

Master 2 Patrimoine Naturel et Biodiversité

Année universitaire 2015/2016

Rapport de stage – Septembre 2016

Interactions de la pratique de pêche à pied de loisir avec la dynamique des populations de palourdes dans le bassin de Marennes-Oléron



Pêcheurs récréatifs de palourdes sur l'espace intertidal de Manson (© G. Auproux).

AUPROUX Gwenaëlle

Structure d'accueil :

Agence des aires marines protégées - Antenne Atlantique – Projet Life¹ « Expérimentation pour une gestion concertée et durable de la pêche à pied de loisir »

Maître de stage :

M. Richard COZ (Coordinateur local pour le projet Life+ PAPL sur le périmètre du Parc Naturel Marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis)

Stage effectué du 1^{er} mars 2016 au 31 août 2016

Soutenance orale : 13 - 14 septembre 2016

Président de jury :

Rapporteur : Mme CHARRIER Maryvonne

Examineur : M. YSNEL Frédéric

Remerciements

J'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui ont été présentes et m'ont aidées durant la période de mon stage.

Je tiens tout d'abord à remercier l'Agence des aires marines protégées ainsi que l'équipe du Life+ Pêche à Pied de Loisir pour m'avoir permis d'effectuer, au sein de leur structure, ce stage qui fut très enrichissant et varié. Merci également à Richard Coz pour son super encadrement, sa grande disponibilité et son partage de connaissances.

Un grand merci à Coline Dumas et Adrien Lowenstein pour leur bonne humeur au quotidien et la grande aide apportée sur le terrain.

Je désire aussi exprimer toute ma gratitude aux membres de l'association IODDE du CPIE de Marennes-Oléron pour leur convivialité et grâce à qui j'ai pu obtenir un grand nombre de données et réaliser des enquêtes sur mon propre site d'étude. Merci aussi à Eva Teggers de nous avoir accompagnés pendant les sessions de suivis.

Mes remerciements s'adressent également à Pierre-Guy Sauriau du laboratoire LIENs pour les indications vis-à-vis du protocole, la réalisation de la granulométrie et ses nombreux conseils, remarques et aides lors de la relecture de mon mémoire.

Toute ma reconnaissance va aussi aux personnes de la DDTM 17 de Marennes pour leur accueil chaleureux et leurs réponses à mes nombreuses questions.

J'adresse également mes sincères remerciements aux équipes du CREAA et du CRPMEM-PC pour la mise à disposition des moyens matériels et humains et particulièrement Cédric Hennache pour les conseils et remarques sur les jeux de données.

Enfin, un grand merci à ma famille, mon ami et mes amis d'avoir été présents et de m'avoir épaulée durant toutes ces années. Merci, merci, merci !

Sommaire

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION | 1 |
| • <i>Contexte et enjeux</i> | 1 |
| • <i>Le projet</i> | 2 |
| • <i>Le territoire et l'étude</i> | 3 |
| MATÉRIEL ET MÉTHODE | 4 |
| 1) Matériel biologique | 4 |
| 2) Sites d'étude..... | 6 |
| 3) Protocole | 7 |
| 4) Analyses des données | 10 |
| a) <i>Données biométriques</i> | 10 |
| b) <i>Données de fréquentation</i> | 11 |
| RÉSULTATS | 12 |
| 1) Données biologiques | 12 |
| a) <i>Abondances et biomasses échantillonnées</i> | 12 |
| b) <i>Relations taille - masse fraîche total</i> | 12 |
| c) <i>Fractions exploitables</i> | 13 |
| d) <i>Estimations des abondances, des biomasses et des fractions exploitables</i> | 13 |
| e) <i>Structure en taille des populations de palourdes</i> | 14 |
| f) <i>Interpolations spatiales</i> | 16 |
| g) <i>Granulométrie</i> | 17 |
| 2) Données de fréquentation | 17 |
| DISCUSSION | 18 |
| 1) Fréquentation de la zone d'étude..... | 18 |
| 2) Biologie du gisement de palourdes..... | 19 |
| 3) Interactions entre usages et écosystème..... | 20 |
| a) <i>Populations de palourdes</i> | 20 |
| b) <i>Herbiers</i> | 22 |
| CONCLUSION ET PERSPECTIVE | 24 |
| BIBLIOGRAPHIE | 26 |
| ANNEXES | 32 |

INTRODUCTION

- *Contexte et enjeux*

Depuis plusieurs décennies, l'espace maritime est de plus en plus sujet à de multiples activités telles que la pêche (récréative ou professionnelle), la baignade, les sports de loisir, les transports, etc. La richesse des zones intertidales est telle qu'en France, la pêche à pied récréative est une activité culturelle et ancestrale. La pêche à pied de loisir (PAPL) s'est développée en France avec l'apparition des congés payés passant d'une pêche de subsistance à une pêche récréative (Laspougeas, 2007 ; Privat *et al.*, 2013). Cette activité s'est rapidement démocratisée si bien qu'en 2005, la population de pêcheurs à pied français est estimée à 2,5 millions (Herfaut *et al.*, 2013). Leur type de pêche de loisir principale est la collecte de coquillages dont la capture totale estimée représente 3100 t par an (Herfaut *et al.*, 2013).

La pêche à pied (PAP) à titre récréatif se pratique uniquement sur le domaine public maritime (article R921-83 du Code rural et de la pêche maritime) (Coz *et al.*, 2015) et, est définie comme « la récolte d'une ressource naturelle vivante sur les estrans sans recours à tout engin flottant » (Barnier, 2009). Il est considéré comme pêcheur à pied récréatif, toute personne qui, à marée basse sur l'estran, prélève coquillages, poissons, algues, crustacés ou vers (appâts) pour un usage privé (consommation exclusive du pêcheur et de sa famille) (Allendorf & Hard, 2009 ; Coulon, 2014). L'efficacité de la récolte va dépendre de plusieurs facteurs : l'expérience du pêcheur et son équipement, l'espèce ciblée, la période de pêche en fonction de son cycle biologique, mais aussi, les coefficients de marée, les conditions météorologiques ou encore, la fréquentation du site de pêche pouvant entraîner une compétition inter-pêcheurs (attractivité du site sur lequel la pêche est pratiquée en fonction de la saison, des vacances scolaires, des week-ends, de la beauté du site, etc.) (Bernard, 2012 ; Beck *et al.*, 2015). La pêche à pied est une composante essentielle du tourisme local par ses enjeux économiques, culturels et environnementaux (Beck, 2014).

L'impact de la pêche à pied a longtemps était considéré comme négligeable et les ressources supposées inépuisables (Beurier, 1979). Pratiquée dans des zones privilégiées par certaines espèces marines pour leur reproduction et leurs premiers stades de vie larvaire, cette activité peut en réalité se révéler dommageable pour les communautés et les habitats des substrats durs et meubles intertidaux (Bernard, 2012). L'activité de PAPL est alors considérée comme une perturbation d'une ou plusieurs espèces de la communauté mais aussi, de l'habitat (Glasby & Underwood, 1995). On distingue deux types de perturbations : une perturbation

ponctuelle *pulse* ou une perturbation continue *press* (Bender *et al.*, 1984 ; Underwood, 1992 ; Glasby & Underwood, 1995). L'effet (ou impact du stress) sera désigné comme la réponse d'une espèce ou d'un ensemble d'espèces à une perturbation (Glasby & Underwood, 1995). Ces réponses se distinguent en deux types : *discrete* ou *protracted*. Glasby et Underwood (1995) classent les perturbations en fonction du couplage type de perturbation et type de réponse soit : *discrete pulse* (cause ponctuelle/effet ponctuel) ou *protracted pulse* (cause ponctuelle/effet continu) mais aussi, *discrete press* (cause continue/effet ponctuel) ou *protracted press* (cause continue/effet continu) (Bender *et al.*, 1984 ; Glasby & Underwood, 1995).

La PAP peut être un facteur sélectif qui va modifier la structure démographique d'une population exploitée (Boldina, 2013). Les perturbations d'origines diverses vont dépendre des modalités de pêche telles que : les outils (*e.g.* pêche à la griffe vs pêche au râteau), les techniques (*e.g.* pêche à la griffe vs pêche au trou ; remise ou non des blocs retournés en place), le respect de la réglementation (quantité et maille) et le cheminement des pêcheurs (intensité et fréquence des piétinements) (Bernard, 2012 ; Coz, 2013 ; Privat *et al.*, 2013). Ces dernières vont être plus ou moins néfastes, ayant des effets directs (espèce cible : modification de l'abondance, de la taille moyenne, etc.) ou indirectes (habitats et espèces connexes : perte de diversité, modification de l'équilibre trophique, etc.). Ainsi, cette activité est susceptible de modifier l'état écologique des écosystèmes intertidaux (Bernard, 2012).

Face aux risques que font porter les activités humaines sur le bon fonctionnement des écosystèmes littoraux et marins, différentes initiatives se sont développées : le concept de la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) ; la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) ou bien, le projet national d'« Expérimentation pour une gestion concertée et durable de la pêche à pied de loisir » (Life+ PAPL).

- **Le projet**

Le projet national Life+ PAPL, coordonné par l'Agence des aires marines protégées (AAMP), d'une durée de 4 années (2013-2017), vise à accompagner les pêcheurs à pied récréatifs pour un meilleur respect du milieu marin, des ressources et le maintien durable de leurs pratiques. Il est mis en œuvre sur 11 territoires pilotes répartis sur la façade Manche-Atlantique allant du Nord-Pas-de-Calais jusqu'au Pays Basque. Le Life+ PAPL rassemble de nombreux acteurs concernés par la pêche à pied récréative (collectivités territoriales, associations, services de l'État, établissements publics, organisations professionnelles). Les objectifs du programme sont de : (1) proposer une meilleure gestion de l'activité de pêche à pied récréative, basée sur une gouvernance à plusieurs niveaux, locale et nationale ; (2) mieux

comprendre les pressions exercées par cette activité sur les milieux littoraux, la faune et la flore et mettre en place des moyens d’actions pour pérenniser la biodiversité des estrans ; (3) faire évoluer les pratiques des pêcheurs à pied par la sensibilisation pour limiter leur impact et enfin, (4) contribuer à l’élaboration et la mise en œuvre des plans de gestion des aires marines protégées soumises à une pression de pêche à pied de loisir (Coz *et al.*, 2015).

- ***Le territoire et l’étude***

Le bassin de Marennes Oléron (BMO) est principalement connu pour l’ostréiculture mais aussi, pour ses sites de pêche à pied remarquables. La pêche à pied qu’elle soit récréative ou professionnelle, est l’une des activités les plus prisées sur le territoire charentais, avec en moyenne 185 000 séances de pêche à pied représentant environ 70 000 pêcheurs différents par an (IODDE, 2007) sur les estrans de Marennes-Oléron. L’espèce majoritairement retrouvée dans les paniers de récolte est la palourde (en 2007, 150 t de palourdes récoltées, dont seulement 20 % à la taille réglementaire) (IODDE, 2007). C’est pourquoi, les deux espèces étudiées durant ce suivi sont, la palourde européenne, *Ruditapes* (= *Venerupis* ou *Tapes*) *decussatus* (Linnaeus, 1758) et la palourde japonaise, *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve, 1850). En effet, dans les années 1980, la culture de palourdes japonaises (vénériculture) s’est développée dans le bassin. Cette espèce allochtone d’abord limitée aux élevages conchylicoles suite à son introduction en France entre 1972 et 1975 (Bald *et al.*, 2009) s’est parfaitement acclimatée au milieu du fait de sa bonne capacité d’adaptation et de ses performances de croissance plus élevées, formant ainsi des populations stables dans le milieu naturel au détriment de l’espèce autochtone, la palourde européenne (Gouletquer, 1997). D’après Bordeyne (2009), la grande majorité (plus de 93,4 %) des palourdes du secteur sont japonaises (*R. philippinarum*). Le secteur d’Ade-Manson sur la commune de Saint-Trojan-les-Bains, présente un gisement naturel ouvert depuis plusieurs années à la pêche (récréative et professionnelle) et réglementé par des décrets (zones interdites à la pêche professionnelles ou jachères ; Annexe 2) et des arrêtés sanitaires temporaires. Dans le but de suivre ce stock de palourdes sur le long terme, il est nécessaire de mettre en place un protocole scientifique de suivi transmissible aux gestionnaires et comparable à l’échelle du territoire.

Des études ont déjà été menées sur ce sujet notamment dans le bassin d’Arcachon (Bertignac *et al.*, 2001 ; Caill-Milly *et al.*, 2003, 2006, 2008 ; Dang, 2009 ; Sanchez *et al.*, 2010, 2013, 2014 ; Caill-Milly, 2012), la rivière de Pont l’Abbé (Latruite, 2011) et dans le Golfe du Morbihan (D’Hardivillé *et al.*, 2008). Concernant le bassin de Marennes-Oléron, un état des lieux avait été réalisé par Bordeyne (2009) pour Saint-Trojan et Bellevue et Lebourg (2014)

pour Bellevue et Bonne Anse. Laughlin (2015) a débuté la réalisation du protocole de suivi du gisement de palourdes au niveau des sites d'Ade-Manson qui est complété et finalisé lors de l'étude de cette année (2016). En parallèle, en 2014, 2015 et 2016, le CREAA a effectué ce suivi de stock sur d'autres sites du BMO (Hennache, comm. Pers.).

De par la fréquentation accrue des estrans, l'action anthropique peut se révéler néfaste aux écosystèmes littoraux (Caill-Milly *et al.*, 2003). Plus particulièrement, les activités de recherche alimentaire sont connues comme ayant un impact significatif sur les communautés intertidales (Moreno *et al.*, 1984). Ainsi, le but de ce stage est de mettre en relation l'état des gisements de palourdes d'Ade et Manson avec la pression de pêche qui s'y exerce. Il s'agira donc d'identifier et comprendre les effets de la pratique de pêche à pied de loisir sur la dynamique et la structure des populations de palourdes tant par les caractéristiques biologiques (structure des populations, abondance, biomasse, densité, etc.) que par les caractéristiques de l'usage (données de fréquentation et de récoltes). De ce fait, il est primordial de finaliser le plan d'échantillonnage afin qu'il puisse être utilisé par les gestionnaires dans le cadre du Life+ PAPL et au-delà (par exemple par le Parc Naturel Marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis (PNM EGMP)) afin de suivre l'état des gisements et comprendre les pressions exercées par les pêcheurs à pied de loisir sur ces écosystèmes. Celui-ci permettra donc de définir les interactions d'usages avec le milieu naturel de la zone d'Ade-Manson dans le bassin de Marennes-Oléron.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

1) Matériel biologique

La palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*) et la palourde européenne (*Ruditapes decussatus*) sont difficiles à distinguer au premier abord d'autant plus qu'il existe un hybride morphologique de ces deux espèces, proche de la palourde européenne à l'état naturel (Hutardo *et al.*, 2011). Le critère le plus discriminatoire est celui se faisant sur une des caractéristiques internes : les siphons, soudés sur les $\frac{3}{4}$ de leur longueur chez *R. philippinarum* et séparés chez *R. decussatus* (Beck, 2014 ; Dérian, 2015). Afin d'être le plus précis possible, il aurait été indispensable de procéder à une dissection de chaque individu revenant à une méthode trop invasive. De plus, la distinction des juvéniles (taille inférieure à 20 mm, Holland & Chew, 1974) étant particulièrement difficile, il a été choisi de regrouper les deux espèces sous le nom de « palourdes » d'autant plus que les pêcheurs à pied ne font pas la différence (enquêtes terrain de 2016).

Les palourdes sont distribuées de manière agrégative (distribution en « tâches ») dans le sédiment (Kalyagina, 1994 ; Beninger & Boldina, 2014). Les jeunes peuvent être déplacés par un hydrodynamisme anormalement élevé (Dérian, 2015) tandis que les adultes présentent un déplacement latéral d'environ 6 m par mois en conditions expérimentales (Tamura, 1970), qualifié de migration tidale par Gray (2016a et b). Ce sont des bivalves fouisseurs : les adultes vivent à des profondeurs variables (entre 7 et 12 cm) dans le sédiment suivant la saison tandis que les juvéniles sont situés en surface (Caill-Milly *et al.*, 2003). Ils affectionnent particulièrement les milieux abrités (estuaires, lagunes, pertuis, baies fermées aux houles) du médiolittoral jusqu'à quelques mètres sous l'infralittoral (Le Treut, 1986). La palourde japonaise supporte des substrats très divers : vaseux, sablo-vaseux et sableux (Caill-Milly, 2012). Tamura (1970 *in* Le Treut 1986) cite un milieu idéal composé de 20 à 60 % de sable et de 20 à 30 % de vase, avec des sables fins à moyens. La palourde européenne vit dans des sables variables : sablo-vaseux, sables ou graviers avec une préférence pour le sable moyen (Le Treut 1986). Elles se retrouvent donc dans les substrats meubles (Le Treut, 1986) tels que la vase structurée par les zostères naines *Zostera noltei* (Hornemann, 1832) présente sur le site d'étude. Ce type de substrat, par la diminution de l'hydrodynamisme, favorise la sédimentation et procure des conditions favorables à l'activité suspensivore des palourdes (Dang, 2009). En effet, leur croissance va dépendre de trois facteurs prépondérants qui sont : la température de l'eau (préférendum de 18 à 25 °C), la disponibilité nutritive (pics de croissance lors des blooms phytoplanctoniques) et le temps d'immersion (Irlandi, 1996).

Les palourdes sont des espèces gonochoriques (soit mâle soit femelle) (Holland & Chew, 1974). La maturité sexuelle apparaît pour une taille d'environ 15-20 mm (première année pour *R. decussatus* et deuxième année pour *R. philippinarum*) (Holland & Chew, 1974 ; Bordeyne, 2009). La palourde a la capacité d'effectuer deux pontes dans une année. La première ponte est estivale (lorsque la taille des individus est supérieure à 25 mm) alors que la seconde est automnale (principalement lorsque les individus ont atteint une taille de 35 mm) (Robert *et al.*, 1993). La période de reproduction s'étend du printemps à l'automne (du mois d'avril au mois de septembre). Au moment du recrutement (fixation sur le substrat), les larves mesurent entre 0,2 à 0,3 mm pour la palourde japonaise et 0,7 à 0,8 mm pour la palourde européenne (Tamura, 1970 ; Le Treut, 1986 ; Dang, 2009).

Les palourdes sont principalement recherchées du printemps jusqu'au début de l'automne, avant leur ponte principale, tant qu'elles sont charnues (Privat *et al.*, 2013). Afin de les prélever lors de la pêche à pied, deux techniques de pêche peuvent être employées : la première, nommée « pêche à la gratte » consiste à réaliser une prospection au hasard dans le

sédiment à l'aide d'un outil de type griffe ou râteau (IODDE, 2010 ; Beck, 2014 ; Dérian, 2015). La seconde, cible les individus via les marques indiquant leur présence (trous formés par les siphons, légère dépression, présence de pseudofèces ou fèces) (IODDE, 2010 ; Privat *et al.*, 2013 ; Dérian, 2015). La réglementation exige une maille de 40 mm pour les pêcheurs de loisir (arrêté ministériel du 29 janvier 2013) couplée à une quantité équivalente à 5 kg toutes espèces de coquillages confondues pour la Charente-Maritime (arrêté préfectoral n° 179/98 du 10 juillet 1998). Cette réglementation spécifique permet la conservation des ressources de pêche par le biais de mesures techniques de protection des juvéniles (réglementation CE n° 850/98 du 30 mars 1998).

2) Sites d'étude

Situé sur la façade atlantique, le bassin de Marennes-Oléron (BMO) est localisé sur le littoral charentais de la mer des Pertuis et, est compris entre l'île d'Oléron et le continent (Figure 1). Ce système semi-fermé de 156 km² comprend 91 km² d'estran à marée basse (Stanisière *et al.*, 2006) avec en 2013, 19,85 km² de parcs à huîtres et 95 km de bouchots (DDTM 17, comm. Pers.). La nature des sédiments présents sur un site dépend de sa position par rapport aux sources sédimentaires et de son exposition au courant (IODDE, 2010 ; Privat *et al.*, 2013 ; Coz *et al.*, 2015). Le BMO est quant à lui, soumis à un processus d'envasement important (Stanisière *et al.*, 2006) puisqu'il reçoit des apports divers des estuaires de la Charente et de la Gironde.

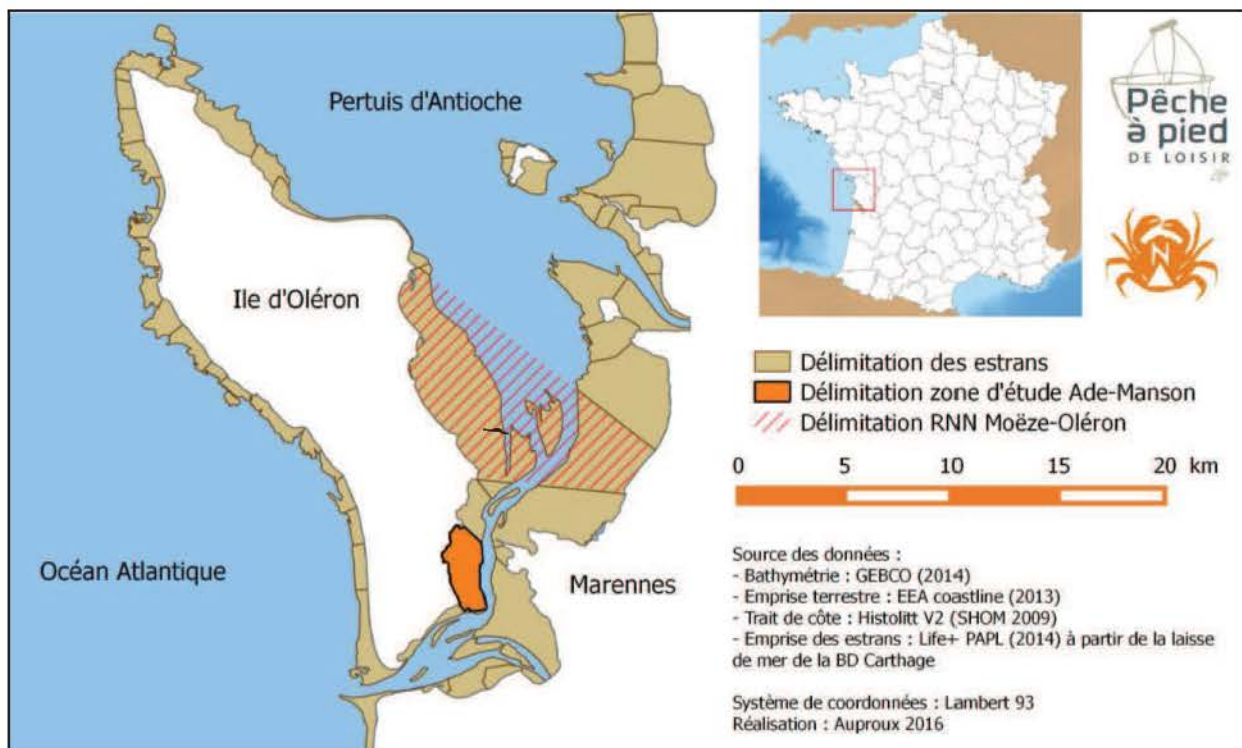


Figure 1 : localisation du site d'étude d'Ade-Manson sur la façade atlantique.

L'étude a été réalisée au sein de ce bassin sur le secteur d'Ade-Manson au sud-est de l'île d'Oléron (Figure 1). Il comprend deux estrans : « Ade » au nord d'une superficie de 265,8 ha et « Manson » de 286,9 ha au sud dont respectivement 151 ha et 84 ha correspondent à des zones ouvertes à la pêche c'est-à-dire en dehors des concessions conchylicoles et des chenaux (IODDE, 2011). Les zones échantillonnées pour cette étude représentent quant à elles, 81 ha pour Ade et 34 ha pour Manson. Ce secteur a été choisi car Manson est un des sites pilotes du projet Life+ PAPL au sein du PNM EGMP c'est-à-dire, faisant l'objet d'enquêtes (\approx 150-200 sur 3 ans), de comptages (plus de 90 sur 3 ans) et de sensibilisation (12 marées sur 3 ans). De plus, due à la présence d'un herbier de zostères naines (*Zostera noltei*, Hornemann), ces estrans sont aussi sujets au suivi « herbiers » du projet. Mais aussi, les deux sites (Ade et Manson) présentent, d'après l'association IODDE (Ile d'Oléron Développement Durable Environnement) et le CRPMEM-PC, une fréquentation différentielle de pêcheurs à pied récréatifs. Les moyennes de prélèvements obtenues pour la période 2006-2009 sont de l'ordre de 41,4 t pour Manson (site de pêche récréative) et 1,8 t pour Ade (site de pêche faible voire nulle) (IODDE, 2010). La pêche des palourdes dans la slikke (partie de la vase qui est recouverte à chaque marée) ne demande pas de coefficient particulier. Les gisements naturels découvrent même par petite marée (au moins en partie) et des coefficients de 60 laissent suffisamment de temps pour constituer une récolte. De plus, la pêche à pied professionnelle n'y est pas pratiquée à cause d'une non-rentabilité vis-à-vis du temps de pêche nécessaire pour une bonne récolte (CRPMEM-PC, comm. Pers.) et par la présence de zones interdites à l'activité professionnelle (jachères) (Annexe 2).

3) Protocole

Le protocole mis en œuvre afin d'évaluer les stocks de palourdes des sites d'Ade et Manson reprend ceux appliqués par Laughlin (2015) et Lebourg (2014). Le protocole de Lebourg (2014) a été créé en partenariat avec le CRPMEM-PC, le CREA (Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole) et le LIENSs (LIttoral ENvironnement et Sociétés, UMR 7266 CNRS/Université de La Rochelle) suite à une sollicitation des pêcheurs à pied professionnels. Ces derniers protocoles ont été inspirés de Bertignac *et al.* (2001), de Caill-Milly *et al.* (2003, 2006, 2008) et de Sanchez *et al.* (2010, 2013, 2014) pour le bassin d'Arcachon.

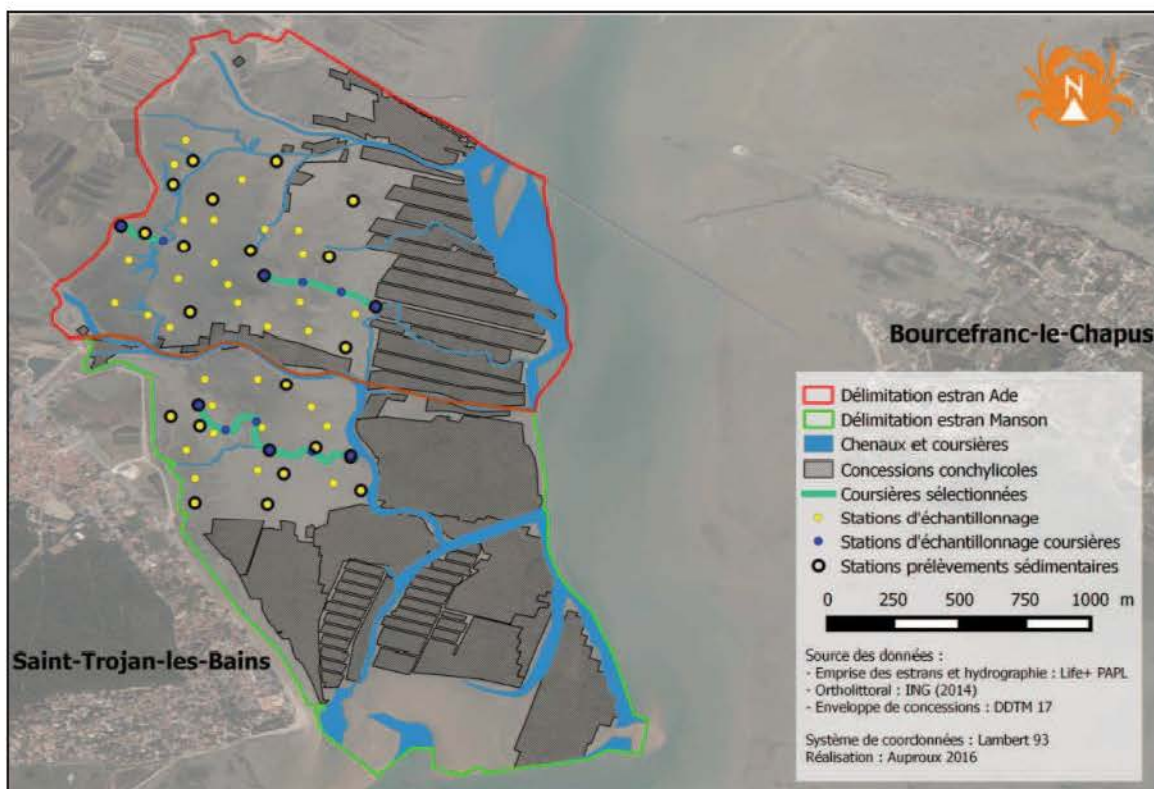


Figure 2 : positionnement des stations d'échantillonnage des palourdes (en jaune et en bleu : coursières) et sédimentaires (en noir) au sein des sites d'Ade (en rouge) et Manson (en vert).

Pour ces deux estrans, un échantillonnage aléatoire stratifié a été réalisé entre le 17 et le 20 mai 2016. 50 points de prélèvements (Figure 2 ; 19 au niveau de Manson et 31 sur Ade), espacés d'au minimum 100 m, ont été tirés aléatoirement grâce au logiciel R (3.2.2, via les packages librairies *sp*, *maptools* et *spstat*) et au logiciel QGIS (2.12.3). Ils ont été positionnés sur l'espace intertidal, en dehors des chenaux et des zones de production (concessions conchylicoles). Parmi ces 50 points, les 36 stations de 2015 ont été conservées et celles de 2016 sont venues compléter ce dernier plan d'échantillonnage (hauts d'estrans et zones complémentaires). Selon Caill-Milly *et al.* (2003), dix points par km² permettent d'obtenir une précision acceptable pour l'estimation, de ce fait, l'effort d'échantillonnage a été proportionnel à la surface : Ade (81 ha) comporte plus de stations comparé à Manson (34 ha). Afin d'être le plus fidèle à l'activité de pêche à pied, des stations ont aussi été placées au sein de deux coursières (Figure 2 ; une par site, sélectionnée préalablement). Un échantillonnage systématique le long des linéaires a permis de positionner en plus, 12 points, espacés de minimum 100 m, en fonction de la longueur des coursières (Figure 2 ; 6 pour la coursière de Manson et 6 pour celle d'Ade). Soit un total de 62 stations pour 2016 (50 sur l'estran (9 en hauts d'estrans et 5 en zones complémentaires) et 12 dans les coursières). En parallèle, les 62 stations précédentes ont été reprises afin d'y effectuer une analyse sédimentaire plus poussée

dans le but de vérifier ou réfuter l'hypothèse selon laquelle le substrat serait homogène. Pour ce faire, 25 stations ont été tirées aléatoirement dans l'ensemble des points de prélèvements.

Au sein de chaque station géolocalisée, connaissant la source de variabilité que représente la forte hétérogénéité de la distribution spatiale des palourdes (Bertignac *et al.*, 2001 ; Boscolo Brusà *et al.*, 2013 ; Gray, 2016a) : trois répliques ont été effectuées. Les prélèvements ont été réalisés de deux manières au sein de l'herbier de *Zostera noltei* (Annexe 4) : à bord d'une barge et à pied sur l'estran. Concernant les prélèvements embarqués, ceux-ci ont été réalisés à marée haute (marées de coefficients 56 et 63) à l'aide d'une barge ostréicole et d'une benne Day-Grab. Les prélèvements sédimentaires mesurent 0,1 m² de surface sur 15 cm de profondeur. Ils sont ensuite lavés à l'aide d'une motopompe et tamisés sur une table de tri composée d'un tamis de maille 5 mm. Les palourdes récoltées ont été analysées ultérieurement. Suite à des contraintes techniques (location du matériel, budget, temps imparti par l'étale correspondant à 6 heures), le nombre de stations prélevées à bord ont été limités à une quarantaine sur 2 jours. La seconde méthode de prélèvement a permis d'accéder à marée basse (coefficients de 73 et 77), aux zones inaccessibles en bateau, c'est-à-dire les hauts d'estrans ou non prélevées à bord de la barge par manque de précision des GPS. En effet, les coursiers sont des éléments dynamiques dans l'espace et il est impossible de se baser sur les orthophotographies datant de 2 ans. La même trame que précédemment a été reproduite à pied c'est-à-dire, des triplications par station. Des quadrats de 0,1 m² sur 15 cm de profondeur ont permis de prélever les palourdes présentes.

En parallèle des prélèvements de palourdes, des prélèvements sédimentaires ont été réalisés. Pour chaque réplique, une poignée de sédiment a été récupérée. Ainsi, pour chaque station, les prélèvements sédimentaires équivalaient à 500 g. La granulométrie a ensuite été prise en charge par le LIENSs à l'aide d'une tamiseuse composée de 17 tamis de maille décroissante (4000 µm, 2000 µm, 1600 µm, 1250 µm, 1000 µm, 800 µm, 630 µm, 500 µm, 400 µm, 315 µm, 250 µm, 200 µm, 160 µm, 125 µm, 100 µm, 80 µm, 63 µm) puis, l'analyse GRADISTAT a permis d'obtenir l'ensemble des paramètres granulométriques (fractions graviers, sables, vases en %, distribution en taille) (Sauriau & Aubert, 2016).

Les palourdes récoltées au sein de chaque station ont été dénombrées, mesurées et pesées *ex-situ*. La plus grande longueur des coquilles observée latéralement (longueur L) a été mesurée à 0,1 mm près à l'aide d'un pied à coulisse. Une balance de précision ($\pm 0,1$ mg) a permis d'obtenir leur biomasse (masse fraîche) après les avoir fait dégorger.

Afin d'estimer la pression de PAPL du site, des suivis de fréquentation ont été menés. Ces derniers ont été effectués par l'association IODDE du CPIE de Marennes-Oléron depuis le bord par des comptages des pêcheurs aux jumelles (Annexe 1a), ainsi que sur le terrain par la réalisation d'enquêtes auprès des personnes concernées (Annexe 1b). Les données sur la période 2014 – 2015 ont été obtenus grâce à 7 comptages collectifs réalisés sur l'ensemble des sites suivis sur le territoire pilote et aux 77 comptages effectués régulièrement sur le site pilote de Manson. Cependant, le site d'Ade étant très peu fréquenté, aucun comptage régulier et aucune enquête n'y ont été faits. Les informations retenues dans le cadre de cette étude sont : le nombre de pêcheurs, le contenu de leur panier (espèce, quantité et qualité (maillée ou non maillée)) et leur connaissance de la réglementation (maille et quota).

4) Analyses des données

a) Données biométriques

Une fois la description quantitative effectuée, l'analyse des données repose sur la caractérisation biométrique de la population et sur les estimations de densités et de biomasses sur la zone d'étude. Pour estimer la biomasse, il est nécessaire d'attribuer un poids à chaque palourde prélevée. Pour cela, la relation taille/masse fraîche total établie à partir des palourdes mesurées et pesées individuellement repose sur le modèle suivant : $P = aL^b$ avec P et L représentant respectivement le masse fraîche (en milligrammes) et la longueur (en millimètres), a et b sont les coefficients de la relation spécifique (avec R^2 le coefficient de détermination) (Caill-Milly *et al.*, 2003). Afin de pouvoir comparer la différence de significativité entre les deux courbes obtenues (Ade et Manson), les données ont été transformées par le logarithme permettant d'obtenir des droites de régression. La somme des carrés des écarts sur la taille et la biomasse ont été calculées puis sur R, une ANOVA a été réalisée afin d'obtenir la somme des carrés des écarts (résidus), la variance des résidus et d'en déduire la variance résiduelle commune. Enfin, le test de Student a été employé afin de comparer la pente de chaque droite au risque de 5 %.

De plus, sur la base de la réglementation (maille égale à 40 mm), une distinction a été effectuée sous la forme suivante : fraction exploitable (individus supérieurs ou égaux à la taille légale de capture) et fraction non exploitable (< 40 mm). La comparaison s'est faite par le X^2 .

Des analyses statistiques inter-sites (Ade et Manson) et inter-années (2015 et 2016) ont été réalisées sur les variables suivantes : taille, biomasse et abondance. Suite aux tests de normalité de Shapiro-Wilk (p-values < 0,05), les tests de Bartlett ont donné une valeur de p < 0,05 pour les variables taille et poids à l'inverse de l'abondance (p > 0,05). Ainsi, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis suivi d'un test post-hoc ont été employés pour la taille et le

pois. Sinon, dans le cas des abondances, l'ANOVA étant robuste à la non normalité quand l'homogénéité des variances est respectée (Quinn & Keough, 2002), un modèle linéaire mixte a été créé afin de prendre en compte la hiérarchisation des stations aux sites et l'erreur générée par la variabilité des réplifications.

Aussi, afin d'analyser l'évolution temporelle des distributions des fréquences de taille et de caractériser la population, une analyse des modes selon un modèle théorique a été faite. La méthode permettant de les distinguer parmi l'ensemble des données de fréquences par taille est la méthode de Bhattacharya (1967) (Renault, comm. Pers.). Ces modes ont ensuite été représentés sous R grâce à la moyenne, à l'écart-type et à l'effectif estimé de chaque groupe. Des histogrammes totaux avec et sans les stations ajoutées en 2016 ont été symbolisés. Les histogrammes de 2016 ont été comparés à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov. En parallèle, la proportion de juvéniles a été calculée selon le nombre total d'individus et la répartition spatiale de ces derniers a été réalisée sur QGIS à l'aide de cercles proportionnels aux effectifs et analysée par le test du χ^2 .

Aussi, les estimations totales (abondances, biomasses, densités (individus/m² et g/m²) et fractions exploitables) ont pu être calculées en tenant compte de la superficie de chaque site, du nombre de stations, du nombre de réplifications par station et de la surface d'échantillonnage (quadrat) (Sauriau, comm. Pers.).

Enfin, une interpolation spatiale des données de densité (unité/m²) de palourdes en biomasse, en effectif et en fraction exploitable a été réalisée pour chaque zone sur la base de l'algorithme d'une distance inverse à une puissance carrée sous le logiciel QGIS.

b) Données de fréquentation

La comparaison des données de comptages collectifs sur la période 2014 - 2015 a été faite sur la base de la somme et du nombre moyen de pêcheurs présents sur chaque site accompagnés d'un intervalle de confiance. Sous R, un test de normalité de Shapiro-Wilk (p-values > 0,05) et un test d'homoscédasticité de Fisher (p-values > 0,05) ont été effectués. Suite à ces tests, un test non paramétrique de Mann-Whitney a permis de comparer les fréquentations.

Concernant le site de Manson, les données de fréquentation (nombre de sessions de pêche par an) ont été obtenues grâce à la somme des fréquentations pour chaque catégorie de marée toujours accompagnée d'un intervalle de confiance calculé en fonction du nombre total de marées par catégorie. Les résultats des enquêtes (en pourcentages) ont permis de montrer la connaissance de la réglementation (maille et quantité), les espèces ciblées et la composition des paniers de récolte.

RÉSULTATS

1) Données biologiques

a) Abondances et biomasses échantillonnées

Lors de la campagne d'échantillonnage de 2015, un total de 441 individus (97 pour Manson et 344 sur Ade) a été récolté puis analysé au niveau des 36 stations positionnées (13 à Manson et 23 à Ade). En 2016, les 62 points de prélèvement (25 à Manson et 37 à Ade) ont permis d'obtenir un total de 635 individus soit 5386,8 g (390 individus pour Ade soit 3268,3 g et 245 pour Manson soit 2118,5 g). Plus d'individus ont été prélevés en 2016 en lien avec le plus grand nombre de stations établies. Or, la comparaison statistique inter-site indique pour 2016, une absence de différence significative des effectifs ($F = 0,616$; $df = 1$; $p > 0,05$). Même constat observé pour la comparaison inter-année (2015-2016) ($F = 2,237$; $df = 1$; $p > 0,05$). Au contraire, la biomasse a diminué significativement depuis 2015 (Ade : Kruskal-Wallis = 77,395 ; $df = 3$; $p < 0,001$ et Manson : Kruskal-Wallis = 77,395 ; $df = 3$; $p < 0,001$) mais ne diffère pas entre Ade et Manson (Kruskal-Wallis = 77,395 ; $df = 3$; $p > 0,05$).

Ainsi, l'abondance du gisement ne diffère pas spatialement ni temporellement mais au sein d'un site, les palourdes tendent à être moins grosses d'une année sur l'autre.

b) Relations taille - masse fraîche total

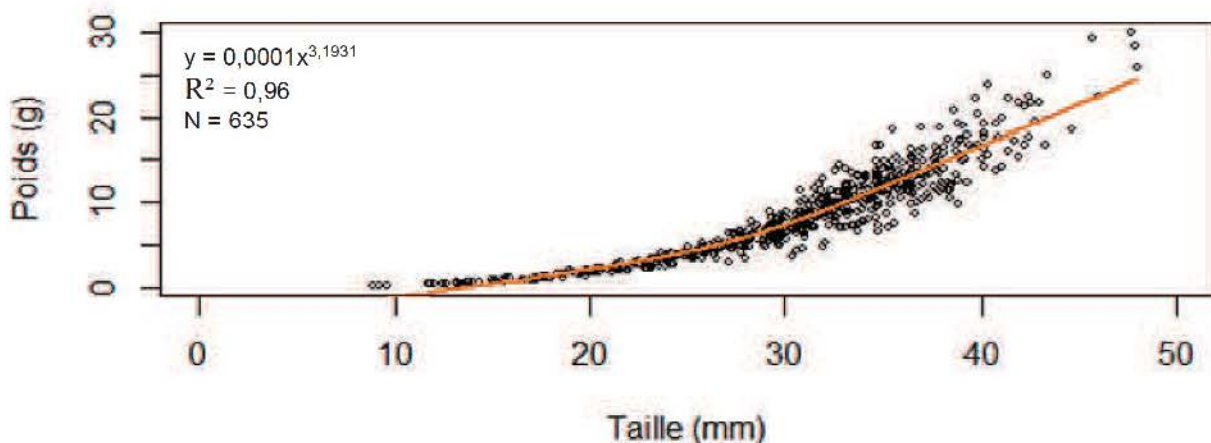


Figure 3 : courbe allométrique de la relation taille/masse fraîche de la zone d'étude d'Ade-Manson (en orange : la courbe de tendance sous la forme exponentielle).

Les équations des courbes allométriques obtenues étaient les suivantes : Manson : $y = 0,0001x^{3,2198}$ avec $R^2 = 0,98$ et $N = 245$ et Ade : $y = 0,0001x^{3,176}$ avec $R^2 = 0,95$ et $N = 390$. Les coefficients de corrélation élevés ($\geq 0,90$) indiquent un lien fort entre les relations et les données (Figure 3). Le test de Student ($t_{table} = 2,326 < t_{test} = 2,16 < t_{table} = 0,126$) a conclu à l'égalité des pentes des deux droites de régression (Ade : $y = 3,176x - 8,8845$ et $R^2 = 0,95$ et Manson : $y =$

$3,2198x-8,9998$; $R^2 = 0,98$). Il est alors possible d'exploiter une courbe commune ($y = 0,0001x^{3,1931}$; $R^2 = 0,96$) avec l'ensemble des valeurs.

c) Fractions exploitables

Vis-à-vis de la réglementation (taille légale de capture équivalente à 40 mm), la fraction exploitable a été calculée au sein des prélèvements. Pour la pêche à pied de loisir à Manson, elle était égale à 6,5 % (16 palourdes maillées sur un total de 245 individus) contre 4,4 % pour Ade (17 palourdes maillées sur 390). Statistiquement, le test de X^2 donne une différence non significative entre Ade et Manson ($X^2 = 0,909$; $df = 1$; $p > 0,05$). Il y a donc proportionnellement, autant de palourdes pêchables au niveau des stations échantillonnées quel que soit le site.

En 2015, Ade présentait 9 individus maillés sur un total de 344 palourdes (soit 2,6 %) contre 12 individus sur un total de 97 palourdes (soit 12,4 %) pour Manson. Le test de X^2 indique une différence significative ($X^2 = 11,856$; $df = 1$; $p < 0,001$). La fraction exploitable de 2016 est donc proportionnellement plus faible pour Manson qu'en 2015 contrairement à Ade pour lequel les palourdes maillées sont plus importantes.

d) Estimations des abondances, des biomasses et des fractions exploitables

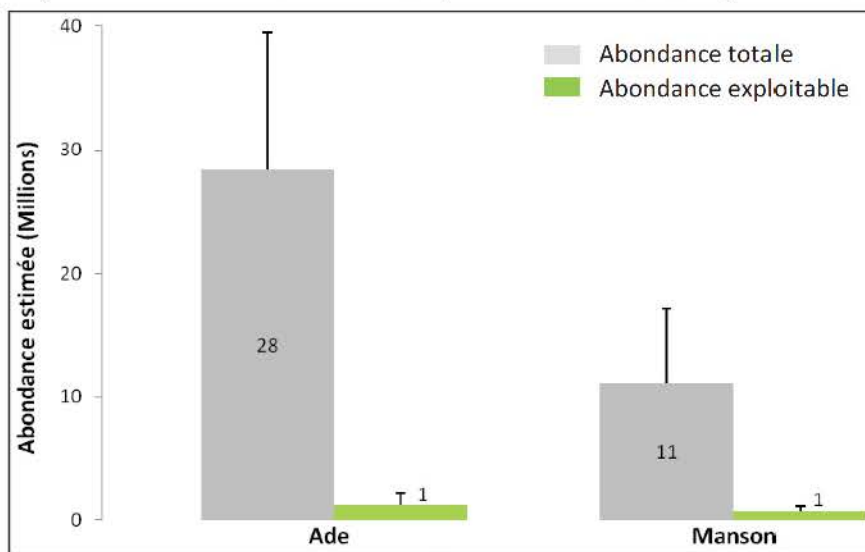


Figure 4 : histogramme des abondances totales estimées (en gris) et des fractions exploitables (en vert) selon les sites d'étude (les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance à 95%).

Sur l'ensemble de la zone d'étude (115 ha), le calcul de l'estimation d'abondance indique que 39 ± 12 millions d'individus peuvent être présents (Ade : 28 ± 11 et Manson : 11 ± 6 ; Figure 4) pour une biomasse totale de $333,1 \pm 96,9$ tonnes (Ade : $238,5 \pm 88,1$ et Manson : $96 \pm 48,6$). Soit une densité de 34 ± 11 individus au m^2 (Ade : 35 ± 14 et Manson : 33 ± 18) et

289,6 ± 84,3 g au m² (Ade : 294,4 ± 108,8 et Manson : 282,5 ± 142,9). Il y a donc plus de palourdes au niveau du site d'Ade.

Concernant la fraction exploitable, les sites d'étude présentent un total estimé de 2 ± 1 millions d'individus exploitables (Ade : 1 ± 1 et Manson : 1 ± 0 ; Figure 4) correspondant à une biomasse de 40,4 ± 20,1 tonnes (Ade : 25 ± 21 et Manson : 14 ± 8). Soit une densité estimée égale à 2 ± 1 individus/m² (Ade : 1 ± 1 et Manson : ou 35,2 ± 17,4 g/m² (Ade : 31 ± 26 et Manson 41 ± 23).

Rapporté à la surface, le gisement de palourdes estimé est plus important à Ade qu'à Manson. Quant à la fraction exploitable, celle-ci est équitable dans les deux sites.

e) Structure en taille des populations de palourdes

En 2015, les classes de tailles de la zone d'étude étaient comprises entre 20,2 et 43,2 mm pour Manson et 11,4 et 43,5 mm pour Ade. Cette année, elles sont comprises entre 8,8 et 47,9 mm pour Manson et 9,2 et 47,8 mm pour Ade. Les gammes de tailles se sont donc élargies en 2016 notamment à Manson où plus de petits individus ont été prélevés. La taille moyenne à Manson est de 30,1 ± 7,5 mm et de 30,4 ± 6,8 mm à Ade, les deux sites d'étude ne présentent pas de différence significative de la taille de leurs individus (Kruskal-Wallis = 42,055 ; df = 3 ; p > 0,05) mais les individus ont tendance à être plus petits en 2016 qu'en 2015 (Ade : Kruskal-Wallis = 42,055 ; df = 3 ; p < 0,05 et Manson : Kruskal-Wallis = 42,055 ; df = 3 ; p < 0,001).

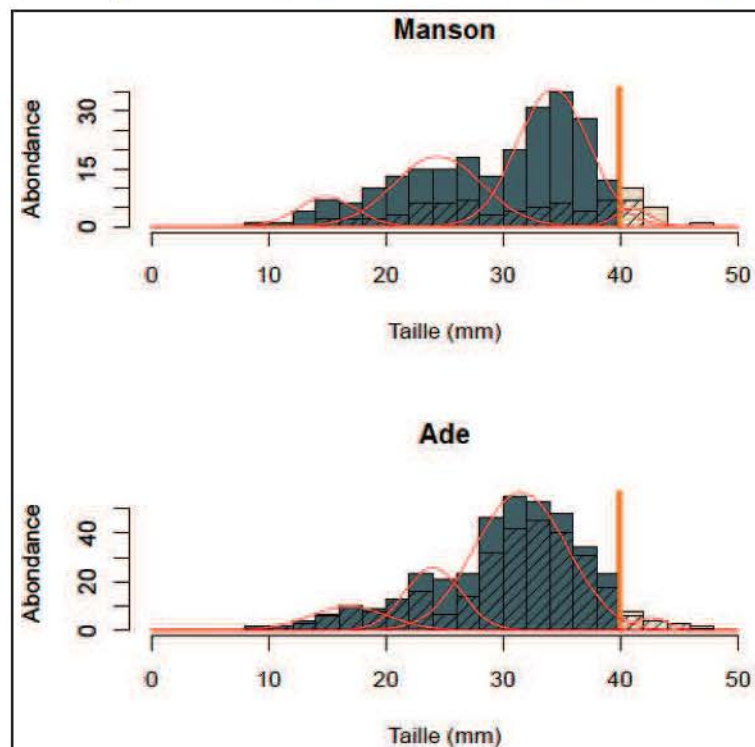


Figure 5 : représentation visuelle des modes (en rouge) selon les histogrammes de classes de taille (en mm) des deux sites (en hachuré noir : sans les stations rajoutées en 2016 (36 stations) / en bleu (< 40 mm) et beige (≥ 40 mm) : avec les stations de 2016 (62 stations) ; le segment orange correspond à la taille légale de capture de 40 mm).

D'après la visualisation des structures de populations (Figure 5), les deux sites présentent 4 modes dont les caractéristiques sont les suivantes : Manson (mode 1 : $14,9 \pm 2,5$ dont effectif estimé = 21,9 ; mode 2 : $24,4 \pm 3,8$ dont effectif estimé = 78,7 ; mode 3 : $34,3 \pm 3,1$ dont effectif estimé = 125,1 et mode 4 : $41,1 \pm 1,5$ dont effectif estimé = 8,3) et Ade (mode 1 : $16,8 \pm 3,4$ dont effectif estimé = 40,4 ; mode 2 : $24,0 \pm 2,5$ dont effectif estimé = 75,2 ; mode 3 : $31,5 \pm 3,9$ dont effectif estimé = 264,6 et mode 4 : $42,7 \pm 1,4$ dont effectif estimé = 9,2). Ainsi, le test de Kolmogorov a indiqué une absence de différence significative entre ces deux structures de population ($D = 0,25$ et $p > 0,05$). Le rajout des stations en haut d'estran et dans les coursiers cette année a permis à Manson d'avoir des catégories de classes de taille plus large avec des petits individus (≤ 20 mm) mais aussi, plus d'individus dans les autres classes de taille. Pour Ade, la structure de population est similaire à des effectifs variables entre 20 et 40 mm.

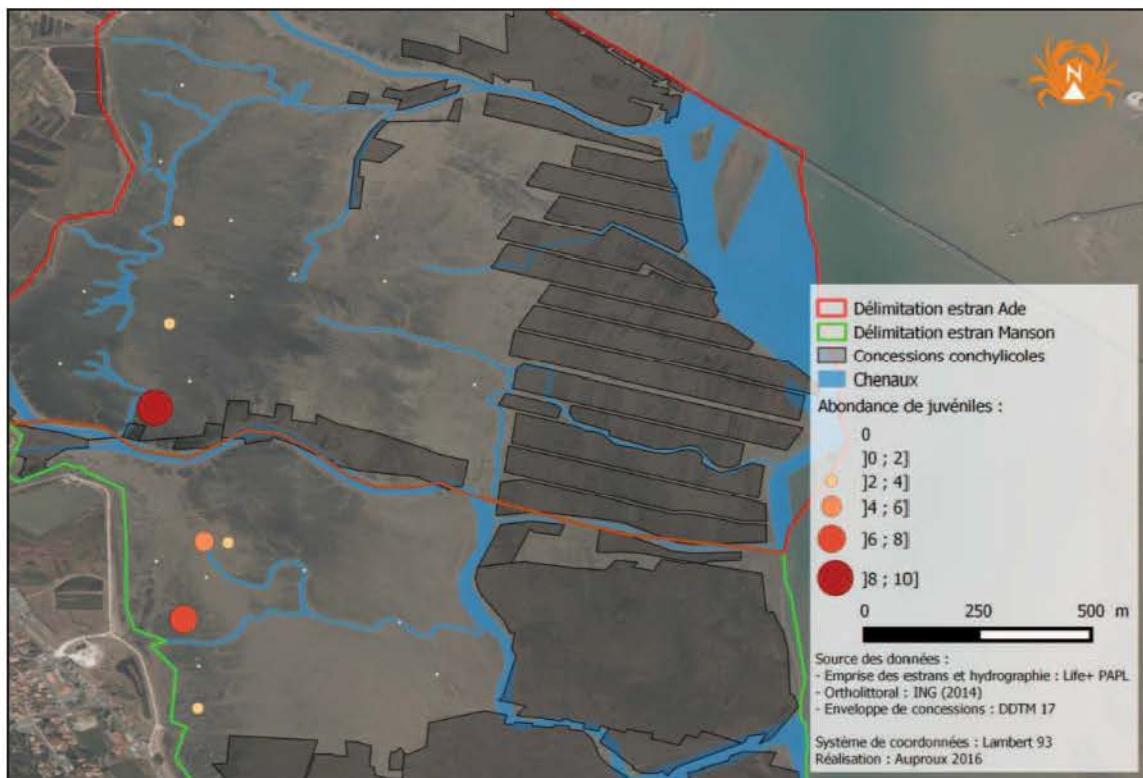


Figure 6 : répartition spatiale des juvéniles en terme d'abondance.

Ade a une proportion de juvéniles (individus dont la taille est inférieure ou égale à 20 mm) équivalente à 8,7 % (34 individus sur 390) alors qu'à Manson, il y a 11,8 % de juvéniles (29 individus sur 245). Le test de X^2 ($X^2 = 1,039$; $df = 1$; $p > 0,05$) ne montre pas de différence significative dans les proportions des juvéniles entre ces deux sites. Dans les deux cas, ces petits individus sont répartis en haut d'estran (Figure 6).

f) Interpolations spatiales

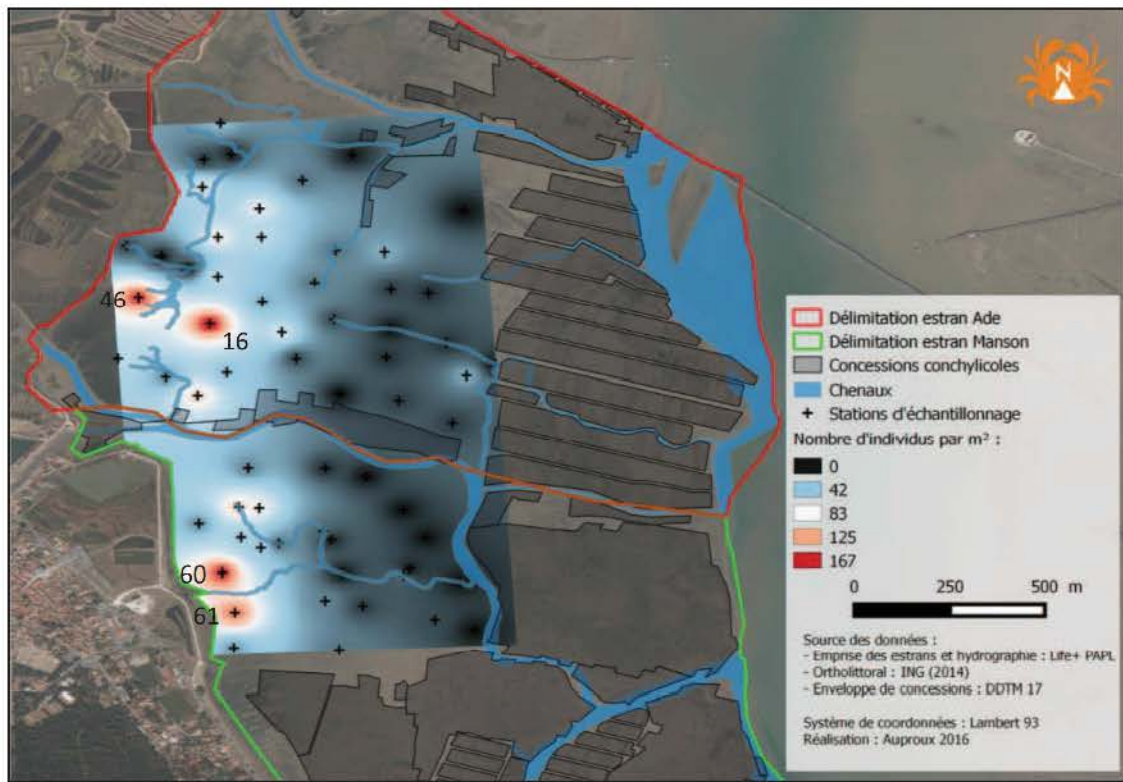


Figure 7 : répartition spatiale de la densité de palourdes (en abondance) sur les sites d'Ade et Manson.

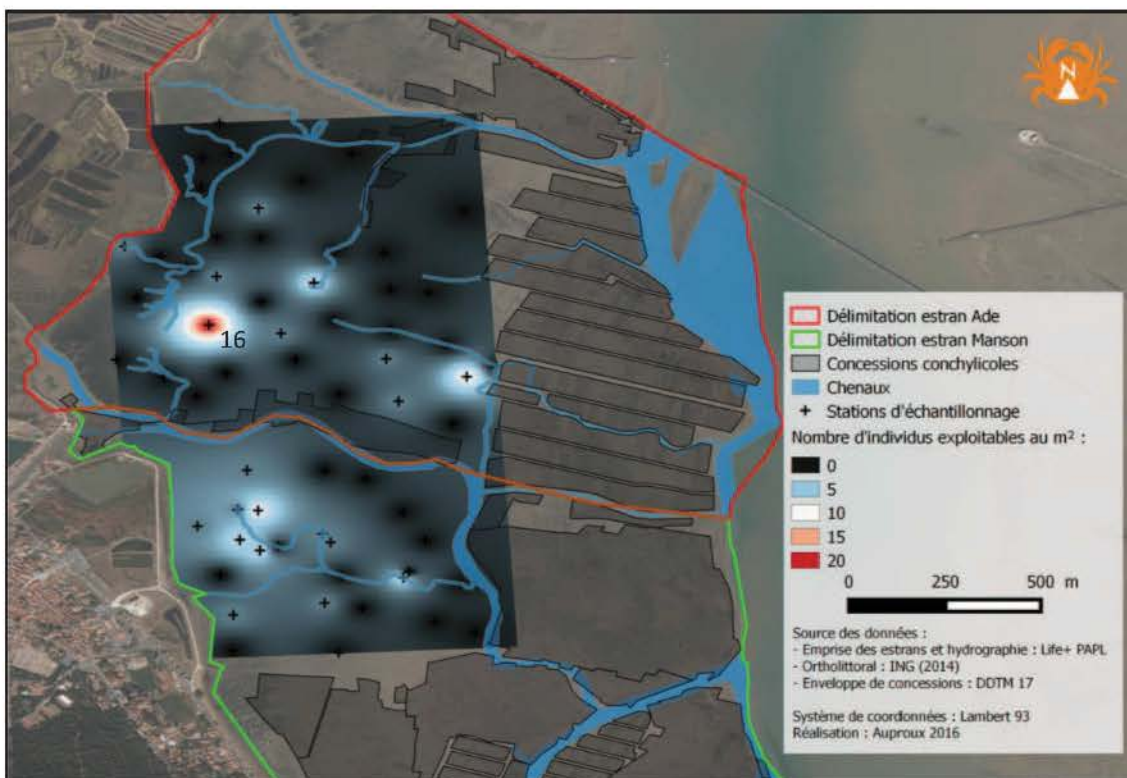


Figure 8 : répartition spatiale de la densité exploitable de palourdes (en abondance) sur les sites d'Ade et Manson.

Les figures 7 et 8 montrent une répartition spatiale très hétérogène des palourdes et de la fraction exploitable. La plus forte densité (nombre d'individus / m²) se situe en haut et milieu

d'estran (médiorittoral) et plus précisément au niveau des stations n° 46 et 16 d'Ade et n° 60-61 de Manson. Pour ces stations, seule la n° 16 présente une forte proportion de palourdes exploitables pour la pêche de loisir. Les autres points comportent une faible portion d'individus notamment en bas d'estran et au niveau de la coursière d'Ade (0 individu / m²).

g) Granulométrie

L'analyse granulométrique a permis de mettre en évidence la structure sédimentaire de la zone d'étude (Figure 9).

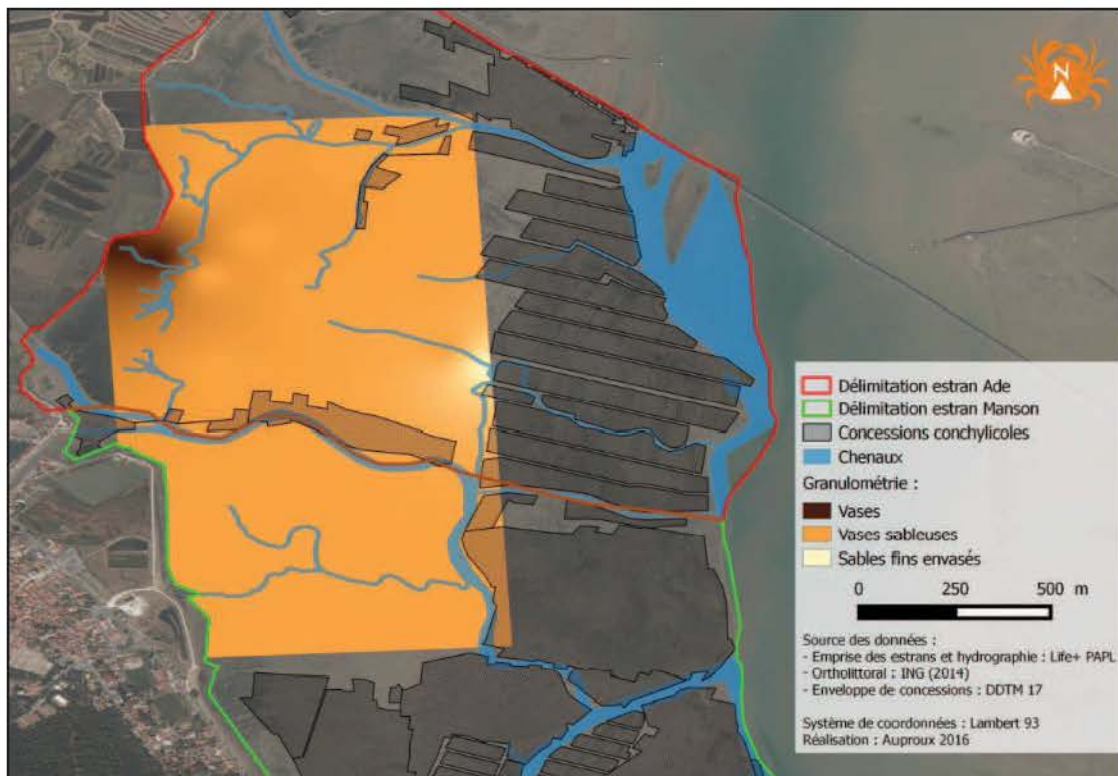


Figure 9 : distinction granulométrique des sites d'Ade et Manson.

Cette zone est constituée de vases sableuses avec de rares exceptions au niveau de la coursière d'Ade composées de vases ou de sables fins envasés. Les sites d'étude sont donc représentés par une unique strate sédimentaire faite de vases sableuses (proportions moyennes : graviers = 0,02 %, sables = 0,39 % et vases = 0,60 % ; Sauriau & Aubert, 2016).

2) Données de fréquentation

Afin de comparer la fréquentation des deux sites étudiés, les données utilisées sont celles de 7 comptages collectifs réalisés sur la période 2014-2015. Au total, 20 pêcheurs ont été recensés sur le site d'Ade contre 963 sur Manson. Il y a une différence de fréquentation entre ces deux sites de pêche ($W = 49$; $p < 0,001$) avec en moyenne $3 (\pm 1)$ pêcheurs sur Ade et $138 (\pm 25)$ sur Manson.

Plus précisément, au niveau du site de Manson, sur 77 comptages de pêcheurs à pied (2014-2015), la fréquentation est estimée en moyenne à $16\,592 \pm 173,37$ sessions de pêche par an selon les catégories de marées définies (Annexe 3).

Sur 84 enquêtes effectuées (2014-2015), les personnes interrogées sur le site de Manson venaient principalement pour les palourdes (100 %) et quelques-uns ciblaient en plus les huîtres creuses (2,4 %). Lors du contrôle de leur récolte, leur panier était constitué à 94,1 % de palourdes dont 64 % étaient maillées (≥ 40 mm) et à 1,2 % d'huîtres creuses toutes maillées (≥ 50 mm).

Au sujet de la réglementation, 81 % des pêcheurs attestaient connaître la taille légale de capture mais seuls 56 % d'entre eux avaient la bonne réponse. Il en est de même pour la quantité maximale autorisée (5 kg toutes espèces de coquillages confondues en Charente-Maritime) ; 67,9 % la connaissait mais seulement 31 % présentaient une récolte légale.

DISCUSSION

1) Fréquentation de la zone d'étude

Les données de comptages collectifs obtenues courant la période 2014-2015, ont permis de confirmer la différence de fréquentation existante entre les deux sites d'étude. Ainsi, Manson est le site fréquenté prioritairement pour la pêche récréative (963 pêcheurs recensés) face à Ade (20 pêcheurs). Ce choix des pêcheurs dépend directement de l'environnement. Manson est un site très fréquenté de par sa facilité d'accès : stationnements longeant le site, chemins d'accès et marches situées sur le front de mer (IODDE, 2011). Le site d'Ade, séparé naturellement de ce dernier par le chenal de Saint-Trojan, est plus inaccessible puisqu'il est enclavé entre deux chenaux et ne présente aucun parking ni aucun accès aménagé, seuls des chemins à travers les claires ostréicoles permettent d'y accéder. L'intensité et la fréquence de pêche dépend donc de l'attractivité du site sur lequel elle est pratiquée dans ce cas, l'accessibilité du site (Bernard, 2012). Manson étant un site attractif pour la pêche à pied, il présente donc une fréquentation estimée moyenne élevée ($16\,592 \pm 173$ sessions de pêche par an). Durant cette étude, cette variabilité permet de considérer le site d'Ade comme site « témoin » exempt de pression anthropique par opposition à Manson. Ceci permet de confirmer les décisions prises l'année passée concernant l'étude de cette zone. De plus, c'est un des secteurs très prisé pour la pêche à la palourde (100% des personnes viennent chercher cette espèce et 94,1% d'entre elles en ont dans leur récolte à la fin de leur session de pêche). Sur Manson, la pêche y est donc monospécifique et la fréquentation continue même à petits coefficients. Le regroupement des

pêcheurs est lié au gisement et à un accès facilité (critères réunis pour Manson) (Privat *et al.*, 2013).

2) Biologie du gisement de palourdes

Comme évoqué précédemment, il existe un gisement naturel au niveau d'Ade et Manson qu'il est nécessaire de suivre. De ce fait, les analyses effectuées et les courbes allométriques obtenues ont permis de mettre en évidence qu'à l'échelle stationnelle, ces sites présentent des gisements de palourdes similaires en termes d'effectifs, de biomasses et de tailles. La comparaison inter-année a aussi permis d'observer une stabilité dans le temps avec des palourdes moins grosses d'une année sur l'autre. La différence de biomasse observée pour le site de Manson peut être due à une variation des conditions environnementales depuis 2015 ne permettant pas aux palourdes d'atteindre les tailles précédemment observées. Or, ce n'est pas la conséquence de l'habitat puisque la zone d'étude présente une strate sédimentaire homogène faite de vases sableuses sauf quelques rares exceptions (vases et sables fins envasés dans la coursière d'Ade). Seuls les nutriments charriés par les courants et les marées et/ou la répartition de l'énergie dans les différents processus physiologiques (croissance, reproduction, résistance au stress, etc.) (Dérian, 2015) doivent avoir joués un rôle dans ce cas.

Bordeyne (2009) a mis en évidence sur le site de Saint Trojan la faible représentation en 2009 des palourdes de moins de 20 mm. La cause possible à cette absence en 2016 peut être l'influence néfaste du piétinement sur la survie suite au recrutement (Bordeyne, 2009 ; IODDE, 2010). En 2016, ce constat reste similaire puisque la proportion de juvéniles est égale à environ 10 % de la population localisée en haut d'estran. L'intérêt en 2016 d'avoir rajouté des stations en haut d'estran et dans les coursières, a été de localiser les juvéniles et ainsi, montrer que le recrutement se réalise bien au niveau de ces sites. La zone de haut d'estran près de la plage, correspond à la zone privilégiée de recrutement du naissain comme évoqué précédemment. Il est donc normal d'y rencontrer plus de petites palourdes (IODDE, 2010). En effet, un gisement de bivalves fonctionne en « tapis roulant » c'est-à-dire que le naissain se fixe en haut d'estran et les individus descendent vers le bas d'estran (médio-littoral pour les palourdes) au fur et à mesure de leur croissance induisant des différences de taille de coquillages dans les paniers des pêcheurs selon leur position correspondant à un zonage vertical (Privat *et al.*, 2013). Ce phénomène illustre la variabilité naturelle de l'écosystème dans le temps et l'espace (Underwood, 1993).

3) Interactions entre usages et écosystème

a) Populations de palourdes

Du fait des étagements littoraux auxquels vivent *R. philippinarum* et *R. decussatus*, la pression de pêche à pied sur les palourdes est pratiquée sur une large échelle de temps, c'est-à-dire sur une période de marées basses avec des coefficients d'environ 50 entraînant une pression de pêche récréative continue (perturbation *press*). La zone de haut d'estran dans laquelle elles se retrouvent, est également la plus facile d'accès et supporte une concentration de pêcheurs plus forte que le reste du site résultant en une perturbation plus importante de l'habitat intertidal (Addessi, 1994).

La pêche à pied peut avoir un impact sur les populations de bivalves ciblées. Les effets directs de ces prélèvements récréatifs peuvent être : la diminution de la densité et de l'abondance, la modification des structures de taille (taille moyenne, taille maximale, réduction des modes) et de la répartition spatiale (individus relâchés en dehors de la zone de pêche suite à un tri), perte de variabilité génétique, etc. (Moreno *et al.*, 1984 ; Underwood, 1993 ; Caill-Milly *et al.*, 2003 ; Lewin, 2006 ; Beninger & Boldina, 2014 ; Dérian, 2015). En effet, la diminution de l'abondance peut réduire le potentiel reproducteur de la population (Underwood, 1993) puisque le prélèvement des bivalves est ciblé une frange mature de la population (≥ 40 mm) (Allendorf & Hard, 2009 ; Dang, 2009 ; arrêté ministériel du 29 janvier 2013 ; Boldina, 2013). Surtout si cette maille n'est pas respectée par les plaisanciers (la moitié des pêcheurs à Manson) entraînant une impossibilité des palourdes à atteindre la taille légale de capture (Dérian, 2015). Ceci peut être dû aux changements de réglementation générant des confusions : certains pêcheurs continuent à utiliser la maille de 35 mm, qui était celle de la palourde japonaise entre 2008 et 2012 (arrêtés du 29 février 2008 et du 26 octobre 2012). Suite à ce constat, des actions de sensibilisation auprès de ces personnes sont primordiales : distribution de réglottes, explications, etc.

La résultante de la pression de la pêche à pied ne se résume pas seulement aux effets sur les espèces ciblées mais aussi, aux perturbations physiques engendrées par cette activité. Pour les populations de palourdes une des conséquences indirectes se présente sous la forme de piétinement de la vasière intertidale dont les répercussions possibles sont la diminution d'abondances (Rossi *et al.*, 2007), une réduction du recrutement des juvéniles (Heffernan, 1999) ou une limitation du développement (IODDE, 2010). En effet, les premières semaines de la vie post-larvaire constituent une étape critique du point de vue de la variabilité spatiale de la

population étudiée (Calvez, 2003). Comme évoqué précédemment, l'intensité et la fréquence des passages sur un site ou une zone donnée à l'échelle d'un site vont dépendre d'un certain nombre de facteurs tels que : l'accessibilité au site, son attractivité et la période de l'année (Bernard, 2012). Il est donc possible d'observer une augmentation de la densité de macro-organismes avec une augmentation de la distance aux zones d'accès au public (Addessi, 1994). Le piétinement humain est une perturbation à prendre en compte dans la gestion de l'habitat vaseux.

Or, dans ce cas de figure, le gisement de Manson a été très peu influencé par cette activité. Il a été mis en évidence que les populations de palourdes de ces deux sites présentant en partie des conditions environnementales semblables (granulométrie, localisation, etc.) montrent des caractéristiques biologiques identiques (structure de population, taille, masse, densité, fraction exploitable, etc.) semblant indiquer une absence d'impact de la pêche à pied sur cette zone. De ce fait, l'étude de ce milieu riche et productif qu'est la vaseuse (Guarini *et al.*, 1998) permet d'émettre l'hypothèse quant à ces résultats. Le site de Manson présente la même structure de population qu'Ade malgré une pression de pêche continue. Il est possible de penser que le gisement de Manson arrive à compenser ces prélèvements par une forte production : plus forte proportion de juvéniles observée et/ou éventuellement, une croissance plus rapide des individus. Les pêcheurs ont tendance à ratisser le substrat (utilisation d'outils ou d'une technique inadéquate) (Heffernan, 1999 ; Coz, 2013 ; Privat *et al.*, 2013) à la recherche de l'espèce ciblée (perturbation physique locale du sédiment) (Griffiths *et al.*, 2006). Cette technique entraîne une remise en suspension des sédiments et plus particulièrement de la matière organique et des éléments nutritifs profitant aux microalgues dont les palourdes se nourrissent (Cabaço *et al.*, 2005). Les palourdes, étant des organismes filtreurs, ont pu potentiellement profiter de ce réapprovisionnement en particules en suspension pour capter d'avantage de nutriments leur permettant de croître plus rapidement dans un laps de temps réduit par rapport au site d'Ade. Cet effet « stimulateur » de la croissance a pu compenser la pression de pêche. Cette première hypothèse a déjà été étudiée par Moschino *et al.* (2011) avec le cas du « *Tapes paradox* ». Ils ont étudié les effets à long terme de la pêche sur la physiologie de palourdes japonaises provenant de zones pêchées et non pêchées dans la lagune de Venise. Ils ont pu constater que malgré les prélèvements et les perturbations en résultant, les palourdes japonaises étaient plus abondantes dans les zones pêchées. Dans notre cas, ces prélèvements n'auraient pas ou peu d'influence sur l'état du gisement.

En parallèle, la deuxième hypothèse serait liée à la notion de densité-dépendance. En effet, la compétition est une interaction négative qui intervient lorsque plusieurs organismes utilisent une ou plusieurs ressource(s) commune(s) disponible(s) en quantité limitée. Entre les palourdes, il s'agit d'une compétition indirecte par exploitation (Park *et al.*, 2010). La croissance des palourdes peut-être négativement affectée par la compétition lorsque celles-ci sont présentes en densité trop importante. Une telle croissance densité-dépendante a été mise en évidence chez la palourde japonaise par Park *et al.* (2010). L'activité de pêche à pied interviendrait donc dans la régulation de la densité permettant aux palourdes d'être moins agrégées et ainsi, mieux se développer.

b) Herbiers

Malgré une absence de détection d'impact négatif de la pêche à pied récréative sur la dynamique des populations de palourdes de ces sites, cette activité reste néanmoins dommageable pour les habitats dans lesquels elle se pratique : sédiments, herbiers, etc. La localisation des palourdes coïncident avec la répartition des herbiers à zostères naines (*Zostera noltei*) (Hornemann, 1832) dans le bassin de MO et notamment dans notre zone d'étude (Figure 2 et Annexe 4) puisque ces zostères s'établissent souvent dans des zones relativement proches de la plage, correspondant aux zones les plus pêchées et piétinées (IODDE, 2010). La pêche récréative n'est donc pas sans conséquences sur cette flore marine (Auby & Labourg, 1996 ; Cabaço *et al.*, 2005). Ces habitats d'intérêt communautaire (code EUNIS A2.61) font partie des habitats prioritaires des directives européennes (Natura 2000) puisqu'ils présentent de forts enjeux écologiques : ils sont des lieux de reproduction pour la faune marine et de développement des juvéniles (poissons, crustacés, mollusques), des refuges et des abris contre les prédateurs et zones d'alimentation pour les oiseaux (Hily, 2006). Ils permettent aussi de limiter l'érosion et de stabiliser les plages en freinant le courant et en retenant les sédiments et nutriments. Ainsi, un statut vulnérable leur est attribué par rapport à cette activité de pêche à pied, les recensant comme habitat menacés dans la « Directive Habitat » (Hily, 2006). En effet, les pêcheurs vont venir ratisser voire labourer les substrats meubles et herbiers de zostères par des outils souvent inappropriés, qualifiés de « ravageurs » tels que le râteau ou la gratte (Cabaço *et al.*, 2005 ; Beck, 2014 ; Bernard, 2012). Le piétinement par les passages répétitifs des pêcheurs à pied sur les substrats meubles intertidaux a aussi toute son importance (Cabaço *et al.*, 2005). Ces pressions viennent modifier la densité (à la baisse) et la biomasse des espèces végétales (Cabaço *et al.*, 2005 ; Rossi *et al.*, 2007) entraînant une dégradation des habitats intertidaux tels que les herbiers de zostères (Addessi, 1994). L'intensité des dégradations des

zones piétinées est variable selon le niveau d'intensité, la fréquence, la saison et la durée de piétinement pouvant potentiellement altérer la résilience des herbiers.

Le prélèvement d'une espèce intertidale est donc en mesure de déstabiliser l'ensemble du réseau trophique existant. Pour les milieux meubles, les conséquences majeures de la pratique semble être la déstratification du substrat par des pratiques de labourage et de creusement et le piétinement (Munari *et al.*, 2006 ; Robinson *et al.*, 2008).

4) Mesures de gestion

Manson est donc considéré comme un site à enjeux présentant une forte fréquentation et la présence d'herbiers de zostères (IODDE, 2011). Afin de pérenniser la ressource et donc la pratique, des mesures de gestion peuvent et doivent être mises en place sur certains sites dans le but d'encadrer ces actions afin de ne pas surexploiter les espèces ciblées et permettre une pêche durable. Les mesures de gestion à mettre en place doivent être examinées au cas par cas pour qu'elles soient adaptées aux différentes situations : espèces mobiles/sédentaires, stocks en difficulté/en expansion, pêches sur estran/en mer, etc. en gardant à l'esprit que c'est le plus souvent par la combinaison de différentes mesures que les gestions les plus performantes sont obtenues (Le Goff *et al.*, 2012). Enfin il faut rappeler qu'une bonne gestion nécessite des connaissances à la fois sur la biologie des espèces exploitées (croissance, mortalité, recrutement) mais également sur les prélèvements effectués par l'ensemble des usagers et les autres facteurs environnementaux (anthropiques ou naturels) (Bertignac *et al.*, 2001 ; Le Goff *et al.*, 2012). Différentes mesures existent dont certaines sont déjà mises en place telles que : la taille légale de capture, la quantité maximale autorisée, la sensibilisation, les études ponctuelles et les suivis (Bald *et al.*, 2009 ; Le Goff *et al.*, 2012).

La taille minimale de capture doit être fixée en fonction des caractéristiques biologiques de l'espèce telles que la maturité sexuelle. Pour protéger la capacité de reproduction et la productivité, il est indispensable que la taille de capture soit supérieure à la taille de maturité sexuelle pour permettre aux individus de se reproduire au moins une fois (Solidoro *et al.*, 2003 ; Dang, 2009 ; Le Goff *et al.*, 2012). C'est pourquoi la maille ou taille minimum de capture de la palourde est fixée à 40 mm. En effet, il a été montré que lorsque l'effort de pêche se focalise seulement sur les individus dont la taille est supérieure à 40 mm, cela permet une augmentation considérable du stock de palourdes et donc une augmentation des captures annuelles profitable au pêcheur (Bald *et al.*, 2009).

Pour le volet sensibilisation, des campagnes de terrain sont déjà réalisées afin d'aller à la rencontre des pêcheurs, leur distribuer des outils de mesure (réglettes) pour rappeler les tailles et les quotas et leur parler de l'aspect sanitaire des sites de pêche. En parallèle des panneaux d'information ont été installés pour permettre une plus grande diffusion et une meilleure accessibilité de la réglementation et des bonnes pratiques de la pêche à pied. En lien avec cette activité, la sensibilisation pourrait aussi se faire sur l'impact direct de l'activité sur les habitats de zostères. La mise en place d'un visuel derrière les panneaux de pêche à pied au niveau des zones les plus sensibles sera un plus (Annexe 4). Dans les zones d'herbiers, cette action pourrait être accompagnée d'une interdiction d'utilisation de certains outils « ravageurs » afin de limiter le déracinement. Ainsi, la pêche au trou serait mise en avant, pêche moins destructrice de la flore marine (Kaiser *et al.*, 2001 ; Cabaço *et al.*, 2005). Il serait alors intéressant, avec l'aide de la cartographie des herbiers, de créer des zones de non-pêche (Bald *et al.*, 2009) ou changer la durée de la saison de capture en lien avec le développement de cet herbier (Bald *et al.*, 2009). Cette limitation assurerait le bon développement des herbiers leur permettant de jouer pleinement leurs rôles écologiques (services écosystémiques rendus).

Ainsi, les mesures de gestion les plus courantes à l'échelle nationale sont : la taille minimale de capture, les quantités, la sensibilisation, les suivis de gisements, une diminution de la saison de capture et la création de zones de non-pêche. La mise en place de ces dernières va dépendre des caractéristiques écologiques et physiques des sites ciblés, des politiques publiques et des enjeux locaux.

CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Les vasières intertidales sont importantes et présentent un intérêt pour l'homme entre autres lors de ses activités de pêche à pied ainsi que pour la faune et la flore s'en servant comme source de nourriture ou d'habitat (Beninger & Boldina, 2014). Elles abritent de nombreuses espèces benthiques et plus particulièrement, de nombreuses espèces de bivalves très prisées par l'activité de pêche à pied mais aussi, un microphytobenthos très productif (partie principale dans l'alimentation des organismes brouteurs, suspensivores et déposivores (Lebreton *et al.*, 2011)). C'est donc un milieu riche et productif.

Cette étude a permis de mettre en évidence que la mise en place d'un protocole complet est primordiale dans l'interprétation de la qualité des gisements ciblés. Il a permis de comparer un site à moindre impact de pêche avec un site pêché présentant les mêmes caractéristiques

sédimentaires, ainsi que les mêmes espèces de bivalves ciblées. Les résultats n'ont pas permis d'évoquer l'impact négatif de la pêche à pied sur les gisements de palourdes des sites étudiés mais au contraire, une potentielle stimulation de la production. Les interactions entre les usages et l'écosystème (populations et milieux) ne sont pas toujours négatives. Il n'est donc pas possible de parler d'effet négatif de l'activité de pêche à pied récréative sur les populations de palourdes des sites d'Ade et Manson puisque les gisements sont de bonne qualité (abondances, fractions exploitables, tailles et biomasses). L'activité de pêche de par son histoire, ses techniques, ses impacts, ses acteurs, ses formes de gestion est donc complexe à appréhender dans son ensemble (Coz, 2013).

Le projet Life+ PAPL se terminant en 2017, ce protocole permettrait d'assurer une continuité dans le suivi de la ressource. Les résultats obtenus permettent de compléter et constituer une base de données à l'échelle de la façade charentaise. En effet, ce protocole est largement utilisé à l'échelle de la Charente-Maritime par le CRPMEM-PC et la communauté de communes de l'île de Ré sur les sites de Bonne Anse, Bellevue, Bourgeois et du Fiers d'Ars. Il serait donc envisageable d'effectuer des comparaisons inter-sites afin de suivre l'état de la ressource à l'échelle du bassin de Marennes-Oléron selon un gradient de pression de pêche (professionnelle et/ou récréative). Cette action pourrait faire partie du futur plan de gestion du Parc Naturel Marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis puisque l'analyse de la structure en taille permet une prévision à moyen terme (1 à 2 ans) de la fraction pêchable du stock, permettant ainsi de répondre précisément aux questions des organisations qui se réunissent chaque année (professionnels, scientifiques, services de l'État, associations, etc.) pour définir les conditions de pêche de la saison à venir. De la même manière, il serait envisageable d'effectuer ce suivi en deux sessions c'est-à-dire, réaliser une première session d'échantillonnage avant la saison de pêche et la seconde après la saison estivale. Ceci permettrait de montrer l'évolution du gisement en fonction de la saisonnalité de la fréquentation.

Ainsi, mieux connaître l'activité de pêche de loisir et contribuer à rendre l'exploitation des ressources communes plus durable, plus éco-responsable, constituent donc un véritable enjeu (Underwood, 1996 ; Le Goff *et al.*, 2012). À ce titre et dans un contexte où les milieux naturels sont soumis à de multiples pressions, la gestion concertée des biens communs (eau, air, ressources halieutiques, etc.) doit être l'une des priorités pour nos sociétés au cours du XXI^e siècle.

BIBLIOGRAPHIE

- Addressi L.**, 1994. Human disturbance and long term changes on a rocky intertidal community. *Ecological Applications*, **4** (4) : 786-797. DOI : 10.2307/1942008.
- Allendorf F. W. & Hard J. J.**, 2009. Human-induced evolution caused by unnatural selection through harvest of wild animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **106** (Supplement 1) : 9987-9994. DOI : 10.1073/pnas.0901069106.
- Arrêté du 29 janvier 2008** portant modification de l'arrêté du 19 mars 2007 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture et de débarquement des poissons et autres organismes marins. NOR : AGRM0805154A. [En ligne] Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=2CF90035CC1A14FDB14B03CFCD1E1CED.tpdila14v_3?idSectionTA=LEGISCTA000018552296&cidTexte=JORFTEXT000018437890&dateTexte=20160818 (consulté le 19 avril 2016).
- Arrêté du 26 octobre 2012** déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture des poissons et autres organismes marins (pour une espèce donnée ou pour une zone géographique donnée) effectuée dans le cadre de la pêche maritime de loisir. [En ligne] In *Journal Officiel de la République française* du 6 novembre 2012, p. 17336. Texte n° 38. NOR : TRAM1226985A. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000026582115 (consulté le 19 avril 2016).
- Arrêté du 29 janvier 2013** modifiant l'arrêté du 26 octobre 2012 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture des poissons et autres organismes marins (pour une espèce donnée ou pour une zone géographique donnée) effectuée dans le cadre de la pêche maritime de loisir. [En ligne] In *Journal Officiel de la République française* du 14 février 2013, p. 3476. Texte n° 28. NOR : TRAM1240353A. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000027093867 (consulté le 19 avril 2016).
- Auby I. & Labourg P.J.**, 1996. Seasonal dynamics of *Zostera noltii* Hornem. in the Bay of Arcachon (France). *Journal of Sea Research*, **35** (4) : 269-277.
- Bald J., Siquin A., Borja A., Caill-Milly N., Duclercq B., Dang C. & De Montaudouin X.**, 2009. A system dynamics model for the management of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) in the Bay of Arcachon (France). *Ecological Modelling*, **220** (21) : 2828-2837. DOI : 10.1016/j.ecolmodel.2009.03.031.
- Barnier M.**, 2009. Décret n° 2009-727 du 18 juin 2009 modifiant le décret n° 90-618 du 11 juillet 1990 relatif à l'exercice de la pêche maritime de loisir.
- Beck F.**, 2014. Impacts de la pêche au râteau à la palourde : Effets sur les sédiments, les palourdes et la faune benthique accompagnatrice. Mémoire de fin d'études, Master d'Ecologie, Université des Sciences et Technologies de Lille et Université du Littoral Côte d'Opale, 64p.
- Beck F., Pezy J. P., Baffreau A. & Dauvin J. C.**, 2015. Effects of clam rake harvesting on the intertidal *Ruditapes* habitat of the English Channel. *ICES Journal of Marine Science*, **72** (9) : 2663-2673. DOI : 10.1093/icesjms/fsv137.
- Bender E. A., Case T. J. & Gilpin M. E.**, 1984. Perturbation Experiments in Community Ecology : Theory and Practice. *Ecology*, **65** (1) : 1-13. DOI : 10.2307/1939452.
- Beninger P. G. & Boldina I.**, 2014. Fine-scale spatial distribution of the temperate infaunal bivalve *Tapes* (= *Ruditapes*) *philippinarum* (Adams and Reeve) on fished and unfished

- intertidal mudflats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **457** : 128-134. DOI : 10.1016/j.jembe.2014.04.001.
- Bernard M.**, 2012. Les habitats rocheux intertidaux sous l'influence d'activités anthropiques : structure, dynamique et enjeux de conservation. Thèse de doctorat, Institut universitaire européen de la mer - Université de Bretagne Occidentale, Brest. 423p. DOI : tel-00720611v2.
- Bertignac M., Auby I., Foucard J., Martin S., De Montaudouin X. & Sauriau P. G.**, 2001. Evaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2001. Rapport interne Ifremer, DRV/RH/RST, 35 p.
- Beurier J. P.**, 1979. Ressources halieutiques et droit international. Faculté de droit et des sciences économiques, Université de Bretagne occidentale, 168 pp.
- Boldina I.**, 2013. Fondements de la gestion de la pêche à pied sur les vasières du Gois (côte atlantique française). Thèse de Doctorat, Université de Nantes. 350p.
- Bordeyne F.**, 2009. Estimation des stocks de palourdes sur les côtes oléronaises du bassin de Marennes-Oléron. Rapport de Master 2, Ifremer, 63 p.
- Boscolo Brusà R., Cacciatore F., Ponis E., Molin E. & Delaney E.**, 2013. Clam culture in the Venice lagoon: stock assessment of Manila clam (*Venerupis philippinarum*) populations at a nursery site and management proposals to increase clam farming sustainability. *Aquatic Living Resources*, **26** (1) : 1-10. DOI: 10.1051/alr/2013042.
- Cabaço S., Alexandre A. & Santos R.**, 2005. Population-level effects of clam harvesting on the seagrass *Zostera noltii*. *Marine Ecology Progress Series*, **298** : 123-129. DOI : 10.3354/meps298123.
- Caill-Milly N., De Casamajor M. N., Lissardy M., Sanchez F. & Morandeau G.**, 2003. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2003. Rapport Ifremer, 64p.
- Caill-Milly N., Duclercq B. & Morandeau G.**, 2006. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2006. Rapport Ifremer, 52p.
- Caill-Milly N., Bobinet J., Lissardy M., Morandeau G. & Sanchez F.**, 2008. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2008. Rapport Ifremer, 67p.
- Caill-Milly N.**, 2012. Relations entre l'état d'une ressource et son exploitation via la compréhension et la formalisation des interactions de socio-écosystèmes. Application à la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) du bassin d'Arcachon. Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 215p.
- Calvez I.**, 2003. Approche de la variabilité spatiale d'une population de palourdes *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve), aux stades larvaires et post-larvaires. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Conseil de l'Union Européenne.** Règlement (CE) n°850/98 du Conseil du 30 mars 1998 visant à la conservation des ressources de pêche par le biais de mesures techniques de protection des juvéniles d'organismes marins. In *Journal Officiel*, n°125 du 27 avril 1998, p. 1.
- Coulon O.**, 2014. Etude des pratiques de la pêche à pied de loisir sur l'agglomération de La Rochelle. 84p.
- Coz R.**, 2013. Une approche interdisciplinaire de la pertinence et de la faisabilité d'une co-gestion de la pêche récréative sur l'île d'Oléron : l'étrille, *Necora puber* (Linnaeus, 1767), comme modèle biologique. Thèse de Doctorat, Université de la Rochelle. 499p.

- Coz R., Jeanjean M., Olivier S. & Privat A.**, 2015. Premier rapport de diagnostic Life+ Pêche à pied de loisir « Expérimentation pour une gestion concertée et durable de la pêche à pied de loisir » périmètre du Parc Naturel Marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis. Agence des aires marines protégées – CPIE Marennes-Oléron – Life + PAPL, Brest, France. 152p.
- D'Hardivillé C., Péronnet I. & Bouché L.**, 2008. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du Golfe du Morbihan : Mars 2008. Rapport Ifremer, 48p.
- Dang C.**, 2009. Dynamique des populations de palourdes japonaises (*Ruditapes philippinarum*) dans le bassin d'Arcachon, conséquences sur la gestion des populations exploitées. PhD thesis, Université de Bordeaux I, France.
- Dérian F.**, 2015. Palourdes européennes et japonaises : une synthèse bibliographique. FNPPSF. 76p.
- Glasby T.M. & Underwood A. J.**, 1995. Sampling to differentiate between pulse and press perturbations. *Environmental Monitoring and Assessment*, **42** (3) : 241-252. DOI : 10.1007/BF00414371.
- Gouletquer P.**, 1997. A bibliography of the Manila clam *Tapes philippinarum*. Rapport Ifremer, RIDRV – 97.02.RA/La Tremblade. 122p.
- Gray C. A.**, 2016a. Tide, time and space: Scales of variation and influences on structuring and sampling beach clams. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **474**: 1–10. DOI : 10.1016/j.jembe.2015.09.013.
- Gray C. A.**, 2016b. Effects of Fishing and Fishing Closures on Beach Clams : Experimental Evaluation across Commercially Fished and Non-Fished Beaches before and during Harvesting. *PLoS ONE*, **11** (1) : 1-17. DOI : 10.1371/journal.pone.0146122.
- Griffiths J., Dethier M. N., Newsom A., Byers J. E., Meyer J. J., Oyarzun F. & Lenihan H.**, 2006. Invertebrate community responses to recreational clam digging. *Marine Biology*, **149** : 1489-1497. DOI : 10.1007/s00227-006-0289-1.
- Guarini J. M., Blanchard G. F., Bacher C., Gros P., Riera P., Richard P., Goulet D., Galois R., Prou J. & Sauriau P. G.**, 1998. Dynamics of spatial patterns of microphytobenthic biomass : inferences from a geostatistical analysis of two comprehensive surveys in Marennes-Oléron Bay (France). *Marine ecology progress series*, **166** : 131-141.
- Heffernan M. L.**, 1999. A review of the ecological implications of mariculture and intertidal harvesting in Ireland. *Irish Wildlife Manuals*, Dúchas, *The Heritage Service*, **7** : 153p. ISSN 1393 - 6670.
- Herfaut J., Levrel H., Thébaud O. & Véron G.**, 2013. The nationwide assessment of marine recreational fishing: A French example. *Ocean and Coastal Management*, **78** : 121-131. DOI : 10.1016/j.ocecoaman.2013.02.026.
- Hily C.**, 2006. Fiche de synthèse sur les biocénoses : Les herbiers de Zostères marines (*Zostera marina* et *Zostera noltii*). REBENT. 6p.
- Holland D. A. & Chew K. K.**, 1974. Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*) from Hood Canal, Washington. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, **64** : 53-58. ISBN : 0028776000222.
- Hurtado N. S., Pérez-García C., Morán P. & Pasantes J. J.**, 2011. Genetic and cytological evidence of hybridization between native *Ruditapes decussatus* and introduced *Ruditapes philippinarum* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) in NW Spain. *Aquaculture*, **311** (1-4) : 123-128.

- IODDE**, 2007. La pêche à pied récréative sur Marennes–Oléron - Diagnostic 2007 – Synthèse. 4p.
- IODDE**, 2010. La pêche à pied récréative sur Marennes-Oléron - programme "REVE" 2006-09 - rapport final de diagnostic. 196p.
- IODDE**, 2011. La pêche à pied récréative dans le périmètre d'étude du Parc Naturel Marin de l'Estuaire de la Gironde et des Pertuis Charentais. Rapport de diagnostic « Pêche à pied » – Parc Naturel Marin – Avril 2011. 166p.
- Irlandi E. A.**, 1996. The effects of seagrass patch size and energy regime on growth of a suspension-feeding bivalve. *Journal of Marine Research*, **54** : 161-185. DOI : 10.1357/0022240963213439.
- Kaiser M. J., Broad G. & Hall S. J.**, 2001. Disturbance of intertidal soft-sediment benthic communities by cockle hand raking. *Journal of Sea Research*, **45** : 119-130. DOI : 10.1016/S1385-1101(01)00052-1.
- Kalyagina E. E.**, 1994. Distribution and population structure of commercial bivalves *Ruditapes philippinarum* and *Mya arenaria* in Bousse Lagoon (Southern Sakhalin). *Russian Journal of Marine Ecology*, **20** (3) : 164-168.
- Laspougeas C.**, 2007. Étude des gisements naturels de mollusques bivalves accessibles en pêche à pied en Basse-Normandie. Rapport Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Manche Aspects biologiques, halieutiques et sanitaires, 196 pp.
- Latruite A.**, 2011. Compte rendu de l'évaluation directe du stock de palourdes et coques du gisement de la rivière de Pont l'Abbé Rapport IFREMER, 28 p.
- Laughlin T.**, 2015. Interactions de la pêche à pied de loisir avec les populations de palourdes dans le bassin de Marennes-Oléron. Rapport de Master 2. 47p.
- Le Goff R., Morizur Y., Levrel H., Biseau A., Véron G., Drogou M., Laurans M., Merrien C., Morandeau G. & Caill-Milly N.**, 2012. Note relative à la pêche maritime de loisir et à sa gestion. Ifremer. 10p.
- Le Treut Y.**, 1986. La palourde. Anatomie - Biologie - Elevage - Pêche – Consommation inspection sanitaire. Thèse de Doctorat, Nantes, Ecole Nationale Vétérinaire. 161 pp.
- Lebourg A.**, 2014. Campagne d'évaluation des stocks de palourdes des secteurs de Bellevue et de Bonne Anse. État de référence année 2014. 37p.
- Lebreton B., Richard P., Galois R., Radenac G., Pfléger C., Guillou G., Mornet F. & Blanchard G. F.**, 2011. Trophic importance of diatoms in an intertidal *Zostera noltii* seagrass bed : Evidence from stable isotope and fatty acid analyses. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **92** (1) : 140-153. DOI : 10.1016/j.ecss.2010.12.027.
- Lewin, W. C., Arlinghaus R. & Mehner T.**, 2006. Documented and Potential Biological Impacts of Recreational Fishing: Insights for Management and Conservation *in* Reviews in Fisheries Science, **14** (4) : 305-367. DOI : 10.1080/10641260600886455.
- Moreno C. A., Sutherland J. P. & Jara H. F.**, 1984. Man as predator in the intertidal zone of Southern Chile. *Oikos*, **42** (2) : 155-160. DOI: 10.2307/3544787.
- Moschino V., Chicharo L. & Marin M. G.**, 2011. Long-term effects of fishing on physiological performance of the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in the Lagoon of Venice. *Scientia Marina*, **75** (1) : 103-110. DOI : 10.3989/scimar.2011.75n1103.

- Munari C., Balasso E., Rossi R. & Mistri M.**, 2006. A comparison of the effect of different types of clam rakes on non-target, subtidal benthic fauna. *Italian Journal of Zoology*, **73** (1): 75-82. DOI : 10.1080/11250000500502152.
- Park K. I., Yang H. S., Kang D. H. & SikChoi K.**, 2010. Density dependant growth and mortality of Manila clam *Ruditapes philippinarum* reared in cages in Gomso-Bay, Korea. *Korean Journal of Malacology*, **26** (1) : 91-95.
- Préfecture de la région Aquitaine.** Arrêté n° 179/98 réglementant la pêche maritime à pied de loisir des coquillages sur le littoral de la Charente-Maritime. 10 juillet 1998. 6p. [En ligne] Disponible sur : <http://www.cdciledere.fr/sites/default/files/pages/medias/Reglementation-peche-pied.pdf> (consulté le 19 avril 2016)
- Privat A., Delisle F., Bonnin J. B., Piques B., Bernard M. & Ponsoero A.**, 2013. Etude et diagnostic de l'activité de pêche à pied récréative. Cahier méthodologique et recueil d'expériences. 147p.
- Quinn G. & Keough M. J.**, 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge university press, Cambridge. ISBN : 0521811287.
- Robert R., Trut G. & Laborde J. L.**, 1993. Growth, reproduction and gross biochemical composition of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in the Bay of Arcachon, France. *Marine Biology*, **116** : 291-299.
- Robinson T. B., Branch G. M., Griffiths C. L. & Govender A.**, 2008. Resilience and elasticity of intertidal communities in response to harvesting of the alien mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **354** (2) : 169-181. DOI : 10.1016/j.jembe.2007.11.002.
- Rossi F., R. Forster M., Montserrat F., Ponti M., Terlizzi A., Ysebaert T. & Middelburg J. J.**, 2007. Human trampling as short-term disturbance on intertidal mudflats: effects on macrofauna biodiversity and population dynamics of bivalves. *Marine Biology*, **151** (6) : 2077-2090. DOI 10.1007/s00227-007-0641-0.
- Sanchez F., Caill-Milly N., Lissardy M., De Casamajor M. N. & Morandeau G.**, 2010. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2010. Rapport Ifremer, 47p.
- Sanchez F., Caill-Milly N., De Casamajor M. N., Lissardy M., Binias C. & Bru N.**, 2013. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2012. Rapport Ifremer, 45p.
- Sanchez F., Caill-Milly N., Lissardy M. & Bru N.**, 2014. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2014. Rapport Ifremer, 53p.
- Sauriau P. G. & Aubert F.**, 2016. Analyses sédimentaires de 25 échantillons 2016 de sédiments du secteur Ade-Manson, Marennes-Oléron. LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle. Rapport interne. 16 juin 2016. 17 p.
- Solidoro C., Melaku Canu D. & Rossi R.**, 2003. Ecological and economic considerations on fishing and rearing of *Tapes philippinarum* in the lagoon of Venice. *Ecological Modelling*, **170** : 303-318. DOI : 10.1016/S0304-3800(03)00235-7.
- Stanisière J. Y., Dumas F., Maurer D. & Robert S.**, 2006. Caractérisation des composantes hydrodynamiques d'un système côtier semi-fermé : Le Bassin de Marennes-Oléron. Rapport Ifremer. 112p.

- Tamura T.**, 1970. Marine aquaculture ; translated from Japanese (2nd edition 1966) by M.I. Watanake. Nat. Science Foundation, Washington D.C.
- Underwood A. J.**, 1992. Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **161** (2) : 145-178. DOI : 10.1016/0022-0981(92)90094-Q.
- Underwood A. J.**, 1993. Exploitation of species on the rocky coast of New South Wales (Australia) and options for its management. *Ocean & Coastal Management*, **20** (1) : 41- 62. DOI : 10.1016/0964-5691(93)90012-N.
- Underwood A. J.**, 1996. Detection, interpretation, prediction and management of environmental disturbances: some roles for experimental marine ecology. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **200** (96) : 1-27. DOI : 10.1016/S0022-0981(96)02637-8.

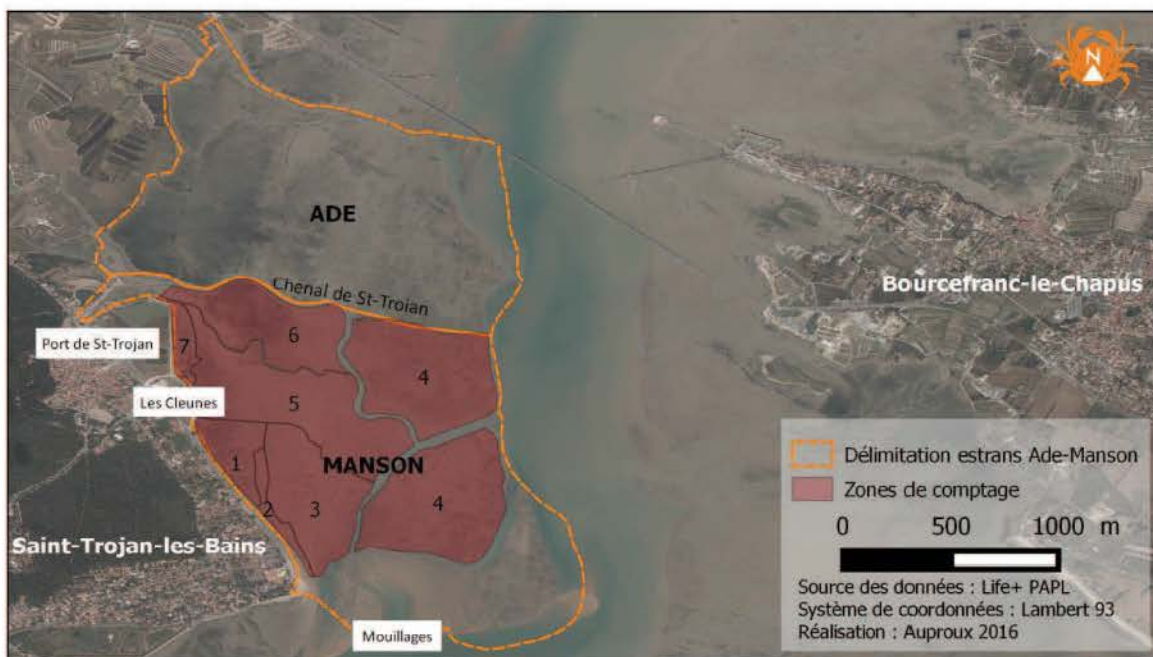
ANNEXES

Date :
 Coefficient :
 Heure de basse mer :
 Conditions météorologiques :

Fiche de comptage des pêcheurs à pied

Secteur : Saint-Trojan
 Ade et Manson (petite plage)

Heure du comptage :
 Rédacteur(s) de la fiche :



Résultats comptage :

| | MANSON | ADE |
|----------------------------------|--------|-----|
| Parking ou entrée/sortie de site | | |
| Zone 1 | | |
| Zone 2 | | |
| Zone 3 | | |
| Zone 4 | | |
| Zone 5 | | |
| Zone 6 | | |
| Zone 7 | | |
| Total | | |

Espèces pêchées :

Pêches sur des concessions conchylicoles : OUI NON Sans objet

Autres activités sur le site : Professionnelles (conchyliculture / autre) :

Loisir :

Remarques :

Annexe 1a : fiche de comptage pour les sites d'Ade et Manson.

Fiche n° Enquêteur :

Site : Secteur :

Zone : Etat mer (h/haule) :

Date : Heure :

Couv. Nuageuse : 0-25% ; 25-75% ; 75-100% ; brouillard

Précipitations : pas de précipitation ; pluie fine ; pluies éparées ; pluie continu ; averses violentes/orageuses/dé grêles

Milieu(x) de pêche (Réf. N2000) :



LIFE+ Pêche à pied de loisir Enquête

1) Constitution du groupe

Pêcheur seul En couple En famille En groupe d'amis

Nb d'adultes : Nb enfants : Observations :

2) Préparation de la sortie

Avez-vous regardé l'annuaire des marées pour programmer votre sortie ? Oui Non

Avez-vous cherché à vous renseigner sur l'état sanitaire du site ? Oui Non NC

Si oui, où ?

Selon quel(s) critère(s) avez-vous choisi ce site :

Qualité ; Proximité ; Fidélité ; Recommandation ; Accessibilité (parkings...)

Autre :

3) Pratique de la Pêche

Quelle(s) espèce(s) recherchez-vous aujourd'hui ?

Quel(s) outil(s) ou technique utilisez-vous ?

Selon vous, cet outil est-il autorisé (préciser :) ? Oui Non Ne sait pas

Ces 10 dernières années, quelles autres espèces vous est-il déjà arrivé de ramasser en pratiquant la pêche à pied ?

Espèces : Techniques/Outils :

Est-ce votre première sortie de pêche à pied ? Oui Non

Si non : quand avez-vous pêché pour la première fois (année ou âge)

Si oui, comment vous l'êtes vous procuré :

« Anatomique » Fait main Commerce Campagne de sensibilisation

Noter le type d'outil : (outil conforme : Oui Non)

Savez-vous s'il existe une quantité à ne pas dépasser pour l'(les) espèce(s) que vous pêchez ? Oui Non

Si oui, quelle est cette quantité ?

Préciser esp. ou groupe d'espèces :

Comment avez-vous été informé de la législation ?

Panneau d'information Presse Internet

Office tourisme Autre pêcheur Association plaisanciers

Campagne sensibilisation Autre :

Pour les pêcheurs de coques, palourdes et outeaux Non concerné :

Savez-vous ce qu'il est conseillé de faire avant de consommer ces coquillages ? Oui Non

Connaissez-vous la réglementation relative aux concessions de cultures marines (tables, bouchots) vis-à-vis de la pêche à pied de loisir ? Oui Non

Quelle est-elle ?

3) Pêche d'aujourd'hui :

Depuis combien de temps avez-vous commencé à pêcher ?

Dans combien de temps comptez-vous arrêter de pêcher ?

Nombre de pêcheurs ayant participé à la récolte :

TEMPS Total de pêche :

Récoltes

| Espèces | Poids total | Nb d'inds total | Poids maille | Nb ind. mailles |
|---------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

4) Liens avec le territoire

Commune de résidence principale :

Pêchez-vous à pied chaque année ? Oui Non

Si non, fréquence

Si oui : en quels mois de l'année pouvez-vous pêcher à pied ?

Jan Fév Mars Avril Mai Juin Juillet Août Sept Oct Nov Déc

Au cours des 10 dernières années, combien de fois par an en moyenne avez-vous pratiqué la pêche à pied ?

Quelle pêche du jour est-elle pour vous ?

Votre seule pratique de pêche à pied Principale (+60% des sorties)

Régulière (+25% des sorties) Occasionnelle (+ de 5% des sorties)

Plutôt rare (- 5% des sorties) La première fois

Quand venez-vous à la pêche ? (indiquez deux choix si critères cumulatifs) :

N'importe quel jour de la semaine OU Durant les week-ends et les vacances

Uniquement aux grandes marées Lorsque la météo est favorable

A partir de quel coefficient de marée allez-vous à la pêche ? Ne sait pas

Au cours des 10 dernières années, avez-vous fréquenté d'autres sites de pêche à pied ?

Oui Non Si oui, dans quel(s) département(s) et sur quel(s) site(s) ?

Quelles sont les raisons qui vous motivent le plus à aller pêcher à pied ? (deux réponses maximum) :

Manger des « fruits de mer » : gratuit, de qualité

Profiter du paysage et du bon air La convivialité

L'aspect ludique (découverte, amusement, sport)

Par habitude : pendant mes vacances pour les grandes marées

Pratiquez-vous d'autres types de pêches ?

En bateau : Ligne Engins dormants Chasse sous-marine

Depuis le bord : Ligne Engins dormants Chasse sous-marine

Pêche en « eaux douces »

4) Connaissance du pêcheur

Etes-vous membre d'une association de pêcheur plaisancier ? Oui Non

Savez-vous si l'espèce(s) que vous pêchez aujourd'hui a une taille réglementaire de capture ou non ? Oui Non Cette espèce n'a pas de « maille »

Si oui, quelle est cette taille(s) ? (préciser esp. :)

Utilisez-vous un outil de mesure ? Oui Non Pas aujourd'hui

Pour les non résidents de cette partie du littoral :

Etes-vous : de passage pour la journée :

en séjour, sur quelle commune :

Durée du séjour :

Type d'hébergement :

Camping-car Location / Hôtel Famille/Amis Camping

Bateau Terrain privé Résidence secondaires

Est-ce la 1^{ère} fois que vous venez sur cette partie du littoral ? Oui Non

Si non, fréquence des visites :

La pratique de la pêche à pied a-t-elle influencée votre choix de destination de séjour (ou de passage pour la journée ou d'achat d'une résidence secondaire ou d'un terrain privé) ?

oui, déterminant oui, en partie non, secondaire

Dans tous les cas, la pratique de la pêche à pied a-t-elle influencée votre choix de date de séjour (forts coeff. par exemple) ?

oui, déterminant oui, en partie non, secondaire

Informations personnelles

| | Sexe | Année de naissance | (ancienn) Profession / CSP | Retraite (O/N) |
|--------------------------|------|--------------------|----------------------------|----------------|
| Personne interviewée | | | | |
| Autres membres du groupe | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

La catégorie socio-professionnelle correspond au secteur d'activité de la personne interviewée (agriculteur, artisan, commerçant, chef d'entreprise, ouvrier, médecin, pêcheur, cadre, sans emploi au foyer, étudiant, retraité, etc.) Pour les retraités préciser aussi l'ancienneté active.

Remarques :

Nombre de réglettes distribuées :

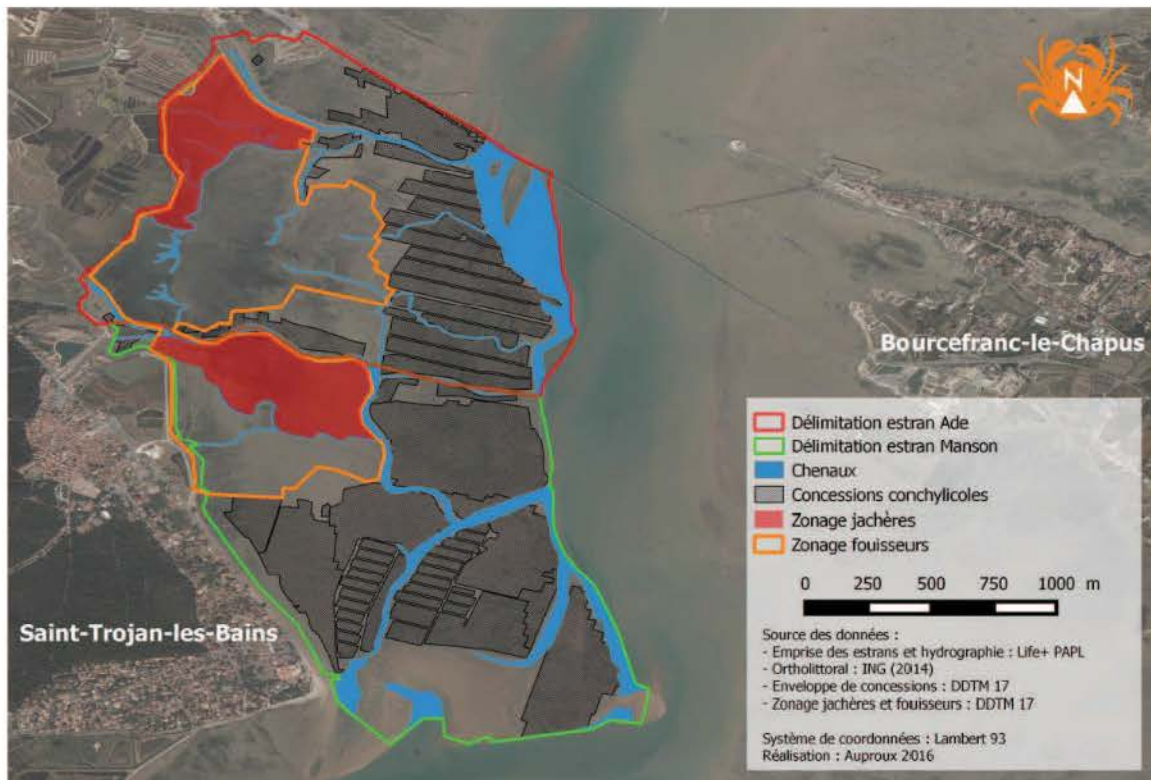
Tri de la récolte : Non - Partiel - Complet - NC

Accueil : Refus - Bon - Moyen - Mauvais

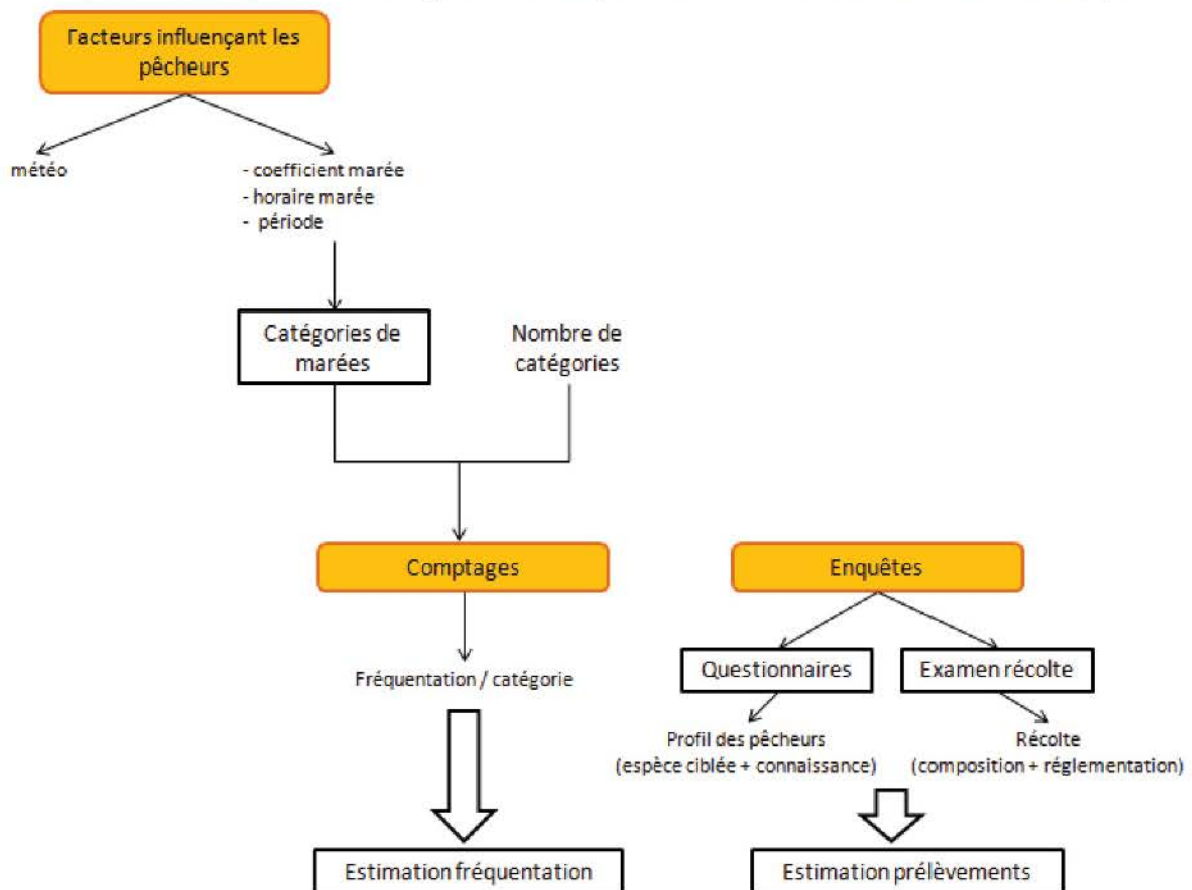
Sensibilisation : Oui - Moyen - Non

Questionnaire effectué à partir du 03/2010

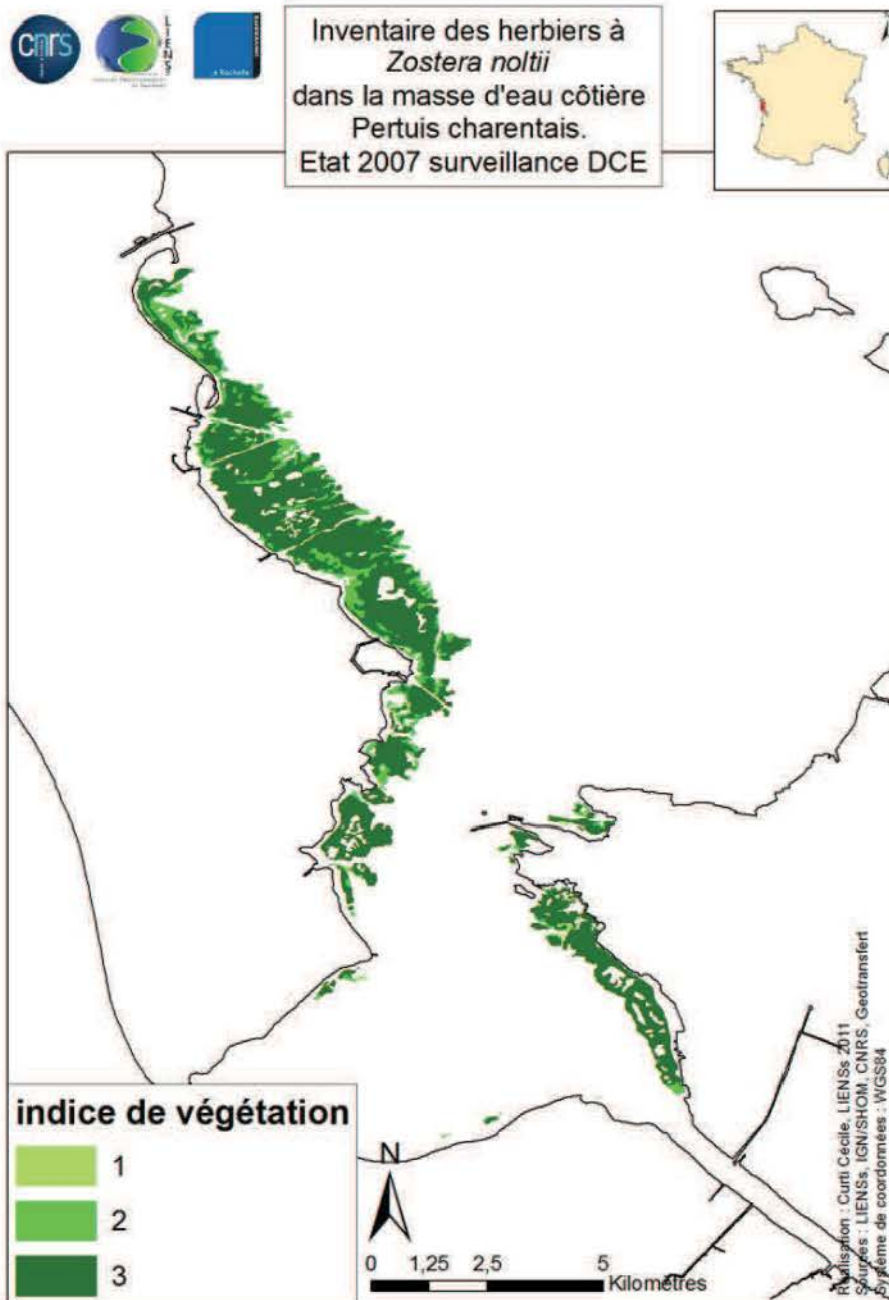
Annexe 1b : fiche d'enquêtes réalisées auprès des pêcheurs à pied (recto en haut et verso en bas).



Annexe 2 : localisation des espaces relatifs à la culture marine (concessions ostréicoles en hachurés gris, zones de jachères en rouge et zones de pêche des fousseurs contournée en orange).



Annexe 3 : schéma méthodologique expliquant la construction des catégories de marée, enquêtes et comptages à Ade-Manson.



Annexe 4 : répartition des herbiers à *Zostera noltii* dans le bassin de Marennes Oléron.

Annexe 5 : visuel d'information et de sensibilisation des habitants d'herbiers de zostères. Visuels placés au dos des panneaux d'information sur la pêche à pied de loisir positionnés sur la commune de Bourcefranc-le-Chapuis (17) © Auproux Gwenaelle, 2016.

Les herbiers de zostères... ... Un habitat fragile à respecter

Au sein du Parc Naturel Marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, une plante forme de véritables prairies sur les vasières : la zostère naine (*Zostera noltii*).

Pêcher intelligent, pêcher durablement

Zostères naines
Crabe et bigorneau

À quoi servent les herbiers ?

Services rendus à la faune :

- Lieux de reproduction pour la faune marine
- Développement des juvéniles (poissons, crustacés, mollusques)
- Refuges et abris contre les prédateurs
- Zones d'alimentation pour les oiseaux

Services rendus à nos littoraux :

- Limitation de l'érosion en freinant le courant
- Rétention des sédiments et des nutriments
- Stabilisation des plages

Qu'est-ce que c'est ?

La zostère est une plante marine à fleurs caractérisée par de longues feuilles minces et vertes. Regroupées, les pousses forment des herbiers comparables à des prairies terrestres.

Menaces

Le **piétinement** et le **labourage** dégradent les herbiers de zostères par l'arrachage des feuilles et des racines.

Bonnes pratiques

Habitat vulnérable

Contournez cet habitat autant que possible.
Favorisez la **pêche au trou**, technique de pêche moins destructrice/plus douce pour l'habitat que la pêche à la griffe.

Credits photo et illustration : Gwendal AUPROUX, Richard COZ et Yann SOUCHE

Logos: Life, Communauté d'Agglomération de La Rochelle, Conservatoire du littoral, Agence des Aires Marines Protégées, VivArmor Nature, COREPEM, MARENNE-OULON, LITTORAL BASQUE (USK4.ITSASAZTIRA), Pays de Mortais-Trégor, ima Breizh METROPOLE, Parc Naturel Marin de l'estuaire de la Gironde, FNPPSF

Résumé — Cette étude vise à mettre en évidence les liens entre l'activité de pêche à pied de loisir et l'état des gisements de palourdes sur les estrans d'Ade (peu fréquenté) et Manson (très fréquenté) (Charente-Maritime). De nombreux suivis ont été développés dont quelques uns dans le bassin de Marennes-Oléron. C'est pourquoi en 2016, le plan d'échantillonnage s'est basé sur celui entamé en 2015 (36 stations) en prenant soin de le compléter par l'ajout de stations dans les coursiers et en haut d'estran soit un total de 62 stations. Les individus prélevés ont ensuite permis d'obtenir des mesures quantitatives et biométriques (taille et poids) afin de comparer les deux sites de pêche. Les résultats ont montré une similitude dans les structures de population, la proportion et la répartition spatiale des juvéniles ainsi qu'une absence de différence significative concernant les caractéristiques biologiques (fraction exploitable, densité, etc.) entre les deux sites. La pêche à pied récréative n'aurait donc pas d'impact significatif sur l'état de la ressource mais au contraire, aurait un effet « stimulateur » pour cette espèce permettant aux individus de Manson de compenser la pression de pêche par une croissance plus élevée. Le développement des individus serait peut-être favorisé par la technique de grappe employée par les pêcheurs, action remettant en suspension les sédiments et éléments nutritifs favorables aux palourdes. Malgré ce constat positif, la pêche à pied n'est pas sans conséquences sur les habitats sur lesquels elle s'exerce (exemple des herbiers à *Zostera noltei* pour les palourdes). Ainsi, des mesures de gestion sont proposées afin de pérenniser la ressource, l'écosystème et l'activité.

Mots-clés : *Ruditapes decussata*, *Ruditapes philippinarum*, pression de pêche à pied, gisement de palourdes, Life+ pêche à pied de loisir.

Interactions between shellfish gathering activity and the dynamic of clam populations in the Marennes-Oleron bay

Abstract — This study aims to highlight the links between shellfish gathering activity and the state of clam deposit on the foreshores of Ade (little frequented) and Manson (very frequented) (Charente-Maritime). Many monitoring were developed including some in the Marennes-Oleron bay. That is why in 2016, the sampling plan was based on the one begun in 2015 (36 stations), taking care to supplement it by adding stations in small channels and in the upper part of the foreshores for a total of 62 stations. The collected individuals then permitted to obtain quantitative and biometric measurements (height and weight) to compare the two fishing sites. The results showed a similarity in population structure, proportion and spatial distribution of juveniles and an absence of significant differences in biological characteristics (exploitable fraction, density, etc.) between the two sites. Shellfish gathering will therefore not have a significant impact on the state of the resource but on the contrary would have a « booster » effect for this specie allowing individuals to offset Manson fishing pressure by higher growth. The development of individuals might be favored by the ranking technique used by fishermen, action resuspending sediments and nutrients which it is favourable to clams. Despite this positive finding, shellfish gathering is not without consequences for the habitats on which it is exercised (e.g. seagrass *Zostera noltei* for clams). Thus, management measures are proposed to make durable the resource, the ecosystem and the activity.

Key words : *Ruditapes decussata*, *Ruditapes philippinarum*, shellfish gathering pressure, clam deposit, Life+ shellfish gathering.