonus pelamis*, and bigeye tuna *T. obesus* at anchored fish aggregating devices (FADs) off the coast of Mauritius. *Marine Ecology Progress Series*, 570, 213-222.
- Rossi, A., Perrone, E., & Sola, L. (2006). Genetic structure of gilthead seabream, *Sparus aurata*, in the Central Mediterranean Sea. *Open Life Sciences*, 1(4), 636-647.
- Sánchez-Lamadrid, A. (2001). Effectiveness of four methods for tagging juveniles of farm-reared gilthead sea bream, *Sparus aurata*, L. *Fisheries Management and Ecology*, 8(3), 271-278.
- Sheaves, M., Baker, R., Nagelkerken, I., & Connolly, R. M. (2015). True value of estuarine and coastal nurseries for fish: incorporating complexity and dynamics. *Estuaries and Coasts*, 38(2), 401-414.
- Silan, P. (1984). Biologie comparée des populations de *Diplectanum aequans* et *Diplectanum laubieri*, Monogènes branchiaux de *Dicentrarchus labrax* (Doctoral dissertation).
- Team, R. C. (2014). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2014.

- Templier, E. (1986). Les prud'homies de pêcheurs en Méditerranée : la force des traditions. *Hier l'avenir*.
- Tournois, J., Darnaude, A. M., Ferraton, F., Aliaume, C., Mercier, L., & McKenzie, D. J. (2017). Lagoon nurseries make a major contribution to adult populations of a highly prized coastal fish. *Limnology and Oceanography*.
- Tsikliras, A. C., Dinouli, A., Tsiros, V.-Z., & Tsalkou, E. (2015). The Mediterranean and Black Sea Fisheries at Risk from Overexploitation. *PloS One*, 10, e0121188.
- Tsuyuki, Atsushi., & Umino, Tetsuya. (2017). Spatial movement of black sea bream *Acanthopagrus schlegelii* around the oyster farming area in Hiroshima Bay, Japan. *Fisheries Science*. 10.1007/s12562-016-1058-9.
- Verdiell-Cubedo, D., Torralva, M., Ruiz-Navarro, A., & Oliva-Paterna, F. J. (2013). Fish assemblages in different littoral habitat types of a hypersaline coastal lagoon (Mar Menor, Mediterranean Sea). *Italian Journal of Zoology*, 80(1), 104-116.
- Welsh, J. Q., Fox, R. J., Webber, D. M., & Bellwood, D. R. (2012). Performance of remote acoustic receivers within a coral reef habitat: implications for array design. *Coral reefs*, 31(3), 693-702.
- Wootton, R. J. (2012). Ecology of teleost fishes (Vol. 1). *Springer Science & Business Media*.

Annexe I : Télémétrie acoustique

AI.I. Illustration des supports et de la fixation des hydrophones

Les hydrophones sont maintenus à l'aide de cerflex contre une structure en pvc creuse lestée avec des poids (Figure 36). Ce dispositif coulisse sur des piquets enfoncés dans la vase de 2,50 m de long. Pour télécharger les données, cette structure est remontée à la surface à l'aide d'une gaffe grâce à un cerflex arrondi positionné à l'opposé du récepteur. La tête des hydrophones est couverte d'oxyplastine assurant l'anti-fouling.



Figure 36 : Structure de fixation des hydrophones au sein du milieu ; a,b : Hydrophone fixé au pvc ; c : Mise à l'eau d'un hydrophone ; d : Hydrophone lesté avec sonde température ; e : Hydrophone dans le Prévost ; f : Téléchargement des données



Figure 37 : Téléchargement des données et connexion de l'hydrophone au logiciel VUE

AI.II. Cartographie du réseau



Figure 38 : Cartographie schématique de la position des hydrophones dans la zone d'étude avec chaque numéro correspondant au numéro de série du récepteur

Les hydrophones sont localisés essentiellement au niveau du Prévost et des connexions. La station 33 correspond au Lez. La station 43 se situe dans le canal du Rhône à Sète et permet de cerner les sorties vers la zone nord-est. Les récepteurs 21, 26, 31 et 44 sont ceux où un dispositif d'enregistrement de la température de l'eau est couplé.

Annexe II : Capture, Marquage et relâché des poissons

III.I. Capture : présentation et illustrations des engins de pêche

Le principal engin de pêche utilisé pour capturer les poissons est la capéchade présentée en Figure 39. Elle est composée d'une paradière orientée perpendiculairement au rivage de 46 m de long pour une maille de 18 mm. Elle permet d'orienter le poisson à l'intérieur du tour formant une enceinte triangulaire maintenue par des piquets. Cette partie débouche sur plusieurs nasses, longues de 3,60 m de long et composé de 3 sections, le devant de la nasse (10 mm), le milieu (8 mm) et le sac (6 mm).

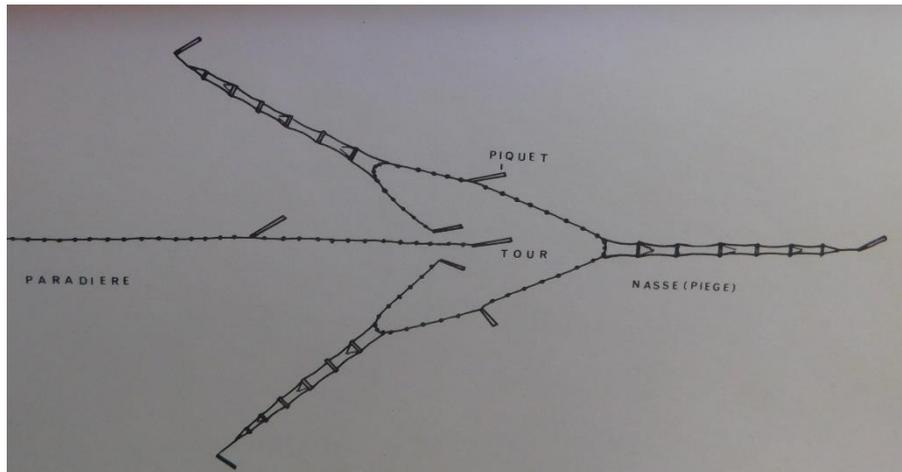


Figure 39 : Schéma d'une capéchade (Lassere, 1974)

Les photographies de ce dispositif sont présentées en Figure 40.



Figure 40 : Photographies d'une capéchade en action de pêche et du virage de sa nasse

III.II. Marquage : protocole & illustrations

La Figure 41 présente le protocole et la mise en place du marquage en laboratoire une fois les individus capturés. Les poissons sont stockés à bord du bateau dans une baille de 40 litres d'eau de mer sous oxygène. A quai, ils sont placés dans un bassin de 100 litres alimenté par bullage d'air et anesthésié à 100 ppm de benzocaïne. Une anesthésie lourde à 360 ppm pour un volume de 50 litres est la dernière étape avant la chirurgie. Après l'opération les poissons sont réveillés dans un bac de réveil sous oxygène avant d'être stockés en bassin de 70 litres avant le relâché le jour même.

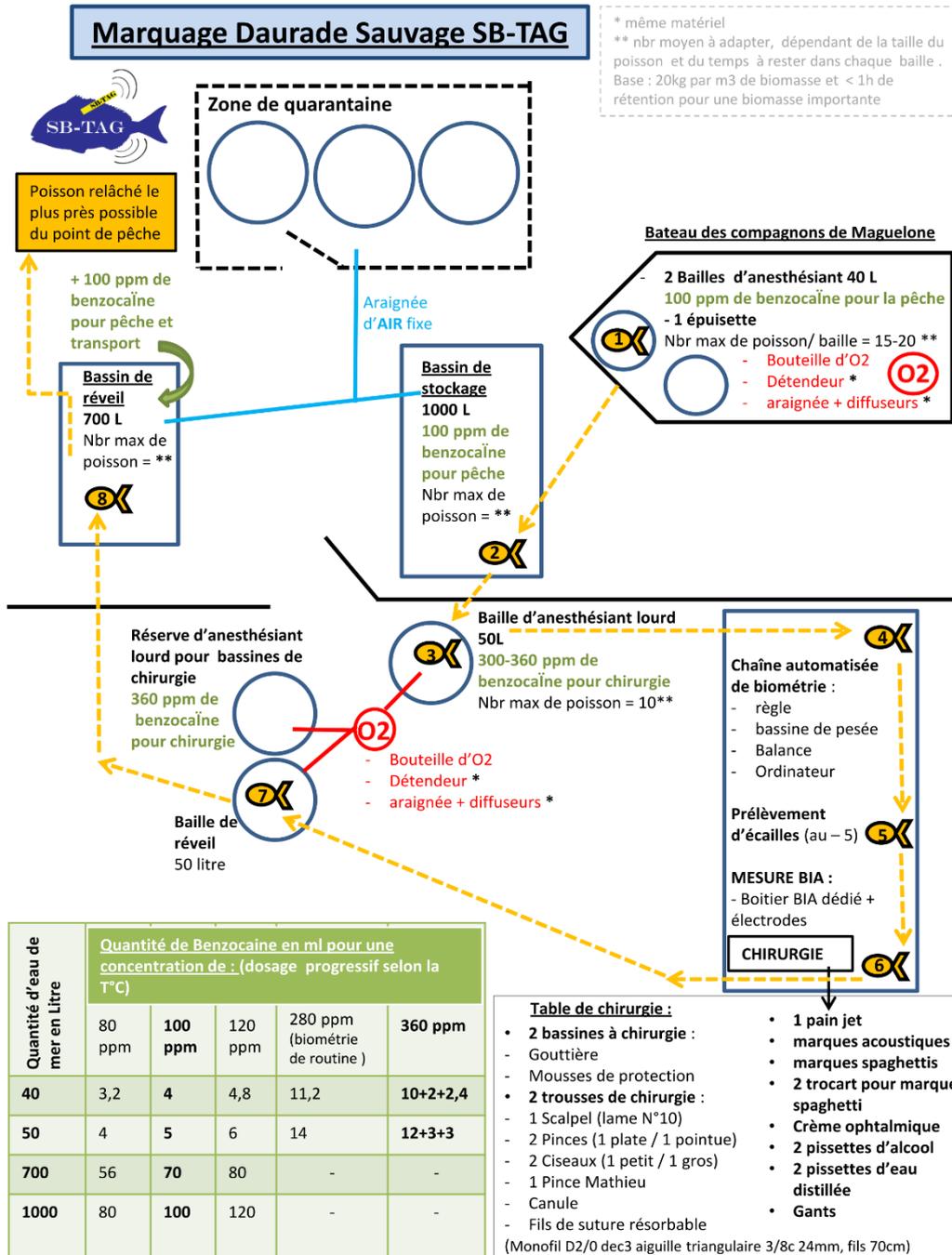


Figure 41 : Schématisation du protocole de marquage

Les illustrations des individus après marquage sont disponibles en Figure 42.



Figure 42 : Stockage des daurades après opération à gauche et relâché d'une daurade dans le Prévoist à droite

Annexe III : Communication autour du projet

Une campagne de communication auprès des professionnels et des particuliers est effectuée de Sète au Grau du Roi afin d'inciter les retours sur les informations de recaptures Figure 43 & 44. La récupération de la marque acoustique permet à nouveau son déploiement sur un autre individu.

Marquage de daurades royales
« Dis moi où tu es, je te dirai ce que tu fais ! »
Etude des déplacements de la daurade dans les étangs méditerranéens

Marque externe
Marque électronique interne
Tatouage bleu

**Vous avez pêché une daurade royale marquée?
Merci de récupérer la marque électronique!
Noter la date, l'heure et le lieu de pêche,
conserver le poisson et
contactez nous !!**

T-shirt offert !

IFREMER
04 67 13 04 00
sb-tag_daurade@ifremer.fr
www.facebook.com/marine.biologging/

Ifremer
Institut de Recherche pour le Développement
FRANCE
Les Compagnons de Maguelone
marbec

SB-TAG

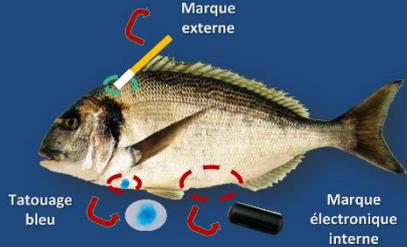
Figure 43 : Affiche informative sur le marquage de daurades royales pour la recapture

« Dis-moi où tu es et je te dirai ce que tu fais »
Etude de la dynamique spatiale de la daurade
dans les étangs méditerranéens




Le projet SB-TAG est un projet de recherches ciblant la daurade royale au sein des lagunes méditerranéennes. Son objectif est de mieux comprendre les déplacements de cette espèce au sein des lagunes palavasiennes et d'étudier son interaction avec les différents types d'habitats, naturels ou anthropisés (parcs conchylicoles) au cours du temps.

Pour ce faire, **81 daurades royales sauvages – et 15 loups et 6 anguilles** – seront marqués dans l'étang du Prévost en avril 2017 puis relâchés sur leur lieu de capture. Ces daurades seront marquées en externe grâce à une marque plastique de type spaghetti et d'un tatouage bleu, et en interne par une marque électronique. Cette dernière est un émetteur acoustique permettant de suivre les déplacements du poisson en transmettant en permanence son identifiant à un réseau de récepteurs sous-marins, les hydrophones.



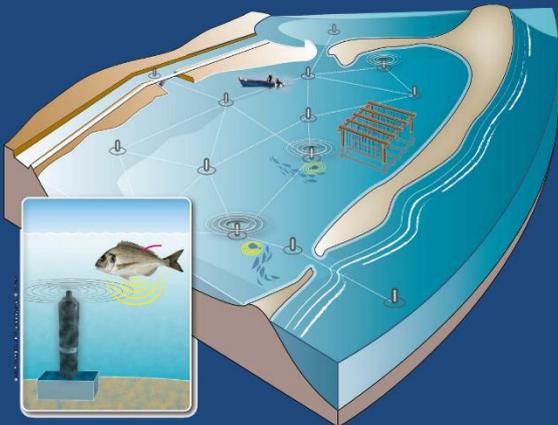
Ifremer   www.facebook.com/marine.biologging/ **Contact Ifremer**
 Tel: 04 67 13 04 00
 Email: sb-tag_daurade@ifremer.fr



« Dis-moi où tu es et je te dirai ce que tu fais »
Etude de la dynamique spatiale de la daurade
dans les étangs méditerranéens



Le réseau d'hydrophones est mis en place (1) au sein des différents habitats sous marins de la lagune du Prévost, (2) au niveau de toutes les connexions extérieures (graus, canaux...), et (3) à l'entrée des lagunes adjacentes (étangs de l'Or, du Méjean, de Pierre Blanche...). Il permettra de suivre le déplacement sur 2017-2018 des poissons marqués et de mieux comprendre l'utilisation dans le temps de ces zones riches mais fragiles. A terme, ces données permettront d'identifier des habitats clés pour cette espèce et de mieux gérer cette ressource dans le temps.



Ifremer   www.facebook.com/marine.biologging/ **Contact Ifremer**
 Tel: 04 67 13 04 00
 Email: sb-tag_daurade@ifremer.fr



Figure 44 : Note informative du projet SB-TAG

Plusieurs articles ont été diffusés dans la presse afin de communiquer sur le projet et de solliciter les pêcheurs à nous retourner les informations de recapture des individus marqués. Un reportage a également été diffusé sur France 3 languedoc roussillon pour communiquer sur le projet le 28/08/2017.

ENVIRONNEMENT L'Ifremer lance une étude scientifique sur le poisson

Sur la piste des daurades

Jérôme Diesnis

La pêche de daurade royale est une activité très prisée en Méditerranée. Et elle pourrait bien réserver quelques surprises. Les scientifiques de l'Ifremer ont marqué 90 de ces poissons, de tailles et d'âges différents dans l'étang du Prévost (mais aussi 5 anguilles et 25 lousps), à proximité de la station de Palavas-les-Flots. Avant de les rechercher sur leur lieu de capture. Leur but : mieux comprendre cette espèce dont les ressources sont une source importante pour l'économie des petits métiers de la pêche.



Les pêcheurs de daurade royale sont invités à participer au programme.

Un tee-shirt offert

« Chaque poisson est marqué grâce à une marque plastique, un tatouage bleu et un marquage électronique », explique l'Ifremer. Le dispositif permet de suivre les déplacements de l'animal grâce à des récepteurs sous-marins placés en divers endroits de la lagune et des étangs environnants. A travers ces données, les chercheurs

veulent comprendre les habitudes du poisson en couplant les données avec les changements environnementaux (températures, vent...) : « C'est un poisson emblématique de la Méditerranée et pourtant méconnu ». Comme quelques-uns de ces poissons devraient finir au bout d'un hameçon, l'Ifremer lance un appel aux pêcheurs :

« Vous avez pêché une daurade marquée ? Merci de récupérer la marque électronique, de noter la date, l'heure et le lieu de pêche... et de conserver le poisson. » Ils sont invités à contacter l'Ifremer (04 67 13 04 00), qui leur offrira un tee-shirt pour leur participation (même involontaire) à ce programme scientifique. ■

Figure 45 : Sur la piste des daurades, 20 minutes Montpellier languedoc du 28/06/2017

Les scientifiques de **l'IFREMER** de Palavas pistent les daurades

Pour mieux connaître les déplacements des daurades de Méditerranée, les scientifiques de Palavas les Flots lancent une vaste étude. Ils vont marquer 90 de ces poissons d'ici la fin du mois de juin.

" Dis moi où tu es et je te dirai ce que tu fais ! " C'est le message adressé à la daurade royale par les scientifiques de **l'IFREMER** basés près de Palavas qui participent au projet SB-TAG (SB pour seabream qui signifie "daurade royale" en anglais).

Jusqu'à la fin du mois de juin, ils vont procéder au marquage de 90 daurades de l'étang du Prévost. Elles seront ensuite relâchées sur leur lieu de capture.

Ce marquage va concerner aussi bien les juvéniles que les adultes pour comprendre les différences de comportement suivant leur âge. Les plus jeunes qui ne pèsent que 100 g seront marquées en externe grâce à une marque plastique et un tatouage bleu, en interne par une marque électronique.

Cet émetteur acoustique permettra de suivre leurs déplacements en transmettant leur position en permanence à des récepteurs sous marins. Ils seront placés dans des endroits stratégiques de l'étang du Prévost et dans les étangs avoisinants.

L'objectif de cette étude, c'est de savoir comment les daurades circulent dans les lagunes. A quelles fréquences et à quelles périodes ? Quelles sont leurs zones d'alimentation ? Comment réagissent-elles aux changements environnementaux comme le vent ou la température ?

Une daurade marquée - Jérôme Bourgea/Ifremer

Une étude sur un an

Les marques ayant une durée de vie approximative de 500 jours, ce réseau permettra de suivre les déplacements des poissons marqués jusqu'en 2018. Pour étudier les différences de comportement avec d'autres espèces, 25 loups et anguilles seront également marqués.

Les scientifiques de **l'IFREMER** demandent aux pêcheurs de les aider. S'ils pêchent une daurade marquée, il leur est demandé de récupérer la marque électronique. De noter la date, l'heure et le lieu de pêche, de conserver le poisson et de les contacter.

sb-tag_daurade@ifremer.fr / 04 67 13 04 00

- **IFREMER**

Figure 46 : Les scientifiques de l'Ifremer de Palavas pistent les daurades, France bleu.fr du 26/06/2017



Figure 47 : La daurade du Prévost sur écoute, Midi Libre Montpellier et sa région du 18/08/2017

Annexe IV : Secteurs statistiques et détails des captures par engin

Les figures correspondantes aux observations faites en partie 3.1.1. sont présentées dans cette section. Il s'agit des engins participant le plus aux captures de daurades et loups.

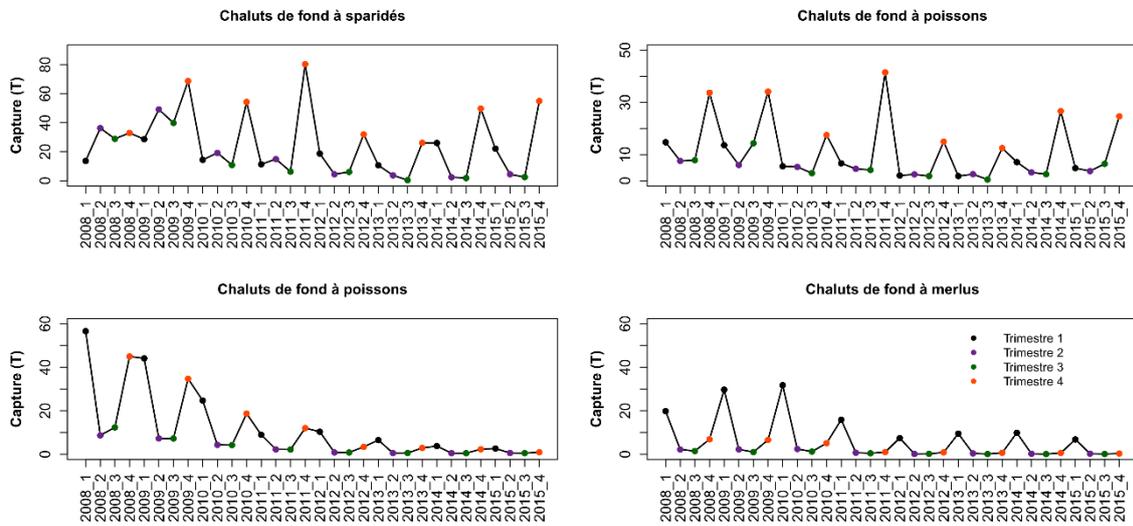


Figure 48 : Captures trimestrielles des engins les plus important pour la daurade en haut et le loup en bas pour les navires de + de 12 m

D'après la Figure 48, les chaluts de fond à sparidés ainsi que les chaluts de fond à divers poissons sont ceux qui capturent le plus de daurades royales de 2008 à 2015. Pour le loup, il s'agit également de chaluts de fond, ciblant divers poissons et les merlus.

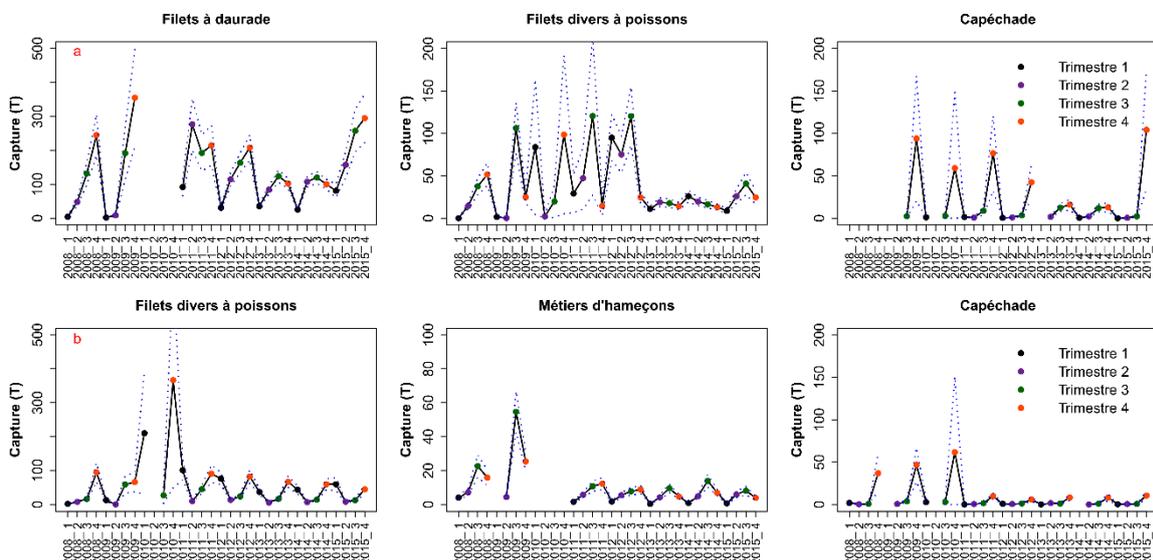


Figure 49 : Captures trimestrielles des engins les plus important pour la daurade en haut et le loup en bas pour les navires de - de 12 m

L'importance de la daurade est significative pour les 3 métiers présentés (Figure 49) : filets à daurade, filets divers à poissons et la capéchade. De même pour le loup il s'agit des filets divers à poissons, des métiers d'hameçons et de la capéchade.

Annexe V : Métadonnées des individus

Les métadonnées de chaque individu marqué sont présentées dans cette section pour la daurade, Tableau 5, et pour le loup, Tableau 6.

Tableau 5 : Résumé pour les 77 daurades royales marquées sur la période d'étude. Le Transmetteur correspond au numéro d'identification du poisson sous VUE, son poids et sa taille totale au moment du marquage, correspondant au jour de libération. TP=la période totale de détection, TR=temps en jour entre la dernière et la première détection, DD=le nombre de jours détectés, IR=l'indice de résidence réseau, Cat=le devenir de l'individu, TD=le nombre total de détection reçu, Nbr R=le nombre de récepteurs différents écoutés.

NOM	Transmetteur	Poids (g)	LT (mm)	Date libération	TP (j)	TR (j)	DD (j)	IR	Cat	TD	Nbr R
François	48353	497	347.8	02/05/2017	57	1.62	3	0.05	F	633	9
Quentin	48350	257	277	02/05/2017	57	1.69	3	0.05	F	537	9
Pierre	48352	182	242	02/05/2017	57	9.65	11	0.19	ZN	2546	16
Rémi	48347	229	249	11/05/2017	48	44.89	27	0.56	INC	1065	16
Greg	48346	258	265	11/05/2017	48	28.73	13	0.27	F	950	14
Antoine	48348	251	258	11/05/2017	48	45.83	43	0.9	D	11920	9
Charles	48345	259	264	12/05/2017	47	4.4	5	0.11	ZSO	1279	19
David	48344	195	251	12/05/2017	47	1.54	3	0.06	ZM	493	14
Clément	48343	194	256	12/05/2017	47	37.89	12	0.26	ZN	2197	19
Ismaël	48339	187	244	15/05/2017	44	0.88	2	0.05	F	100	7
Mathieu	48342	187	274	15/05/2017	44	1.33	3	0.07	ZM	333	10
Augustin	48341	240	264	15/05/2017	44	29.76	9	0.2	ZSO	729	11
Gros	48329	189	242	16/05/2017	43	37.92	30	0.7	INC	2989	12
Albert	47561	236	264	18/05/2017	41	11.3	5	0.12	F	335	10
Flash	48336	252	280	18/05/2017	41	39.54	39	0.95	A	5672	16
Slow	48334	132	212	18/05/2017	41	38.99	34	0.83	D	1795	8
Steeve	48331	103	204	18/05/2017	41	2	3	0.07	ZM	264	11
Josh	48330	105	203	18/05/2017	41	39.45	33	0.8	A	1178	9
Hitch	48332	242	263	18/05/2017	41	1.73	3	0.07	INC	304	12
Invisible	48335	248	263	18/05/2017	41	39.43	11	0.27	A	817	7
Gaëtan	47560	259	267	19/05/2017	40	38.36	30	0.75	A	1483	8
Shrek	47559	107	201	19/05/2017	40	38.46	40	1	A	9141	9
Bob	47562	107	203	19/05/2017	40	12.3	7	0.18	F	636	11
Stephan	47558	117	203	19/05/2017	40	30.25	11	0.28	ZN	1328	14
Marion	47554	749	399	22/05/2017	37	10.6	12	0.32	F	1501	8
Audrey	47557	1026	439	22/05/2017	37	35.5	35	0.95	A	6900	14
Christian	47547	378	309	22/05/2017	37	35.55	37	1	A	3860	15
Emilien	47556	108	204	22/05/2017	37	4.21	5	0.14	ZM	871	11
Nicolas	47549	195	256	22/05/2017	37	35.53	37	1	A	3147	20
Matéo	47550	200	248	22/05/2017	37	35.46	34	0.92	ZSO	1462	19
Bouf	47536	116	206	02/06/2017	26	24.62	26	1	A	6614	10
Alexis	47539	172	230	02/06/2017	26	19.58	21	0.81	F	3213	8
William	47530	235	247	02/06/2017	26	24.6	26	1	A	7700	7
Georges	47537	117	206	02/06/2017	26	4.58	6	0.23	INC	1260	6
Etienne	47538	227	256	02/06/2017	26	24.08	25	0.96	A	2106	11
Dimitri	47534	118	203	02/06/2017	26	3.14	4	0.15	ZM	631	8
What	47535	106	196	02/06/2017	26	24.36	21	0.81	A	342	4
José	47526	117	204	06/06/2017	22	20.56	22	1	D	1683	8
JC	47524	363	294	06/06/2017	22	20.31	20	0.91	A	1172	17
Guy	47533	120	207	06/06/2017	22	20.57	22	1	A	1815	19
Denis	47529	213	246	06/06/2017	22	20.52	22	1	D	2586	9
Lauren	47525	847	394	06/06/2017	22	20.5	22	1	A	4536	11
James	47522	263	263	06/06/2017	22	2.99	4	0.18	INC	1083	11
Noah	47527	111	203	06/06/2017	22	3.37	5	0.23	F	784	8
Simon	47523	242	260	06/06/2017	22	19.39	12	0.55	A	1131	8
Michel	47528	274	270	06/06/2017	22	19.96	17	0.77	A	1025	10
Gilbert	47502	100	200	07/06/2017	21	5.08	6	0.29	ZM	1001	20
Alone	47498	231	264	07/06/2017	21	0.68	2	0.1	INC	214	7
Liam	47517	278	277	07/06/2017	21	19.48	21	1	A	2337	13
Maxime	47515	153	224	07/06/2017	21	3.32	5	0.24	ZM	921	17
Bernard	47519	102	202	07/06/2017	21	19.46	21	1	A	3619	16
Tsu	47521	230	267	07/06/2017	21	3.21	4	0.19	INC	265	8
Charlie	47493	194	240	07/06/2017	21	7.11	8	0.38	ZM	867	19
Damien	47518	124	209	07/06/2017	21	18.21	12	0.57	A	399	13
Eric	47512	219	256	07/06/2017	21	19.41	21	1	A	1320	11
Kylian	47504	190	242	07/06/2017	21	19.44	21	1	A	4613	14
Roméo	47494	113	210	07/06/2017	21	19.23	21	1	A	3962	17
Donald	47507	259	277	07/06/2017	21	19.43	21	1	A	1467	13
Morgan	47514	113	206	07/06/2017	21	19.33	21	1	A	2138	18
Captain	47499	298	278	07/06/2017	21	19.42	21	1	A	1831	18

Jacques	47495	214	244	07/06/2017	21	19.42	21	1	A	3058	15
Raymond	47492	228	260	07/06/2017	21	19.41	21	1	A	4399	15
Lucas	47510	179	240	07/06/2017	21	19.41	21	1	A	3087	20
Burger	47501	162	230	07/06/2017	21	19.41	21	1	A	1013	8
Zic	47496	202	247	07/06/2017	21	7.1	8	0.38	ZM	970	12
Jojo	47513	135	222	07/06/2017	21	1.28	3	0.14	ZM	376	11
Roger	47506	217	251	07/06/2017	21	19.4	21	1	A	2360	16
Hugo	47516	120	213	07/06/2017	21	19.4	21	1	D	2466	15
Didier	47508	422	216	07/06/2017	21	19.4	21	1	A	4194	13
Henri	47509	195	238	07/06/2017	21	19.37	18	0.86	A	1155	15
Alain	47531	203	250	07/06/2017	21	19.37	21	1	A	4813	11
Jérôme	47520	171	241	07/06/2017	21	9.08	10	0.48	ZM	1581	14
Tango	47500	118	208	07/06/2017	21	19.36	20	0.95	A	1487	16
Fabien	47505	107	205	07/06/2017	21	2.09	3	0.14	ZN	384	11
Patrick	47511	112	204	07/06/2017	21	19.01	20	0.95	A	1984	19
Mick	47483	231	259	23/06/2017	5	2.55	4	0.8	A	262	7
Blandine	47484	1132	424	23/06/2017	5	3.46	5	1	A	950	5

Tableau 6 : Résumé pour les 19 loups marqués sur la période d'étude. Le Transmetteur correspond au numéro d'identification du poisson sous VUE, son poids et sa taille totale au moment du marquage, correspondant au jour de libération. TP=la période totale de détection, TR=temps en jour entre la dernière et la première détection, DD=le nombre de jours détectés, IR=l'indice de résidence réseau, Cat=le devenir de l'individu, TD=le nombre total de détection reçu, Nbr R=le nombre de récepteurs différents écoutés.

Nom	Transmetteur	Poids (g)	LT (mm)	Date libération	TP (j)	TR (j)	DD (j)	IR	Cat	TD	Nbr R
Mams	48351	489	375,4	02/05/2017	57	11,465	3	0,05	ZM	65	12
Popei	48349	391	331	02/05/2017	57	55,548	45	0,79	ZN	1606	16
Stand	48337	252	291	15/05/2017	44	42,638	44	1	A	5456	13
Riri	48338	268	301	15/05/2017	44	42,453	18	0,41	ZNE	501	10
Phiphi	48340	238	285	15/05/2017	44	42,458	41	0,93	A	8728	9
Claire	48333	154	254	19/05/2017	40	10,051	11	0,28	ZM	1550	14
Camille	47552	854	430	22/05/2017	37	35,549	37	1	A	3345	13
Lou	47546	157	245	22/05/2017	37	35,47	36	0,97	A	2228	16
Laura	47542	126	231	22/05/2017	37	27,779	25	0,68	ZNE	872	20
Wally	47543	342	316	22/05/2017	37	1,972	3	0,08	INC	383	14
Eve	47544	261	296	22/05/2017	37	4,66	5	0,14	ZNE	219	15
Simba	47548	445	355	22/05/2017	37	35,472	20	0,54	ZNE	1034	16
Guigui	47553	282	306	22/05/2017	37	35,515	37	1	A	4488	12
R	47545	240	290	22/05/2017	37	35,528	35	0,95	A	2379	15
Popy	47555	278	298	22/05/2017	37	35,505	37	1	A	7934	16
Daft Punk	47532	700	425	02/06/2017	26	19,629	14	0,54	F	891	15
Bernie	47503	277	306	07/06/2017	21	19,446	21	1	A	2075	13
Flo	47485	546	371	23/06/2017	5	3,485	5	1	A	264	3
Joelle	47486	234	284	23/06/2017	5	3,33	5	1	A	564	7

Annexe VI : Range test : résidus

Les résidus du modèle en partie 3.2.1. sont présentés dans cette section.

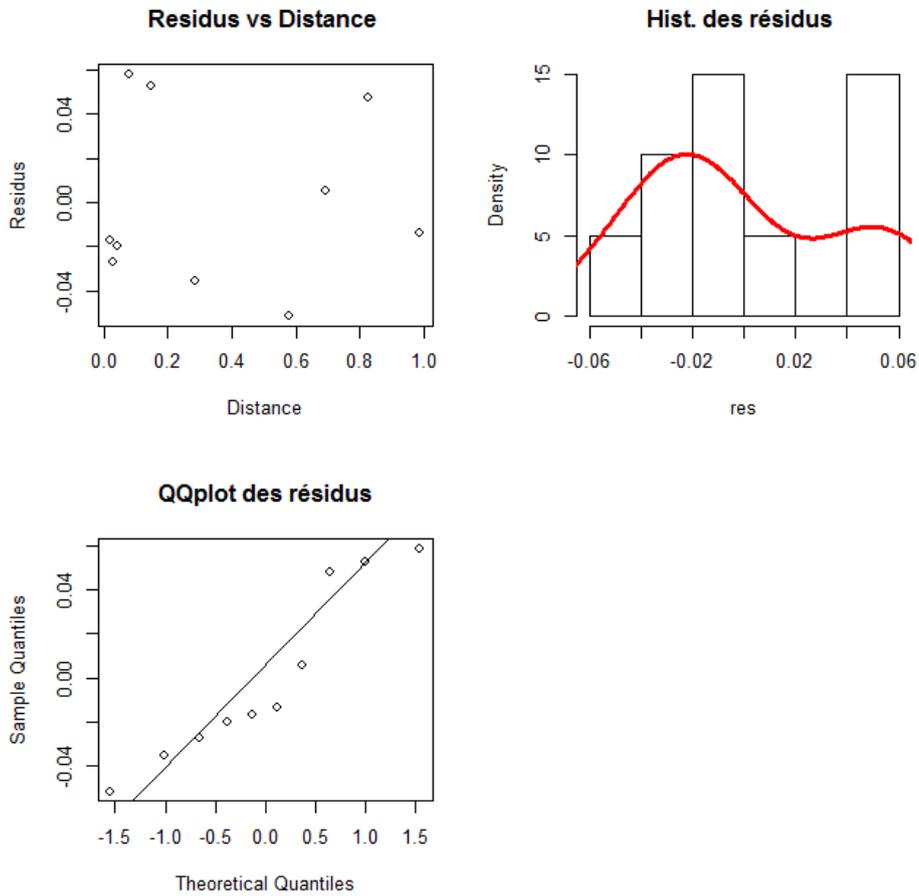


Figure 51 : Résidus de l'ajustement exponentiel sur la probabilité de détection en fonction de la distance



Diplôme : Master Sciences halieutiques et aquacoles
Spécialité : Halieutique
Spécialisation / option : Ressources et écosystèmes aquatiques
Enseignant référent : Etienne RIVOT

Auteur(s) : Lucie WANSCHOOOR
Date de naissance : 28/12/1994

Organisme d'accueil : UMR MARBEC ; Ifremer
Palavas les flots

Nb pages : 55 Annexe(s) : VI

Adresse : 51 route de Maguelone, 34250
Palavas les flots

Année de soutenance : 2017

Maître de stage : Jérôme BOURJEA

Dynamique spatio-temporelle au sein des lagunes palavasiennes de deux espèces côtières emblématiques : la daurade royale (*Sparus aurata*) et le loup (*Dicentrarchus labrax*)

Les lagunes côtières méditerranéennes présentent un intérêt écologique majeur, mais le manque de connaissances sur leur utilisation par les espèces exploitées ne permet pas de cerner leur rôle fonctionnel pour ces espèces. La dynamique spatiale de la daurade royale (*Sparus aurata*) et du loup (*Dicentrarchus labrax*) au sein des lagunes palavasiennes ont été étudiés par télémétrie acoustique passive. Au total 77 daurades et 19 loups ont été marqués dans le Prévost avec des transmetteurs acoustiques et suivis du 2 mai au 27 juin [moy: 31], SD=12]. Une forte résidence dans le Prévost et une faible connectivité avec les lagunes adjacentes ont été observées. L'aire du domaine vital intra-lagune obtenue par le Minimum Convex Polygon et le Kernel Utilization Distribution est limitée pour les deux espèces (<2,05km²). La zone centrale du domaine vital de la daurade est restreinte à la zone de forte disponibilité en nourriture, sous influence de la mer, et à la zone influencée par les eaux continentales pour le loup. L'influence de l'environnement, vent, températures lagune/mer, semble à ce stade, avoir peu d'influence sur le changement global de comportement spatial. Si les données de recapture semblent suggérer peu de pression de pêche sur la période (1 loup), à l'échelle du Golfe du Lion, le comportement cyclique migratoire de ces deux espèces a été suggéré par les statistiques de pêche de 2008 à 2015. Les résultats suggèrent qu'une gestion par lagune de l'exploitation de ces ressources peut offrir une approche prometteuse pour la mise en place d'une pêcherie durable de ces espèces.

Mots-clés : Télémétrie acoustique, *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, connectivité, résidence, domaine vital, lagunes méditerranéennes.

Spatio-temporal dynamics within the Palavasian lagoons of two emblematic coastal species : sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*)

The Mediterranean coastal lagoons are of considerable ecological interest, but the lack of knowledge about their use by exploited species does not make it possible to highlight their functional role for these species. The spatial dynamics of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) within the palavasian lagoons network have been studied using passive acoustic telemetry. A total of 77 sea bream and 19 sea bass were tagged in the Prevost with acoustic transmitters and followed from the May 2nd to June 27th [mean: 31d, SD=12]. Both species presented an important residency index in the Prevost as well as poor connectivity with adjacent lagoons. The home range in the Prevost lagoon obtained by the minimum convex polygon and the kernel utilization distributions is limited for both species (<2.05 km²). The core area (50% KUD) of the sea bream is restricted to a location of high food availability and influenced by the sea whereas for the sea bass the core area is influenced by continental waters. The influence of the environment factors such as wind, lagoon/sea temperatures, seems to not play a key role on the global change in the species' spatial behavior. While data suggest little fishing pressure over the period (1 sea bass), at scale of the Golfe du Lion, the cyclical migration behavior of these two species was suggested by fishing statistics from 2008 to 2015. The results also suggest that the management of of these two resources by lagoon may be an interesting approach to be investigated to improve the sustainable exploitation of these species.

Key Words: Acoustic telemetry, *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, connectivity, residency, home range, mediterranean lagoons.