

**PROJET DE FIN D'ÉTUDES
DU CYCLE INGENIEUR**

Présenté par

Sarraj Khaled

Spécialité: Génie Halieutique et Environnement (H.E)

**Étude de faisabilité d'un observatoire des
migrateurs amphihalins en mer
(France métropolitaine)**

Soutenu le 8 novembre 2018

Maîtres de stage :

Dr. Acou Anthony	UMS MNHN/AFB/CNRS PatriNat, Station marine de Dinard
Dr. Beaulaton Laurent	Pôle AFB/INRA Gest'Aqua, Rennes
Dr. Trancart Thomas	MNHN - UMR CNRS 7208 BOREA - Station Marine de Dinard
Pr. Feunteun Eric	MNHN - UMR CNRS 7208 BOREA - Station Marine de Dinard

Stage effectué du : 01/03/18 au 31/09/18

À : Station de biologie marine de Dinard (C.R.E.S.C.O), 38 Rue du Port Blanc, 35800
Dinard, France

Année 2017/2018

Dédicaces

À mes chers parents Mohamed et Monia

Je vous rends hommage par ce modeste travail comme témoin de ma reconnaissance éternelle et mon infini amour.

Merci d'avoir été toujours à mes côtés et pour la myriade de façons avec lesquelles vous m'avez activement supporté et soutenu pour atteindre et réaliser mes objectifs. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui. Que dieu vous protège.

À mes chères sœurs Chaima et Chirine et mon frère Hamza. *Merci énormément pour le soutien plus que précieux que vous m'avez fourni pendant ces années. Vos encouragements m'ont été d'un véritable intérêt quand je manquais de motivation et pendant mes périodes de doutes.*

À mes chers amis Khalil, Dorra et Fédi. *Je ne pourrais jamais réaliser ce travail sans vos conseils, vos recommandations et votre aide précieuse malgré la distance. Vous étiez toujours disponible quand il le fallait et je te dédie ce modeste travail comme témoin de ma gratitude.*

À mon meilleur ami Bastien (Bastouille),

Je ne sais pas vraiment par où commencer. Tu étais et tu es toujours là pour moi. Merci de m'avoir soutenu dans tout ce que je faisais de toutes les manières possibles, merci d'être assez proche malgré tes engagements. En témoignage de l'amitié qui nous unit et de nos souvenirs et nos moments partagés, je te dédie ce travail.

À tous les stagiaires travaillant à la station Marine de Dinard (Clément, Alex, Thomas, Aliénor et **Angéla), *merci pour vos aides inestimables dans mes analyses, je vous dédie ce travail en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Mon stage ne serait pas aussi radieux sans vos présences chaleureuses et bienveillantes. Vous me connaissez mieux que quiconque et c'est réciproque.*

À tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur.

À tous ceux qui ont contribué dans l'élaboration de ce travail.

Merci à vous.

Remerciements

J'adresse tout d'abord ma gratitude à mon professeur **Mme Jamila BEN SOUISSI**, pour son encadrement scientifique de qualité, ses directives, ainsi que pour la confiance qu'elle m'a accordée tout au long de l'élaboration de ce travail. En mettant à ma disposition son temps, sa vaste connaissance et son soutien scientifique.

Je remercie énormément **M. Éric FEUNTEUN**, le directeur de la station marine de Dinard pour m'avoir accordé l'opportunité d'effectuer ce travail dans les meilleures conditions. Je lui suis redevable pour son aide continue au cours de l'élaboration de ce travail et pour sa disponibilité au quotidien. Je lui témoigne toute ma gratitude pour son inestimable appui.

Pour son encadrement, sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements permanents, j'adresse toutes les expressions de gratitude et de reconnaissance à mon encadrant **M. Anthony ACOU**. Je te suis très reconnaissant pour le savoir que tu m'as légué, ton encadrement judicieux, tes conseils propices, ton soutien scientifique et moral ainsi que pour tes qualités humaines que j'admire.

Mes profonds remerciements s'adressent aussi à **mes encadrants Laurent BEAULATON et Thomas TRANCART** pour tous les conseils et les astuces qu'ils m'ont prodigués. Pour la patience et la confiance qu'ils m'ont témoignées et qui ont été déterminants dans la réalisation de ce travail.

J'adresse toute ma gratitude envers **ELIOT Sophie** pour son aide très précieuse et son soutien considérable. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

Je remercie énormément tous les membres de la station marine de Dinard pour leur encouragement et l'aide qu'ils m'ont apporté durant ce stage.

Je voudrais aussi exprimer mes sincères remerciements à la DPMA, et aux chefs de campagnes de l'IFREMER qui ont bien voulu nous transmettre ces données.

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur **Hatem CHAAR**, Maître de conférence à l'INAT et Madame **Emna SOUFI**, Maître assistante habilitée au Département GHE pour l'intérêt qu'ils apportent à ce travail et pour avoir accepté de juger ce PFE.

Résumé

Les phases marines des migrateurs amphihalins sont à ce jour extrêmement mal connues. Ce manque remarquable de connaissance est lié au fait que ce sont des espèces difficiles à capturer avec les engins classiquement utilisés en mer, et/ou à faible valeur halieutique (elles sont généralement mises à l'eau sans avoir été enregistrées comme capture accidentelle). Dans un contexte de déclin d'une majorité de ces espèces, il semble nécessaire d'améliorer les connaissances de ces espèces en particulier dans le milieu marin. La mise en œuvre des politiques publiques de leur conservation (e.g. Directive Cadre Stratégie Milieu Marin) prévoit par ailleurs une évaluation de leur état écologique à l'horizon 2020. L'objectif de ce projet de fin d'étude est de déterminer si les suivis et données existants sont suffisants pour renseigner un observatoire de ces espèces en mer ou s'il est nécessaire de mettre en place des suivis spécifiques. Pour vérifier cela, un état des lieux des suivis et données disponibles en mer a d'abord été réalisé. Les sources de données potentielles ont été recherchées (i) au travers des différents dispositifs réglementaires de protection, (ii) des suivis scientifiques et professionnels et (iii) des données déclaratives. Cet état des lieux original a permis de mettre en évidence le potentiel intéressant des suivis existants. Ensuite, des analyses qui ont permis de caractériser les données collectées dans le cadre du stage ont été réalisées. Ces analyses montrent que, dans les suivis halieutiques, les amphihalins sont des espèces à occurrences rares (< 1% des captures totales) comparativement aux espèces commerciales. Au sein des amphihalins, il faut cependant distinguer des espèces moins rares (*Liza ramada*, *Platichthys flesus*, *Alosa alosa*, *Alosa fallax*) que d'autres (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis*, *Osmerus eperlanus*, *Anguilla anguilla*, *Salmo salar*, *Salmo trutta trutta*). La caractérisation qualitative des données a été testée en modélisant la distribution en mer du mulot porcin au niveau du golfe de Gascogne. Les prédictions du modèle indiquent, conformément à la littérature, que la reproduction de cette espèce se déroule en automne (septembre à novembre) avec une présence particulièrement forte pendant toutes les saisons dans l'estuaire de la Garonne et des pertuis Charentais. En conclusion, ce projet a permis de montrer tout le potentiel des données existantes pour évaluer au moins l'occurrence de certaines espèces dans le milieu marin et identifier certaines pressions de pêches.

Mots-clés : Amphihalin, milieu marin, occurrence, état des lieux, France métropolitaine

Abstract

The marine phases of migrating diadromous fish species are until today poorly documented. This lack of knowledge is related to the fact that these species are difficult to catch with classic fishing gear, and/or with low commercial value. They are also generally released without being recorded as accidental captures. In the context of a decline of most of these species, it seems necessary to improve knowledge dealing with their marine environment. The implementation of public policies of their conservation (e.g. Framework Directive Strategy Marine Environment) intend to evaluate their ecological status by 2020.

The objective of this project is to study if the existing survey and data are sufficient for an observatory of these species at sea or if it is necessary to conduct further specific monitoring ? For this purpose, the state of art of existing data was carried out. Potential data sources were required (I) through various lawful devices of protection, (II) scientific and professional surveys and (III) of the declaratory data.

The initial inventory highlighted the disponibility of an important database from previous monitoring. The present work showed that, in commercial fish catches, the amphihalins are species with rare occurrences (< 1% of total catches) compared to the commercial fish species.

Within the diadromous fish species, it is necessary however to distinguish very rare species (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis*, *Osmerus eperlanus*, *Anguilla anguilla*, *Salmo salar*, *Salmo trutta trutta*) than others considered rare such as *Liza ramada*, *Platichthys flesus*, *Alosa alosa*, *Alosa fallax*. The qualitative characterization of the data was tested by modelling the distribution at sea *Liza ramada* on the level of the Bay of Biscay. The predictions of the model indicate, in accordance with literature, that the reproduction of this species occurs in autumn from September to November with a particularly strong presence during every season in the estuary of the Garonne and the Charente-native sluices.

As a conclusion, this project highlights the potential of the existing data to evaluate at least the occurrence of certain species in marine environment and to identify fishing pressures.

Keywords: diadromous fish species, marine environment, occurrence, inventory of fixtures, Metropolitan France.

الملخص:

جلّ المراحل البحرية التي تمر بها الأسماك المهاجرة غير معروفة حتى الآن ويرجع ذلك لصعوبة إصطيادها باستخدام معدات و طرق الصيد تقليدية. ويعود ذلك أيضا لضعف قيمتها التجارية حيث يتم عادة إطلاقها دون تسجيلها كصيد. وقد إنجر عن ذلك تراجع المعلومات عن أغلب هذه الأنواع من الأسماك لذلك إستوجب علاوة على معرفة هذه الانواع خاصيتها في البيئة البحرية. كما أن تنفيذ السياسات العامة لحمايتها (الاستراتيجية الإطارية البحرية) يفرض أيضا تقييمًا لحالتها البيئية بحلول عام 2020. والهدف من مشروع ختم الدروس هذا هو تحديد ما إذا كانت المراقبة والبيانات الموجودة كافية لإنشاء مرصد لهذه الأنواع في البحر أو إذا كان من الضروري تعزيزه بمعطيات إضافية. وللتحقق من ذلك ، تم إجراء جرد للبيانات المتاحة لهذه الانواع في البحر. أولاً و لبلوغ هذا الهدف تم البحث عن المصادر المحتملة للبيانات و ذلك من خلال مختلف المعلومات المتواجدة بوسائل الحماية و التنظيم ، المراقبة العلمية والمهنية و التقارير. وقد أبرزت هذه المعطيات بالنسبة لفرنسا أن هناك العديد من المعلومات المتوفرة والهامة. ثم أجريت التحليلات التي جعلت من الممكن توصيف البيانات التي تم جمعها خلال مشروع ختم الدروس. وتبين هذه التحليلات أن الأسماك المهاجرة هي أنواع نادرة مقارنة بالأنواع التجارية كما تم تصنيف هذه الأسماك المهاجرة إلى أسماك نادرة. (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis*, *Osmerus eperlanus*, *Anguilla anguilla*, *Salmo salar*, *Salmo trutta trutta*) تم اختبار التوصيف النوعي للبيانات المجمعة عن طريق نمذجة توزيع *Liza ramada* في البحر على مستوى خليج جاسكون. وتشير تنبؤات النموذج ، وفقاً للمراجع العلمية الموجودة ، إلى أن تكاثر هذا النوع يتم في فصل الخريف (من سبتمبر إلى نوفمبر) مع ظهور مكثف طيلة السنة في مَصَبّ النهر غارون و بيرتويس تشارينتيس. في الختام ، أظهر هذا البحث ماتملكه البيانات الحالية من قدرة على إثبات و تقييم ظهور بعض أنواع الأسماك في البحر وتحديد بعض ضغوطات الصيد .

المفاتيح: الأسماك المهاجرة , مرصد, البيئة البحرية, ظهور, تحيين قاعدة المعلومات, فرنسا متروبوليتان .

Table des matières

I.	Introduction.....	1
II.	Matériels et méthodes	4
1.	Généralités sur les amphihalins	4
2.	État de conservation.....	6
3.	Réglementations.....	7
4.	État des connaissances sur les amphihalins en mer en France métropolitaine	9
5.	États des lieux des données disponibles en mer	12
a)	Réglementaire	13
i.	Définition du milieu marin	13
ii.	Réglementations	14
	➤ Échelle internationale.....	14
	➤ Échelle européenne	14
	➤ Échelle nationale.....	14
iii.	Les suivis disponibles en mer.....	15
	➤ Campagnes scientifiques DCF (Data Collection Framework)	15
	➤ Données issues du programme OBSMER	18
	➤ Données déclaratives : pêche professionnelle	19
	➤ Données déclaratives : pêche récréative.....	20
	➤ Autres types de suivis	20
6.	Caractérisation de la quantité et de la qualité des données acquises	21
a)	Caractérisation quantitative.....	21
b)	Caractérisation qualitative : modélisation de l'occurrence du mulot porc en mer	21
i.	Choix de l'espèce	21
ii.	Cycle biologique de mulot porc.....	21
iii.	Données considérées : nettoyage et extraction	22

iv. Analyses statistiques utilisées.....	24
➤ Modèle linéaire généralisé	24
➤ Sélection des variables explicatives	25
➤ Sélection du meilleur modèle	27
➤ Carte des prédictions sur une grille de 20 × 20 km.....	27
7. Evaluation de la pression de pêche : DDTM, France Agrimer, OBSMER	28
III. Résultats.....	29
1. Bilan des données et suivis disponibles	29
a) Pêche professionnelle.....	29
b) Pêche de loisir	30
c) Pêche scientifique.....	30
d) Pêche professionnelle à bord.....	31
e) Autres sources des données.....	31
2. Caractérisation et cartographies des données collectées.....	32
3. Modélisation de l'occurrence de Mulet porc	37
a) Choix des variables explicatives	37
b) Sélection du modèle le plus parcimonieux.....	37
c) Cartes de prédiction.....	39
d) Comparaison avec la carte INPN	41
4. Identifications de la pression de pêche	42
IV. Discussion	44
Conclusion générale.....	47
Bibliographie	48
Annexe	

Table des figures

Figure 1. Migrations et étapes du cycle de vie des espèces anadromes, catadromes et amphidromes (d'après McDowall, 1997).....	5
Figure 2. La délimitation maritime de la France métropolitaine.....	13
Figure 3. Zone d'intervention des principales campagnes à la mer menées par l'IFREMER sélectionnées dans la base Harmonie.	18
Figure 4. Cycle de vie du Mulet porc dans le bassin de la Loire d'après Sauriau (1990b), Gautier and Hussenot (2005), Trancart (2011) et Keith et al. (2011)	22
Figure 5. Présence de Mulet porc dans la base OBSMER en France métropolitaine (à gauche en bas : données brutes de l'ensemble des données de présence de mulet porc, ; à droite : données de présence sélectionnée selon la procédure détaillée ci-dessus).....	24
Figure 6. Étapes de la création de la base de données Harmonie sur les déclarations de pêche maritime professionnelle.	29
Figure 7. État des lieux des différents types de pêche de loisir en France métropolitaine.....	30
Figure 8. Capture des amphihalins dans les différentes campagnes DCF (CGFS, EVHOE, IBTS, Medits).....	31
Figure 9. Lamproie sur un requin pèlerins (extraction vidéo, APECS)	32
Figure 10. Pourcentage de capture des différentes espèces amphihalines lors des campagnes OBSMER, CGFS, EVHOE, IBTS et Medits.	33
Figure 11. Occurrence brute des captures des amphihalins très rare (données des campagnes OBSMER, CGFS, EVHOE, IBTS et Medits (R core Team, 2018 ; © MNHN, Khaled Sarraj).	34
Figure 12. Occurrence brute des captures des amphihalins moins rare (données des campagnes OBSMER, CGFS, EVHOE, IBTS et Medits (R core Team, 2018 ; © MNHN, Khaled Sarraj).	36
Figure 13. Matrice de corrélation entre les variables explicatives ciblées. Le coefficient de corrélation « r » ([0 ; 1]) est indiqué au centre des panneaux sur la partie droite de la figure, tandis que les tendances observées (avec une courbe de lissage « smooth »).....	37
Figure 14. Prédiction des probabilités d'occurrence de mulet porc (<i>Liza ramada</i>) dans le golfe de Gascogne durant les quatre saisons, a) printemps, b) été, c) automne, d) hiver. Les prédictions sont réalisées à partir de l'équation 1 (eq.1) et utilisent les données de la campagne OBSMER. (R Core Team 2018, © MNHN, Khaled Sarraj).....	40

Figure 15.Taille moyenne (mm) de Mulet porc capturées dans les campagnes OBSMER sur les quatre saisons (printemps, été, automne, hiver).....	41
Figure 16. La présence de Mulet porc en France métropolitaine selon l'INPN	42
Figure 17: Quantité de mulet capturées entre 2010 et 2018 dans différents zones de pêche collectées par France Agrimer (campagne Visiomer)	43

Liste des tableaux

Tableau 1. Classement des migrateurs amphihalins dans la liste rouge des espèces menacées de l'UICN et de la DHFF à l'échelle de la France métropolitaine. CR = en danger critique ; VU = vulnérable ; NT = quasi menacée ; LC = préoccupation mineure ; DD = Données insuffisantes ; U2 = Défavorable mauvais ; XX = Inconnu ; ABS = Absente ; P.E = Pas d'évaluation.....	7
Tableau 2. L'inscription des espèces amphihalines dans les différentes directives ou conventions.....	9
Tableau 3. Synthèse des connaissances concernant le régime alimentaire et la distribution des amphihalins en mer.	12
Tableau 4. Liste des campagnes à la mer potentiellement pertinentes pour les amphihalins et recensées dans la base de données Harmonie	17
Tableau 5. Résultat du test ANOVA du modèle sélectionné concernant la variable « probabilité de l'occurrence ». L'équation précise de ce modèle est énoncée en légende ci-dessous.	38
Tableau 6. Tolérance de mulot porc (<i>Liza ramada</i>) face aux variables environnementales étudiées dans le golfe du Gascogne (données de campagne OBSMER). Les engins utilisés sont les suivants : PTM, GTR, OTB.	39
Tableau 7: Nombre d'individus par espèce amphihaline capturés par des filets fixes en Loire-Atlantique.	43
Tableau 8. Synthèse des données acquises en France métropolitaine.....	55
Tableau 9. Liste des 26 DDTM de façade possédant un service délégué à la mer et au littoral	63

Liste des abréviations

AFB	: Agence Française pour la Biodiversité
AIC	: Akaike Information Criterion
APECS	: Association pour l'Étude et la Conservation des Sélaciens
AUC	: Area Under the Curve
CGFS	: Channel Ground Fish Survey
CIEM	: Conseil International pour l'Exploration de la Mer
CITES	: Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CMEA	: Commission pour le Milieu Estuarien et les poissons Amphihalins
CMS	: Convention on Migratory Species
CNPMEM	: Comité national des pêches maritimes et des élevages marins
COGEPOMI	: COmité de GEstion des POissons Migrateurs
CRPMEM	: Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins
DCF	: Data Collection Framework
DCSMM	: Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin
DHFF	: Directive Habitat Faune Flore
DML	: Délégation à la mer et au littoral
DPMA	: Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture
EUNIS	: European Nature Information System
EVHOE	: EValuation Halieutique de l'Ouest de l'Europe
GLM	: Generalised Linear Model
GOV	: Chalut de fond à Grande Ouverture Verticale
GTR	: Filet trémail
GVIF	: Generalized variance-inflation factors
IBTS	: International Bottom Trawl Survey
IFREMER	: Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IMA	: Institut Milieu Aquatique
MARS3D	: Model for Applications at Regional Scale
MEDITS	: MEDIterranean Trawl Survey
OBSMER	: Observations des captures en mer
OdP	: Opération de Pêche
OSPAR	: Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est
OTB	: Chalut de fond à panneaux
PELAGIS	: Systèmes d'Observation pour la Conservation des Mammifères et Oiseaux Marins
PGA	: Plan de Gestion Anguille
PNM	: Parc Naturel Marin
PTM	: Chalut-bœuf pélagique
ResGasc	: Ressource de Gascogne
SIG	: Système d'Informations Géographiques
SIH	: Système d'Informations Halieutiques
STRANAPOMI	: Stratégie nationale de gestion pour les poissons migrateurs
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNCLOS	: United Nations Convention on the Law of the Sea

I. Introduction

Les migrateurs amphihalins présentent la particularité d'effectuer au cours de leur cycle de vie des migrations entre les milieux marins et dulçaquicoles. En France métropolitaine, onze espèces amphihalines sont présentes (Béguer *et al.*, 2007). Elles se répartissent en deux catégories: les anadromes qui effectuent la majorité de leur croissance en mer et se reproduisent en eau douce (e.g. *Salmo salar* (saumon atlantique), *Salmo trutta* (truite de mer, écotype amphihalin de la truite commune), *Osmerus eperlanus* (éperlan), *Alosa alosa* (grande alose), *Alosa fallax* (alose feinte), *Petromyzon marinus* (lamproie marine), *Lampetra fluviatilis* (lamproie fluviatile) et *Acipenser sturio* (esturgeon européen)) et les catadromes qui, à l'inverse, effectuent l'essentiel de leur croissance en eau douce et se reproduisent en mer (*Anguilla anguilla* (anguille européenne), *Liza ramada* (mulet porc) et *Platichthys flesus* (flet)).

Le cycle de vie complexe de ces espèces les rend particulièrement vulnérables à la multiplicité des pressions environnementales et anthropiques qu'ils subissent au cours des différentes phases de leurs cycles biologiques. Parmi eux, la pression de pêche, l'altération des habitats essentiels et de leur connectivité sur le continuum terre/mer sont généralement avancés (Lasne *et al.*, 2011 ; Limburg *et al.*, 2009). Ces espèces sont souvent considérées comme menacées, vulnérables, ou en deçà de leurs limites biologiques de sécurité, avec pour certaines, un déclin annoncé dans certaines zones biogéographiques dans le contexte du réchauffement climatique (Lassalle, 2009 ; Limburg *et al.*, 2009).

Compte tenu à la fois de leur vulnérabilité particulière, de leur mauvais état de conservation des enjeux socio-économiques et patrimoniaux associés, les migrateurs amphihalins sont parmi les espèces aquatiques les plus protégées réglementairement. Ils bénéficient de mesures de protection de la biodiversité (CITES ou DHFF par exemple), y compris dans le domaine marin (UNCLOS, OSPAR) mais aussi via des réglementations spécifiques (règlement européen anguille ou articles L436-11 et R436-44 à R434-68 du code de l'environnement par exemple). Outre la pêche, les autres usages impactant ces espèces, sont aussi réglementés au titre des migrateurs, comme les obstacles à la continuité écologique (article L214-17 du code de l'environnement).

La gestion des poissons migrateurs amphihalins est réalisée en France à l'échelle des Comité de gestion des poissons migrateurs (COGEPOMI). C'est une instance officielle qui fixe les règles qui s'appliqueront aux pêcheries en concertation avec entre autres les principaux

usagers (pêcheurs professionnels ou amateurs, en eau douce comme en mer), des propriétaires riverains, des associations, des scientifiques, etc. C'est grâce à cette instance que des mesures de gestion comme par exemple les TAC (ou totaux autorisés de capture) qui fixent le nombre maximal de saumons qui peut être prélevé par bassin tout en préservant le stock ont été mises en œuvre. Ce comité a également pour vocation la mise en œuvre d'un plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI) dont les grandes orientations sont définies par la Stratégie nationale des poissons migrateurs (STRANAPOMI). Aussi les mesures de gestion prises depuis les années 1980 pour restaurer ces populations globalement fragilisées concernent principalement le milieu continental. Dans ce contexte, l'amélioration des connaissances sur les habitats marins et les phases marines des amphihalins revêt une importance tant scientifique que dans le cadre de la mise en œuvre et en cohérence des politiques publiques de leur conservation. Ce manque de connaissances rend pour l'instant hors d'atteinte l'évaluation de l'état écologique et des pressions des amphihalins en mer qui sont des obligations réglementaires pour entre autres la Directive Cadre Stratégie Milieu Marin (DCSMM), la Directive Habitat Faune Flore (DHFF) ou encore la convention Oslo-Paris (OSPAR). Il est à noter que la seule évaluation disponible est une évaluation qualitative et à dire d'expert réalisé dans le cadre de la DCSMM (Thiriet *et al.*, 2017).

Ce manque de connaissance est directement lié à la difficulté de capturer et suivre ces espèces amphihalines en mer avec les engins classiquement utilisés. Les données potentielles que constituent les captures faites par les pêcheurs professionnels ne sont pas toujours transmises aux institutions ou aux scientifiques, et ne sont pas bancarisées ni centralisées. La plupart des espèces concernées n'ont pas ou peu de valeur halieutique et sont souvent remises à l'eau sans avoir été renseignées comme captures accidentelles (Lasne *et al.*, 2011 ; Acou *et al.*, 2013). Le réseau OBSMER (Pêcheurs professionnels / Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture / IFREMER) constitué d'observateurs embarqués sur des navires commerciaux constitue néanmoins une source de données exploitable (Trancart *et al.*, 2014). De même, les données de capture sur les amphihalins en mer issues des différentes campagnes de suivis réalisées par l'IFREMER, peu mobilisé sur ces espèces, semblent largement sous-exploitées (Lasne *et al.*, 2011 ; Acou *et al.*, 2013).

C'est dans ce cadre que s'intègre ce projet de fin d'études, avec comme objectif principal de déterminer si les suivis et données existants sont suffisants pour renseigner un observatoire de ces espèces en mer ou s'il est nécessaire d'adapter les suivis existants et/ou mettre en place des suivis spécifiques. Cet observatoire aurait pour vocation à terme d'évaluer pour chacune

des espèces les états écologiques et les niveaux de pression (pêche, dégradation de l'habitat, etc.) en accord avec les objectifs des différentes directives du milieu marin (DCSMM, DHFF ; OSPAR, etc.). Parmi ces indicateurs d'état (niveaux d'abondance, structure de population, etc.), la distribution et l'identification des habitats marins et côtiers fréquentés par ces espèces amphihalines semblent être une première étape importante dans la connaissance et gestion de ces espèces.

Pour vérifier cela, un état des lieux des suivis et données disponibles en mer a été réalisé. Les sources de données potentielles ont été recherchées (i) au travers des différents dispositifs réglementaires de protection, (ii) des suivis scientifiques et professionnels et (iii) des données déclaratives. Cet état des lieux original permet de mettre en évidence le potentiel intéressant des suivis existants, et sera très utile dans la perspective de l'observatoire pour faciliter la recherche et collecte des données. Sur la base des données collectées dans le cadre du stage, un certain nombre d'analyses ont été réalisées. Elles ont consisté à caractériser les jeux de données collectées d'un point de vue quantitatif (nombre total d'individus par espèce, poids par rapport aux espèces commerciales, période considérée, etc.), qualitatif (validation et fiabilité des données) et aussi à réaliser, pour chacune des 11 espèces amphihalines, une carte de distribution de l'occurrence (présence/absence) brute par agrégation des données collectées. Afin de renseigner les éventuels biais liés à l'utilisation des cartographies des données brutes, une comparaison de l'occurrence brute vs modélisée a été réalisée. Parce qu'il n'était pas possible de réaliser ce travail pour l'ensemble des espèces dans le cadre de ce stage, ce travail de modélisation a porté sur le mulot porc *Liza ramada*, espèce amphihaline relativement fréquente dans les bases de données, et dont la distribution en mer reste peu connue. Enfin pour cette même espèce, certaines pressions de pêche ont été identifiées à l'aide des données collectées.

II. Matériels et méthodes

1. Généralités sur les amphihalins

Les migrateurs amphihalins (ou diadromes) présentent la particularité d'effectuer des migrations entre environnements marin et dulçaquicole (Figure 1). Une migration par définition, est un déplacement périodique (saisonnier) et prévisible (Feunteun, 2002). Pour migrer, les amphihalins mettent en place des modifications morpho-anatomiques et physiologiques conséquentes qui leur permettent de s'adapter à différents niveaux de salinité du milieu à un moment clé de leur cycle biologique (e.g. : smoltification chez les salmonidés, argenture chez l'anguille, métamorphose chez les lamproies). En fonction de la direction et de la finalité des migrations (Myers, 1949; McDowall, 1997 ; Gross *et al.* 1988), trois catégories sont considérées au sein des diadromes :

- i) Les anadromes (e.g. salmonidés, aloses, lamproies) sont des espèces qui effectuent la majorité de leur croissance en milieu marin et qui se reproduisent en eau douce
- ii) Les catadromes (e.g. anguille, flet, mulot) qui ont l'inverse, sont des espèces qui effectuent l'essentiel de leur croissance entre eau douce et se reproduisent en mer.
- iii) Les amphidromes qui effectuent des migrations successives entre les deux milieux, pour des raisons autres que la reproduction, notamment pour s'alimenter voire se réfugier. L'amphidromie concerne principalement des espèces dont la reproduction s'effectue en eau douce et dont les larves migrent en mer rapidement après l'éclosion (McDowall, 1987). À noter que ces espèces sont rencontrées dans les territoires et départements ultramarins (Antilles, Guyane, Pacifique, etc.) mais pas en France métropolitaine.

En France métropolitaine, 11 espèces amphihalines sont recensées (Beguir *et al.*, 2007). Parmi elles, 8 espèces anadromes (l'esturgeon européen : *Acipenser sturio*, Linnaeus, 1758 ; la grande alose : *Alosa alosa*, Linnaeus, 1758 ; l'aloise feinte : les 2 sous-espèces *Alosa fallax fallax* et *Alosa fallax rhodanensis*, Lacépède, 1803 ; l'éperlan d'Europe : *Osmerus eperlanus*, Linnaeus, 1758 ; la truite de mer : *Salmo trutta*, Linnaeus, 1758 ; la lamproie fluviatile : *Lampetra fluviatilis*, Linnaeus, 1758 ; la lamproie marine : *Petromyzon marinus*, Linnaeus, 1758 ; et le saumon atlantique : *Salmo salar*, Linnaeus, 1758), et 3 espèces catadromes (le mulot porc : *Liza ramada*, Risso, 1827 ; le flet commun : *Platichthys flesus*, Linnaeus, 1758 ; et l'anguille européenne : *Anguilla anguilla*, Linnaeus, 1758).

Ces espèces effectuent des déplacements dans le milieu marin, soit pour rejoindre leur zone de croissance (cas de saumon atlantique au large du Groenland (Dumas *et al.*, 1981)), ou de reproduction (cas de l'anguille européenne dans la mer des Sargasses ; Righton *et al.*, 2016). La majorité des amphihalins en France métropolitaine sont des espèces anadromes (72%). Cela peut être expliqué par le différentiel de productivité observé entre le milieu marin et le milieu continental (Gross, 1988). En effet, quand la productivité du milieu marin est plus importante que le milieu continental comme observée sous nos latitudes (40°- 50° Nord), alors l'anadromie est favorisée (Gross, 1988 ; Benchetrit, 2013). A noter que la diadromie peut être facultative traduisant une certaine plasticité phénotypique du comportement migratoire. La truite commune présente par exemple au sein d'un même bassin des écotypes migrants et sédentaires (Cucherousset *et al.*, 2005). De même, certains juvéniles d'anguilles ne pénètrent jamais en eau douce et réalisent l'ensemble de leur cycle biologique dans le milieu marin (Bergstedt *et al.*, 1995; Tsukamoto *et al.* 2002; Daverat *et al.*, 2006). Cette diadromie facultative peut être naturelle et influencée par les « traits de caractère » (polytypisme) des individus naturellement « aventuriers » ou plus « résidents » (Jonsson et Jonsson ; 1993). Elle peut également être contrainte par la présence des barrages (cas des lamproies 'landlocked' aux USA, Bergstedt *et al.*, 1995).

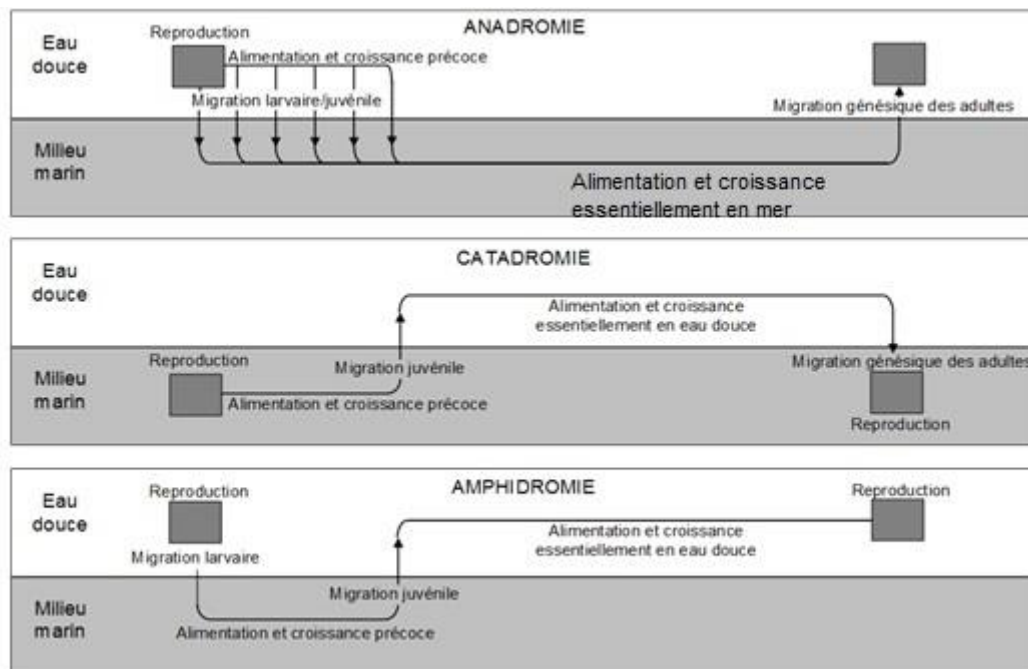


Figure 1. Migrations et étapes du cycle de vie des espèces anadromes, catadromes et amphidromes (d'après McDowall, 1997).

Les traits d'histoire de vie des espèces amphihalines varient selon l'espèce et le comportement de migration (cycle de vie). Au cours de leur cycle de vie, certaines espèces ne se reproduisent qu'une seule fois (espèce semelpare, exemple : anguille, Tesch, 1977) tandis que d'autres montrent plusieurs événements de reproduction (espèce itéropare, exemple : esturgeon ; Rochard, 2001). Afin d'effectuer des migrations qui peuvent être distantes de plusieurs milliers de kilomètres (cas de l'anguille et du saumon), les espèces amphihalines présentent un besoin vital d'accumulation de réserves énergétiques (« capital » ou « income breeding ») afin d'assurer au maximum la ou les reproductions (Jager *et al.*, 2008). Enfin, certains amphihalins comme les salmonidés (McDowall, 2001) ou l'esturgeon (Lassalle *et al.*, 2010) présentent un comportement de « homing », c'est-à-dire que les individus sont capables de se reproduire à l'endroit même où ils sont nés (Lassalle *et al.*, 2010).

2. État de conservation

Une première évaluation de l'état de population des espèces amphihalines est réalisée dans le cadre de la liste rouge des espèces menacées de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature ; Tableau 1). Cette évaluation montre un état de population dégradé (de CR à NT) pour une majorité (63,6% ; 7/11) d'espèces amphihalines, avec l'esturgeon et l'anguille qui ont les statuts les plus préoccupants (CR).

L'évaluation réalisée dans le cadre des espèces inscrites dans la directive de la DHFF (2013) confirme un état défavorable mauvais (U2) pour la majorité de ces espèces notamment dans le milieu marin atlantique. Selon la DHFF, le milieu marin atlantique débute à partir de l'aval de la limite transversale de la mer (inclus les lagunes côtières) jusqu'à la zone économique exclusive (ZEE). Et le milieu marin méditerranéen englobe la zone de protection écologique (ZPE) et les eaux territoriales (article 56.1.b de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer).

Tableau 1. Classement des migrateurs amphihalins dans la liste rouge des espèces menacées de l'UICN et de la DHFF à l'échelle de la France métropolitaine. CR = en danger critique ; VU = vulnérable ; NT = quasi menacée ; LC = préoccupation mineure ; DD = Données insuffisantes ; U2 = Défavorable mauvais ; XX = Inconnu ; ABS = Absente ; P.E = Pas d'évaluation.

Espèces	Évaluation liste rouge UICN France (2010)	Évaluation DHFF	
		Marin atlantique	Marin méditerranéen
<i>Acipenser sturio</i>	CR	U2	ABS
<i>Alosa alosa</i>	VU	U2	ABS
<i>Alosa fallax</i>	VU	XX	XX
<i>Lampetra fluviatilis</i>	VU	U2	U2
<i>Petromyzon marinus</i>	NT	XX	XX
<i>Saumon atlantique</i>	VU	U2	ABS
<i>Salmo trutta</i>	LC	P.E	ABS
<i>Osmerus eperlanus</i>	LC	P.E	P.E
<i>Anguilla anguilla</i>	CR	P.E	P.E
<i>Platichthys flesus</i>	DD	P.E	P.E
<i>Liza ramada</i>	LC	P.E	P.E

3. Réglementations

Ces espèces sont parmi les espèces aquatiques les plus protégées réglementairement par des conventions de protection de la biodiversité (Berne, Bonn, etc.) y compris marine (UNCLOS, DHFF, DCSMM, etc.) mais aussi par des réglementations plus spécifiques (décret amphihalin, etc.).

Au niveau international, il existe :

- La Convention de **Berne** qui mentionne dans l'annexe II intitulé « espèces de faune strictement protégées » l'esturgeon européen et dans l'annexe III sous un titre « espèces de faune protégées » les deux espèces d'aloses et de lamproies ainsi que le saumon atlantique. Le but de cette convention est d'obliger les pays signataires à suivre des mesures législatives efficaces et d'interdire toute action qui puisse nuire à la préservation des espèces listées (Conseil de l'Europe, 1979).

- La Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (**UNCLOS**) suggère dans ses articles 67 et 68 la préservation des stocks anadromes et catadromes dans les zones intérieures (des cours d'eau jusqu'aux limites extérieures des zones économiques exclusives) (Davidson, 1997).
- La Convention sur le commerce international des espèces Faune et flore sauvage menacées d'extinction (**CITES**) qui met une certaine protection pour l'esturgeon européen qui est cité dans l'annexe I : « Le commerce de leurs spécimens n'est autorisé que dans des conditions exceptionnelles ». L'Anguille européenne est dans l'annexe II qui regroupe toutes les espèces qui ne sont pas obligatoirement menacées d'extinction : « le commerce des spécimens doit être réglementé pour éviter une exploitation incompatible avec leur survie » (CITES, 2011).
- La convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (**OSPAR**) : celle-ci considère les espèces amphihalines (Esturgeon européen, Anguille européenne, Grande Alose, Lamproie marine, Truite de mer et le Saumon atlantique) comme des espèces nécessitant une protection prioritaire partout où l'habitat est présent dans les cinq régions OSPAR, respectivement les eaux arctiques, mer du Nord, mers celtiques, le golfe de Gascogne et les côtes ibériques (OSPAR, 2008).
- La convention de Bonn (**CMS**) a comme but de conserver les espèces migratrices appartenant à la faune sauvage par des mesures de protection sévère des espèces migratrices terrestres, marines et aériennes que ce soit en danger d'extinction ou dont l'état défavorable sur leurs aires de répartition (CMS, 2003).
- La convention de **Barcelone** cible la protection des milieux marin et côtier par des protocoles spécifiques notamment sur les zones de hautes valeurs patrimoniales, les aires marines protégées contre la pollution, pêche et tout acte destructif. De ce fait, les espèces amphihalines sont soumises à des protections indirectes.

À l'échelle européenne, il y a :

- La Directive Habitat Faune et Flore (**DHFF**) qui vise la protection, le rétablissement des habitats naturels et des habitats des espèces d'intérêt communautaire. Parmi ces espèces, il y a l'aloise feinte (*Alosa fallax*), l'esturgeon (*Acipenser sturio*), la grande alose (*Alosa alosa*), les lamproies fluviatile (*Lampera fluviatilis*) et marine (*Petromyzon marinus*) et le saumon atlantique (*Salmo salar*) qui sont présentes dans les annexes II, IV et V.

- À l'échelle nationale, il existe des réglementations spécifiques notamment pour l'anguille européenne. Suite à la mise en œuvre du règlement européen n° 1100/2007, un plan de gestion Anguille (**PGA**) prévoit des mesures reconstitution du stock telle que la réduction de la mortalité anthropique pour atteindre un objectif d'échappement vers la mer d'au moins 40% de la biomasse d'anguilles argentées (stade sub-adulte qui repart en mer pour se reproduire) produites par les hydrosystèmes.

Tableau 2. L'inscription des espèces amphihalines dans les différentes directives ou conventions

Espèces	DHFF (annexes)	DCSMM	Bonn (annexes)	Berne	CITES	OSPAR	UNCLOS	Barcelone
Esturgeon européen	II, IV	X	I, II	X	X	X	X	X
Grande alose	II, V	X		X		X	X	X
Alose feinte	II, V	X		X			X	X
Lamproie fluviatile	II, V	X		X		X	X	X
Lamproie marine	II	X		X		X	X	X
Saumon atlantique	II	X		X		X	X	
Truite de mer							X	
Eperlan d'Europe							X	
Anguille européenne		X			X	X	X	X
Flet commun							X	
Mulet porc							X	

4. État des connaissances sur les amphihalins en mer en France métropolitaine

Les principaux éléments de connaissance concernant les amphihalins en mer concernent leur répartition géographique en milieu marin.

Des cartes de distribution concernant les 11 espèces ont été réalisées par l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN). Ces cartes sont basées sur des données issues du programme Atlas de la biodiversité départementale et des secteurs marins et surtout à dire d'experts.

Globalement, les cartes signalent une présence probable des amphihalins dans le golfe de Gascogne au large des panaches des principaux fleuves (Gironde, Loire, etc.).

D'autres cartes ont été réalisées à l'aide des données des campagnes halieutiques. A noter que ces cartes ne sont pas des cartes de distribution des espèces mais des cartes qui représentent les zones où ces espèces ont été capturées lors des campagnes :

-Les cartes ATLAS (Trenkel *et al.*, 2009) présentant la densité moyenne de l'anguille, la grande alose, l'alose feinte, le flet, le mulot porc dans les zones mer de nord (campagne IBTS), Manche orientale (campagne CGFS), Baie de Somme (campagne NourSomme), Golfe de Gascogne et Mer Celtique (campagne EVHOE), Baie de Vilaine (campagne sur la nourricerie), Golfe du Lion (MEDITS) et à l'Est de la Corse (MEDITS).

-Les cartes réalisées par l'IFREMER (Delpech *et* Coppin, 2013) basées sur les campagnes CGFS (Channel Ground Fish Survey) qui ont lieu chaque année en octobre en Manche Orientale et sud Mer du Nord. Cette campagne utilise un chalut Grande Ouverture Verticale (GOV) et une centaine de traits sont réalisés sur l'ensemble de la zone. Si l'objectif est d'estimer les principales espèces d'intérêt commercial, quelques amphihalins sont capturés telles que les 2 espèces d'aloses, la truite de mer et l'anguille. Si la truite de mer est très anecdotique, les trois autres espèces sont rencontrées régulièrement. Leur répartition est toujours très côtière, essentiellement au droit des estuaires, aussi bien coté français que britannique. La grille d'échantillonnage CGFS qui comprend principalement des stations côtières et estuariennes (profondeurs inférieures à 10 m) explique en grande partie cette distribution observée.

Plus récemment, une modélisation prédictive des habitats marins des aloses sur la façade atlantique a été réalisée sur la base des données OBSMER. L'occurrence des aloses a pu être modélisée en fonction des paramètres physiques (substrat, bathymétrie, etc.) et environnementaux (salinité, température) de l'habitat marin. Ce travail met en évidence une distribution principalement côtière des deux espèces d'aloses (Trancart *et al.*, 2014).

Les seules études qui concernent le régime alimentaire des amphihalins en mer portent sur les aloses dans le Golfe de Gascogne (Taverny et Elie., 2001; Tableau 3). Il faut noter également le manque de connaissances des voies de migration de ces espèces mis à part les travaux de (Righton *et al.*, 2016) et (Martignac, 2016) concernant, respectivement, l'anguille et le saumon.

Certes ces études ont contribué à enrichir les connaissances mais elles sont limitées à un nombre d'espèces et/ou à une zone géographique bien déterminée. Également, elles ne sont pas suffisantes pour évaluer l'état écologique de ces espèces puisqu'elles ne répondent pas aux critères d'évaluation de la DCSMM, qui sont respectivement :

- D1C1 = mortalité par captures accidentelles
- D1C2 = Abondance des populations de l'espèce
- D1C3 = caractéristiques démographiques de la population de l'espèce
- D1C4 = distribution spatiale de l'espèce

Le compte rendu du premier séminaire GRISAM (Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Amphihalins) sur la thématique « Poissons migrateurs amphihalins et milieux marins » faisait le constat dès 2011 (Lasne *et al.*, 2011) qu'il n'existe pas ou peu de données sur la distribution et l'écologie des espèces amphihalines en mer.

Le tableau 3 synthétise une partie des connaissances sur la distribution et l'écologie des espèces amphihalines dans le milieu marin.

Tableau 3. Synthèse des connaissances concernant le régime alimentaire et la distribution des amphihalins en mer.

Espèces	Régime alimentaire	Distribution en mer
Esturgeon européen	Espèces benthiques (crustacés, vers) (Bensettiti et al., 2002) (Acolas <i>et al.</i> , 2015)	Les zones côtières de l'atlantique des 20 m (Bensettiti et al., 2002)) (Acolas <i>et al.</i> , 2015)
Saumon atlantique	Poissons (<i>Ammodytes spp.</i> , harengs, sprats, éperlans, sardines, etc.) et crustacés. (Bensettiti <i>et al.</i> , 2004)	Façade atlantique (Bensettiti <i>et al.</i> , 2004)
Truite de mer	*	*
Lamproie marine	Grands pélagiques (requin-pèlerin, mammifères marins, etc.)	*
Lamproie fluviatile	Aloses (<i>Alosa sp.</i>), éperlans (<i>Osmerus eperlanus</i>), harengs (<i>Clupea harengus</i>), jaunes (<i>Pollachius pollachius</i>), saumons (<i>Salmo spp.</i>), mulets. (Bensettiti <i>et al.</i> , 2004) (Guide des espèces, Ethic ocean, 2017) (Acou <i>et al.</i> , 2013)	Les zones côtières du plateau continental ou les estuaires (Bensettiti <i>et al.</i> , 2004) (Guide des espèces, Ethic ocean, 2017) (Acou <i>et al.</i> , 2013)
Éperlan	*	*
Grande alose	Poissons (anchois, maquereaux) et de méso zooplancton (copépodes, euphausiacés) (Guide des espèces, Ethic ocean, 2017) (Acou <i>et al.</i> , 2013) (TAVERNY, ELIE, 2001) → Golfe de GASCOGNE	Réseau pélagique côtier (Trancart <i>et al.</i> , 2014 ; Dambrine, 2017)
Alose feinte atlantique et du Rhône		
Anguille européenne	Planctonophage pour les jeunes stades	Reproduction en Mer des Sargasses
Mulet porc	*	*
Flet d'Europe	*	Les fonds marins inférieurs à 70 mètres Thèse (Masson, 1987)

* : Absence des données

5. États des lieux des données disponibles en mer

Les données potentielles ont été recherchées auprès des différents suivis scientifiques opérés par l'IFREMER, des suivis professionnels mais également des déclarations réglementaires de

captures des pêcheurs (loisirs et professionnels) dans le milieu marin. Dans ce contexte, il est nécessaire de définir le milieu marin d'un point de vue réglementaire

a) Réglementaire

i. Définition du milieu marin

Le milieu marin s'étend jusqu'à 200 miles nautiques à partir de la laisse de basse mer et comporte trois parties qui sont la mer territoriale, les eaux économiques exclusives et la Haute de mer (Fig.2). Ce domaine comprend :

- Du sol et du sous-sol de la mer, compris entre la laisse de haute mer et la limite, côte large, de la mer territoriale.
- Le rivage : zone comprise entre la laisse de haute mer et la laisse de basse mer.

Délimitation maritime Française (Légifrance)

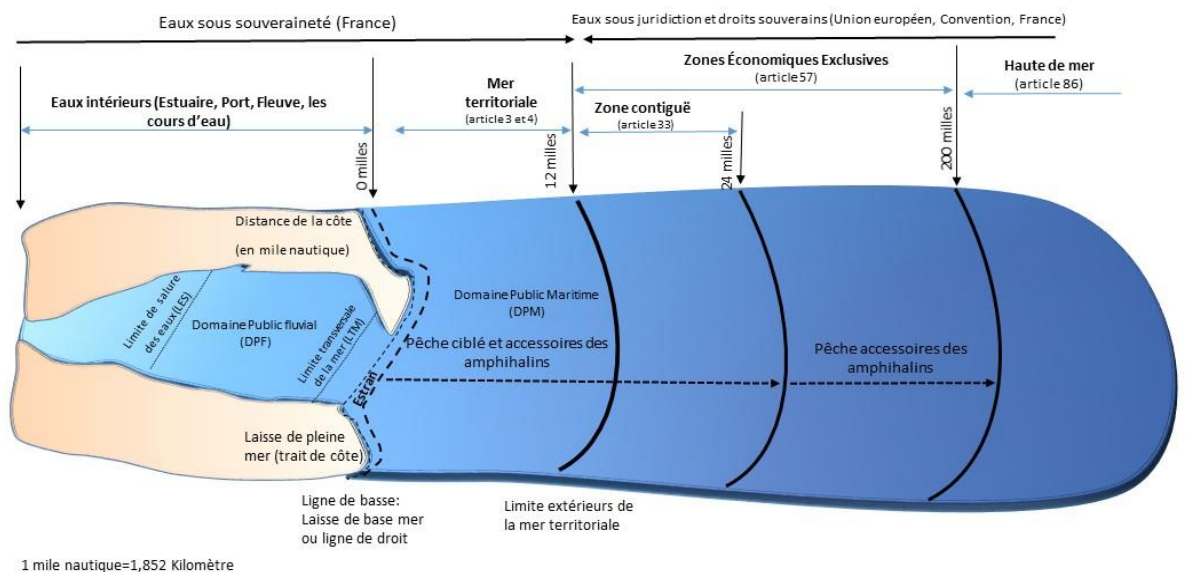


Figure 2. La délimitation maritime de la France métropolitaine

La plupart des réglementations et conventions (décrits dans la partie 2. Etat de conservation des amphihalins) obligent l'acquisition des données sur les amphihalins.

ii. Réglementations

➤ *Échelle internationale*

Il y a plusieurs conventions (Berne, UNCLOS, CITES, OSPAR, CMS, Barcelone, etc.) qui protègent les amphihalins mais sans générer des données propres. Ce n'est pas le cas de CITES où il y a des données collectées sur l'export de l'anguille avec des quotas bien définis. Ces données ne sont pas adaptées pour l'observatoire vu leur manque de précision.

➤ *Échelle européenne*

Il existe des directives (DHFF, DCSMM etc...) et des plans (PGA) qui ne génèrent pas des données propres sur les amphihalins. Mais leurs évaluations sont basées sur des données collectées à l'échelle nationale des pays membres.

➤ *Échelle nationale*

Il y a une application directe des mesures Européennes appuyées par des réglementations nationales ou locales. La collecte des données se fait par l'activité de pêche selon l'intérêt (scientifique, professionnelle, loisir).

L'activité de pêche professionnelle des amphihalins en France métropolitaine est régie par la Commission des Milieux Estuariens et des poissons Amphihalins (CMEA) qui est une commission spécifique au sein de Comité national des pêches maritimes et des élevages marins (CNPMM). Cette commission gère et affecte des licences professionnelles fixant les quotas, la taille, la zone et la période de la pêche (par le décret du 9 Janvier 1852, article °3). Sans cette licence CMEA (Arrêté du 15 Septembre 1993), un pêcheur professionnel n'est pas autorisé à exploiter et commercialiser une ou plusieurs des sept espèces amphihalines : Grande alose (*Alosa alosa*), Alose feinte (*alosa fallax*), Anguille européenne (*Anguilla anguilla*), Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), Lamproie marine (*Petromyzon marinus*), Saumon atlantique (*Salmo salar*), Truite de mer (*Salmo trutta*) dans les eaux françaises métropolitaines [4].

Il n'a pas été possible d'accéder à ces données CMEA dans le cadre du stage, elles ne sont pas prises en compte dans la suite du travail.

La pêche maritime de loisir quant à elle, n'est pas soumise à la même réglementation que la pêche professionnelle, exception faite de la capture de l'anguille jaune en aval des limites transversales de la mer. Les pêcheurs récréatifs (à pied, filet fixe) doivent cependant demander une autorisation aux délégations de la mer et du littoral (DML) des directions départementales des territoires et de la mer (DDTM) et déclarer chaque année leurs captures

aux DML compétentes. L'exploitation de ces données sont potentiellement intéressantes et ont déjà permis de quantifier la pression de pêche, phénologie des captures des amphihalins dans les départements de la Somme et du Pas-de-Calais (Lebot, 2017). Dans le cadre de ce stage, des demandes d'extraction de données déclaratives de filets fixes (pratiquer que dans quelques départements) ont été réalisées auprès des 26 DML (voir annexe) présentes en France métropolitaine. La demande a été reçue favorablement mais le constat était que les formulaires papiers n'étaient ni saisis, ni bancarisés. Par ailleurs, des grandes disparités existaient entre les différentes informations déclarées (zones de captures et périodes hétérogènes, détermination des espèces, etc.). La collecte et saisie des 80 déclarations de pêche aux filets fixes autorisés en Loire atlantique (44) au cours de la période 2014-2017 a été réalisée. Les formulaires papiers archivés à Saint-Nazaire comprenaient les informations suivantes : les caractéristiques, nombres des engins de pêche, ainsi que les zones, dates et espèces capturées (nombre, taille et/ou poids).

iii. Les suivis disponibles en mer

➤ *Campagnes scientifiques DCF (Data Collection Framework)*

L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) réalise depuis des décennies, de la Mer du Nord à la Méditerranée, du proche côtier au hauturier, des campagnes à la mer afin d'échantillonner entre autre le peuplement ichthyologique. Ces suivis à long terme sont intégrés dans la DCF et permettent la gestion des stocks halieutiques à l'échelle européenne mais aussi nationale. Toutes ces campagnes sont référencées dans un seul site : la base harmonie de l'IFREMER (SIH). Sur la base de critères taxonomiques, géographiques et méthodologiques, près d'une trentaine de campagnes à la mer potentiellement intéressantes pour les amphihalins ont pu être recensées. Les « principales » campagnes (de IBTS à EVHOE, en gris dans le Tableau 4) sont des campagnes annuelles standardisées, réalisées sur une longue période temporelle et à grande échelle spatiale (Figure 3) au large des côtes françaises (hauturier). Les autres (de NURSE à SILENCE, Tableau 4) sont plus ponctuelles et interviennent plutôt dans les estuaires, baies ou zones côtières situées à proximité des bassins versants connus pour la production d'amphihalins (e.g., DGAL-Baie de Seine, NURVIL en estuaire et baie de Vilaine, etc.). Pour toutes ces campagnes, la détermination des espèces qui peut être parfois problématique (cas des aloses ou du flet par exemple), est réalisée par des scientifiques. Une demande officielle de mise à disposition de données adressée à l'IFREMER (base harmonie) a été réalisée en janvier 2018 (cf. annexe 2). Cette demande concernait les 11 espèces amphihalines et la totalité de la façade maritime française. En

parallèle, des demandes individuelles ont été adressées directement aux chefs des campagnes DCF de l'IFREMER.

- EVHOE : Michèle Salaun, Jean-Pierre Léauté et Lionel Pawlowski
- IBTS : Arnaud Auber
- MEDITs : Angélique Jadaud
- Pelmed : Jean-Hervé Bourdeix
- Pelgas : Erwan Duhamel et Mathieu Doray
- CGFS : Eric Foucher
- Orhago : Yann Coupeau
- Nurse : Anik Brind'Amour
- Cosb : Nicolas Caroff
- Comor : Jérôme Quinquis et Eric Foucher
- Noursein : Camille Vogel
- Noursomme : Nicolas Goascoz
- Crustaflam : Nicolas Goascoz
- RESSGASC : Jean Pierre Léauté

A ce jour, seules les données des campagnes IBTS, EVHOE, RESSGASC, MEDITs, CGFS et Nurse ont été transmises par les chefs de campagne.

Tableau 4.Liste des campagnes à la mer potentiellement pertinentes pour les amphihalins et recensées dans la base de données Harmonie

Nom de la campagne	Nb de campagnes annuelles	Année début	Année fin	Mer/Océan	Type de pêche ¹	Engin de pêche
IBTS	24	1992	2018	Manche, Mer du Nord	P, B	chalut GOV
EVHOE	23	1987	2018	Golfe de Gascogne (plateau celtique)	P, B	chalut GOV
CGFS	22	1989	2018	Manche Est, Sud Mer du Nord	P, B, E	chalut GOV, chalut à perche
PELMED	19	1985	2018	Méditerranée (Golfe du Lion)	P	chalut
MEDITS	17	1994	2018	Méditerranée (Est Corse, Golfe du Lion)	B	chalut
PECOS	16	1976	2006	Golfe de Gascogne, Atlantique NE	B, E	chalut de fond, chalut à perche
ORHAGO	10	2006	2018	Golfe de Gascogne	B	chalut à perche
PELGAS	10	2002	2018	Golfe de Gascogne	B, E	chalut pélagique
NURSE	6	2000	2017	Golfe de Gascogne (zone côtière du N)	B	chalut à perche
EXACHA	5	2002	2010	Golfe de Gascogne (Ouest à Sud Bretagne)	P, E	chalut pélagique
LANGOLF	5	2007	2014	Golfe de Gascogne (grande vasière)	B	chalut de fond
PLOOPS	5	2009	2012	Golfe de Gascogne (Ouest à Sud Bretagne)	B	chalut à perche modifié (string)
DAAG	4	1989	1992	Golfe de Gascogne (plateau continental)	P, E	chalut pélagique
JUVAGA	2	2003	2005	Golfe de Gascogne	P, B	chalut pélagique et de fond
NECEL	2	2004	2005	Golfe de Gascogne (Sud Bretagne)	P, B	chalut
NURVIL	2	2004	2005	Golfe de Gascogne (estuaire et baie de Vilaine)	B	chalut à perche
PEGASE	2	1997	1998	Golfe de Gascogne	P	chalut pélagique
PEL	2	2000	2001	Golfe de Gascogne	P, E	chalut pélagique

Nom de la campagne	Nb de campagnes annuelles	Année début	Année fin	Mer/Océan	Type de pêche ¹	Engin de pêche
ACOTBF	1	1996	1996	Golfe de Gascogne (Ouest Gironde)	P, E	chalut pélagique
ALLEGRO	1	2007	2014	Golfe de Gascogne (Gironde au Cap Breton, gde vasière)	P, B, E	chalut
CLASS	1	2008	2008	Golfe de Gascogne	P	chalut pélagique
CREBOUR	1	2006	2006	Golfe de Gascogne (Baie de Bourgneuf)	B	chalut à perche (string)
DGAL	1	2009	2009	Manche (Baie de Seine)	B	chalut GOV
ESACHA	1	2000	2000	Manche, Golfe de Gascogne	E	chalut
RETROB	1	2008	2008	Golfe de Gascogne (Baie de Vilaine)	B	chalut à perche
SIMFAMI	1	2004	2004	Golfe de Gascogne	P, E	chalut pélagique
SILENCE	1	1996	1996	Golfe de Gascogne	P, E	chalut pélagique

¹ : P : pêche pélagique ; B : pêche benthique ; E : pêche exploratoire.

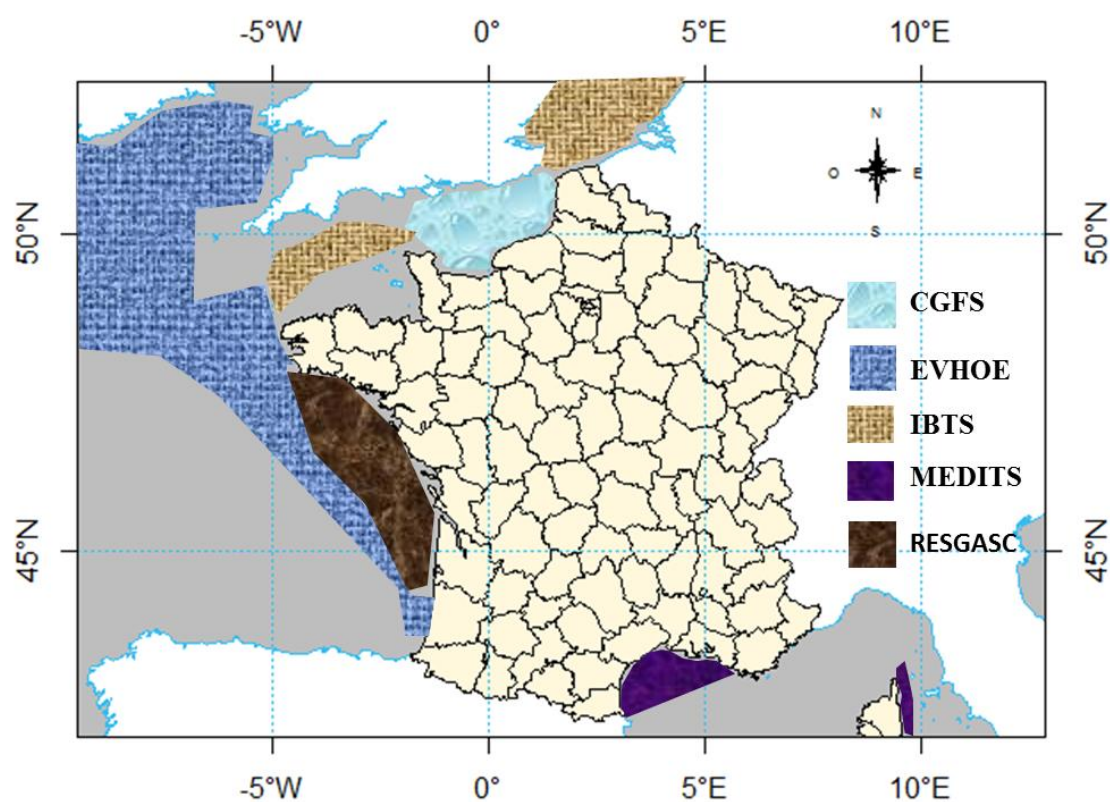


Figure 3. Zone d'intervention des principales campagnes à la mer menées par l'IFREMER sélectionnées dans la base Harmonie.

D'autres données de captures existent. Il s'agit des données issues du programme OBSMER (Observation des captures en mer). C'est un programme conduit depuis 2002 par la Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture (DPMA) qui vise à faire le lien entre les scientifiques (IFREMER) et les pêcheurs professionnels maritimes (CNPMEM). Ce programme s'appuie sur un réseau d'observateurs formés à la détermination des espèces (dont les amphihalins) répartis sur l'ensemble des façades maritimes françaises. L'objectif des observateurs embarqués sur les navires est d'estimer la quantité de rejets et d'étudier leur composition spécifique. Les pêcheurs rejettent en effet une partie de leurs captures pour diverses raisons : les individus pêchés sont sous la taille minimale, le quota de l'espèce pêchée est déjà atteint, ou l'espèce n'est pas commercialisée ou présente une faible valeur halieutique. Cet échantillonnage en mer permet d'évaluer le prélèvement global sur la ressource. Quand elles sont capturées, les espèces amphihalines font partie des rejets, car sauf exception, ce sont des espèces non ciblées et très rarement débarquées. Pour autant, l'analyse des captures issues de ce programme a permis des avancées notables sur la distribution des aloses en mer (Trancart *et al.*, 2014).

Une demande officielle auprès de la DPMA a été effectuée en janvier afin d'avoir accès aux bases de données sur les amphihalins sur les opérations de pêche ayant conduit ou pas à la capture d'amphihalins sur la période 2003-2017. Comme pour les campagnes DCF, cette demande concernait les 11 espèces amphihalines et la totalité de la façade maritime française depuis 2002. La DPMA a répondu favorablement à cette demande et a transmis les données en Juin 2018.

➤ ***Données déclaratives : pêche professionnelle***

France agrimer est un établissement national des produits de l'agriculture et de la mer qui assure l'organisation et les connaissances de marché issues des secteurs agricoles et marins à l'aide des enquêtes exemple campagne Visio mer. Les enquêtes ciblent essentiellement les données d'embarquement et de vente issues de la pêche professionnelle. Pour avoir accès à ces données une demande était faite auprès France Agrimer. Une réponse favorable a été reçue de la part de France Agrimer en fournissant des bases des captures et des ventes sur toutes les espèces amphihalines sauf l'esturgeon.

➤ ***Données déclaratives : pêche récréative***

Certaines captures des pêcheurs récréatifs (à pied, filet fixe) sont déclarées aux délégations à la mer et au littoral (DML) des directions départementales des territoires et de la mer (DDTM) localement. Il y a potentiellement des données qui concernent les amphihalins.

En effet, des demandes effectuées auprès des 26 DML en France métropolitaine pour avoir accès aux données déclaratives notamment les déclarations des filets fixes (pratiquer que dans quelques départements). Dans le cadre de ce stage, la récupération et la saisie des fiches sur 80 filets fixes posés dans le département Loire atlantique (44) au cours de 2014-2017 étaient faites.

➤ ***Autres types de suivis***

- Suivis dans les PNM : Des demandes d'information ont été envoyées aux 6 parcs naturels marins (PNM d'Iroise, du Golfe du Lion, des estuaires picards et de la mer d'Opale, du bassin d'Arcachon, de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, du cap Corse et de l'Agriate) présents en France métropolitaine. Un suivi spécifique sur les amphihalins dans le PNM estuaires picards et de la mer d'Opale devrait avoir lieu courant 2019 et pour deux années. Dans les autres PNM, aucun suivi spécifique sur les amphihalins en mer n'est réalisé.
- Enquêtes halieutiques : Des enquêtes halieutiques réalisées par la cellule de suivi de littoral normand (ports de Ouistreham au Havre/Antifer), l'IFREMER aquitaine et de l'institut milieu aquatique (Sud Gascogne). Des éléments montrent que les amphihalins sont présents dans les données déclaratives des pêcheurs professionnels. Des demandes ont été adressées aux différents opérateurs mais aucune réponse n'a été reçue à ce jour.
- Observatoires PELAGIS et l'APECS: Le système d'observation pour la conservation des mammifères et oiseaux marins (PELAGIS) et l'association pour l'étude et la conservation des sélaciens (APECS) sont des observatoires sur les mammifères marins, qui sont généralement des hôtes des lamproies (principalement marines). Des demandes ont été faites afin pour déterminer s'ils possédaient des données sur les lamproies.

6. Caractérisation de la quantité et de la qualité des données acquises

Une fois les données collectées, deux évaluations (quantitative, qualitative) sont nécessaires pour les caractériser :

a) Caractérisation quantitative

Faire la somme des individus capturés et appartenant à la même espèce (annexe1), puis énumérer l'espèce amphihaline parmi les autres. Le nombre d'individus capturés peut nous renseigner sur la rareté de l'espèce. Cette caractérisation va aider pour classifier les catégories des espèces (très rares, moins rares). En plus, elle puisse faire une première cartographie de l'occurrence brute par catégorie.

b) Caractérisation qualitative : modélisation de l'occurrence du mulot porc en mer

Dans le but de tester la fiabilité de certaines données collectées, un proxy de taille moyenne observée a été fait entre la prédiction de l'occurrence et les données existantes dans littérature pour valider certaines phases biologiques (la phase de reproduction pour le mulot porc). En effet, l'occurrence des poissons n'est pas affectée par l'effort de pêche et les types d'engins. Le but est de tester la fiabilité de certaines données vis-à-vis la réalité.

i. Choix de l'espèce

Concernant les espèces les plus abondantes, des travaux se sont déjà focalisés sur la distribution des aloses en mer (Trancart, 2011). Un autre travail, fait par le groupe CIEM est aussi en cours d'achèvement, sur la distribution de Flet d'Europe. Le mulot porc, bien que capturé dans la plupart des campagnes, reste peu étudié dans le milieu marin. Il est donc recommandé d'approfondir les connaissances à propos de cette espèce.

ii. Cycle biologique de mulot porc

Le Mulot porc (*Liza ramada*, (Risso, 1826)) est une espèce amphihaline thalassotoque qu'on trouve en mer au niveau des zones côtières à des profondeurs de 10 à 20 m (Billard *et al.*, 1997). Il se reproduit en automne, alors que la phase de recrutement s'effectue du printemps au début de l'été. D'une durée de vie maximale de 10 ans (Keith *et al.*, 2001), l'espèce ne passe qu'une période de 1 à 2 ans en milieu marin. Cette phase marine est caractérisée par trois stades successifs (Fig.4) : un stade larvaire, un stade post-larvaire et un stade alevin. C'est au stade alevin qu'ils vont coloniser les estuaires par rhéotaxie et chémotaxie positives (Gautier et Hussenot, 2005 ; Helpher *et al.*, 1981). Le maximum de recrutement d'alevins est

observé au moment du coucher du soleil lorsqu'il coïncide avec la marée haute (Lam Hoai Thong, 1969 ; Hickling, 1970 ; Cambrony, 1983).

Une taille maximale d'environ 35 cm, avec un record de 70 cm a été observée. Le poids maximal qui a été publié est de l'ordre de 2,9 kg. La taille à la maturité sexuelle est d'environ 28,5 cm. Morphologiquement, le mulot porc se caractérise par un corps fusiforme avec les dos et les flancs de couleur grise et la face ventrale blanche et une tête massive aplatie au-dessus des yeux. Il a deux nageoires dorsales bien séparées, chacune avec 4 à 5 épines. Les nageoires pectorales sont placées plus haut sur les flancs.

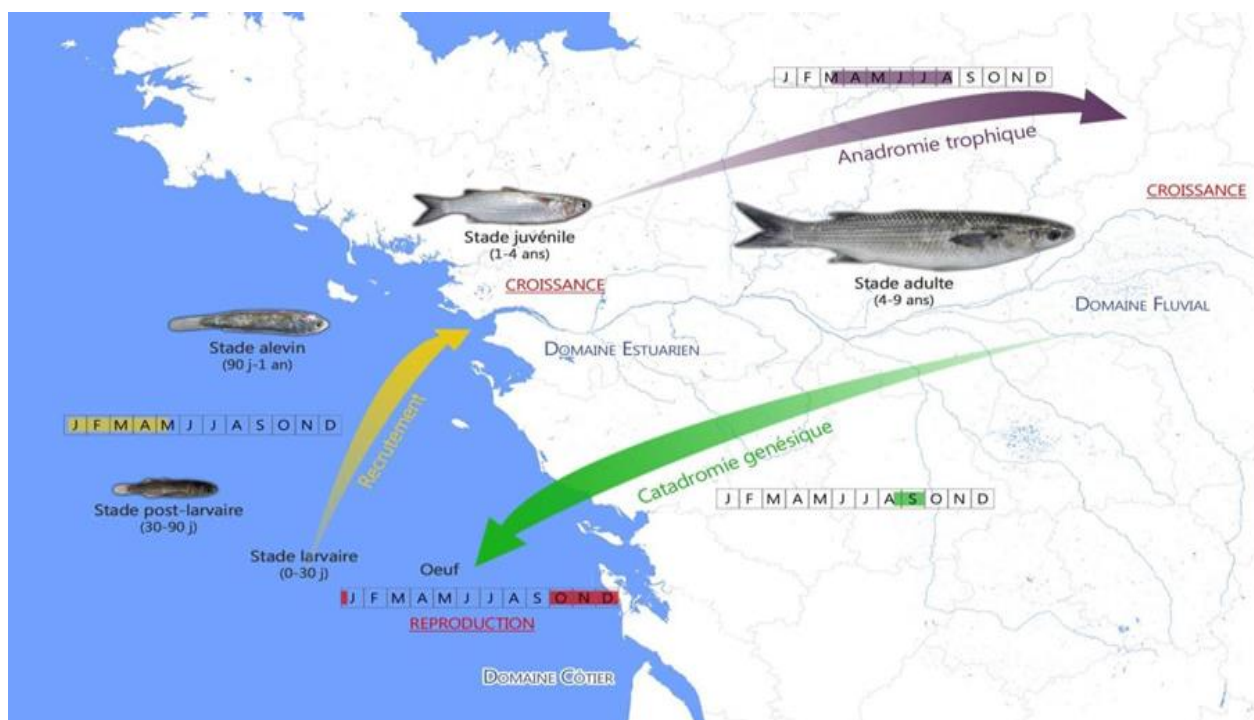


Figure 4. Cycle de vie du Mulet porc dans le bassin de la Loire d'après Sauriau (1990b), Gautier and Hussenot (2005), Trancart (2011) et Keith et al. (2011)

iii. Données considérées : nettoyage et extraction

Seule la base OBSMER se caractérise par une présence considérable de mulot porc. Pour ces raisons, cette base a été retenue pour la suite des analyses. Les variables collectées dans les campagnes OBSMER sont :

Des informations spatiales : la localisation géographique de l'opération de pêche (dans le système de coordonnées WGS84) ainsi que la profondeur du trait. Les latitudes et les longitudes de début et fin de trait sont utilisées comme des points de présence ou d'absence de mulot porc.

Des informations temporelles : les dates de trait, sous forme jj/mm/aaaa, qui seront regroupées après par saison.

D'autres variables biologiques : taille, sexe, nombre d'individus...

Seulement les tailles sont utilisées pour confirmer le stade biologique de l'espèce.

Les caractéristiques des engins utilisés : taille de maille et l'engin utilisé ainsi les espèces ciblées...

Même si la capture de mulot est relativement fréquente comparativement aux autres espèces amphihalines, cela reste un événement rare. En effet, sur les 8889 opérations de pêche que comptent la base OBSMER, seulement 1680 observations de mulots ont été réalisées entre 2002 et 2018. Ce nombre très important de capture nulle dans la base de données est un problème pour la modélisation (effet d'inflation, Zuur *et al.*, 2010), et il nécessaire de réduire le nombre d'occurrence nulle sous peine d'être l'incapacité de modéliser l'occurrence. Une étape de 'nettoyage' est nécessaire pour pour limiter cet effet d'inflation et optimiser la base finale. Cette étape de nettoyage suit l'ordre suivant :

1. Sélectionner uniquement des échantillonnages exhaustifs des espèces capturées dans la base OBSMER (ALL) ; c'est-à-dire les échantillonnages qui intègrent les captures ciblées et accessoires à la fois.
2. Vu les faibles niveaux de captures observés au niveau de la Manche-Est et de la mer Celtique (Fig.5), l'analyse s'est focalisée sur le Golfe de Gascogne (45° 36' N, 4° 15' O).
3. Sélectionner des traits inférieur à 50 m, car cette espèce est très rarement observée au-delà de cette profondeur (Billard *et al.*, 1997).
4. Sélectionner des traits dans lesquels tous les sous-échantillons représentaient au moins 1% du poids total des prises de Mulet (Bourdaud *et al.* 2017).
5. Sélectionner des années successives marquées par la présence de mulot (à partir de l'année 2009).
6. Sélectionner les engins qui capturent à chaque opération plus de 1% de poids total des prises de mulot : GTR (filet trémail), OTB (chalut de fond à panneaux), PTM (chalut bœuf pelagique).

7. Supprimer des valeurs aberrantes dans la base de données initiale pour les variables salinité et température de surface (Zuur *et al.*, 2010), Afin de minimiser le risque d'erreur en se basant sur les observations signalées dans la littérature.

La carte de la figure 5 montre la présence du mulot porc après une étape du nettoyage des données OBSMER.

En tenant compte du nettoyage de cette base et la sélection du golfe de Gascogne uniquement, le nombre de mulots observés passe de 1680 présences et 88583 absences à 931 présences et 5466 absences.

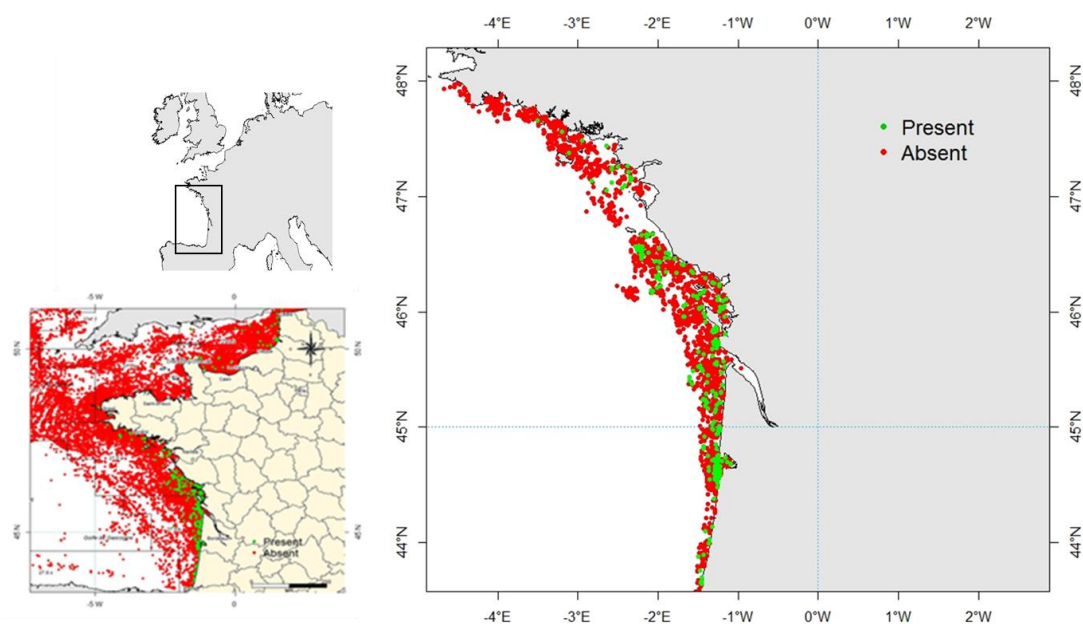


Figure 5. Présence de Mulet porc dans la base OBSMER en France métropolitaine (à gauche en bas : données brutes de l'ensemble des données de présence de mulot porc, ; à droite : données de présence sélectionnée selon la procédure détaillée ci-dessus).

iv. Analyses statistiques utilisées

L'ensemble des analyses statistiques, la modélisation et la cartographie ont été réalisés avec le logiciel R version 3.5.1 (R Core Team, 2018).

➤ *Modèle linéaire généralisé*

Un modèle statistique est un outil de description mathématique d'un ensemble de données. Le mécanisme qui a généré les données est alors représenté par une équation mathématique à partir de laquelle on peut faire des prédictions sur la présence ou l'absence de l'espèce.

L'équation est de la forme générale suivante :

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \times x_1 + \beta_2 \times x_2 + \dots + \beta_n \times x_n + \varepsilon$$

Avec :

- y : variable dépendante
- (y) : la réponse (une fonction linéaire)
- $\beta_1 \dots \beta_n$: coefficients du modèle
- β_0 : intercept ou ordonnée à l'origine
- $x_1 \dots x_n$: variables explicatives qui influencent la réponse
- ε : bruit

En effet, le modèle doit être le plus représentatif de la réalité des observations. Sur les graphes, ces observations sont représentées par des nuages de points et la droite qui constitue le modèle passe au milieu (Pierre et Drouineau, 2012).

Dans notre cas, la variable réponse est binaire. Soit la réponse $\begin{cases} Y = 1 \text{ si l'espèce est présente} \\ Y = 0 \text{ si l'espèce est absente} \end{cases}$

Il s'agit donc d'un modèle linéaire généralisé binomial (régression logistique), avec lequel on peut prédire la présence des mulets avec une fonction de lien « logit » mettant en jeu les coefficients β et les variables explicatives (x).

➤ *Sélection des variables explicatives*

La sélection des variables pertinentes pour expliquer la variabilité de l'occurrence du mulot porcin a été réalisée grâce à une synthèse de la littérature.

- La variation de la salinité agit sur l'occurrence de mulot porcin qui est tolérant à une certaine salinité. En effet, les travaux de Abraham *et al.* (1967) et Ouled Mohamed vall (2004) montrent que la reproduction de mulot porcin ne se déroule qu'en milieu marin car la faible salinité ne permet pas le développement des gonades. En mer, le premier facteur qui détermine la distribution de la salinité est le bilan évaporation – précipitation en fonction des saisons. De même, aux grandes latitudes, la salinité est faible en surface et croît avec la profondeur.

D'autres phénomènes ont des effets visibles sur la salinité des eaux marines, comme l'apport des grands fleuves.

- La température conditionne la phase de reproduction (Goinard et Marchand, 1993; Sauriau, 1991), le mulot étant une espèce qui préfère les eaux chaudes (thermophile ; Béguyer *et al.*, 2007) et classiquement observé dans les eaux allant de 8 à 24°C (Keith et Allardi, 2001 dans Lassalle, 2008).

La température et la salinité de surface et de fond ont été obtenues à partir du modèle hydrodynamique tridimensionnel MARS3D (Model for Applications at Regional Scale ; Lazure et Dumas, 2008) de l'IFREMER.

- De même, pour la bathymétrie, le mulot est une espèce pélagique (Nicolas, 2010) qui se rapproche des côtes pour la reproduction (Rochard *et al.*, 2007). La bathymétrie du golfe de Gascogne a été obtenue à partir des cartes de l'EMODNET.

- La saison conditionne la période de séjour de mulot porc. En effet, la saison influe nécessairement la variable température par exemple en hiver, la chute thermique des eaux continentales pousse le mulot à migrer vers l'océan pour la reproduction (Gadais, 2012).

- La nature de fond a été prise en considération dans les analyses pour mieux caractériser les habitats d'occurrence de mulot porc. Cette variable a été tirée d'une carte des habitats physiques élaborée par Hamdi *et al.* (2010) qui sont disponible sur le site Sextant de l'IFREMER. Cette carte a une résolution de 100 m et une typologie EUNIS. Au sein de cette carte, il y a trois variables physiques : la nature de substrat, la zone biologique et la tension de cisaillement au fond. Basé sur ces derniers, une classification en 45 classes a été réalisée. Afin de simplifier, seules 4 classes ont été retenues (rocheux, sableux, boueux et sédimenteux).

Il est fondamental de synthétiser l'information environnementale dans les modèles pour limiter la colinéarité des variables indépendantes. Les prédictions basées sur des variables colinéaires sont généralement peu robustes en raison d'une grande instabilité des coefficients, et une faible modification dans les données peut engendrer des écarts importants de prédiction. Le premier filtre de corrélation entre les variables explicatives a été réalisé à l'aide d'une matrice de corrélation. L'emploi des variables explicatives « saisons » et « température de surface » se justifie par l'absence de corrélation trop importante avec les autres variables (c'est-à-dire : $r < 0,5$). Un deuxième filtre a été réalisé à l'aide de l'indice GVIF. Cet indice quantifie la présence de la multi colinéarité dans une analyse de régression par les moindres carrés ordinaires. Comme préconisé par Zuur (2014), il n'y a pas de la multi colinéarité si le GVIF est inférieur au seuil théorique imposé 3.

➤ *Sélection du meilleur modèle*

Dans notre cas, il y a une variable d'occurrence bimodale à étudier, présence (1) ou absence (0), c'est le cas de GLM binomial ou encore de régression logistique. La fonction de lien est « logit ». Elle permet de fournir des prédictions entre 0 et 1.

Toutes les combinaisons possibles entre les variables explicatives dans le futur modèle ont été testées.

En tout, 256 combinaisons de facteurs ont été classées selon plusieurs critères de performances : l'AIC (Akaike Information Criterion) (Burnham et Anderson, 2002), l'AUC (Area Under the Curve) et l'écart de déviance expliquée avec la variable présence.

Pour la variable temporelle, la saison a été mise en interaction avec la bathymétrie afin d'établir un modèle qui réponde au mieux à la distribution actuelle en mer de l'espèce étudiée.

Le modèle sélectionné a été celui qui répond aux trois critères : le plus faible AIC, un maximum de déviance expliquée et un AUC supérieur à 0.7 (qui montre la performance d'un modèle pour expliquer la présence ou l'absence d'une espèce). Selon l'échelle de Swets (1988), un modèle de performance est moyen a un AUC entre 0.7 et 0.8, bon entre 0.8 et 0.9 et excellent entre 0.9 et 1.

➤ *Carte des prédictions sur une grille de 20 × 20 km*

Une approche de grille 20 * 20 km a été effectuée sur la zone d'étude. En effet, la variable est considérée positive (présence) quand il y a au moins une opération de pêche qui confirme la présence d'au moins un mullet indépendamment du nombre de traits négatifs.

Les coordonnées des points de présences et d'absences étaient définies comme les centroïdes des pixels. De la même manière, un traitement a été fait aux données physiques associées à ces deux cas (Keil *et al.*, 2013). Pour les variables quantitatives continues, la valeur du pixel sera la moyenne des points mesurés. Pour les variables qualitatives, la valeur du pixel sera la valeur la plus fréquente dans le carré concerné. Les valeurs des variables retenues dans les meilleurs modèles ont été extraites quotidiennement entre 2009 et 2017. La moyenne de ces valeurs a été calculée pour chaque saison.

La fonction « predict » a été utilisée pour estimer la probabilité d'occurrence des mullets dans le golfe de Gascogne.

7. Evaluation de la pression de pêche : DDTM, France Agrimer, OBSMER

Suite aux demandes effectuées auprès des délégations mer et littorale (DML), des fiches sous formes papiers ont été récupérées. Ces données concernent 80 filets fixes posés dans le département de la Loire atlantique (44). En plus, les données déclaratives par les pêcheurs auprès de France Agrimer ont été demandées. Essentiellement, les campagnes (Visiomer) qui visent les données des captures et de ventes. En outre, la pression de pêche sur le mulot porc a été estimée dans les campagnes OBSMER à l'aide des différents engins utilisées (29 types d'engins différents). Essentiellement, il y a trois engins qui ont capturés plus de 1% en poids total de mulot porc de façon continue (2009-2017) : le chalut bœuf pélagique (PTM) et deux chaluts de fond (GTR, OTB).

III. Résultats

1. Bilan des données et suivis disponibles

a) Pêche professionnelle

Selon la taille du navire (Fig. 6), la déclaration des données est assujettie à des obligations réglementaires. Pour les navires supérieurs à 12 mètres, il existe des journaux de bords informatiques qui déclarent directement les captures à la DPMA. Pour les navires inférieurs à 12 m, il existe des autorisations et des licences qui obligent la déclaration des données sous forme papiers (cas des DDTM/DML, CNPEMEM, etc...). Ces données sont bancarisées numériquement par « France-Agrimer » qui, en parallèle, organise des enquêtes auprès des professionnels (exemple de campagne d'enquêtes : Visiomer). France-Agrimer transmet ensuite ces données à la DPMA. Enfin, toutes les données sur la pêche maritime professionnelle sont bancarisées au sein de la base Harmonie de l'IFREMER (SIH).

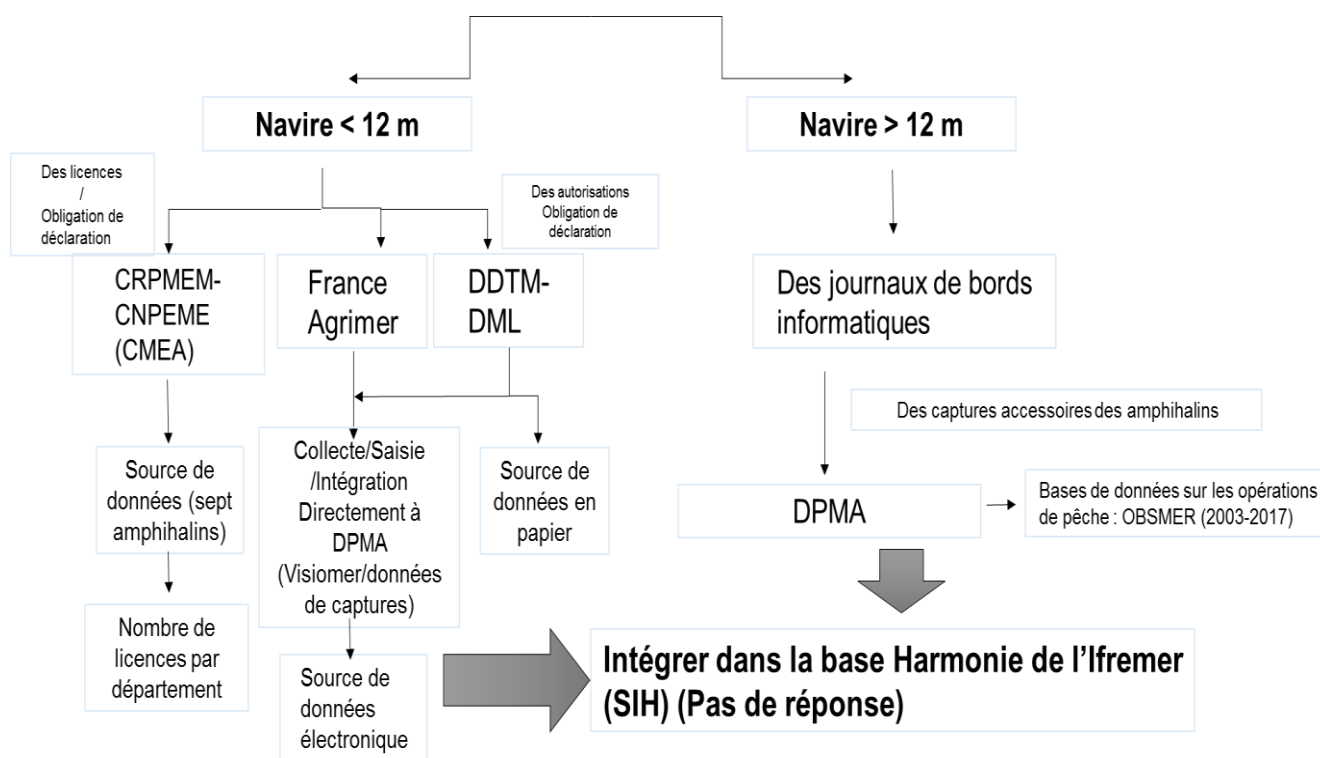


Figure 6. Étapes de la création de la base de données Harmonie sur les déclarations de pêche maritime professionnelle.

b) Pêche de loisir

Trois grands types de pêche de loisir en France métropolitaine ont été distingués (Fig. 7) : la pêche à pied, la pêche du bord (filet fixe, canne et casier), et la pêche embarquée. Pour la pêche à pied, des données non officielles sur les amphihalins (enquêtes) sont disponibles. Pour la pêche du bord, la pose de filets fixes est autorisée par les DDTM-DML avec une obligation de déclaration. Concernant l'emploi de la canne, des données sur les amphihalins existent au sein de diverses associations mais ne sont jusqu'à présent pas valorisées. Pour la pêche au casier, les amphihalins sont très peu représentés dans les captures. Enfin, les données de captures des pêches embarquées sont connues par des concours de pêche mais elles ne sont également pas valorisées.

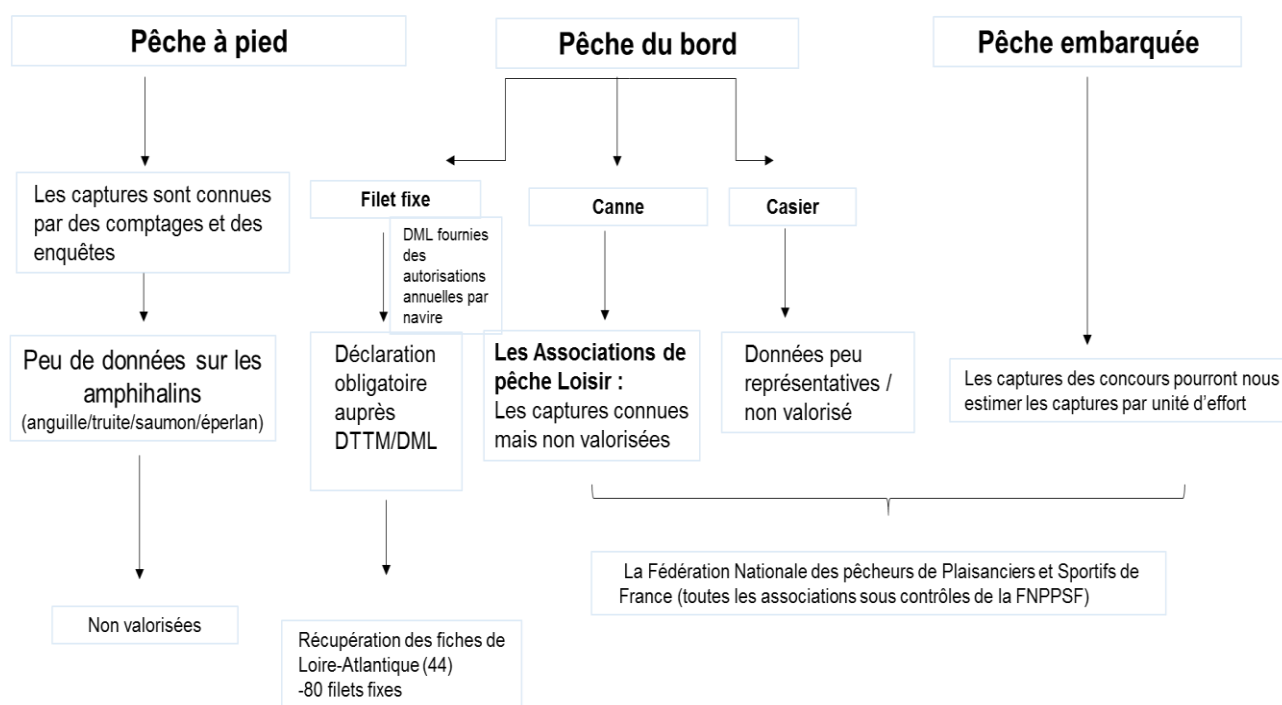


Figure 7. État des lieux des différents types de pêche de loisir en France métropolitaine

c) Pêche scientifique

Les campagnes de pêche scientifique réalisées par l'IFREMER (CGFS, IBTS, EVHOE, etc...) sont caractérisées par l'utilisation d'un engin unique de pêche (chalut à grande ouverture = GOV, annexe 1), des zones et une période de temps bien définies. L'effort de pêche moyen durant ces campagnes varie entre 0,6 et 0,8 Km par heure.

Les amphihalins capturés (Tab. 2 ou Fig. 8) dans les différentes campagnes SIH ne dépassent pas 1%. En d'autres termes, ces espèces sont difficiles à capturer avec les engins classiquement utilisés (cas de chalut à grande ouverture) et/ou ce sont des espèces rares dans le milieu marin.

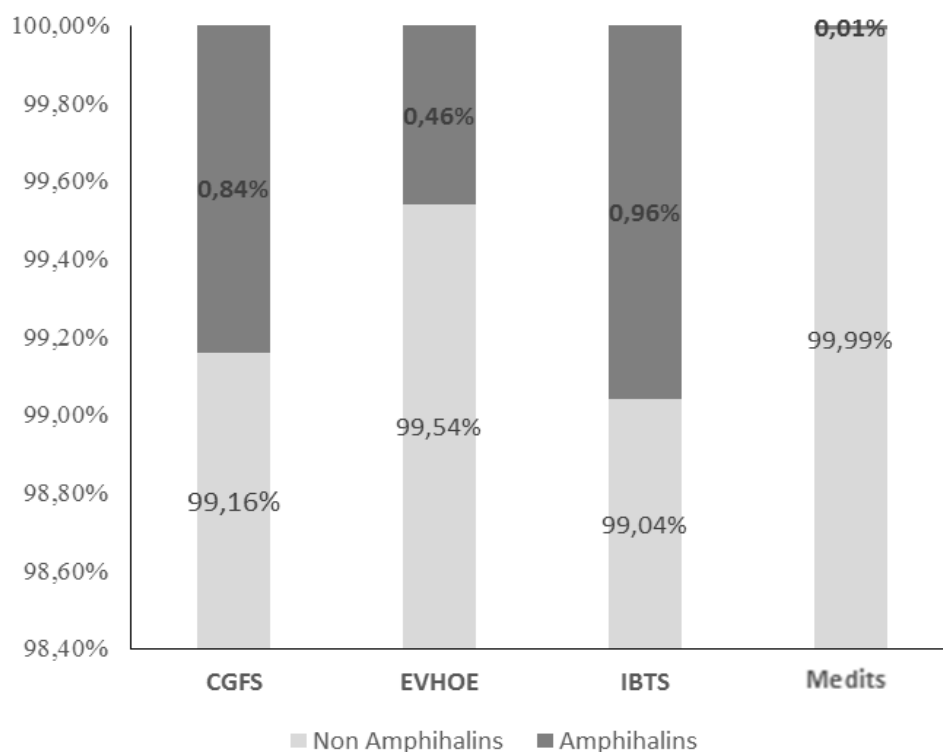


Figure 8. Capture des amphihalins dans les différentes campagnes DCF (CGFS, EVHOE, IBTS, Medits)

d) Pêche professionnelle à bord

La majeure partie des données collectées à bord sur les amphihalins sont issues de la base « OBSMER » dans laquelle des données sur les 11 espèces sont disponibles. Le manque de données rend difficile l'estimation du pourcentage d'amphihalins par rapport aux autres espèces pêchées. Par ailleurs, les données font état de la présence rare de la lamproie fluviatile et l'esturgeon (avec respectivement 5 et 6 individus) au niveau de golfe de Gascogne. À l'inverse, la base de données recense 4362 flets d'Europe.

e) Autres sources des données

Les structures identifiées comme susceptibles de posséder des données sur les amphihalins sont les suivantes : le système d'observation pour la conservation des mammifères et oiseaux marins (PELAGIS) et l'association Pour l'Etude et la Conservation des Sélaciens (APECS). Ces derniers font des campagnes pour suivre essentiellement les

mammifères marins, PELAGIS, d'une part, ne dispose pas de données suffisantes, hormis un témoignage de la présence d'une trace de lamproie sur un dauphin échoué. L'APECS, d'autre part, dispose de données vidéo sur les lamproies (Fig. 9) cependant il reste très difficile de les valoriser (mensuration et identification de l'espèce). Ces vidéos constituent malgré tout une source de données sur l'occurrence des lamproies (coordonnées GPS, date d'observation et nombre d'individus fixés).



Figure 9. Lamproie sur un requin pèlerin (extraction vidéo, APECS)

2. Caractérisation et cartographies des données collectées

La figure 10 (« mosaic chart ») présente les pourcentages de présence des amphihalins dans chaque campagne de pêche scientifique. Certaines espèces sont relativement bien représentées dans les campagnes, comme le flet (47,78 % de présence, OBSMER), le mullet porc (18,43%, OBSMER) et les Aloses (28,36%, OBSMER). À l'inverse, certaines espèces sont très largement sous-représentées, avec des pourcentages de capture ne dépassant pas 1% (esturgeon, lamproie).

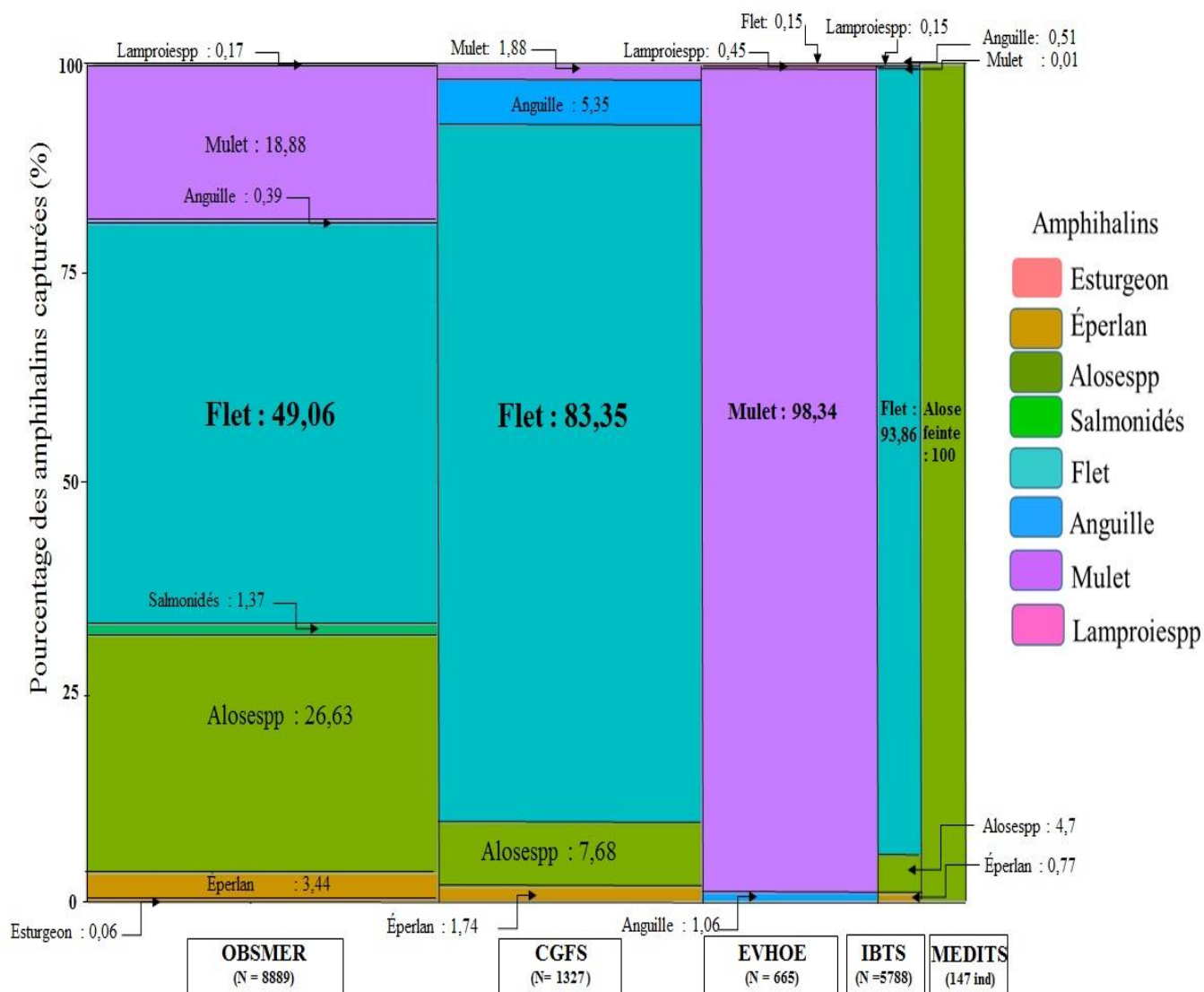
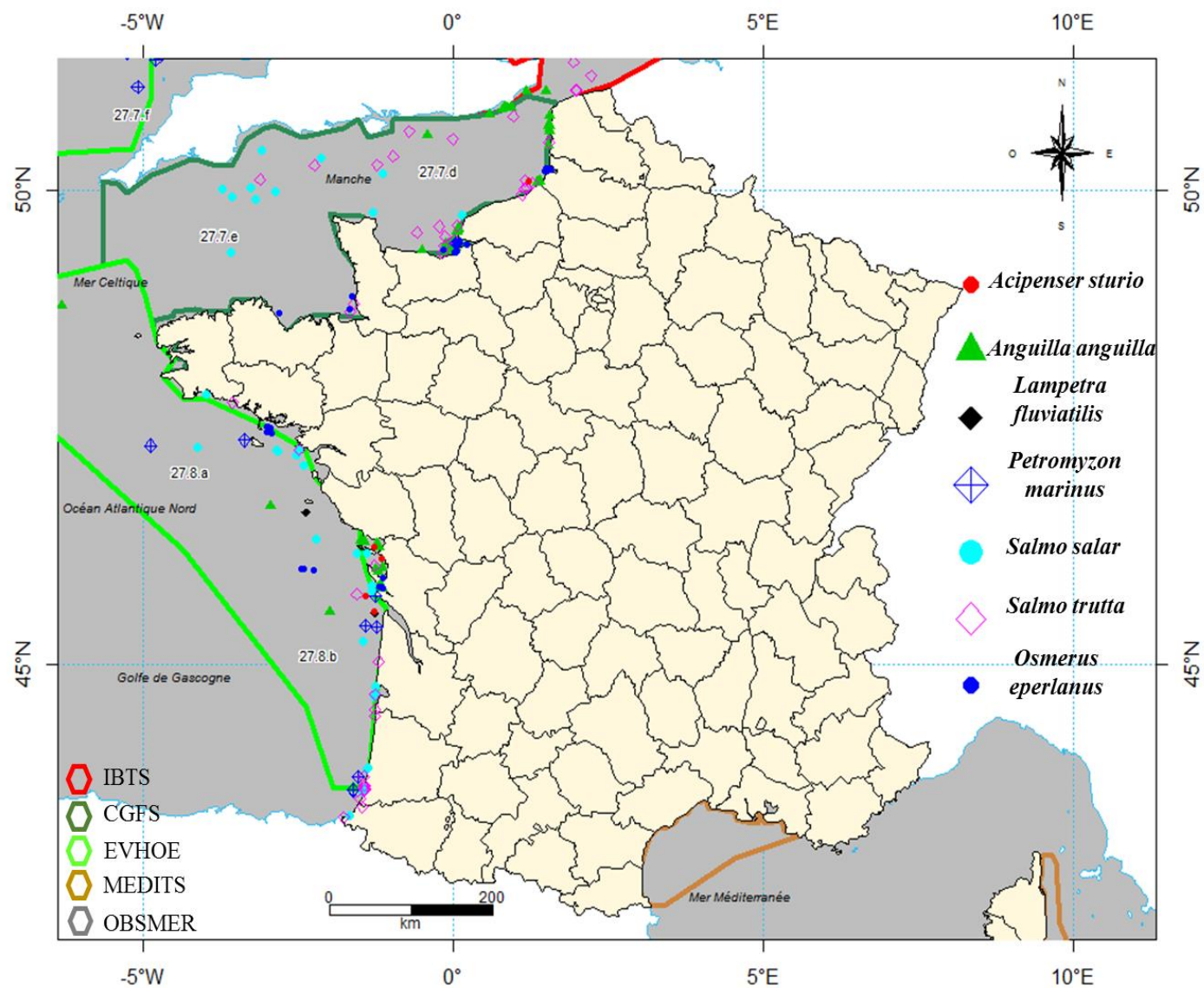


Figure 10. Pourcentage de capture des différentes espèces amphihalines lors des campagnes OBSMER, CGFS, EVHOE, IBTS et Medits.

Une première cartographie d'occurrence a été réalisée sur les 11 espèces amphihalines en France métropolitaine, à partir des données des différentes campagnes scientifiques. Ces cartes apportent des nouvelles informations, notamment sur les espèces très rares (comme les lamproies où quelques individus sont observés).



Pour les espèces moins rares, la figure 12 montre une occurrence très importante du flet d'Europe, notamment entre le Nord de la France et le Sud de l'Angleterre. Une même tendance est observée pour les aloses (870 individus *Alosa alosa* ; 475 *Alosa fallax*). Il est à noter que 147 individus de l'aloise feinte (*Alosa fallax*) ont été observés pour la première fois en Méditerranée (Golfe de Lion). Concernant le mulot porc, 1680 individus ont été capturés essentiellement dans le Golfe de Gascogne.

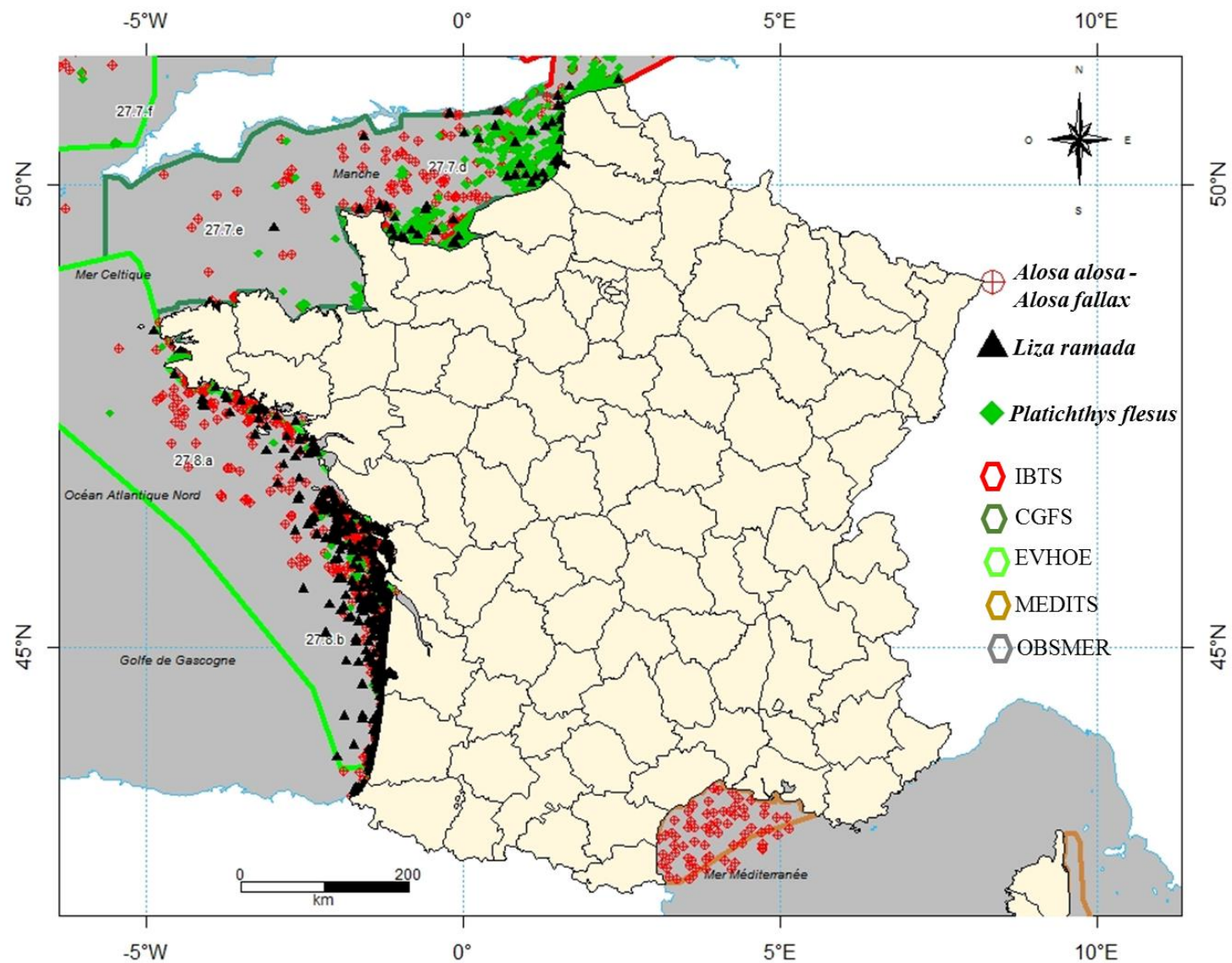


Figure 12. Occurrence brute des captures des amphihalins moins rare (données des campagnes OBSMER, CGFS, EVHOE, IBTS et Medits (R core Team, 2018 ; © MNHN, Khaled Sarraj)).

3. Modélisation de l'occurrence de Mulet porc

a) Choix des variables explicatives

La matrice de corrélation (fig.13) permet de réaliser un premier filtre sur les variables explicatives en conservant uniquement les variables avec un coefficient de corrélation inférieure à 0,5. Huit variables sont conservées des 13 initialement ciblées.

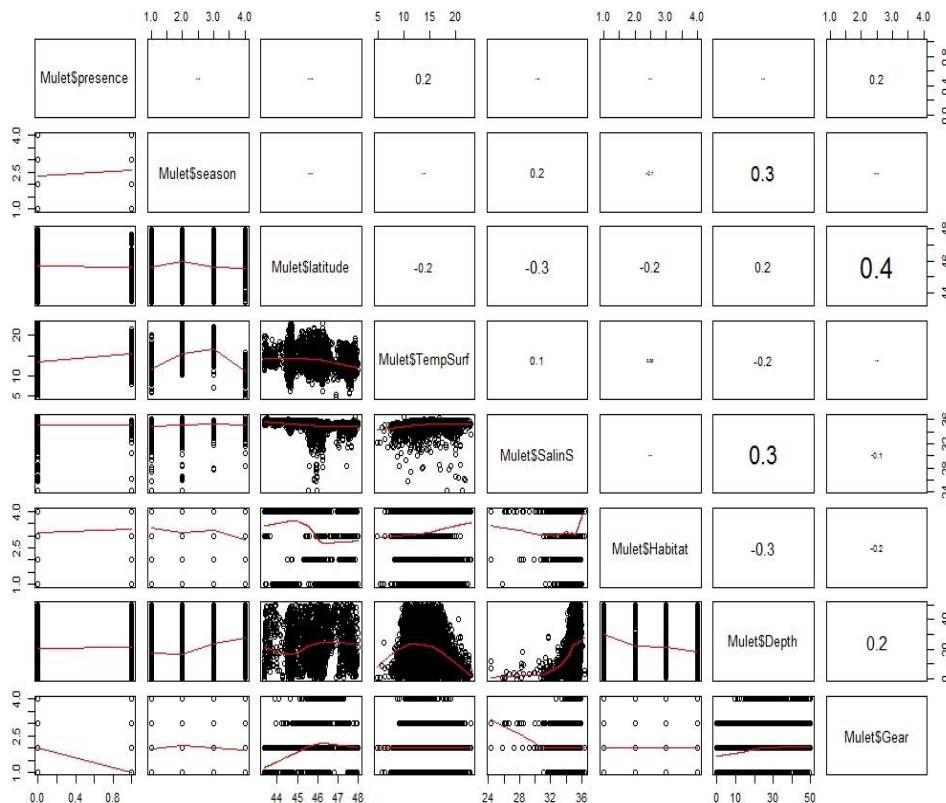


Figure 13. Matrice de corrélation entre les variables explicatives ciblées. Le coefficient de corrélation « r » ([0 ; 1]) est indiqué au centre des panneaux sur la partie droite de la figure, tandis que les tendances observées (avec une courbe de lissage « smooth »

Un second filtre a été réalisé pour résoudre le problème de la multi-colinéarité (via GVIF) entre les huit variables explicatives issues du premier filtre. En effet, les résultats du GVIF (entre 1,07 et 1,59, supérieur au seuil théorique) indiquent qu'il n'y a pas de multi-colinéarité entre les huit variables testées.

b) Sélection du modèle le plus parcimonieux

Le meilleur modèle (sur 256 modèles testés) selon les trois critères d'informations décrits en matériel et méthodes (partie I.5.6) est le suivant : « probabilité de l'occurrence » ~ Latitude

+ Saisons + Habitat + Engin + Salinité de surface + Température de surface + Bathymétrie :: Saison (**eq. 1**). Selon l'échelle de Swets (1988), ce modèle est classé comme « bon » (AUC= 0.819, déviance = 28 ± 3.1 %). Le tableau 5 présente les résultats du test ANOVA et indique que seul le facteur saison (hiver) et le facteur habitat (sable) n'ont pas d'effet sur l'occurrence du mulot porc.

Tableau 5. Résultat du test ANOVA du modèle sélectionné concernant la variable « probabilité de l'occurrence ». L'équation précise de ce modèle est énoncée en légende ci-dessous.

Variables explicatives	Significativité
Latitude	***
Printemps	**
été	**
Automne	***
Hiver	NS
Boue	***
Roche	*
Sable	NS
GTR (un filet trémail)	***
OTB (Chalut de fond à panneaux)	***
PTM (Chalut-boeuf pélagique)	***
Salinité de surface	**
Température de surface	*
Depth:printemps	***
Depth:été	***
Depth:automne	*
Depth:hiver	***

*** : hautement significative ($p < 0,001$), ** : très significative ($0,01 < p < 0,001$), * : significative

($0,05 < p < 0,01$), NS : pas significative ($p > 0,05$). L'équation du modèle retenue est la suivante : Logit

$$([Présence]) = -1.37*[latitude] + 0.82*[Printemps] + 1.41*[Automne] + 1.08*[été] - 0.69*[habitat_Mud] - 0.54 * [habitat_Rock] - 0.09*[Habitat_Sand] + 0.81*[engin_GTR] + 0.85*[engin_OTB] + 3.09*[engin_PTM] - 0.43 * [salinité_de_surface] - 0.55*[température_de_surface] - 0.02*[bathymétrie_ (Printemps)] + 0.04 * [bathymétrie_ (été)] + 0.01*[bathymétrie_ (Automne)] - 0.13* [bathymétrie_ (Hiver)]$$

Le tableau 6 montre l'occurrence de mulot porc dans le golfe de Gascogne en fonction des variables environnementales étudiées.

Tableau 6. Tolérance de mullet porc (*Liza ramada*) face aux variables environnementales étudiées dans le golfe du Gascogne (données de campagne OBSMER). Les engins utilisés sont les suivants : PTM, GTR, OTB.

Variable environnementale	Occurrence de Mulet porc dans le golfe de Gascogne
	<i>Min - Max</i>
<i>Salinité de surface (‰)</i>	24.29- 35.88
<i>Température de surface (°C)</i>	7.95 - 21.68
<i>Bathymétrie (mètres)</i>	0.5 - 49.7
<i>Latitude (degrés)</i>	43.44- 47.65
<i>Habitats (4 modalités)</i>	Sable ↗ ↗ ↗, Gravier ↗ ↗ ↗, boue ↗ ↗, Roche ↗
<i>Saisons (4 modalités)</i>	Printemps ↗ ↗, été ↗ ↗, automne ↗ ↗ ↗, hiver ↗

GTR : un filet trémail, **OTB** : Chalut de fond à panneaux, **PTM** : Chalut-bœuf pélagique, ↗ : faible, ↗ ↗ : moyenne, ↗ ↗ ↗ : fort.

c) Cartes de prédiction

Les cartes de la figure 14 représentent les prédictions de l'occurrence du mullet porc en fonction des saisons et ce, à partir du modèle sélectionné (avec un effet engin aléatoire). Les prédictions indiquent la présence d'une zone de forte concentration au niveau de l'estuaire de la Garonne et des pertuis charentais, avec probabilité entre 0,8 et 1 pour les quatre saisons. Pour l'aspect saisonnier, la probabilité d'occurrence est très élevée en mer en automne. À l'inverse, les prédictions montrent une occurrence plus faible en mer durant le reste de l'année (hiver, printemps et l'été).

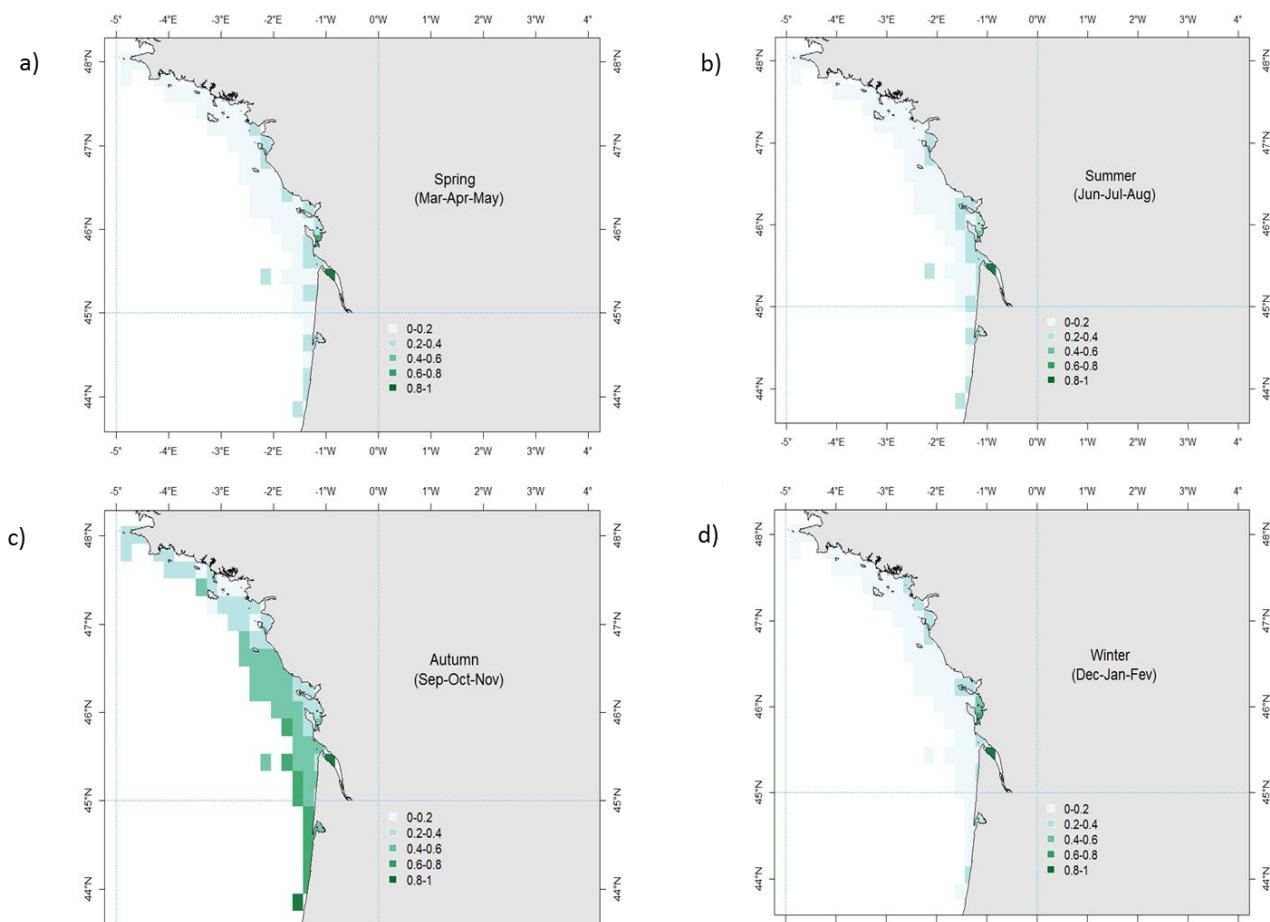


Figure 14. Prédictions des probabilités d'occurrence de mulot porc (*Liza ramada*) dans le golfe de Gascogne durant les quatre saisons, a) printemps, b) été, c) automne, d) hiver. Les prédictions sont réalisées à partir de l'équation 1 (eq.1) et utilisent les données de la campagne OBSMER. (R Core Team 2018, © MNHN, Khaled Sarraj)

Les cartes de la figure 15 représentent les différentes tailles moyennes de mulot capturées issue des données OBSMER. En automne (Fig. 6.g), une forte concentration des adultes (taille entre 460 et 520 mm), Alors qu'en hiver, printemps et été, il y a présence des individus juvéniles de petits tailles.

Il est à noter qu'un juvénile est de taille 10 mm donc il est difficile à être capturer par des engins classiques.

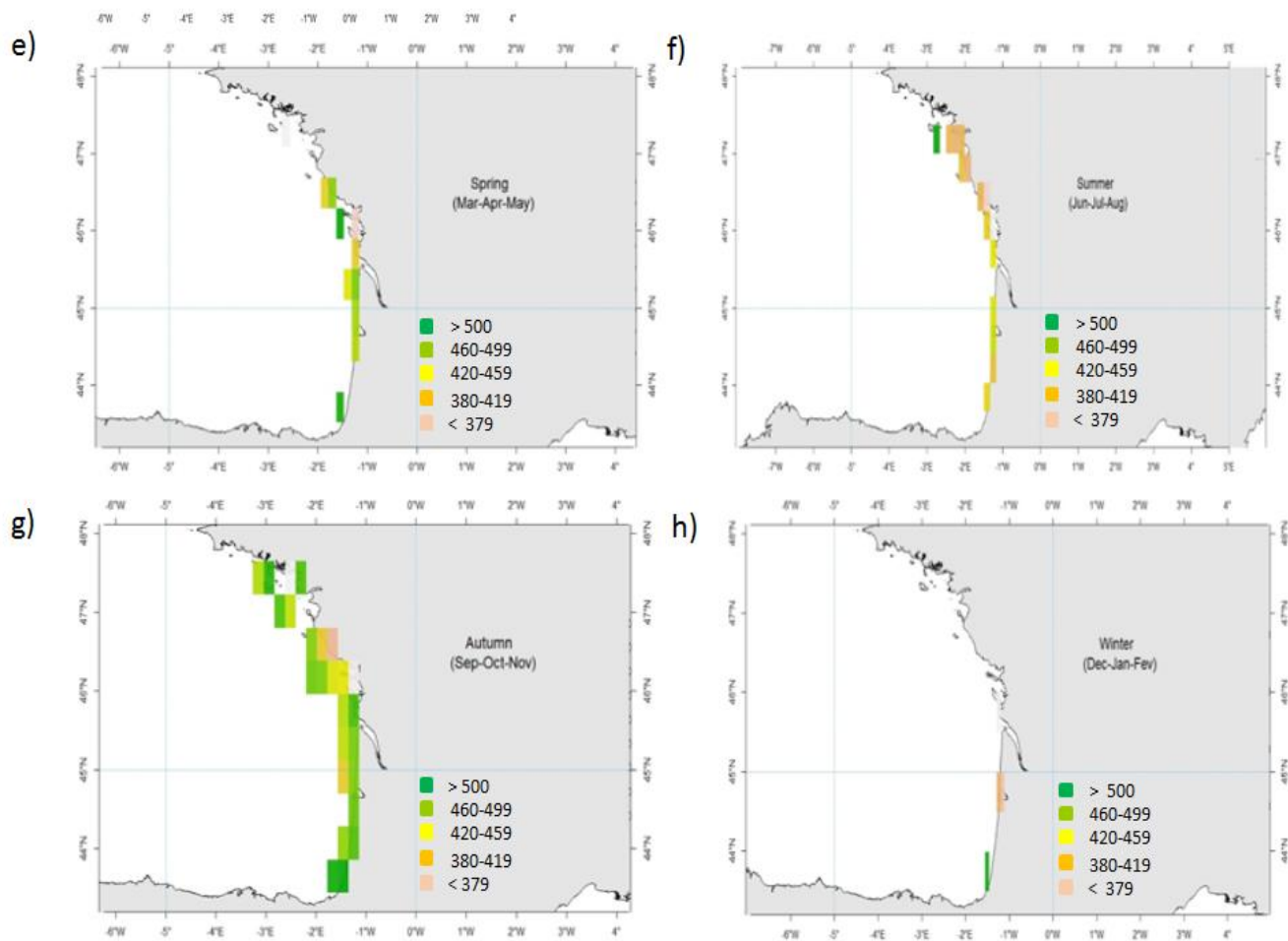


Figure 15. Taille moyenne (mm) de Mulet porc capturées dans les campagnes OBSMER sur les quatre saisons (printemps, été, automne, hiver).

d) Comparaison avec la carte INPN

La carte de la figure 16 montre la présence de mulet porc en France métropolitaine et ce, réaliser à dire d'expert par l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) [9]. Les experts estiment qu'il y a une présence certaine de mulet porc dans la plupart du domaine continental côtier de la France métropolitaine. En mer la présence est certaine uniquement au large de la Loire, au niveau des cotes basques et dans le panache du delta du Rhône en méditerranée.

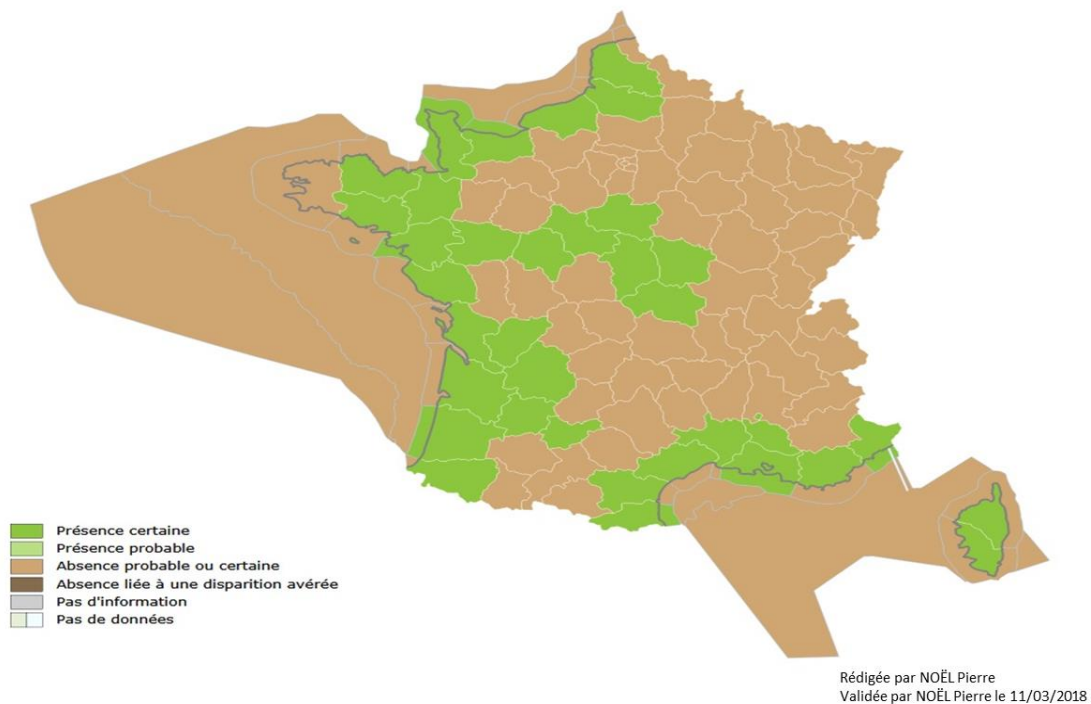


Figure 16. La présence de Mulet porc en France métropolitaine selon l'INPN

4. Identifications de la pression de pêche

Entre les 3 modalités de la variable engin qui est retenu dans le modèle parcimonieux, l'engin PTM (chalut bœuf pélagique) influence plus que l'engin GTR, qui est un filet trémail et l'engin OTB (Chalut de fond à panneaux), très significativement sur la variable présence d'une espèce pélagique (mulet porc).

Une autre source de pression qui a été identifiée dans le cadre de l'état de lieu est le filet fixe posé par les amateurs. Le tableau 7 représente les données déclarées par des amateurs aux filets fixes du département de Loire Atlantique (44) sur une période récente. En effet, ils montrent la présence certaine des Mulets de 2014 à 2017. Quelques individus des Aloses, Anguille et Truite de mer.

Tableau 7: Nombre d'individus par espèce amphihaline capturés par des filets fixes en Loire-Atlantique.

	2014	2015	2016	2017
Alose	3	0	1	0
Anguille	0	0	1	0
Grande alose	1	0	0	0
Mulet	68	43	31	45
Truite de mer	1	0	0	0

Le graphique ci-dessous représente les quantités de Mulet porc capturées et déclarées par les pêcheurs issues des campagnes et enquêtes faits par France Agrimer.

Des captures très importantes de mulet porc dans le golfe de Gascogne, de l'ordre de 8600 kg en 2011, pareil en 2017, jusqu'à 9000 kg était capturées dans le Nord-Est de golfe de Gascogne.

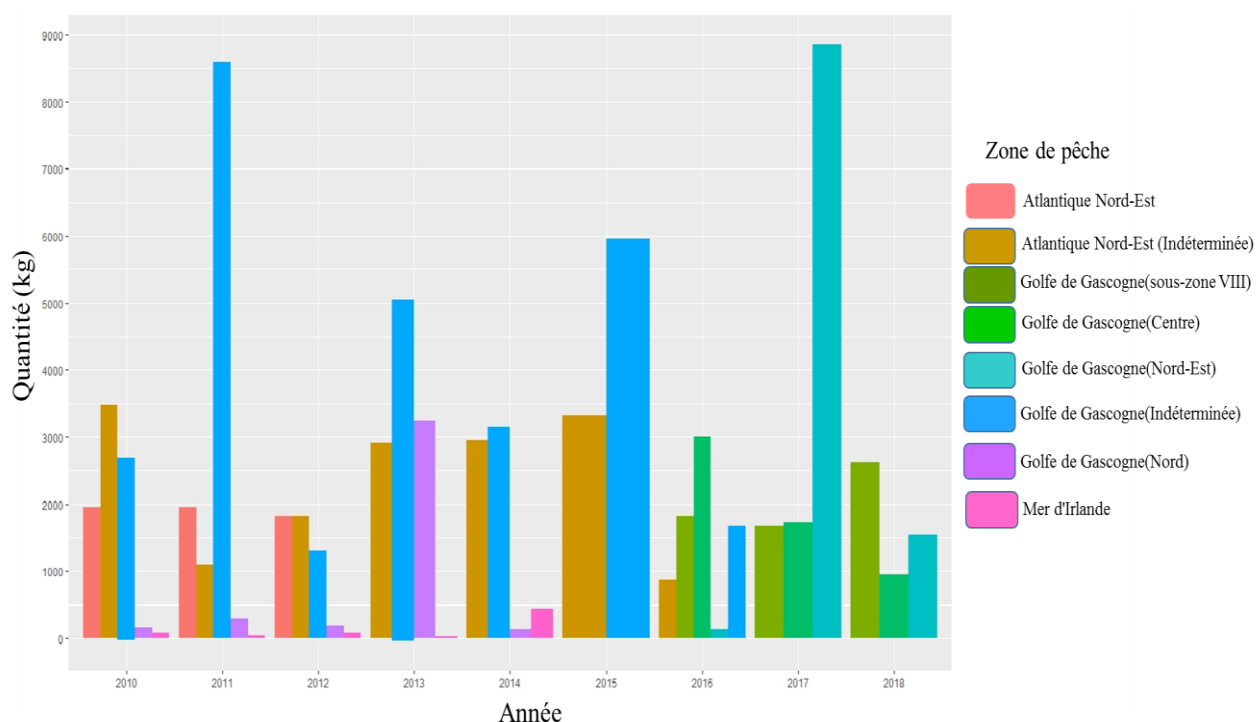


Figure 17: Quantité de mulet capturées entre 2010 et 2018 dans différents zones de pêche collectées par France Agrimer (campagne Visiomer)

IV. Discussion

De nombreuses données ont été identifiées comme sources potentielles d'informations sur les espèces amphihalines. Elles sont issues des suivis scientifiques notamment par l'IFREMER, les programmes d'observations en mer (OBSMER) et les collectes des données déclaratives comme Visio Mer, DML (filets fixes) en France métropolitaine. Bien que les données exploitées dans le cadre de ce projet de fin d'études ne présentent qu'une partie de l'ensemble des informations disponibles (biologie, écologie, environnement, biogéographie) des amphihalins, le potentiel de ces derniers est très important et permet d'estimer l'état écologique et les pressions de pêche sur les amphihalins. Cette étude a permis en outre de réaliser une première cartographie sur l'occurrence brute en mer des 11 espèces amphihalines en agréant plusieurs sources des données. La cartographie d'occurrence des lamproies dans le milieu marin par la méthode précitée a été effectuée pour la première fois dans la présente étude. Toutefois, pour certaines cartes des vérifications s'imposent notamment sur la présence de fortes concentrations de flets au sud de l'Angleterre. Dans ce cas précis, la carte obtenue n'est pas cohérente avec la littérature qui montre que *Platichthys flesus* est absent dans les zones dont la profondeur > 70 m. L'explication plausible est que le flet ait été confondu avec des plies ou autres poissons plats durant les campagnes «OBSMER», même si les observateurs embarqués sont compétents en systématique. La question qui se pose concerne la fiabilité des données d'où la nécessité à l'avenir de recourir à des méthodes de validation.

La base de données «OBSMER» a été utilisée pour modéliser la prédiction d'occurrence de l'espèce *Liza ramada* afin de tester et valider la qualité de cette base par rapport à la littérature. En effet, il a été détecté dans OBSMER des incohérences dans certaines mesures et unités, notamment pour les variables environnementales (profondeur des traits, etc...), certainement liées à un biais opérateur et/ou matériel. De ce fait, il n'était pas possible de prendre ces dernières en considération.

Selon la littérature, la catadromie de *Liza ramada* n'est pas très bien localisée dans le milieu marin et il existe d'importantes différences entre les observations (Koutrakis, 2011 ; Keith *et al.*, 2011). En effet, certaines hypothèses suggèrent que la ponte se déroule en automne de septembre à décembre (Cassifour, 1975 ; Le Dantec, 1955 dans Trancart, 2011). En se basant sur les travaux précités, la taille moyenne observée de *Liza ramada* dans le golfe de Gascogne a été utilisée comme un « proxy » pour valider la présence des individus matures

capturés en automne. En effet, selon les observations OBSMER réalisées entre septembre et novembre les mulets ont une taille moyenne entre 460 et 600 mm, correspondant à des individus adultes et matures (Keith, 2011). D'autres travaux ont montré que dans les estuaires de Loire, le mulot ne dépasse pas les 600 mm pour un âge maximal 7 à 9 ans et un poids maximal de 2,5 kg (Collectif, 1989b). Ces résultats confirment la présence automnale des adultes en phase de reproduction. Aussi, les hotspots d'occurrence du *liza ramada* qui ont été mis en évidence par le modèle correspondent à des zones avérées de forte présence de l'espèce, notamment dans les estuaires de la Garonne, de la Dordogne, et dans le bassin d'Arcachon (Sauriau, 1991) et les bassins de la Loire de Juillet à Septembre (Marchand et Elie, 1983 dans Collectif, 1989a). En outre, le rapport de Gadais (2012) décrit la présence de l'espèce étudiée pendant toute l'année en Loire à l'aval d'Angers. Mais, lors de l'analyse des données pour *Liza ramada*, les captures ne présentent pas de juvéniles en raison des caractéristiques des engins utilisés (mailles très grandes). La pêche ne sélectionne que des adultes et des sub-adultes, cette sélectivité remet en question la représentativité des données sur le *liza ramada*. Aussi à l'échelle de rasterisation utilisée (20 km x 20km) et l'algorithme de calcul (moyenne par centroïde) ne sont probablement pas les mieux adaptés avec les données «OBSMER». L'emploi de ces méthodes pourrait «gommer» certaines absences d'occurrence.

Les données déclaratives de *liza ramada* collectées par France Agrimer, indiquent des captures très importantes jusqu'à 9000 kg de Mulets par rapport au total de pêche en 2017 dans le golfe de Gascogne ce qui révèle une pression de pêche importante. Toutefois, l'interprétation de ces données doit prendre en considération dans l'évaluation de l'indicateur de pression la traçabilité de l'origine des données (milieu marin ou milieu continental).

Pour les déclarations concernant la pêche aux filets fixes, chaque Délégation Mer Littorale (DML) dispose de son propre formulaire renseigné par les pêcheurs d'où la nécessité de standardiser l'information pour les 26 DML en termes d'espèce, abondance, poids, tailles, localisation, date, etc... Certains formulaires présentent des lacunes par exemple ceux des filets posés dans les estuaires de Loire, les pêcheurs déclarent seulement l'espèce sans citer le genre dans les captures de mulets, alors qu'il y a cinq espèces de Mugilidae présentes sur les côtes française (Cambrony, 1983 ; Quingnard *et al.*, 1984 ; Bruslé et Canbrony, 1992).

Il est à noter que les espèces amphihalines ne bénéficient pas du même statut, en effet, certaines espèces comme *Anguilla anguilla* sont davantage réglementées (protection).

Ainsi, 4 espèces de poissons amphihalins ne présentent aucune réglementation spécifique (*Osmerus eperlanus*, *Salmo trutta trutta*, *Platichthys flesus* et *Liza ramada*).

Conclusion générale

Le présent travail a permis de créer une forte base de données sur les amphihalins en France métropolitaine. En effet, ce travail a permis d'évaluer l'occurrence des espèces les moins rares dans le milieu marin (Alose, Flet, Mulet...) afin de mettre en place les mesures nécessaires pour la bonne gestion. Des développements statistiques complémentaires sont nécessaires pour modéliser les variations d'abondance des amphihalins à long terme, et ils devront prendre en compte la variabilité des efforts de pêche et ou types d'engins de pêche mis en œuvre dans les différentes campagnes.

Le suivi de la pêche de loisir (pêche au carrelet, casier, canne, à pied) est important et la déclaration des captures est nécessaire. Aussi la mise au point d'un dispositif de détection de la Lamproie est propice. Notant que cette espèce est rare et se détache de l'hôte lors de la capture. La valorisation des «big data» sous forme de vidéo prise par l'Apecs est requise, autrement dit, la création d'une base de données d'occurrence (présence et absence, localisation spatiale, localisation temporelle).

Suite aux conclusions tirées de la base de données formée, il est avantageux de prendre ces recommandations en considération :

- Il est nécessaire de centraliser, standardiser et vérifier les données acquises à l'avenir.
- Les données déclaratives sont très importantes pour évaluer l'effets des activités humaines (capture/vente) sur les différentes espèces. Pour ce faire, il est nécessaire de standardiser les fiches fournies par les DDTM et de rapprocher aux observateurs en mer/enquêteurs halieutiques pour échanger sur la détermination des amphihalins afin de vérifier l'origine et les natures de ces données (France Agrimer, DDTM, CNPMM...).
- Un suivi spécifique par la détection de l'ADN environnemental (ADNe) des amphihalins est également possible (exp Anguille ; détection de mucus avec un simple échantillon d'eau dans les zones à occurrences probables). Ce suivi a comme but de détecter la présence d'espèces présentes en faible abondance ou encore d'espèces difficiles à capturer par les engins classiques.
- Enfin, il est très important de collaborer avec les associations qui présentent une source forte d'information (Les vidéos de l'APECS/les données des concours de pêche etc.).

Bibliographie

Acolas, M.L., Bahr, R. and Rochard, E. 2015. Importance of monitoring methods in a recovery plan of a critically endangered diadromous fish: case study of *Acipenser sturio* sustained population. Poster session, 4th European Congress for Conservation Biology, August 2-6 2015, Montpellier, France.

Acou A., Lasne E., Réveillac E., Robinet T. & Feunteun E. (2013). Programme de connaissance Natura2000 en mer : les habitats marins des espèces amphihalines. Evaluation de la cohérence du réseau Natura2000 en mer pour la grande alose (*Alosa alosa*), l'alse feinte (*A. fallax* sp.), la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) et la lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*). Rapport scientifique préliminaire du Muséum National d'Histoire Naturelle, Stations marines de Dinard et Concarneau. 154 pages + annexes.

Aprahamian, M.W., Baglinière, J. L., Sabatié, M.R., Alexandrino, P., Thiel, R. & Aprahamian, C.D. 2003b. Biology, status, and conservation of the anadromous Atlantic twaite shad *Alosa fallax fallax*. American Fisheries Society Symposium 35, p.103-124.

Baglinière, Luc J., Sabatié R., Rochard E., Alexandrino P., Miran W., and Aprahamian N. 2003. The Allis Shad *Alosa Alosa*: Biology, Ecology, Range, and Status of Populations. American Fisheries Society Symposium 2003(35), p. 85–102.

Béguer M., Beaulaton L., and Rochard E. 2007. Distribution and Richness of Diadromous Fish Assemblages in Western Europe: Large-Scale Explanatory Factors. Ecology of Freshwater Fish 16, p. 221–37.

Benchetrit, J. 2013. Caractérisation Des Mouvements de l'anguille d'Amérique (*Anguilla Rostrata*) Dans Le Saint-Laurent à Partir de Profils Microchimiques Des Otolithes.

Bensettiti, F. et al. 2002. Cahiers d'habitats Natura 2000 - Tome 7 - Espèce Animales. Cahiers d'habitats Natura 2000, Connaissance et Gestion Des Habitats et Des Espèces d'intérêt Communautaire Tome 7, p. 353.

Bensettiti, F. & Gaudillat, V . 2004. Cahiers d'habitats Natura 2000 - Tome 7 - Espèce Animales. Cahiers d'habitats Natura 2000, Connaissance et Gestion Des Habitats et Des Espèces d'intérêt Communautaire Tome 7, p.353.

Bergstedt, R.A, and Seelye, J.G. 1995. Evidence for Lack of Homing by Sea Lampreys. Transactions of the American Fisheries Society 124(2), p. 235-239.

Berne. 1979. Convention Relative à La Conservation de La Vie Sauvage et Du Milieu Naturel de l'Europe. Série Des Traités Européens 104, p.1–10.

Bourdaud, Pierre, Morgane Travers-Trolet, Youen Vermard, Xochitl Cormon, and Paul Marchal. 2017. Inferring the Annual, Seasonal, and Spatial Distributions of Marine Species from Complementary Research and Commercial Vessels Catch Rates. ICES Journal of Marine Science 74(9), p. 2415–26.

Cambrony, M. 1983. Recrutement et écologie des juvéniles de poissons en milieu estuarien et lagunaire: analyse bibliographique et éléments de programme.

CITES. 2011. Annexes I , II et III. 41, p. 22–42.

Cucherousset, J., Ombredane, D., Charles K., Marchand F., and Bagliniere J. L. 2005. A continuum of life history tactics in a brown trout (*Salmo trutta*) population. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, p. 1600-1610.

Daverat, F. and Tomás J. 2006. Tactics and Demographic Attributes in the European Eel *Anguilla Anguilla* in the Gironde Watershed, SW France.

Delpech, J-P, Coppin, F. 2013. Les Captures de Poissons Amphihalins Pendant Les Campagnes CGFS.

Dambrine, C. 2017. Distribution en mer de la grande alose et de l'alose feinte : apports de la modélisation empirique de niche écologique. Stade de fin d'études de l'ENSAIA – Nancy.

DREAL, ONEMA, Plan de gestion des poissons migrateurs 2014-2019 Bassins de la Loire, de la Sèvre niortaise et des côtiers vendéens – 19 février 2014, p. 4-98.

DREAL, ONEMA, Plan de Gestion des Poissons Migrateurs Bretagne 2013-2017, État de lieu des poissons migrateurs et proposition de gestion, p.73-112.

Feunteun, E. 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. Ecological Engineering, p. 575-591.

Gautier, D., and Hussenot, J. 2005. Les mulets des mers d'Europe, synthèse des connaissances sur les bases biologiques et les techniques d'aquaculture. Brest: Institut Français de Recherche et d'Exploitation de la MER

Gross, M.R., Coleman, R.M., and Mc Dowall, R.M. 1988. Aquatic Productivity and the Evolution of Diadromous Fish Migration. *Science New York* 239, p. 1291–1293.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2010. The IUCN Red List of threatened species.

Jager, H.I., Rose, K.A., and Vila-Gispert, A. 2008. Life history correlates and extinction risk of capital-breeding fishes. *Hydrobiologia* 602, p. 15-25.

Jonsson, B. and Jonsson, N. 1993. Partial Migration: Niche Shift versus Sexual Maturation in Fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3, p. 348–365.

Keil, P., Belmaker, J., Wilson, A.M., Unitt, P., and Jetz, W. 2013. Downscaling of Species Distribution Models: A Hierarchical Approach. *Methods in Ecology and Evolution* 4(1), p. 82–94.

Lasne, E., Rigaud, C., Acou, A., Réveillac, E., Carpentier, A., Baglinière, J-L., Roussel, J., Feunteun, E. 2011. Compte-rendu du premier séminaire GRISAM sur la thématique « Poissons migrateurs amphihalins et milieux marins », 22-23 Février 2011, CRESCO, Dinard.

Lassalle, G., Crouzet, P., and Rochard, E. 2009. Modelling the Current Distribution of European Diadromous Fishes: An Approach Integrating Regional Anthropogenic Pressures. *Freshwater Biology* 54, p. 587–606.

Lassalle, G., Crouzet, P., Gessner, J., and Rochard, E. 2010. Global Warming Impacts and Conservation Responses for the Critically Endangered European Atlantic sturgeon. *Biological Conservation* 143, p. 41–52.

Limburg, K.E. and Waldman J.R. 2009. Dramatic Declines in North Atlantic Diadromous Fishes. *Bio Science* 59, p. 955–965.

Mao, M. 2015. État Des Lieux Des Espèces et Habitats Natura 2000 Dans La Sous-Région Marine Du Golfe de Gascogne.

Masson, G., 1987. Biologie et écologie d'un poisson plat amphihalin, le flet (*Platichthys flesus* Linné, 1758) dans l'environnement ligérien : distribution, démographie, place au sein des réseaux trophiques. Université de Bretagne Occidentale, Nantes, p. 344.

McDowall, R.M. 1997. The Evolution of Diadromy in Fishes (Revisited) and Its Place in Phylogenetic Analysis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, p. 443–62.

McDowall, R.M. 2001. The origin of the salmonid fishes: marine, freshwater ... or neither? *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11, p. 171-179.

Myers, G.S. 1949. Usage of Anadromous, Catadromous and Allied Terms for Migratory Fishes, n° 2, p. 89–97.

OSPAR. 2008. Liste OSPAR des espèces et habitats menacés et/ou en déclin.

Righton, D., Westerberg, H., Feunteun, E., Økland, F., Gargan, P., Amilhat, E., Metcalfe, J., Lobon-Cervia, J., Sjöberg, N., Simon, J., Acou, A., Vedor, M., Walker, A., Trancart, T., Brämick, U., Aarestrup, K. 2016. Empirical observations of the spawning migration of European eels: The long and dangerous road to the Sargasso Sea. *Sci. Adv.* 2, e1501694.

Rochard, E. 2001. Anadromous estuarine migration of adult allis shad *Alosa alosa*, shape of the phenomenon and influence of the tidal cycle. *Bulletin Français De La Pêche Et De La Pisciculture*, p. 853-867.

Swets, J.A. 1988. Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science* 240 (4857):1285–1293.

Taverny C. et Élie, P. 2001a, Répartition spatio-temporelle de la Grande alose *Alosa alosa* (Linné, 1766) et de l'Alose feinte *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) dans le Golfe de Gascogne. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, no362-363, p. 803-821.

Taverny C. et Élie, P. 2001b, Régime alimentaire de la Grande alose *Alosa alosa* (Linné, 1766) et de l'Alose feinte *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) dans le Golfe de Gascogne. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, no362-363, p. 837-852.

Taverny C., 1991, Contribution à la connaissance de la dynamique des populations d'aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax*) dans le système fluvio-estuarien de la Gironde : pêche, biologie

et écologie. Étude particulière de la dévalaison et de l'impact des activités humaines. Bordeaux : Université Bordeaux 1, 507 p. (Thèse de doctorat).

Thiriet, P., Acou, A., Artero, C., & Feunteun, E. 2017. Évaluation DCSMM 2018 de l'état Écologique Des Poissons et Céphalopodes de France Métropolitaine : Rapport Scientifique Du Co-Pilotage MNHN D1-PC.

Trancart T., Rochette, S., Acou A., Lasne E. & Feunteun. 2014 Modeling marine shad distribution using data from French by catch fishery surveys. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 511, p.181-192.

Trancart, T. 2011. Analyse Comparative Des Tactiques Déployées Lors de La Migration de Colonisation Des Bassins Versants Par Les Poissons Migrateurs Amphihalins Thalassotoques. 276p.

Tsukamoto, K., Aoyama, J., and Miller, M. J. 2002. Migration, Speciation, and the Evolution of Diadromy in Anguillid Eels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59(12), p.1989–98.

United Nations Department of Oceans and the Law of the Sea. 2012. The Law of the Sea.

Zuur, A. F., Ieno, E. N., & Elphick, C. S. 2010 . A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(1), p. 3-14.

Zuur. A.F., 2014. High Statistics Course. Disponible en ligne.

Liste des références électroniques :

<https://www.ecologiquesolidaire.gouv.fr>

www.iucn.fr

<https://inpn.mnhn.fr>

<https://www.legifrance.gouv.fr/>

<http://sih.IFREMER.fr/Acces-aux-donnees>

<http://doris.ffesmm.fr/Especies/Mugil-cephalus-Mulet-a-grosse-tete-2595>

<http://portal.emodnet-bathymetry.eu/>

<http://www.highstat.com/>

<https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

Annexe 1

Les arrêtés consultés :

Arrêté du 15 novembre 2011 portant approbation d'une délibération du Comité national des pêches maritimes et des élevages marins relative aux conditions d'exercice de la pêche dans les estuaires et de la pêche des poissons amphihalins (CMEA).

Arrêté du 15 Septembre, 1993, instituant Un Régime Commun de Licences Pour La Pêche Dans Les Estuaires et La Pêche Des Poissons Migrateurs.

Arrêté du 16 octobre 1996 fixant les prescriptions particulières à la pêche du saumon.

Arrêté du 20 décembre, 2004, relatif à la protection de l'espèce *Acipenser sturio* (esturgeon), Journal officiel de la République française.

Arrêté du 24 octobre, 2017, définition, répartition et modalités de gestion du quota d'anguille Européenne (*Anguilla anguilla*) de moins de 12 centimètres pour la campagne de pêche 2017-2018. Légifrance.

Arrêté du 30 décembre 2011 portant approbation d'une délibération du Comité national des pêches maritimes et des élevages marins portant contingent de licences et de droits d'accès aux bassins pour la pêche dans les estuaires et la pêche des poissons amphihalins (CMEA) pour l'année 2012

Arrêté du 5 février, 2016, relatif aux périodes de pêche de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) aux stades d'anguille jaune et d'anguille argentée, article 1 et 2.

Arrêté du 8 décembre, 1988, Légifrance.gouv.

Code de l'environnement, partie réglementaire, Titre III : Pêche en eau douce et gestion des ressources piscicoles, Chapitre VI : Conditions d'exercice du droit de pêche, Section 3 : Gestion et pêche des poissons appartenant aux espèces vivant alternativement dans les eaux douces et dans les eaux salées, article R436-44.

Code rural et de la pêche maritime, livre IX Décret n°90-94 du 25 janvier 1990 pris pour l'application des articles 3 et 13 du décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime.

Décret n° 2010-1110 du 22 septembre 2010 relatif à la gestion et à la pêche de l'anguille, article 7.

Décret n°90-95 du 25 janvier 1990 pris pour l'application de l'article 3 du décret du 9 janvier 1852 modifié fixant les conditions générales d'exercice de la pêche maritime dans les zones de pêche non couvertes par la réglementation communautaire de conservation et de gestion.

Délibération n° 66/2010 du 10 novembre 2011 du Comité national des pêches maritimes et des élevages marins relative aux conditions d'exercice de la pêche dans les estuaires et de la pêche des poissons amphihalins.

Délibération n° 81/2011 du 8 décembre 2011 du Comité national des pêches maritimes et des élevages marins portant contingent de licences et de droits d'accès aux bassins pour la pêche dans les estuaires et la pêche des poissons amphihalins (CMEA) pour l'année 2012.

Règlement (CE) n° 1224/2009 du Conseil du 20 novembre 2009 instituant un régime communautaire de contrôle afin d'assurer le respect des règles de la politique commune de la pêche.

Règlement (CE) n° 850/98 du Conseil du 30 mars 1998, la conservation des ressources de pêche par le biais de mesures techniques de protection des juvéniles d'organismes marins, article 26 : restrictions applicables à la pêche du saumon et de la truite de mer, p24.

RÈGLEMENT (CE) n°1100/2007 DU CONSEIL du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes.

Annexe 2

Tableau 8.Synthèse des données acquises en France métropolitaine

Source /types de données	Contacts	Information sur les données	Espèces capturées (N)/ données acquises
IBTS (International Bottom Trawl Survey) / Scientifique	Arnaud.Auber@ifremer.fr Arnaud Auber	<p>-<u>Période</u> : 1983-2015</p> <p>-<u>Nombre de traits</u>= 58 chalutages par an (Français)</p> <p>200 en tous (français, belge, danois et allemand)</p> <p>Chaque trait →demi-heure → couvre 0,067 km² chacun.</p> <p>-<u>Période de campagne</u> : tous les ans en janvier (4 semaines)</p> <p>-<u>Zone</u> : Mer du Nord et un peu en Manche</p> <p>-<u>Variables</u> : (GPS, profondeur moyenne, mois, année, Nombre, Taille, Poids)</p>	
			<i>Anguilla anguilla</i> 29
			Lamproie fluviatile 1
			<i>Petromyzon marinus</i> 8
			<i>Alosa</i> 272
			<i>Liza ramada</i> 1
			<i>Osmerus eperlanus</i> 44
			<i>Platichthys flesus</i> 5433

EVHOE (Assessment of Western European fisheries resources) / Scientifique	Site de l'IFREMER	- <u>Période</u> : 1997-2016 - <u>Nombre de traits</u> = 140/ans 75 traits d'une demi-heure avec (CGOV ¹)→ couvre 0,067 km² chacun	
		- <u>Période de campagne</u> : en octobre et novembre (6 semaines)	<i>Anguilla anguilla</i> 7
		- <u>Zone</u> : Golfe de Gascogne (zone VIII du CIEM) - <u>Variables</u> : (GPS, profondeur moyenne, mois, année, Nombre, Taille)	<i>Petromyzon marinus</i> 3
			<i>Liza ramada</i> 654
			<i>Platichthys flesus</i> 1

¹ Chalut de fond à grande ouverture verticale

<p>Mediterranean (International bottom Trawl Survey in the Mediterranean/ Scientific)</p>	<p>Jean.Pierre.Leaute@IFREMER.fr</p> <p>Angélique Jadaud</p> <p>Jean-Pierre LEAUTE</p>	<p>-<u>Période</u> : 1983-2002</p> <p>-<u>Nombre de traits</u>= 69 <u>chalutages/ans</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> demi-heure → couvrent 0,05 km² chacun → < à 200 mètres 1 heure → couvrent 0,1 km² → > à 200 mètres <p>-<u>Période de campagne</u> : Automne (ans)</p> <p>-<u>Zone</u> : Golfe du lion</p> <p>-<u>Variables</u> : (GPS, profondeur moyenne, mois, année, Nombre, Taille)</p>	<p><i>Alosa fallax</i> 147</p>
<p>CGFS (Channel Ground Fish Survey)/ Scientific)</p>	<p>eric.foucher@IFREMER.fr eric foucher</p> <p>Mathieu.Doray@IFREMER.fr M.doray</p> <p>Erwan.Duhamel@IFREMER.fr Erwan Duhamel</p>	<p>-<u>Période</u> : 1988-2017</p> <p>-<u>Nombre de traits</u>=90 traits d'une demi-heure, au CGOV → couvre 0,03 km²</p> <p>-<u>Période de campagne</u> : en octobre/septembre (1 mois)</p> <p>- <u>Zone</u> : Manche orientale</p> <p>-<u>Variables</u> : (GPS, profondeur moyenne, mois, année, Nombre, Taille)</p>	<p><i>Alosa</i> 102</p> <p><i>Anguilla anguilla</i> 71</p> <p><i>Liza ramada</i> 25</p> <p><i>Osmerus eperlanus</i> 23</p> <p><i>Platichthys flesus</i> 1106</p>
<p>Campagne RESSGASC (Ressources)</p>	<p>Jean pierre leaute</p> <p>Jean.Pierre.Leaute@IFREMER.fr</p>	<p>-<u>Période</u> : 1985-2002</p> <p>-<u>Nombre de traits</u>=37 traits d'une demi-heure, au CGOV</p>	<p><i>Alosa alosa</i> 438</p> <p><i>Alosa fallax</i> 10</p>

Gascogne)/ Scientifique	te@IFREMER.fr	→couvre 0,03 km² -Période de campagne : 12mois - Zone : Golfe de Gascogne -Variables : (GPS, durée, Engin, Maillage, surface balayé, profondeur moyenne, mois, année, Nombre, Taille)	Alosa spp 57
			Anguilla anguilla 7
			Platichthys flesus 141
Campagne Nurse / Scientifique	Brind'amour annick	-Période : 1980-2004 -Nombre de traits : inconnue -Période de campagne : - Zone : Golfe de Gascogne -Variables : GPS, année, mois, Taille, Nombre.	
			Alosa alosa 4
			Alosa fallax 4
			Anguilla anguilla 221
			Lampetra fluviatilis 1
OBSMER /Professionnelle	DPMA	-Période : 2003-2017 -Nombre de traits : 1000 marée en moyenne/ 2500 jours en mer (durée de l'opération de pêche) -Période de campagne : 12 mois -Variables :(GPS, Nombre de jour en mer, durée, Engin, Maillage, surface balayé, profondeur moyenne, mois, année, Nombre, Taille)	Acipenser sturio 6
			Alosa 23
			Alosa alosa 870
			Alosa fallax 1475
			Anguilla anguilla 35
			Lampetra fluviatilis 5
			Liza ramada 1680
			Osmerus eperlanus 306
			Petromyzon marinus 11
			Platichthys flesus 4362

			<i>Salmo salar</i> 55
			<i>Salmo trutta</i> 67
FranceAgrimer/ Loisir et Professionnelle déclarative	cecile.guillot@franceagrimer.fr	Données des captures : <u>-Période :</u> 2010-2018 <u>-Période de campagne :</u> Données DML navire <12 : des enquêtes (pêche à pied, Nasse et casier, Apnée) (12 mois) <u>-Variables :</u> Port départ/retour, zone de capture (carreaux stat), date, engin (maillage, dimension), taille=90, Unité de Capture, Unité de Poids =1, Nombre des Unités	Anguille 31610
			Anguille argentée 4299
			Anguille d'Europe 9301
			Anguille jaune 14141
			Civelle 114856
			Truite de mer 1862
			Saumon de l'Atlantique 4228
			Grande alose 1537
			Alose feinte 552
			Lamproie marine 2180
			Esturgeon commun 264
			Mulet porc 1155
			Eperlan européen 2556
			Flet d'Europe 21338
France Agrimer/ Professionnelle	cecile.guillot@franceagrimer.fr	Données des ventes : <u>-Période :</u> 2010-2018 <u>-Période de campagne :</u> ➤ Des enquêtes sur les	Aloses vraie et feinte 4119
			Anguille d'Europe 13167
			Alose feinte 973
			Alose vraie 1126

	nceagrimer.fr	lieux de vente/débarquement ➤ DDTM/DML -Variables : (date, lieu de débarquement, et lieu de vente, zone de pêche (carreaux stat), Quantité)	Eperlan européen 3134
			Flet Commun 17833
			Lamproie marine 234
			Mulet porc 11654
			Saumon de l'Atlantique 2792
			Truite d'Europe 1297
DDTM\DML Haute-Corse 2B/ Professionnelle déclarative	stephane.diez@haute-corse.gouv.fr DIEZ Stéphane philippe.livet@haute-corse.gouv.fr LIVET Philippe	Fiche déclaratives : -Période : 2017-2018 -Variables : (identifiants (pêcheurs/navires), types d'engins (maillage, dimension), quantité (kg), date et secteur de pêche, parfois durée de l'opération de pêche)	Essentiellement de l'anguille (des quantités en kg)
DDTM- DML/loisir	marc.gallene@loire-atlantique.gouv.fr GALLENE Marc, Chef de Pôle	Fiche déclaratives : -Période : 2014-2018 -Nombre de filet fixe : 80 -Période de posé de filet : annuelle -Variable : (Caractéristiques de filet fixe, Coordonnées de pêcheurs, lieu de pose, Taille, Poids, Nombre)	
			Alose
			Truite de mer/anguille
			Mulet (espèce ciblé par le filet fixe)

Cellule de Suivi du Littoral Normand : Les enquêtes halieutiques en Manche - Mer du Nord EPERLAM (Évaluation des Pêcheries en Relation avec Les Activités Maritimes)	enqueteur.sapac@gmail.com Thomas LEFRANCOIS	Confirme la présence des amphihalins	
Institut des milieux aquatiques : Des enquêtes halieutiques en Aquitaine	l.mas@institutdesmilieuxaquitaines.fr Lise Mas	Confirme la présence des données bancarisées auprès de CRPMEM Nouvelle Aquitaine	
Centre d'expertise et de données sur la nature (MNHN-INPN)	solene.robert@mnhn.fr Solène Robert	-Période : 1827-2016 -Zone : les deux façades françaises -Espèces ciblées : Benthiques et pélagiques	Favorable: Données acquises
CRPMEM- CNPEMEM (CMEA)	crpmem@peche-nouvelleaquitaine.com	Nombre de licence par département/ Réglementation	2 aloses, 2 Lamproies, Saumon, Truite de mer

Les parcs marins : Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale	Mme GRUSELLE	- Période : 2014-2015 - Zone : estuaires picards et de la mer d'Opale	Confirme la disponibilité des données fin 2018/2019
La Fédération Nationale des pêcheurs de Plaisanciers et Sportifs de France(FNPPSF)	fnpp@orange.fr	Données des concours de pêche réalisées par les associations	Pas de réponse
APECS	Eric STEPHAN	La présence des traces des lamproies sur les requins pèlerins	Vidéos
PELAGIS	Vincent Ridoux	1 seule étude d'une trace de la lamproie sur un dauphin	Un Article (littérature)



Données : pêche scientifique



Données : pêche professionnell



Données déclaratives : pêche de loisir

Tableau 9. Liste des 26 DDTM de façade possédant un service délégué à la mer et au littoral

Liste DDTM	Service délégué à la mer et au littoral	adresse postale	tel - DML	mail
DDTM Alpes-Maritimes 06	Délégation à la mer et au littoral	22, quai Lunel – BP 4139 06304 Nice Cedex 4	04.93.72.72.72	ddtm-dml@alpes-maritimes.gouv.fr
DDTM Aude 11	Délégation à la mer et au littoral (DML 66/11)	1, rue des Paquebots 66660 Port-Vendres	04.68.98.34.80	ddtm-dml@pyreneesorientales.gouv.fr
DDTM Bouches-du-Rhône 13	Service mer et littoral	16, rue Antoine ZATTARA 13332 MARSEILLE CEDEX 3	04.91.28.54.67	ddtm-service-merlittoral@bouches-du-rhone.gouv.fr
DDTM Calvados 14	Délégation à la mer et au littoral	12 avenue de Tsukuba, 14209 Hérouville-Saint-Clair	02.31.53.66.50	ddtm-sml@calvados.gouv.fr
DDTM Charente-Maritime 17	Délégation à la mer et au littoral	Quai de Marans, 17021 La Rochelle Cedex 1		ddtm-dml-dd-lr-mn@charentemaritime.gouv.fr
DDTM Corse du Sud 2A	Service de la mer et du littoral	4, boulevard du Roi-Jérôme 20176 Ajaccio Cedex 1	04.95.51.75.35	ddtm-sml@corse-du-sud.gouv.fr
DDTM Haute-Corse 2B	Délégation à la mer et au littoral	8 Bd Benoîte Danesi, CS 60008, 20411 Bastia Cedex 09	04.95.32.97.97	ddtm-dml@haute-corse.gouv.fr
DDTM Côtes d'Armor 22	Délégation à la mer et au littoral	19, rue Chateaubriand 22000 Saint Brieuc	02.96.68.30.70	ddtm@cotes-darmor.gouv.fr
DDTM Eure 27	Délégation à la mer et au littoral (DML 76/27)	2 rue Saint Sever, Cité Administrative, 76032 Rouen Cedex	02.35.58.56.62	ddtm-dml-gmep@seine-maritime.gouv.fr
DDTM Finistère 29	Délégation à la mer et au littoral	2 boulevard du Finistère, 29325 Quimper Cedex	02.98.76.50.04	ddtm-dml-pemn-enim@finistere.gouv.fr
DDTM Gard 30	Délégation à la mer et au littoral (DML 34/30)	4 rue Hoche – BP 472, 34207 Sète Cedex	04.34.46.63.16	ddtm-dml-gm-enim@herault.gouv.fr
DDTM Gironde 33	Délégation à la mer et au littoral	5 Quai du Capitaine Allègre, 33311 Arcachon	05.57.72.27.44	ddtm-gmn@gironde.gouv.fr
DDTM Hérault 34	Délégation à la mer et au littoral (DML 34/30)	4 rue Hoche – BP 472, 34207 Sète Cedex	04.34.46.63.16	ddtm-dml-gm-enim@herault.gouv.fr
DDTM Île-et-Vilaine 35		Le Morgat, 12 rue Maurice Fabre – CS 23167, 35031 Rennes Cedex	02.90.02.32.00	ddtm-dml@ille-et-vilaine.gouv.fr
DDTM Landes 40	Délégation à la mer et au littoral (DML 64/40)	19, avenue de l'Adour – CS 80331 64600 Anglet	05.59.52.59.70	ddtm-dml@pyrenees-atlantiques.gouv.fr
DDTM Loire-Atlantique 44	Délégation à la mer et au littoral	9 boulevard de Verdun, 44600 Saint Nazaire	02.40.11.77.50	ddtm-dml-pegm-enim-gm@loire-atlantique.gouv.fr
DDTM Manche 50	Délégation à la mer et au littoral	22 quai général Lawton Collins, 50100 Cherbourg Octeville	02.33.23.36.00	ddtm-sml@manche.gouv.fr
DDTM Morbihan 56	Délégation à la mer et au littoral	88-90 avenue de la Perrière – BP 2143, 56321 Lorient	02.97.37.16.22	ddtm-dml@morbihan.gouv.fr

		Cedex		
DDTM Nord 59	Délégation à la mer et au littoral	22 rue des Fusiliers-Marins – BP 6356, 59385 Dunkerque Cedex 1	03.28.26.73.00	ddtm-gem-enim@nord.gouv.fr
DDTM Pas de Calais 62	Délégation à la mer et au littoral	92 quai Gambetta – BP 629, 62321 Boulogne sur mer cedex	03.21.30.50.23	ddtm-dml-saml-gmep@pas-de-calais.gouv.fr ddtm-dml@pas-de-calais.gouv.fr
DDTM Pyrénées-Atlantiques 64	Délégation à la mer et au littoral (DML 64/40)	19, avenue de l'Adour – CS 80331, 64600 Anglet	05.59.52.59.70	ddtm-dml@pyrenees-atlantiques.gouv.fr
DDTM Pyrénées-Orientales 66	Délégation à la mer et au littoral (DML 66/11)	1, rue des Paquebots, 88880 Port-Vendres	04.68.98.34.80	ddtm-dml@pyrenees-orientales.gouv.fr
DDTM Seine-Maritime 76	Délégation à la mer et au littoral (DML 76/27)	2 rue Saint Sever, Cité Administrative, 76032 Rouen Cedex	02.35.58.56.62	ddtm-dml-gmep@seine-maritime.gouv.fr ddtm-dml@seine-maritime.gouv.fr
DDTM Somme 80	Service de l'environnement, de la mer et du littoral	1 boulevard du Port – BP 2612, 80026 Amiens Cedex 01	03.22.97.21.00	ddtm-eml@somme.gouv.fr
DDTM Var 83	Délégation à la mer et au littora	244 avenue de l'Infanterie de Marine, BP 501 83041 Toulon cedex	04.94.46.83.83	ddtm-dml@var.gouv.fr
DDTM Vendée 85	Délégation à la mer et au littoral	1 Quai Dingler – BP 10366, 85108 Les Sables d'Olonne	02.51.20.42.10	ddtm-dml@vendee.gouv.fr