

Rapport de stage pour l'obtention
de la 2^{ème} année de Master

**Etude des fonctionnalités et des gains
ichtyologiques liés à la dépollérisation des
zones humides estuariennes : le cas du
marais de Mortagne-sur-Gironde.**



Thibaut DECRETON

Septembre, 2009

Maître de stage : Alain LECHÊNE
CEMAGREF Bordeaux

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Philippe BOËT pour m'avoir permis de réaliser ce stage professionnel au sein du très réputé CEMAGREF de Bordeaux. Je remercie en second lieu Alain LECHENE - maître de stage hors norme- qui m'a conseillé, aidé et apporté tout son savoir faire pour mener à bien la rédaction de ce mémoire. J'adresse également mes remerciements à mon collaborateur de stage et collègue d'open space Jérémy DON pour son aide dans la réalisation des campagnes de pêche, pour ses précieux conseils de rédaction et pour les discussions très passionnés que nous avons pu avoir sur ce sujet de stage. Je tiens aussi à dire merci à Christian RIGAUD pour les nombreuses fois où je l'ai dérangé pour lui demander son avis et pour tous les documents qu'il a pu me fournir sur le sujet. Je remercierai également Michel GIRARDIN et Mario LEPAGE pour m'avoir fourni des précisions sur l'écologie des zones humides rivulaires des estuaires et des poissons qu'ils connaissent si bien. Je tiens aussi à remercier Emy ROULEAU pour m'avoir permis de réaliser mes premiers pas dans le marquage de poissons et pour m'avoir fait découvrir la station expérimentale de Saint-Seurin sur l'Isle servant à la conservation des derniers esturgeons européens. Je tiens aussi à remercier mon autre collègue d'open space Jean MARTIN pour sa jovialité et ses conseils en exploitation de résultats. J'adresse également mes remerciements à Anaïs JUST pour ses conseils en cartographie et à Christine DELPECHE pour son aide sur le traitement de données.

J'adresse également mes remerciements à la Faculté de Tours et à toute l'équipe pédagogique IMACOF pour l'enseignement qu'ils m'ont apporté et l'ensemble des compétences que j'ai pu acquérir sous leur tutelle. J'espère que cette formation va continuer à former des futurs professionnels sur la gestion durable et l'ingénierie des milieux aquatiques comme elle a su le faire depuis plus de 20 ans.

Je remercie aussi les nombreux stagiaires pour la bonne ambiance qu'ils ont pu distiller durant mon stage notamment Yves SUFFRAN (le têtard), Julien MOUSTIE (Mouss le gitan), Guillaume FAVRE (le toulousain), Pierre MEGRET (le matheu), Xavier DUMAS (le hippie), Clémence CHAUSSEBOURG (la victime) et Mathilde LOUIS (la pro de la mise en page). Je tiens à remercier tous mes amis mais également ma famille qui m'ont soutenu pour que j'aille au bout de mes études lorsque je n'y croyais plus. Enfin, je dédicace ce mémoire à ma nièce et filleule Loloulane GIQUEL-DECRETON qui a fait ses premiers pas durant ce stage.

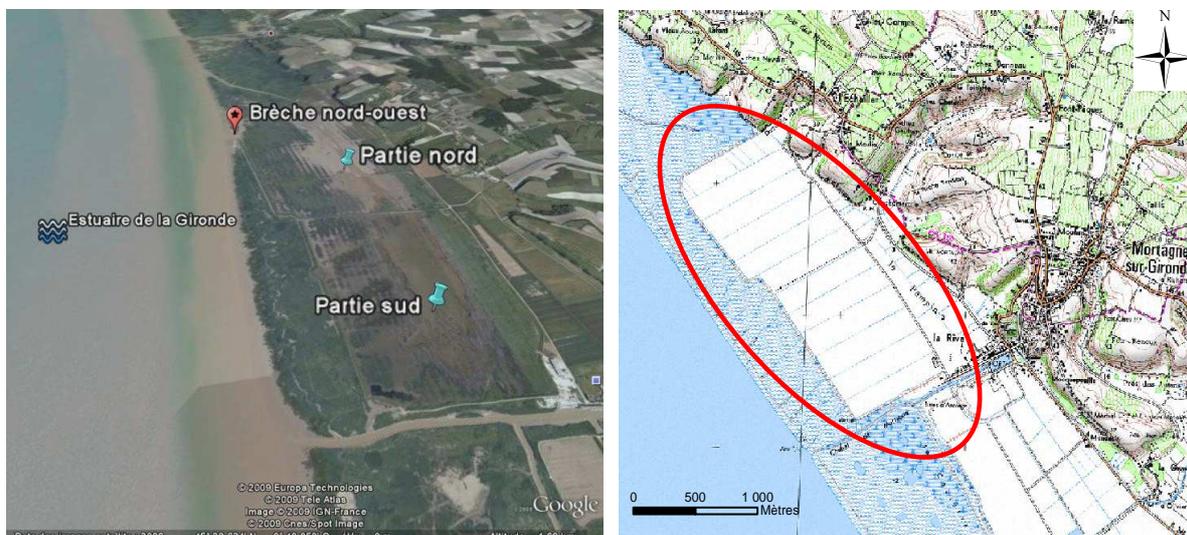
Préambule

Les zones humides estuariennes sont des hydrosystèmes importants, reconnues comme faisant partie des écosystèmes les plus productifs au monde. Depuis plus d'un millénaire, l'homme a tenté de mettre hors d'eau ces milieux remarquables. L'endiguement de ces zones s'est avéré responsable d'une perte de la productivité biologique, de la biodiversité, notamment chez les communautés de poissons. Depuis les années 1980, la remise en question de l'aménagement du territoire favorise les expériences de reconnexion des marais estuariens d'Europe occidentale, pouvant notamment contribuer au renouvellement des espèces de poissons et des stocks côtiers. Les travaux scientifiques déjà réalisés sur ce sujet sont encore peu nombreux et soulèvent de nombreuses problématiques. Les poissons recolonisent-ils systématiquement les zones reconnectées à l'estuaire ? Si oui, les espèces et leur abondance sont-elles les mêmes qu'auparavant ? Le nouveau peuplement de poissons du marais reconnecté est-il identique à celui d'un marais naturel ? Quelles sont les fonctionnalités ichthyologiques (relatives aux poissons) récupérées ou non par le marais dépoldérisé ? Dans ce contexte, l'estuaire de la Gironde se trouve confronté à toutes ces questions notamment depuis la rupture des digues du marais de Mortagne-sur-Gironde en 1999. En effet, la réouverture de marais constitue un cas d'étude idéal pour le CEMAGREF de Bordeaux. Au sein de cette structure, il m'a donc été demandé de travailler sur l'axe de recherche qui s'intéresse à l'amélioration des hydrosystèmes suite au rétablissement des échanges entre marais rivulaires et estuaire.



L'estuaire de la Gironde est situé à cheval sur le département de la Gironde (33) et de la Charente-Maritime (17). Il est considéré comme le plus vaste estuaire français et l'un des plus grands estuaires d'Europe occidentale. Le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne (150 km de long) draine l'ensemble du bassin Aquitain (81 000 km²) jusqu'à son embouchure. Il se caractérise par des courants de flot et de jusant liés à la marée dynamique (qui remonte par exemple jusqu'à la ville de Castillon-La-Bataille sur la Dordogne), des intrusions salines découpant l'estuaire en trois zones (oligohaline, mésohaline et polyhaline) ainsi qu'une forte turbidité. Un grand nombre de poissons comme la sole, le bar ou l'anguille fréquentant l'estuaire de la Gironde et les zones humides riveraines ont un intérêt halieutique fort pour les pêcheries continentales et littorales. La question des impacts directs et indirects de l'anthropisation de l'estuaire amène aujourd'hui à réfléchir sur la nécessité d'opérer une gestion durable du peuplement de poissons de ces milieux, dans un intérêt écologique mais aussi halieutique. Dans ce sens, l'étude des fonctionnalités et des gains ichthyologiques suite à la dépoldérisation du marais de Mortagne va permettre d'approfondir les connaissances sur ce sujet.

Le marais dépoldérisé de Mortagne se situe dans le département de la Charente-Maritime (17), à cheval sur la commune du même nom au sud ainsi que sur celle de Chenac-Saint-Seurin d'Uzet au nord. Le polder de Mortagne a vu ses digues se briser durant les intempéries survenues dans la nuit du 27 au 28 décembre 1999. La brèche au nord-ouest est restée ouverte depuis. Ce marais reconnecté d'une surface de 191 ha se présente sous la forme d'un rectangle grossier de 2,1 km de long sur 900 m de large environ. Au droit du marais de Mortagne, devant les digues bordant l'estuaire, un schorre et une slikke s'étendent sur la partie intertidale estuarienne. L'intérieur du marais se compose de roselières ainsi que de bas schorres bordant les anciens fossés de drainage constituant les principaux chenaux. Une levée sépare le marais en deux parties selon un axe nord-est/sud-ouest. La partie située au sud près du port est végétalisée sur son pourtour tout comme la partie nord qui présente en son centre un processus d'érosion appelé localement « coursière » caractérisant la dynamique géomorphologique du site. Les eaux estuariennes pénètrent à l'intérieur du marais pour des coefficients de marée supérieurs à 70, lors des périodes de vives-eaux. On note la présence de fossés responsables des apports en eau douce jouant sur la salinité et la température des eaux du marais. Par ailleurs, le ressuyage du marais de Mortagne n'est jamais complet, même en dehors des périodes de vives eaux. Une grande partie du linéaire de canaux ceinturant le marais reste en eau de manière permanente et des mares peu profondes se forment à différents endroits. Enfin, le substratum est relativement compacté dans la partie aval et de type vaseux dans la partie amont du marais.



Localisation du marais de Mortagne



Partie Nord



Partie sud

Pour identifier les fonctionnalités et les gains ichthyologiques associés à la dépoldérisation du marais de Mortagne-sur-Gironde, la réalisation d'investigations ichthyologiques sur le site même, mais également sur d'autres sites s'est imposée. L'approche comparative se base sur la réalisation d'un « sondage » *in situ* des peuplements de poissons, portant sur trois milieux latéraux situés dans un même secteur de l'estuaire et présentant des différents degrés de connectivité. L'approche comparative utilisée a permis de confronter les résultats observés entre un site témoin fermé (le marais de Saint Dizant), reflétant la situation antérieure qu'aurait connu le marais de Mortagne avant sa dépoldérisation, et un site référence recouvert à chaque marée (la vasière de Chant Dorat). Les investigations réalisées sur ces trois marais ont eu pour objectif de comparer les richesses spécifiques et les densités de poissons observées.

Deux campagnes de pêche ont été réalisées en équipe, l'une en automne 2008, l'autre au printemps 2009 et à laquelle j'ai pu contribuer. Le déroulement des pêches sur chaque site s'effectue toujours lorsque les coefficients de marées sont supérieurs à 70 (coefficient minimal nécessaire au remplissage du



Mesures biométriques

marais de Mortagne). Les pêches sont réalisées sur une durée totale de 48 heures, avec des relevés intermédiaires au minimum toutes les 24 heures sauf sur la baie de Chant Dorat (toutes les 12 heures). Sur chacun des sites, les inventaires ichthyologiques ont été réalisés à l'aide d'engins de type « filet verveux ». Les mesures physico-chimiques sont prises à chaque campagne et sur chaque site à l'aide d'une sonde multiparamètres. Enfin, les mesures biométriques ont été réalisées à l'aide d'un guide de détermination pour identifier les taxons, d'ichtyomètres pour mesurer les captures mais aussi de filets et de pesons électroniques pour évaluer le poids les poissons.

Une base de données réalisée sous le logiciel PostgreSQL 8.2 a permis de classer et d'archiver les données brutes (références des stations, données physico-chimiques, taxons, tailles, masse) issues des pêches. Cette base de donnée, ainsi que le logiciel R et Excel m'ont permis de réaliser des graphiques sur la variation de la hauteur d'eau, sur la physico-chimiques. Ces outils m'ont également permis d'établir des tableaux récapitulatifs de la composition du peuplement (abondance numérique, pondérale, et fréquence d'occurrence), de la structure en taille de ces peuplements (min, max, écart type relatif). Enfin, il m'a également été possible de réaliser des graphiques sur la distribution des tailles et des graphiques selon les guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu et de régime alimentaire donnant de plus amples information sur l'écologie du milieu et des espèces.

Dix ans après la reconnexion accidentelle du marais Mortagne à l'estuaire de la Gironde, les investigations ichthyologiques ont démontré une réponse positive du peuplement de poissons à la dépoldérisation. En effet, l'étude approfondie de la composition, de la structure et des fonctionnalités ont montré un assemblage relativement diversifié et dominé par un faible nombre d'espèces sur le marais de Mortagne. Le gain net de 7 espèces en comparaison avec le marais témoin de Saint Dizant, confirme le potentiel du marais reconnecté de Mortagne. L'effort de pêche n'ayant pas été le même sur chacun des sites, les comparaisons d'abondance relative et de biomasse n'ont pas été possibles. Cependant, la richesse spécifique mais également les fonctions de nourricerie, d'alimentation observée sur le marais reconnecté de Mortagne semblent quasi-similaires à celle de la baie de Chant Dorat.

Le marais de Mortagne ne semble pourtant pas offrir le même type d'habitats et de ressources qu'un marais naturel. L'absence de certaines espèces d'origine marine comme la sole traduit des conditions d'habitat défavorables à cette espèce. A l'inverse, la présence d'espèces résidentes à Mortagne comme les gobies démontre une réponse positive de ces espèces. Les fonctionnalités de nourricerie et d'alimentation, pourtant présentes, semblent légèrement d'un point de vue qualitatif vis-à-vis de la baie référence. La fonction de nourricerie est remarquable mis à part pour les juvéniles de flets qui ne semblent pas trouver les ressources alimentaires adéquates sans doute en raison d'une mauvaise production suprabenthique, pouvant être liées à la compaction des sols et aux activités agricoles antérieures. En revanche, la croissance constatée chez les juvéniles de bar franc à Mortagne, leur présence durable et leur abondance confirme la fonctionnalité de nourricerie. La forte abondance en mullet porc souligne également la fonction d'alimentation importante du marais dans la production microphytobenthique. L'assemblage de poissons à Mortagne reste diversifié et dominé par un faible nombre d'espèces, reflétant un assemblage très proche de celui d'un marais naturel d'après la littérature. Au final, les fonctionnalités d'alimentation et de nourricerie ainsi que le gain d'espèces comme, le flet le bar franc et le mullet porc -considérées comme d'intérêt halieutique et participant au soutien des stocks côtiers- sont avérés.



Il n'existe pas de trajectoire standard dans la récupération des fonctions et des gains ichthyologiques suite à la dépoldérisation des zones humides estuariennes, empêchant de connaître l'état de développement actuel du marais de Mortagne. Néanmoins, le marais de Mortagne semble quasiment avoir atteint son potentiel maximum d'après les résultats observés et leur croisement avec la littérature, la brèche du marais de Mortagne constituant le facteur limitant dans la récupération du système étudié. Ce facteur influence notamment le régime d'inondation et de salinité. Ces deux paramètres, avec le passé agricole de Mortagne, semblent responsables de la recolonisation difficile du marais par les organismes benthique, notamment suprabenthiques, ce qui expliquerait la qualité moindre des fonctions observées ainsi que l'assemblage dominé par certaines espèces de poissons.

Sommaire

RESUME	2
ABSTRACT	2
INTRODUCTION.....	3
1 - PRESENTATION GENERALE DU SITE D'ETUDE.....	5
1.1 - L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE.....	5
1.2 - LE CONTEXTE ESTUARIEN	6
1.3 - LE MARAIS DE MORTAGNE-SUR-GIRONDE	8
1.4 - LE CONTEXTE LOCAL	8
1.5 - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES	9
2 - MATERIEL ET METHODE	13
2.1 - OBJECTIF DE L'ETUDE	13
2.2 - PROTOCOLE.....	15
2.3 - MATERIEL	16
2.4 - METHODES D'ANALYSES.....	17
3 - RESULTATS	19
3.1 - PARAMETRES PHYSICO-CHEMQUES	19
3.2 - COMPOSITION DES PEUPEMENTS ICHTYOLOGIQUES	24
3.3 - STRUCTURE EN TAILLE DES PEUPEMENTS ICHTYOLOGIQUES	26
3.4 - DISTRIBUTION DES TAILLES	27
3.5 - GUILDES FONCTIONNELLES.....	31
4 - INTERPRETATION DES RESULTATS.....	33
4.1 - INTERPRETATION DES RESULTATS PHYSICO-CHEMQUES.....	33
4.2 - INTERPRETATION DE LA COMPOSITION DU PEUPEMENT	35
4.3 - INTERPRETATION DE LA STRUCTURE EN TAILLE	36
4.4 - INTERPRETATION DE LA DISTRIBUTION DES TAILLES	37
4.5 - INTERPRETATION DES GUILDES FONCTIONNELLES.....	39
4.6 - EFFETS DU PROTOCOLE ET DE L'ENGIN DE PECHE.....	42
5 - DISCUSSION.....	43
CONCLUSION	46
BIBLIOGRAPHIE.....	48
ANNEXES	55
ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES DIFFERENTS INVENTAIRES ET MESURES DE PROTECTION A MORTAGNE.....	55
ANNEXE 2 : JOURNAL DE BORD DE LA CAMPAGNE DE PECHE PRINTEMPS 2009	58
ANNEXE 3 : ARCHITECTURE DE LA BASE DE DONNEES SOUS POSTGRESQL [®] 8.2.....	66
ANNEXE 4 : TABLEAU RECAPITULATIF DES TAILLES DE MATURETE SEXUELLE DES TAXONS RECENSES	67
ANNEXE 5 : LES GUILDES FONCTIONNELLES SELON FRANCO ET AL., 2008.....	68

Résumé

Depuis plus d'un millénaire, la déconnexion des zones humides estuariennes s'avère responsable d'une perte des peuplements de poissons dont l'intérêt halieutique et la gestion durable sont essentiels. Le succès des opérations de reconnexion des zones humides intertidales à l'estuaire est un sujet encore peu connu compte tenu du fait que les expériences de dépollérisation sont un phénomène très récent. Dans cette étude, une approche comparative a été utilisée pour évaluer les fonctionnalités et les gains ichtyologiques observés dix ans après la reconnexion du marais de Mortagne à l'estuaire de la Gironde par une brèche, survenue lors des intempéries de décembre 1999. Le résultat des investigations menées à l'automne 2008 et au printemps 2009 a montré un peuplement plus diversifié et plus riche qu'auparavant en comparaison avec le marais témoin de Saint Dizant. La richesse spécifique de 11 espèces de poissons est quasi similaire à la baie référence de Chant Dorat cependant le peuplement est moins diversifié. D'autre part, le marais de Mortagne présente des abondances intéressantes pour le mullet porc principalement, mais également pour l'anguille, le bar franc et le flet -dont l'intérêt halieutique est reconnu- participant ainsi au soutien des stocks piscicoles côtiers. Les fonctionnalités de nurserie et d'alimentation constatées à Mortagne pour le bar franc sont identiques à celles de Chant Dorat mais semblent également plus limitées. En effet, la brèche semble conditionner fortement les régimes d'inondation et de salinité. Ces deux facteurs ainsi que le passé agricole de l'ancien polder de Mortagne, semblent responsables de la recolonisation difficile du marais par les organismes benthique, notamment suprabenthiques, et expliqueraient la qualité moindre des fonctions observées ainsi que l'assemblage de poissons dominés par certaines espèces de poissons.

Mots-clés : marais estuarien, dépollérisation, poissons, fonctionnalité, nurserie, assemblage.

Abstract

For more than a millenium, the de-embankment of estuarine wetlands is responsible for the decrease of fish populations whose fisheries issues and sustainable management are essential. The success of intertidal wetlands reconnection to the estuaries is not a well-known subject yet as de-embankment experiences are a quite new phenomenon. In this study, a comparative approach was used to assess the functionality and fish earnings on the Mortagne marsh in the estuary of the Gironde, since a breach occurred during storms in december 1999. The results of investigations conducted in autumn 2008 and spring 2009 showed a more diverse and richer population than before, compared with the Saint Dizant closed marsh. The species richness equals 11 fish which is almost similar to the reference bay of Chant Dorat. However, the fish assemblage is less diversified at Mortagne than at Chant Dorat. Furthermore, Mortagne marsh presents interesting abundances for the thinlip mullet, but also for the eel, the seabass and the flounder whose fisheries interest are acknowledged, thereby contributing to supporting coastal fish stocks. The nursery and feeding functions of the seabass and thinlip mullet observed in Mortagne are identical to those of Chant Dorat but also appear more limited. In fact, the breach seems to influence strongly the flooding and the salinity. These two factors and the agricultural past of the Mortagne marsh appear to be responsible for the difficulties encountered by benthic organisms, notably the suprabenthic ones, to recolonized the marsh and could explain the poorer quality of functions observed and the fact that the assemblage is dominated by some species of fish.

Keywords : estuarine marsh, de-embankment, fish, functionality, nursery, assemblage.

Introduction

Les zones humides estuariennes sont des hydrosystèmes remarquables soumis à de forts enjeux territoriaux depuis plus d'un millénaire. En effet, après dix siècles d'opérations dites de « poldérisation » visant à mettre hors d'eau ces milieux, la politique de l'aménagement du territoire s'est tournée vers leur « dépollérisation » dans les années 1980 (GOELDNER-GIANELLA, 2007). Bien souvent, la déconnexion de ces zones humides riveraines avec le chenal principal de l'estuaire ont réduit de manière importante les échanges avec les masses d'eaux côtières, avec pour conséquence une diminution de la productivité biologique et de la biodiversité de ces zones. Ces milieux sont aujourd'hui reconnus comme faisant parti des écosystèmes les plus productifs au monde, jouant un rôle fondamental dans le fonctionnement global des hydrosystèmes (NIXON, 1980 ; ODUM, 2000). Suite à la remise en question des enjeux écologiques, économiques, paysagers et défensifs, la tendance actuelle favorise le retour à l'état primaire de ces zones. De nombreuses expériences de reconnexion sur les marais estuariens d'Europe occidentale voient donc le jour afin de reconquérir les services originels de ces milieux poldérisés (BARRON-YELLES & GOELDNER-GIANELLA, 2001 ; BAKKER *et al.*, 2002 ; WOLTERS *et al.*, 2005 ; VERGER, 2005).

L'endiguement des zones humides intertidales s'avère responsable d'une perte de l'habitat, de la productivité biologique et notamment du peuplement de poissons comme cela a été le cas dans l'estuaire du Forth en Ecosse (MC LUSKY *et al.*, 1992). Certains chercheurs pensent que la restauration de ces milieux intertidaux pourrait, à long terme, contribuer au renouvellement des espèces de poissons et des stocks côtiers (LAFFAILLE *et al.*, 2000 ; LE PAPE *et al.*, 2005, COLCLOUGH *et al.*, 2005 ; PARLIER, 2006 ; ABLE *et al.*, 2007). Dès lors on comprend l'intérêt de la dépollérisation envers les communautés ichthyologiques. Cependant, les travaux scientifiques déjà réalisés sur la résilience des systèmes réestuarisés vis-à-vis des poissons sont peu nombreux (HAMPEL, 2003) et soulèvent de nombreuses problématiques. Les poissons recolonisent-ils systématiquement les zones humides intertidales réouvertes à l'estuaire ? Dans le cas d'une réponse positive, les espèces et leur abondance sont elles les mêmes que celles qui existaient avant la reconnection ? Le nouveau peuplement de poissons du marais dépollérisé est-il identique à celui d'un marais naturel ? Quelles sont les fonctionnalités ichthyologiques (alimentation, nourriceries,...) récupérée ou non par le marais reconnecté?

L'estuaire de la Gironde se trouve confronté à toutes ces questions notamment depuis la rupture des digues du marais de Mortagne-sur-Gironde, survenue lors des intempéries dans la nuit du 27 au 28 décembre 1999. En effet, la réouverture de cette zone humide estuarienne constitue un cas

d'étude idéal pour l'unité ECOSEMA¹ du CEMAGREF² de Bordeaux dont les principales missions sont l'approfondissement des connaissances, la construction de méthodes ainsi que la mise au point d'outils d'évaluation de l'état des hydrosystèmes pour une gestion durable des milieux estuariens et des ressources piscicoles. Au sein de cette structure, il m'a donc été demandé de travailler sur l'axe de recherche qui s'intéresse à l'amélioration des écosystèmes aquatiques suite au rétablissement des échanges entre marais rivulaires et estuaire. Ces travaux s'insèrent dans le programme « Eaux et Territoires » en collaboration avec l'Université Bordeaux IV et plus particulièrement les économistes du GREThA³ dont l'un des objectifs est de chiffrer les gains apportés par la dépollérisation du marais de Mortagne.

L'étude présentée ici a pour objectif d'évaluer les fonctionnalités ichtyologiques et les gains associés suite à la reconnexion du marais de Mortagne-sur-Gironde. Pour cela, la première partie de ce mémoire sera consacrée au contexte de l'étude, notamment sur les principales caractéristiques physiques, biologiques mais aussi écologiques de l'estuaire et du marais de Mortagne. La seconde partie détaillera les objectifs de cette étude de cas, l'approche comparative retenue, le matériel et le protocole mis en œuvre pour réaliser les investigations ichtyologiques ainsi que les méthodes utilisées pour exploiter les résultats. La troisième partie présentera les résultats issus des campagnes de pêches réalisées en automne 2008 et au printemps 2009 (à laquelle j'ai pu participer). La quatrième partie sera dédiée à l'interprétation des résultats et à la mise en relief des fonctionnalités et des gains ichtyologiques engendrés par dépollérisation du marais de Mortagne. Enfin la dernière partie proposera -sous forme d'une discussion- un croisement entre les données bibliographiques sur les expériences de reconnexion menées dans un contexte comparable avec les résultats observés à Mortagne. Cela permettra de vérifier, confirmer ou non, mais également de comprendre les tenants et les aboutissants des fonctionnalités ichtyologiques ainsi que les gains apportés par la reconnexion du marais de Mortagne à l'estuaire de la Gironde.

¹ ECOSystèmes Estuariens et poissons Migrateurs Amphihalins

² Centre d'Étude du Machinisme Agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts

³ GRoupe de recherche en Economie Théorique appliquée

1 - Présentation générale du site d'étude

1.1 - L'estuaire de la Gironde

L'estuaire de la Gironde se situe dans la partie sud-ouest de la France (45°20' N, 0°45' O, à Ambès). Ses eaux s'écoulent entre deux régions : l'Aquitaine avec le département de la Gironde (33) au sud et le Poitou-Charentes avec le département de la Charente-Maritime (17) au nord. Le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne (150 km de long) draine l'ensemble du bassin Aquitain (81 000 km²) jusqu'à son embouchure, la limite transversale de la mer entre la Pointe du Grave et la Pointe de Suzac étant considérée comme la limite aval de l'estuaire (Figure 1). Entre le bec d'Ambès (à la confluence de la Garonne et de la Dordogne) et le trait de côte, l'estuaire s'étend sur 76 km de long pour une superficie variant de 450 km² à marée basse jusqu'à 625 km² à marée haute (SALOMON, 2002). Il est d'ailleurs considéré par cet auteur comme le plus vaste estuaire français et l'un des plus grands estuaires d'Europe occidentale. La limite amont de l'intrusion saline se trouve au bec d'Ambès, cependant la marée dynamique se fait ressentir jusqu'à Casseuil sur la Garonne, Castillon-la-Bataille sur la Dordogne et Laubardemont sur l'Isle (LOBRY, 2004).

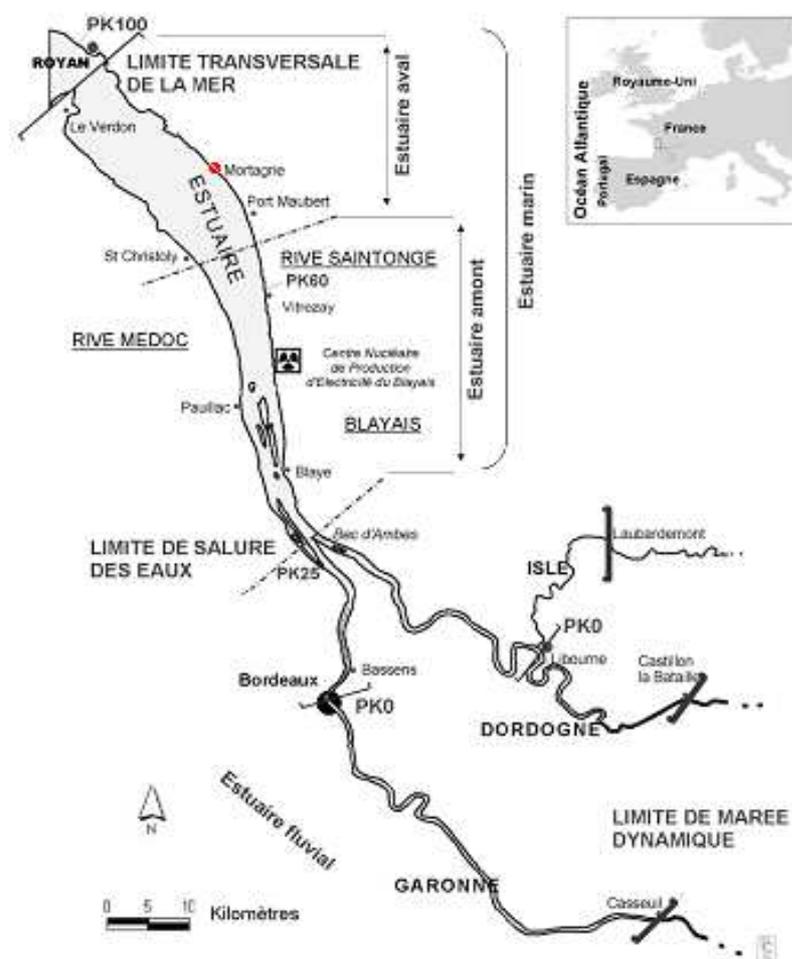


Figure 1: L'estuaire de la Gironde (Lobry, 2003).

Les points kilométriques (PK) situés le long de l'estuaire en rive droite ont été définis à partir des villes références (PK 0) situées sur la Garonne (Bordeaux) et sur la Dordogne (Libourne). Ils sont positifs à l'aval des villes références et négatifs à l'amont. Le site principal de l'étude, le marais de Mortagne-sur-Gironde, se situe dans la partie la plus large de l'estuaire amont, au niveau du PK 75. Avant de présenter le site d'étude, il est important de le contextualiser estuarien qui va influencer de manière importante le fonctionnement du marais de Mortagne-sur-Gironde.

1.2 - Le contexte estuarien

Les estuaires constituent des écosystèmes de transition entre les eaux douces continentales et les eaux marines. Ces écotones (LOBRY, 2004) ou écoclines (PARLIER, 2006) présentent une hétérogénéité particulière qui se révèle être à la source d'une biodiversité importante (LEFEUVRE *et al.*, 2003) et d'une productivité remarquable (TEAL, 1962 ; ODUM, 1967 ; DAY *et al.*, 1981). De plus, les estuaires jouent un rôle important dans le fonctionnement global des hydrosystèmes, dans le cycle biologique des espèces ainsi que dans le fonctionnement de la biosphère en général (FRANKIGNOULLE *et al.*, 1998 in LOBRY, 2004). La gestion durable des écosystèmes estuariens auxquels appartiennent l'estuaire de la Gironde et le marais de Mortagne relèvent donc d'un intérêt communautaire.

La Gironde est l'estuaire français le plus étudié (ROMANA, 1994) et constitue une référence internationale pour de nombreux géologues, sédimentologues, hydrologues et ichtyologues (SOTTOLICHIO, 1999). Le dernier millénaire a conduit au comblement de l'estuaire et des zones riveraines par les alluvions d'origine continentale, remaniés et déposés tout au long de l'Holocène (ALLEN, 1973 ; VERGER, 2005). Cette dernière étape dans la formation de l'estuaire de la Gironde caractérise son état géomorphologique actuel plus ou moins stabilisé, de type « plaine côtière » selon LOBRY (2004). Il présente une structure latérale variée avec des chenaux, des zones intertidales comme celle à l'étude, ainsi que d'autres zones humides annexes et temporaires (PASQUAUD, 2006). Le marais de Mortagne-sur-Gironde se situe dans l'estuaire amont en rive droite, la rive Saintonge. Cette dernière est constituée d'une succession de formations calcaires, mis à part une zone de marais au nord de Blaye (comprenant le site principal de l'étude), constituée de dépôts détritiques fins.

La zone d'étude est soumise à un climat océanique tempéré qui se caractérise notamment par une amplitude thermique annuelle modérée (14°C en moyenne). Les vents d'ouest sont dominants et peuvent parfois être à l'origine d'inondations en automne et en hiver lorsqu'ils viennent de nord-ouest et suivent l'axe longitudinal de l'estuaire, amplifiant la houle. La pluviométrie a une forte influence sur l'ensemble du bassin versant et le débit des deux fleuves, jouant un rôle important sur les apports d'eau douce au niveau de l'estuaire. Pour la période de 1960-2004, le module (débit moyen annuel) des deux fleuves cumulés est estimé à $953 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (PASQUAUD, 2006). En outre, 65% du débit de la Gironde peut être attribué à la Garonne (LOBRY, 2004). Le débit de l'intrusion marine dépasse largement le débit total des deux fleuves sachant qu'au cours d'une marée, le volume d'eau douce entrant dans l'estuaire est d'environ $21 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ alors que le volume d'eau de mer est estimé entre 1100 et $2000 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (LOBRY, 2004). Le marnage (différence de niveau entre pleine mer et basse mer) varie à l'embouchure de 1,5 m en période de mortes eaux à plus de 5 m en période de vives eaux (CTGREF, 1979), faisant de la Gironde un estuaire méso à macrotidal. Les courants peuvent atteindre $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ en surface et $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ au fond des chenaux en période de vives-eaux (SOTTOLICHIO, 1999).

Les intrusions marines sont responsables d'un gradient de salinité longitudinal des eaux estuariennes. La Gironde peut ainsi être découpée en 3 secteurs (RINCE, 1983) : le secteur polyhalin avec une salinité moyenne comprise entre 18 et 30 ‰, le secteur mésohalin dont la salinité moyenne est comprise entre 5 et 18 ‰ (où se situe le site principal de l'étude) et enfin le secteur oligohalin présentant une salinité moyenne comprise entre 0,5 et 5 ‰. Entre 1970 et 1975, l'amplitude thermique annuelle des eaux estuariennes a été de 16 °C en moyenne (6,5 °C en janvier, 22,5 °C en juillet) et les températures extrêmes enregistrées ont été de 0 °C en janvier et de 26 °C en août. Les variations journalières entre le jour et la nuit sont, en moyenne, de 3 °C et peuvent atteindre 5 °C. Par ailleurs, l'estuaire est caractérisé par une forte turbidité. La concentration de matières en suspension, composées d'argiles et de silts d'origine fluviale, peut excéder 1g.l⁻¹ (CASTAING *et al.*, 1984).

Sur les rives de l'estuaire, la population totale dépasse 1,2 millions d'habitants (FERAL, 1994). L'entretien des différents ports (6 entre Bordeaux et le Verdon) et leur accès engendrent une activité de dragage régulière, mais c'est surtout l'entretien du chenal de navigation par le Port Autonome de Bordeaux (P.A.B.) qui génère l'activité la plus importante (6-7 millions de m³ depuis la fin des années 80 (GIRARDIN *et al.*, 2001). On notera la présence de la centrale nucléaire du Blayais sur la Rive Saintonge. Enfin, une activité halieutique de type pêche artisanale est assez développée sur l'estuaire (CASTELNAUD, 1994 ; GIRARDIN *et al.*, 2005).

La Gironde peut être qualifiée de préservée compte tenu de sa richesse spécifique en poissons mais également au vu de la diversité des types écologiques qu'il abrite (LOBRY, 2004). Par ailleurs, la Gironde figure comme le seul estuaire où les 11 espèces de migrateurs caractéristiques de l'Europe de l'Ouest sont présents (anguille, flet, lamproie marine, lamproie fluviatile, esturgeon européen, saumon atlantique, truite de mer, éperlan, grande alose et alose feinte) (PASQUAUD, 2006). Un grand nombre d'espèces comme la sole, le bar ou l'anguille ont un intérêt halieutique fort pour les pêcheries continentales et littorales (COSTA *et al.*, 2002). L'intérêt écologique des estuaires en tant que zone de nourricerie et d'hivernage pour la faune résidente, marine et migrante est donc primordiale (ELLIOTT & HEMINGWAY, 2002). La voie de migration que représente le corridor estuarien est également essentielle dans l'accomplissement du cycle biologique des espèces migratrices (MC DOWALL, 1988). Les estuaires constituent également un écosystème au fonctionnement essentiel pour les poissons d'origine dulçaquicole du peuplement fréquentant ces zones (MC LUSKY, 1993). La question des impacts directs et indirects de l'anthropisation de l'estuaire et des zones humides riveraines, comme le marais de Mortagne, amène aujourd'hui à réfléchir sur la nécessité d'opérer une gestion durable du peuplement ichtyologique de ces milieux, dans un intérêt écologique mais aussi halieutique. Dans ce sens, l'étude des fonctionnalités et des gains ichtyologiques suite à la dépollérisation du marais de Mortagne va permettre d'approfondir les connaissances sur ce sujet et de caractériser les enjeux de la reconnexion des zones humides à l'estuaire.

1.3 - Le marais de Mortagne-sur-Gironde

Le marais de Mortagne se situe dans le département de la Charente-Maritime (17), à cheval sur la commune de Mortagne-sur-Gironde au sud ainsi que sur celle de Chenac-Saint-Seurin d'Uzet au nord. Il est localisé en rive droite de l'estuaire aval (45°29'N, 0°48' O) au PK 75, à une vingtaine de kilomètres au sud-est de l'embouchure et à 70 km environ au nord-ouest de Bordeaux (Figure 2). Ce marais d'une surface de 191 ha se présente sous la forme d'un rectangle grossier de 2,1 km de long sur 900 m de large environ. Il fait parti du marais de Saint-Seurin, une zone intertidale qui s'étend sur 24 km de long et 2 km de large environ entre Talmont au nord, et Saint-Sorlin-de-Conac au sud.

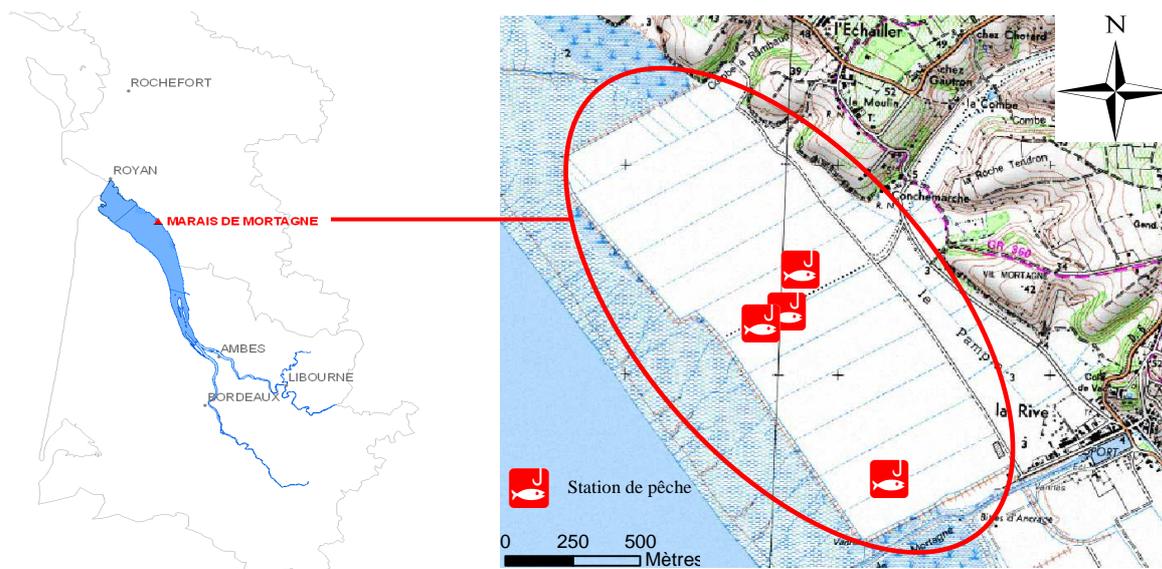


Figure 2: Localisation du marais dépollérisé de Mortagne-sur-Gironde.

1.4 - Le contexte local

Au début des années 1960, un entrepreneur s'est porté acquéreur de parcelles cadastrées de Chenac-Saint-Seurin d'Uzet et de Mortagne-sur-Gironde (correspondant au site d'étude) sur le Domaine Public Fluvial. En février 1966, il demande la concession du territoire au Port Autonome de Bordeaux, responsable de la gestion du DPF et commence les travaux d'endiguement qui s'achèveront en 1967 (ROYANT, 2001). En 1983, le polder de Mortagne est vendu à un exploitant local ainsi qu'à un groupement agricole foncier qui continuera les travaux d'assainissement et de drainage du polder de Mortagne pour pratiquer des cultures intensives (maïs, blé, colza, tournesol) (ROYANT, 2001). Malgré les forts rendements obtenus (138 quintaux de maïs à l'hectare soit deux fois plus que dans le Marais Poitevin), l'activité agricole à Mortagne fût compromise. Après un premier avertissement en 1996, une nouvelle tempête dans la nuit du 27 au 28 décembre 1999 frappe violemment la rive droite de l'estuaire qui connaît alors un véritable raz de marée, avec des surcotes⁴ dépassant par endroit les deux mètres. Le polder de Mortagne n'est pas épargné et ses digues sont brisées au nord-ouest et au sud-ouest, provoquant l'inondation de la zone d'étude jusqu'au quartier du port. Dans le cadre du plan

⁴ Différences positives du niveau d'eau atteint par la marée prédite et celui observé

ORSEC, la digue au niveau de la brèche sud-ouest a été remise en état et une nouvelle digue à 800 m en retrait de la première a été bâtie en janvier 2000 (ROYANT, 2001). La fragilité du territoire a conduit le Conservatoire du Littoral à devenir propriétaire du marais de Mortagne en novembre 2000. Son objectif est de restaurer l'état écologique naturel de la zone en limitant les interventions. En effet, l'ancien polder de Mortagne est désormais abandonné à l'influence de la marée et constitue un site original et remarquable sur l'estuaire de la Gironde. On comprend alors que le site fasse également l'objet de différentes mesures de protection et d'inventaire: Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 1 et 2, Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux, Zone de Protection Spéciale Natura 2000 Habitats et Oiseaux, Site inscrit et Réserve de chasse maritime (Annexe 1). Dans ce contexte de protection et de gestion durable du marais et de ces ressources, le CEMAGREF s'interroge sur l'écologie et les communautés de poissons du marais de Mortagne. En effet, quel était l'état du peuplement de poissons avant la dépoldérisation ? Comment se caractérise-t-il actuellement ? Y-a-t-il des gains ou des pertes vis-à-vis du peuplement de poissons? Quelles sont les fonctions perdues ou récupérées par le marais envers ces communautés ? Avant d'aborder l'approche, le matériel et méthodes mais aussi les résultats qui permettront de répondre à ces questions, il est important de présenter les caractéristiques principales du marais dépoldérisé de Mortagne.

1.5 - Caractéristiques principales

Au droit du marais dépoldérisé de Mortagne, devant les digues bordant l'estuaire, un schorre et une slikke s'étendent sur la partie intertidale estuarienne. L'intérieur du marais se compose de roselières ainsi que de bas schorres bordant les anciens fossés de drainage constituant les principaux chenaux (Figure 3). Une levée sépare le marais en deux parties selon un axe nord-est/sud-ouest. La partie située au sud près du port est végétalisée sur son pourtour tout comme la partie nord qui présente en son centre un phénomène d'érosion rejoignant le chenal principal et la brèche nord-ouest.

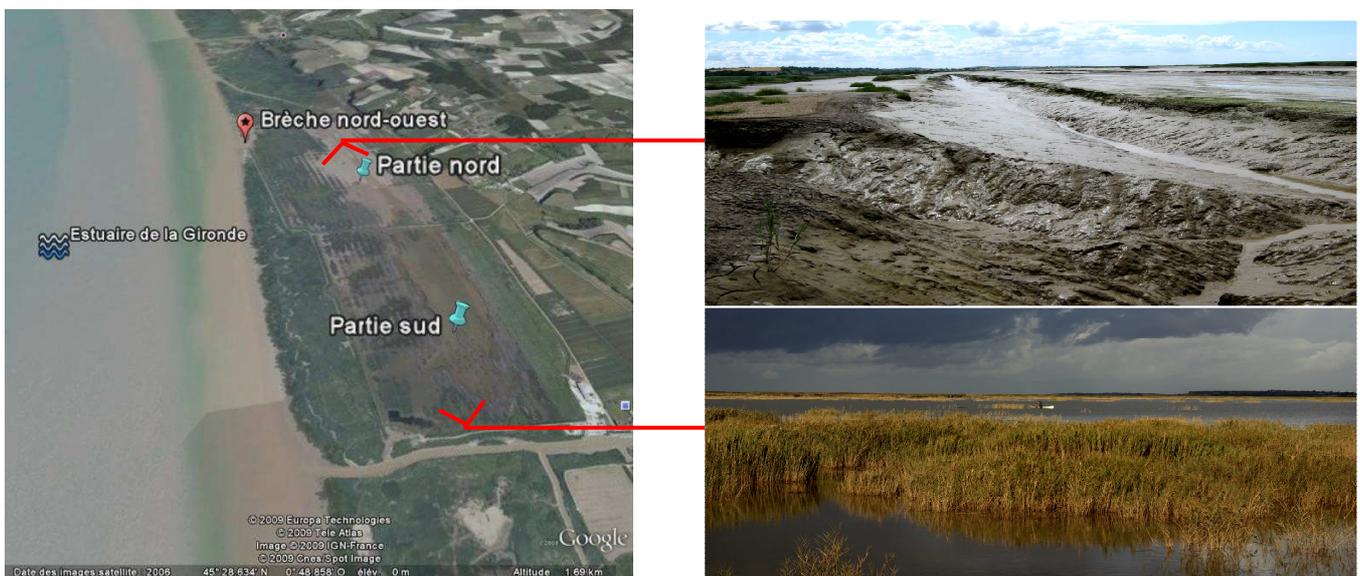


Figure 3: Vue aérienne et photos du Marais de Mortagne-sur-Gironde.

1.5.1 - Modalité de dépoldérisation

Le polder de Mortagne a subi une dépoldérisation accidentelle se traduisant par une ouverture au nord-ouest unique mais large (Figure 4) permettant sa submersion uniquement lors des marées de vives eaux lorsque les coefficients de marée sont supérieurs à 70. Parmi les différentes modalités de dépoldérisation existantes, celle de l'ancien polder de Mortagne correspond à la libre pénétration des eaux marines ou estuariennes dans une brèche de la digue d'après VERGER (2005) et à une dépoldérisation à visée environnementale, destinée à l'amélioration de la qualité écologique d'un polder selon GOELDNER-GIANELLA (2007). Le type d'ouverture va être déterminant dans la résilience du système et dans la récupération des fonctionnalités et des gains ichthyologiques étudiés ici. Cet aspect va influencer les variations du niveau d'eau et le régime de salinité responsables de la colonisation et la composition de la faune et de la flore détaillées plus loin dans ce mémoire.



Figure 4: Différentes prises de vue de la brèche nord-ouest du marais de Mortagne.

1.5.2 - Géomorphologie

Le marais de Mortagne-sur-Gironde est un marais très récent, né du comblement du chenal de Saintonge dans les années 1930. A partir de 1933, une nouvelle slikke puis un schorre se mettent en place, donnant naissance au marais de Saint-Seurin sur lequel repose le marais de Mortagne. Ce dernier semble suivre une trajectoire géomorphologique différente de celle du marais de Saint-Seurin suite à sa poldérisation en 1967. Il présente aujourd'hui au devant de ses digues une slikke composée de sédiments silto-argileux laminés (GIRAUD *et al.*, 2000), dépourvue de végétation et parcourue de micro-chenaux. La slikke est séparée du schorre par une microfalaise d'environ 50 cm. Le schorre (altitude moyenne de + 5,4 m) se compose d'un substrat lité de gravier et de sable grossiers. La slikke a régressée depuis 1964 et le schorre depuis 1982, ce dernier connaissant une érosion moyenne de 4 mètres par an au droit du marais d'après ROYANT (2001). A l'intérieur du marais dans la partie nord, un autre processus d'érosion appelé localement « coursière » caractérise la dynamique géomorphologique du site (Figure 5). Cette érosion régressive suit les anciens drains qui servaient à assécher le marais. Elle est liée à la récupération du profil depuis la brèche jusqu'à l'intérieur du marais dont le niveau topographique (altitude moyenne de + 4,45 m) est supérieur à celui du chenal menant à la brèche. Enfin en arrière du polder, derrière la digue ORSEC, l'ancien schorre bordant les falaises (altitude moyenne de + 5,1 m) se trouve plus bas que le schorre qui sépare le marais de l'estuaire, on parle alors de disposition contraire (VERGER, 1988 ; 2005). Cette typologie s'explique par une sédimentation qui a été plus active dans la partie externe que dans la partie interne.

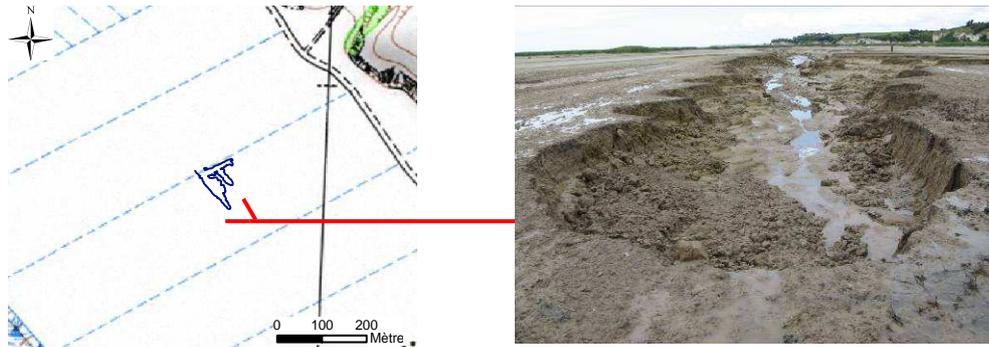


Figure 5: Localisation géographique et photo de la coursière dans la partie nord du marais de Mortagne.

1.5.3 - Hydrologie

Les eaux estuariennes pénètrent à l'intérieur du marais pour des coefficients de marée supérieurs à 70, lors des périodes de vives-eaux. On notera la présence de fossés responsables des apports en eau douce jouant sur la salinité des eaux du marais. Le réseau de canaux artificiels ayant notamment servi au drainage du polder de Mortagne présente plusieurs ouvrages hydrauliques équipés de clapets qui empêchent les intrusions d'eau saline à l'intérieur du marais. La majorité de ces ouvrages ne sont plus fonctionnels aujourd'hui. Par ailleurs, le ressuyage du marais de Mortagne n'est jamais complet, même en dehors des périodes de vives eaux. En effet, une grande partie du linéaire des canaux ceinturant le marais reste en eau de manière permanente et des mares peu profondes se forment à différents endroits du marais. Les entrées d'eau estuariennes par la brèche suivent un chemin préférentiel au flot comme au jusant. En effet, la coursière représente le point le plus bas par lequel les eaux s'engouffrent et se retirent préférentiellement avec la marée. Cela induit des courants relativement forts à proximité de la coursière lors du jusant de l'ordre de $2 \text{ à } 3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (ROYANT, 2001). Il existe également d'autres entrées possibles - de moindre importance - au niveau de la brèche.

1.5.4 - Sédimentologie

L'intrusion des eaux estuariennes influencées par la marée apporte une quantité importante de matières organiques et en moindre quantité argileuses et sableuses. Le substratum est relativement compacté dans la partie aval et semble de type vaseux dans la partie amont du marais. ROYANT (2001) a noté un exhaussement de 7 à 11 mm entre l'été 2000 et 2001, après estimation du dernier dépôt estival d'algues vertes *Ulva lactuca* en 2000. D'après ce même auteur, des mesures effectuées entre début juin et début octobre 2001 ont mis en évidence un dépôt de vases sèches d'une épaisseur variant entre 0,8 à 12 mm. Cependant, la période d'échantillonnage est insuffisante pour tirer des conclusions significatives. La dynamique sédimentaire va également dépendre de la zone concernée. Dans la partie nord où se trouve la coursière, la récupération du profil empêche les dépôts de sédimenter dans l'axe principal. Quant aux bordures déjà végétalisées, ces dernières sont plus aptes à piéger les sédiments apportés par la marée et les eaux chargées de l'estuaire. Dans la partie sud, l'ensemble de la zone peut être sujette à la sédimentation et à l'accrétion des fonds, notamment où la végétation est déjà installée.

1.5.5 - Faune

Le régime d'inondation, les masses d'eau permanentes, les substrats vaseux et la végétation vont favoriser la présence de différents cortèges d'oiseaux migrateurs et/ou nicheurs sur le marais. L'étude de ROYANT (2001) a mis en évidence la présence de 23 espèces classées et protégées par l'Annexe 5 de la Directive Oiseau 79/409/CEE. Il est possible d'observer de nombreux ardéidés comme le héron cendré, *Ardea cinarea*, ou la grande aigrette, *Egretta garzetta*, (Figure 6), des anatidés tels que le canard colvert, *Anas platyrhynchos*, la sarcelle d'hiver, *Anas crecca*, ou le tadorne de belon, *Tadorna tadorna*. Des limicoles sont aussi présents sur le site en faible effectifs cependant ils ne semblent pas se servir du marais comme une zone d'alimentation mais plutôt comme une zone de gagnage (S. Troccaz, Conservatoire du Littoral, Com. Pers.). Depuis 1974, la réserve de chasse qui s'étend entre le chenal du port de Mortagne, le chenal de Saint-Seurin d'Uzet et le milieu de l'estuaire a permis d'augmenter significativement les populations d'oiseaux concernées par l'activité cynégétique (ROYANT, 2001). Des mammifères sont également présents sur le marais reconnecté. De nombreux sangliers (*Sus scrofa*) profitent des grandes roselières, de la tranquillité de la réserve de chasse et des cultures de maïs avoisinantes, au détriment des agriculteurs. La population de ragondins (*Myocastor coypus*) est également importante. Cette espèce nuisible creuse des galeries importantes dans les digues et les canaux, fragilisant les berges et les ouvrages d'endiguement.



Figure 6: *Egretta garzetta* (Source : Caldas).

1.5.6 - Flore

La végétation du marais de Mortagne a beaucoup évolué depuis sa dépollérisation. L'hydrologie particulière induit un étagement de la végétation caractéristique. Ainsi, au plus près des chenaux et dans les points bas, on remarque présence d'essences halophiles comme l'obione, *Obione portulacoides*, et la salicorne européenne, *Salicornia europea* (Figure 7). Sur les pourtours et dans les zones plus exondées, des essences comme le scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*) et le roseau commun (*Phragmites australis*) forment de grandes cariçaias et roselières. Les points hauts sont



Figure 7: *Salicornia europea* (Source : Don).

colonisés par des essences sub-halophiles principalement de la famille des Chénopodiacées comme l'aster maritime (*Aster tripolium*), ou l'arroche hastée (*Atriplex prostrata*) (ROYANT, 2001). On notera également la présence de graminées dominées principalement par *Elitrigia atherica*, *Spartina anglica*, la pucinnelle (*Puccinella maritima*) et la flouve (*Anthoxanthum odoratum*) sur les points hauts du littoral estuarien et de l'intérieur du marais.

2 - Matériel et méthode

2.1 - Objectif de l'étude

Pour identifier les fonctionnalités et les gains ichtyologiques associés à la dépollérisation du marais de Mortagne-sur-Gironde, la réalisation d'investigations ichtyologiques sur le site même, mais également sur d'autres sites s'impose. En effet, une approche comparative s'avère indispensable pour confronter les communautés et les fonctions ichtyologiques de zones latérales présentant différents degrés de connectivité. On pourra ainsi disposer de données témoin et référence qui permettront de comparer, quantifier et qualifier les résultats obtenus sur le marais de Mortagne. L'étude de cas se base donc sur la réalisation d'un « sondage » *in situ* des peuplements de poissons par la mise en œuvre de méthodes appropriées, portant sur trois milieux situés dans un contexte estuarien semblable:

- le marais reconnecté à l'estuaire de Mortagne-sur-Gironde, cible de l'étude;
- un marais témoin fermé à l'estuaire : le marais de Saint Dizant-du-Gua (Figure 8) ;
- une zone intertidale ouverte de l'estuaire servant de référence: la baie de Chant Dorat (Figure 8).

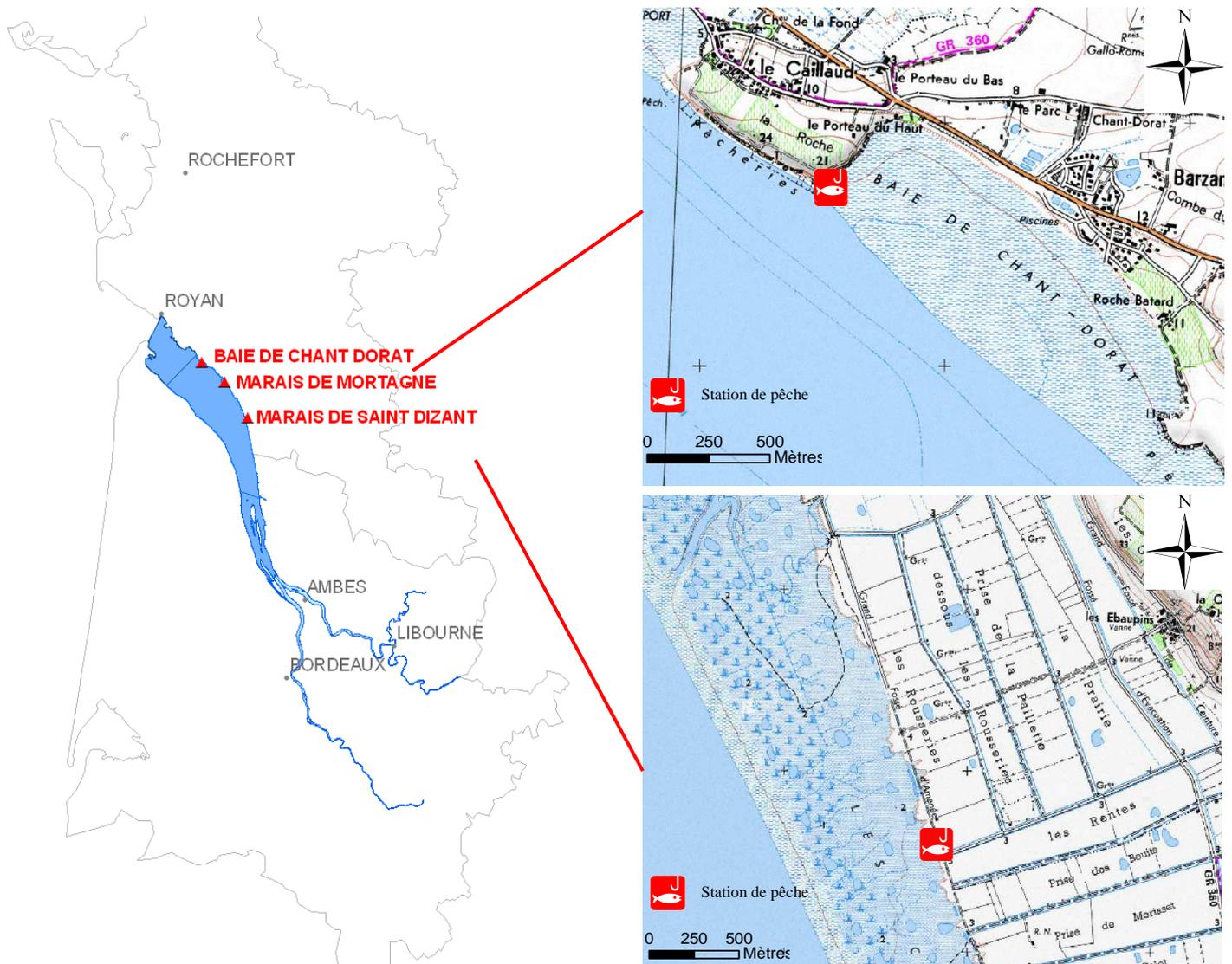


Figure 8: Localisation de la baie référence de Chant Dorat et du marais témoin de Saint Dizant.

La baie de Chant Dorat est localisée en rive droite de l'estuaire, à 8 km en aval du marais de Mortagne (45°31' N, 0°53' O). Elle se compose d'une slikke très étendue pouvant être qualifiée de vasière. En arrière de la slikke, un schorre (principalement colonisé par des scirpes) borde l'enrochement qui protège l'arrière pays de la montée des eaux estuariennes, lors des marées de vives eaux et des évènements exceptionnels (Figure 9). Cette baie -qui fait partie du marais de Saint-Seurin tout comme le marais de Mortagne- a été choisie en tant que site référence. En effet, ce site



complètement ouvert reflète le fonctionnement d'une zone intertidale naturelle, soumise directement à l'influence des marées et entièrement accessible au peuplement piscicole. Le libre échange des flux hydrauliques, sédimentaires et biologiques fait de cette zone un modèle qui permettra de comparer un peuplement ichtyologique typique des zones humides intertidales estuariennes à celui de Mortagne.

Figure 9: La baie de Chant Dorat.

Le marais de Saint Dizant-du-Gua est situé en rive droite de l'estuaire à 10 km en amont du marais de Mortagne (45°31' N, 0°44' O). Le site de pêche est localisé sur le Grand Fossé d'Amenée, un canal rectiligne d'une largeur de 3,5 m et d'une profondeur d'1,5 m en moyenne (Figure 10). Les entrées et les sorties d'eau sont gérées par des ouvrages hydrauliques, fermés après le printemps jusqu'à la fin de l'automne pour maintenir un niveau d'eau suffisant aux activités agricoles et ouverts le reste de l'année pour drainer les trop pleins d'eaux. Ce marais fait également partie du marais de Saint-Seurin et présente une très faible connectivité avec l'estuaire. En effet, le site de Saint Dizant ne subit quasiment pas les influences de la marée et ne permet donc qu'un accès très limité aux poissons depuis l'estuaire, comme le polder de Mortagne auparavant. Les faibles échanges avec l'estuaire font de cette zone un repère d'origine qui permettra de comparer le peuplement ichtyologique d'un marais fermé (assimilable à l'ancien peuplement du polder de Mortagne), à celui observé actuellement sur Mortagne.



Figure 10: Le marais de Saint-Dizant.

Les investigations sur le marais de Mortagne, sur la baie de Chant Dorat et sur le marais de Saint Dizant ont pour principal objectif de comparer les richesses spécifiques (nombre d'espèces) et les densités de poissons observées. L'étude des distributions des tailles d'espèces ciblées pour leur valeur symbolique ou halieutique (anguille, bars, soles,...) fournira des indications relatives aux gains ou aux pertes ainsi qu'aux fonctionnalités présentes ou absentes sur le marais de Mortagne (nourricerie, croissance,...). Les résultats obtenus seront croisés avec les données bibliographiques et permettront ainsi de renseigner au mieux les économistes pour qu'ils puissent chiffrer à leur tour les gains ichtyologiques observés suite à la dépoldérisation du marais de Mortagne.

2.2 - Protocole

Deux campagnes de pêche ont été réalisées en équipe, l'une en automne 2008, l'autre au printemps 2009 et à laquelle j'ai pu contribuer. La campagne automnale s'est déroulée du mardi 28 au jeudi 30 octobre 2008 sur les sites de Mortagne et de Chant Dorat et du mercredi 5 au vendredi 7 novembre 2008 sur le marais de Saint Dizant. La campagne printanière s'est déroulée du lundi 27 au mercredi 29 avril 2009 sur les sites de Mortagne et de Saint Dizant et du mercredi 27 au vendredi 29 mai 2009 sur la baie de Chant Dorat ([Annexe 2](#)). Le déroulement des pêches sur chaque site s'effectue toujours lorsque les coefficients de marées sont supérieurs à 70 (coefficient minimal nécessaire au remplissage du marais de Mortagne). Ce choix a également été réalisé afin de pouvoir comparer les résultats sur des coefficients de marée similaires. Sur chacun des sites, les inventaires ichthyologiques ont été réalisés à l'aide d'engins de pêche utilisés dans le cadre de la DCE⁵, de type « double verveux ». Les pêches sont réalisées sur une durée totale de 48 heures, avec des relevés intermédiaires au minimum toutes les 24 heures. Sur la baie de Chant Dorat, le découverture complet des pièges à chaque marée a nécessité des relevés plus fréquents - toutes les 12 heures - afin de limiter la mortalité des poissons.

Sur Mortagne, les pièges (deux nasses séparées par une paradière comptant pour un piège type «double verveux ») ont été répartis sur le marais pour sonder les différentes ambiances (cf. [Figure 2](#), page 7). Deux pièges ont été entreposés dans l'axe principal pour capturer les individus circulant dans le chenal préférentiel qui joint la coursière. Deux autres pièges ont été installés dans le chenal transversal qui longe la levée. Ces pièges ont été déplacés lors de la deuxième campagne en amont d'une buse, installée après la campagne printanière. Enfin, deux pièges ont été posés plus en amont du marais, côté port, près d'un massif de roseaux. Sur la baie de Chant Dorat, les pièges ont été positionnés sur la vasière de manière à obtenir une durée d'immersion d'environ 6 heures par marée (cf. [Figure 8](#), page 12). Les engins installés se composent de quatre pièges alignés parallèlement au rivage. Lors de la seconde campagne les pièges ont été installés plus en retrait (20 à 30 m) vers le rivage pour faciliter leur accès. Enfin sur le marais fermé de Saint Dizant, les engins constitués des deux pièges ont été installés transversalement dans le Grand Fossé d'Amenée (cf. [Figure 8](#), page 12).

Les individus capturés sur chaque site ont fait l'objet d'un dénombrement, d'une identification taxonomique et de mesures biométriques sur leur taille et leur masse. La longueur mesurée est la longueur à la fourche pour les poissons dont la nageoire caudale est fourchée, et la longueur totale dans les autres cas. Les mesures de masse ont été effectuées au moyen de pesons. Au-delà de 30 individus capturés par espèce, un sous-échantillon aléatoire de 30 individus est constitué, mesuré et si possible pesé. Les individus restant sont pesés collectivement de manière à quantifier la biomasse de

⁵ Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000.

l'espèce. Certaines mesures de masse n'ont pu être menées conformément au protocole pour des raisons de défaillance du matériel (pesons) ou de conditions climatiques défavorables (vent fort empêchant la stabilisation du sac de pesée).

2.3 - Matériel

Les engins de pêche DCE sont des filets de type « double verveux ». Ils présentent deux chambres opposées et séparées entre elles par une paradière de 6 m de long et 55 cm de haut (Figure 11). Les chambres possèdent sept anneaux chacune, le premier anneau ayant une ouverture de 55 cm. La paradière et la première partie de la chambre formée par les deux premiers anneaux possèdent des mailles de 15 mm de côté. La deuxième partie de la chambre, formée par le troisième et le quatrième anneau, a un maillage de 10 mm de côté de maille et enfin le fond du piège comprenant les trois derniers anneaux possède un maillage de 8 mm de côté de maille. Le premier anneau a été doublé avec un anneau en inox de diamètre 8 mm. Les verveux sont fixés dans le substrat à l'aide de fers à béton attachés avec des colliers de serrage en plastiques (type Colson, Rislant,...) au premier anneau de la nasse ainsi qu'aux extrémités et le long de la paradière si nécessaire.

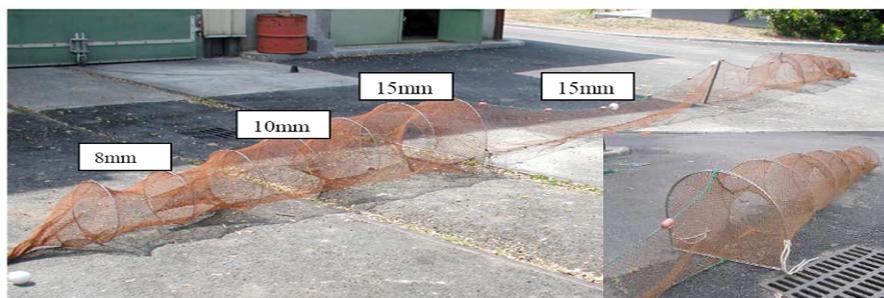


Figure 11 : Engin de pêche DCE type « filet verveux ».

Les métriques physico-chimiques sont prises à chaque campagne et sur chaque site à l'aide d'une sonde multiparamètres (marque ISY). Cette sonde (Figure 12) mesure en continu pendant 48 heures les principaux paramètres recherchés : hauteur d'eau (en mètre), température de l'eau (en °C), conductivité ($\mu\text{S.cm}^2$), salinité (‰), pH (mV), saturation en oxygène dissous (%O₂), concentration en oxygène (mg.L^{-1}), et turbidité (NTU). Des mesures ponctuelles sur le marais de Mortagne ont également été réalisées pour évaluer sommairement la variabilité spatiale des conditions physico-chimiques de l'eau sur le marais et par conséquent obtenir des indications sur la représentativité de la station de mesure fixe.

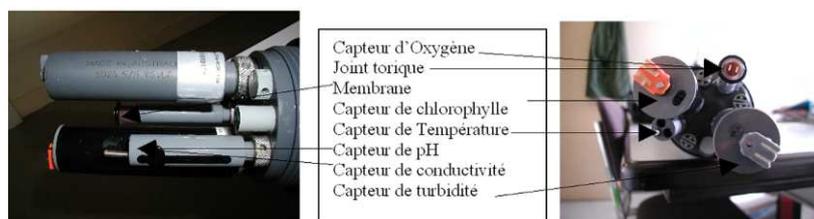


Figure 12: Sonde employée pour les mesures physico-chimiques.

Le matériel utilisé pour la biométrie se compose d'un guide de détermination⁶ pour identifier les taxons, d'ichtyomètres - de précision millimétrique - pour mesurer les captures, de filets et enfin de pesons électroniques (marque KERN) d'une précision de 5 g pour évaluer la masse des poissons.

2.4 - Méthodes d'analyses

Une base de données réalisée sous le logiciel PostgreSQL 8.2 (A. Lechêne) a permis de classer et d'archiver les données brutes (références des stations, données physico-chimiques, taxons, tailles, masse) issues des pêches (Annexe 3). Grâce à cet outil, il m'a été possible d'effectuer des requêtes (langage SQL) afin d'agrèger les informations et obtenir les jeux de données recherchés.

2.4.1 - Traitement des données physico-chimiques

Les données de la sonde intégrées dans la base de données ont été exportées vers le logiciel R 2.9, capable de traiter efficacement les informations enregistrées par la sonde en fonction du temps. Cela m'a permis d'obtenir pour chaque station des graphiques de variation de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques sur une période de 48 heures. On notera que la sonde n'a pas fonctionné pour certains paramètres et lors de toute la campagne en automne 2008 à Chant Dorat.

2.4.2 - Traitement des données sur la composition des peuplements

Les effectifs par espèce, par station et par campagne ont été intégrés dans la base de données puis exportés pour être traités sous le logiciel Excel. Cela m'a permis de déterminer l'abondance numérique relative (nombre d'individus par taxon/nombre d'individus total du peuplement considéré) de chaque taxon par station pour l'ensemble des campagnes. L'analyse des données concernant la biomasse a débuté par la recherche des mesures de masse manquantes. Dans un premier cas -lorsque les effectifs mesurés ont été suffisamment représentatifs par site et par campagne- il m'a été possible de réaliser une courbe de régression linéaire logarithmique, l'équation de la courbe ($\log \text{ Poids} = a * \log \text{ Taille} + b$) permettant de retrouver les mesures de poids manquantes. Dans un second cas -lorsque les effectifs mesurés se sont avérés insuffisants pour réaliser des courbes de régression linéaire- des tables⁷ de relation taille/poids issues de la bibliographie ont été utilisées. Elles présentent les valeurs des constantes a et b pour les relations longueur-poids de la forme $\text{Poids} = a * \text{Taille}^b$. A partir des individus dont la taille a été mesurée, il m'a donc été possible de leur attribuer les masses correspondantes par le biais de ces relations longueur-poids. Enfin, pour les poissons n'ayant pas fait l'objet de mesure de taille ni de poids, la moyenne des poids par site et par saison de ceux ayant réellement été pesés leur ont été attribués. Ces données manquantes ont été réinjectées par mes soins dans la base de données puis traitées à l'aide du logiciel Excel afin de déterminer l'abondance

⁶ QUERO *et al.*, 2003. Guide des poissons de l'Atlantique européen, Edition Delachaux et Niestlé, Paris, 2003.

⁷ www.fishbase.org

pondérale relative (biomasse d'un taxon/biomasse totale du peuplement considéré) par station pour l'ensemble des campagnes. La base de données m'a également permis de déterminer la fréquence d'occurrence (nombre de fois où le taxon est présent/Nombre total de relevés) de chaque taxon. On considère qu'un taxon dont la fréquence d'occurrence (FO) est \geq à 75 % est une espèce fréquente, $75\% > FO > 50\%$ commune, $50\% > FO > 25\%$ occasionnelle, $25\% > FO > 10\%$ rare et $FO \leq$ à 10 % accidentelle (PARLIER, 2006). Les données d'abondance numérique et pondérales relatives ainsi que la fréquence d'occurrence ont finalement été insérées dans un tableau récapitulatif de la composition du peuplement. Enfin, l'indice de Shannon $H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ (avec $p_i = n_i / N$ où n_i est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total) a été utilisé afin de connaître la diversité du peuplement sur chacun des sites. Plus cet indice est élevé, plus la diversité spécifique du peuplement est équilibrée.

2.4.3 - Traitement des données sur la structure des peuplements

Les indications sur la taille de chaque taxon mesuré ont été intégrées dans la base de données puis exportées sous le logiciel Excel pour déterminer la taille minimum, maximum mais aussi la moyenne et l'écart type relatif de la taille de chaque taxon mesuré par station pour l'ensemble des deux campagnes. L'ensemble des données sur la taille a ensuite été placé dans un tableau récapitulatif de la structure en taille du peuplement.

2.4.4 - Traitement des données sur la distribution des tailles

L'analyse de la structure en taille m'a également permis - à l'aide de la littérature et des données sur la maturité des espèces (Annexe 4) - d'établir un histogramme des proportions de juvéniles et d'adultes dans le peuplement de chaque site pour l'ensemble des pêches. Les taxons présentant des effectifs intéressants, une fréquence d'occurrence supérieure à 75% et un intérêt commercial ont fait l'objet d'une étude plus précise sur la distribution des tailles. Les informations sur la taille des taxons choisis ont ainsi été sélectionnées dans la base de données puis exportées vers le logiciel R 2.9 pour établir des graphiques de distribution des tailles. Ce logiciel m'a permis de sélectionner les intervalles de taille les plus intéressants pour repérer les cohortes parmi les populations observées à chaque campagne. Les données issues de la littérature m'ont permis par la suite d'identifier et de déterminer l'âge des cohortes ainsi que le sexe selon l'espèce considérée.

2.4.5 - Traitement des données sur les guildes fonctionnelles

Les taxons recensés ont été caractérisés selon leur guildes fonctionnelle d'utilisation du milieu et de régime alimentaire établies par FRANCO *et al.* (2008). L'abondance numérique relative de chaque taxon m'a permis de réaliser sous Excel des histogrammes de distribution des peuplements par guildes fonctionnelles. Grâce aux caractéristiques de ces guildes (Annexe 5), il m'a été possible d'obtenir des informations sur l'écologie des espèces et des milieux étudiés.

3 - Résultats

3.1 - Paramètres physico-chimiques

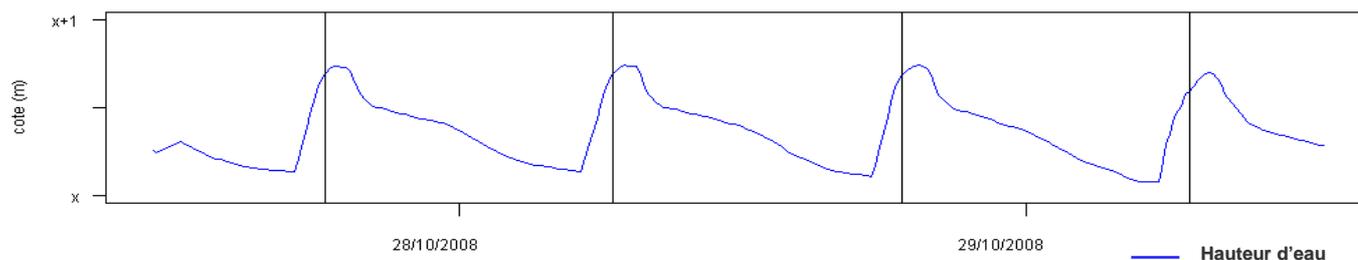
3.1.1 - Marais de Mortagne : automne 2008 et printemps 2009

Les mesures en continu relevées par la sonde à l'automne 2008 dans le marais de Mortagne (Tableau 1 et Figure 13) montrent que le niveau d'eau est fortement soumis à l'influence des marées. Cependant, la courbe de niveau d'eau est dissymétrique. L'onde de la marée montante paraît plus courte et plus rapide par rapport à l'onde de la marée descendante. La hauteur du marnage diminue légèrement au cours de la mesure et avoisine 60 cm en moyenne. Même si le pH ne varie pas (toujours aux environs de 8), on observe des maxima et des minima de température (maximum de 14,6 °C et minimum de 7 °C) et de turbidité (minimum de 101,7 NTU et maximum 3577 NTU) corrélées avec les niveaux d'eau minimums et maximums. L'amplitude thermique est d'environ 7°C et la turbidité moyenne de 142 NTU. On note deux pics de turbidité anormaux lors de l'avant dernier jusant. Malgré le capteur de salinité de la sonde défaillant pour les mesures continues et la partie nord, les mesures ponctuelles ont montré un taux de salinité de 18 ‰ dans la partie sud.

Tableau 1: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.

Paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne
Hauteur de marnage (en m)	0,59	0,63	0,61
pH	7,9	8,4	8
Température (en °C)	7	14,6	11,5
Turbidité (NTU)	101,7	3577	142,5

Variations de la hauteur d'eau



Variations des paramètres physico-chimiques

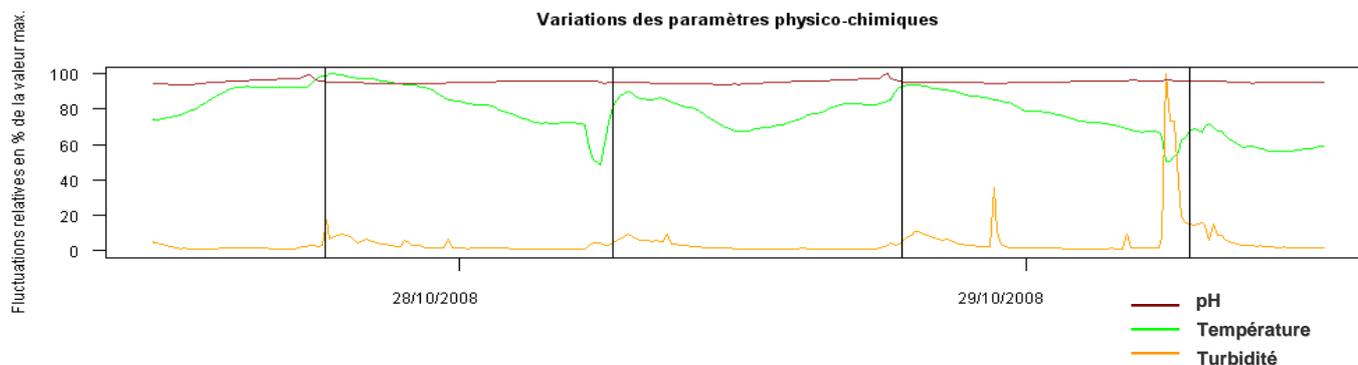


Figure 13: Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques en automne 2008 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.

Les données enregistrées par la sonde à Mortagne au printemps 2009 (Tableau 2 et Figure 14) confirment la forte influence de la marée. La courbe de niveau d'eau reste dissymétrique avec une phase montante plus rapide et plus courte que la phase descendante. La hauteur du marnage diminue, augmente puis diminue de nouveau, atteignant en moyenne 0,55 m. Le pH reste relativement constant (moyenne de 7,9). Les pics et les creux de salinité (maximum de 8,9 ‰ et minimum de 4,6 ‰), de turbidité (maximum 472,5 NTU et minimum de 27,8 NTU) coïncident avec les niveaux maximums et minimums de hauteur d'eau. La température moyenne est d'environ 20°C. La saturation en oxygène très élevée (avec une moyenne de 115 %) est sans doute liée à un dérèglement de la sonde. La salinité moyenne est de 8,7 ‰ et la turbidité moyenne avoisine 88 NTU. L'amplitude thermique est élevée avec 9 °C.

Tableau 2: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.

Paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne
Hauteur de marnage (en m)	0,5	0,7	0,55
pH	7,6	8,2	7,9
Salinité (‰)	4,6	8,9	8,7
Saturation en oxygène (%)	40	128,1	115,6
Température (en °C)	14,6	25,3	19,9
Turbidité (NTU)	27,8	472,5	88,3

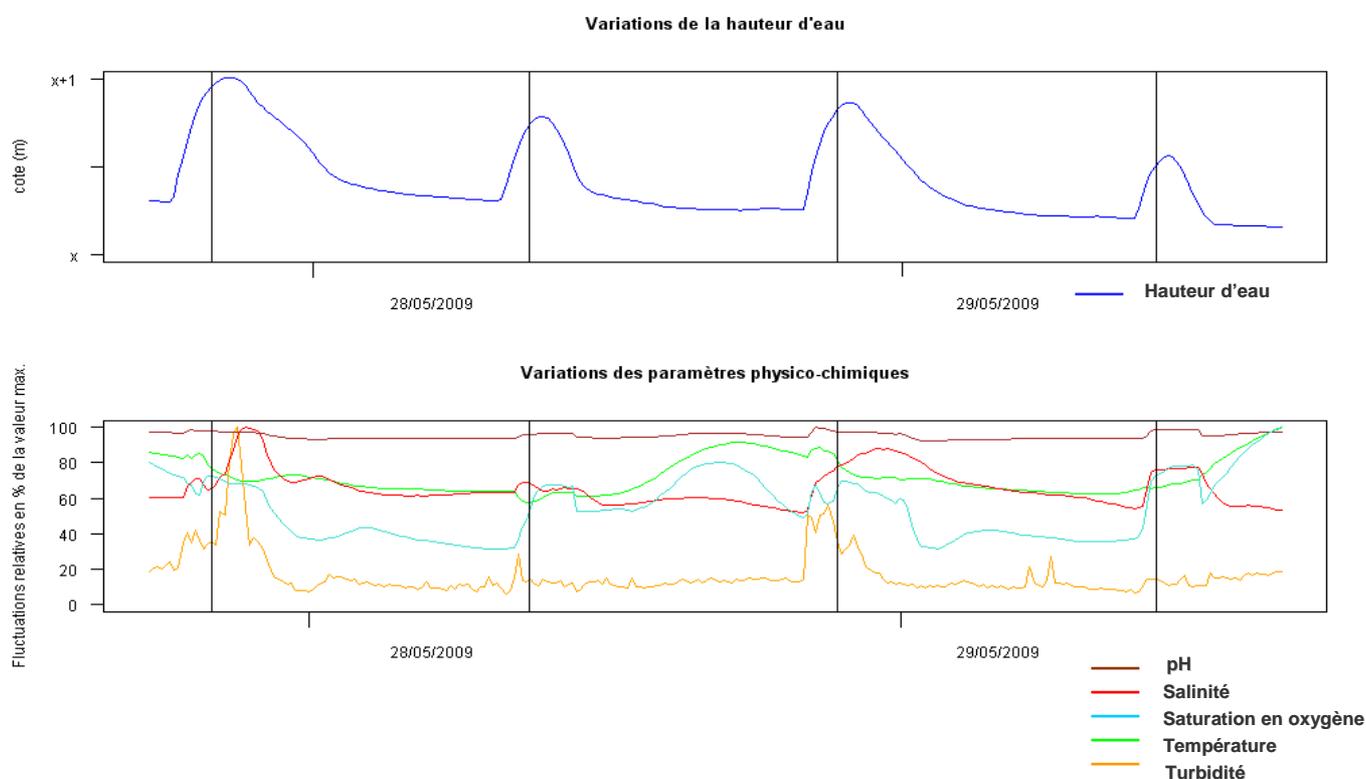


Figure 14: Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.

3.1.2 - La baie de Chant Dorat : printemps 2009

Les mesures enregistrées par la sonde dans la baie de Chant Dorat au printemps 2009 (Tableau 3 et Figure 15) confirment que le site est totalement soumis à l'influence de la marée. L'onde de la marée montante est exactement symétrique avec l'onde de la marée descendante. La hauteur du marnage varie très peu durant la période de mesure et avoisine 2,3 m au dessus de la sonde. Les maximas et les minimas de température (maximum 19,6 °C et minimum 16 °C) de salinité (maximum de 18,3 ‰ et minimum de 8 ‰) coïncident avec les niveaux d'eau maximums et minimums observés. La température moyenne est de 17° C et la salinité moyenne de 14,7 ‰. L'amplitude thermique est faible avec 3,6 °C comparée à l'amplitude de salinité élevée qui atteint plus de 10 ‰. Les pics de turbidité très élevés (maximum 3799 NTU) apparaissent juste avant les niveaux d'eau les plus forts et les plus faibles. La turbidité moyenne avec 1511 NTU reste élevée durant la période d'enregistrement.

Tableau 3 : Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur la baie de Chant Dorat.

Paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne
Hauteur de marnage (en m)	2,1	2,4	2,3
Salinité (‰)	8	18,3	14,7
Saturation en oxygène (%)	37,5	131	90,2
Température (en °C)	16	19,6	16,8
Turbidité (NTU)	314	3800	1511

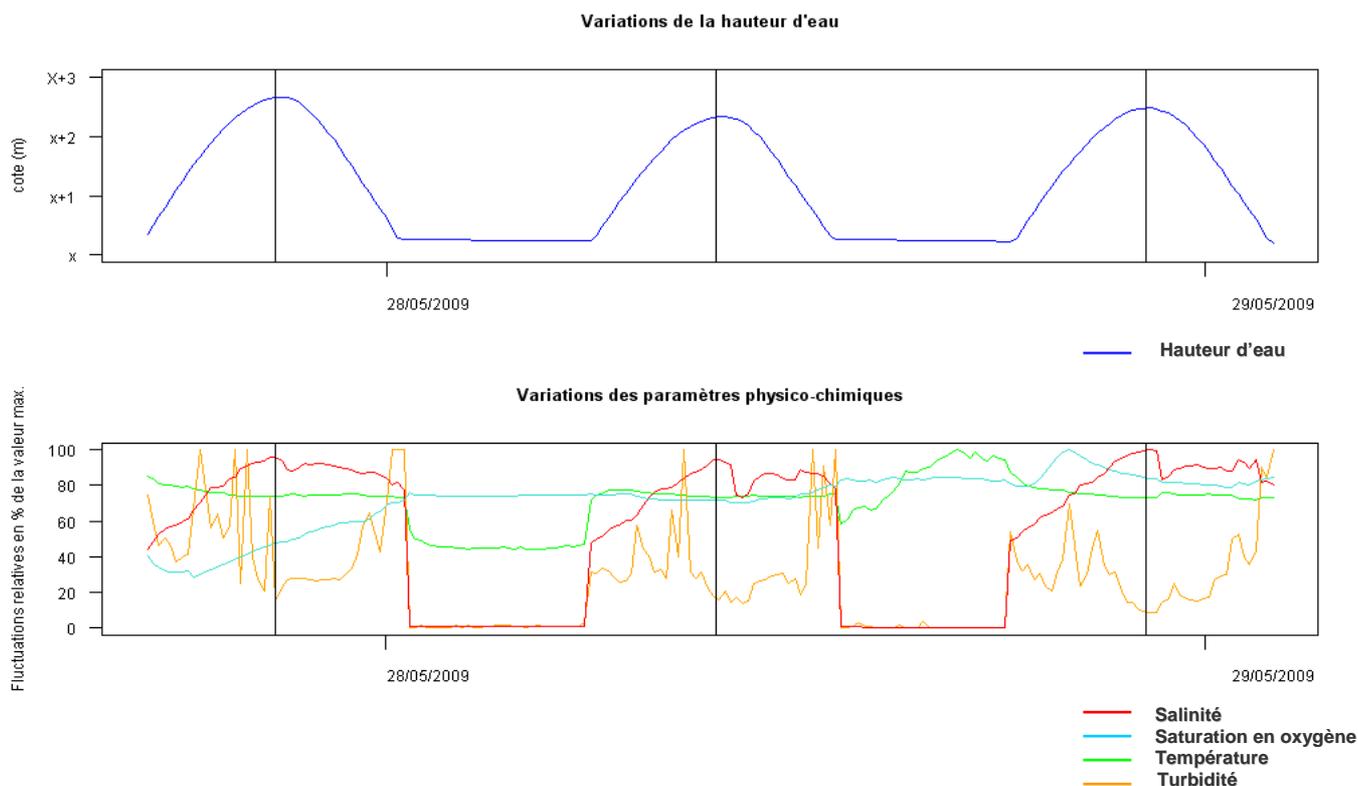


Figure 15 : Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur la baie de Chant Dorat.

3.1.3 - Marais de Saint Dizant : automne 2008 et printemps 2009

Les données relevées par la sonde sur le marais fermé de Saint Dizant en automne 2008 (Tableau 4 et Figure 16) présentent peu de variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques. Ainsi la hauteur reste constante dans l'ensemble avec une moyenne de 0,36 cm d'eau au dessus de la sonde. En ce qui concerne la physico-chimie, la salinité reste elle aussi constante (moyenne 0,7 ‰). La température augmente légèrement durant la période de relevé (minimum de 11,8 °C et maximum de 13,5 °C) mais demeure relativement stable avec une moyenne de 12,8 °C et une amplitude de 2° C environ. La turbidité moyenne est de 29,55 NTU ce qui est faible. Cependant on observe une augmentation sensible de la turbidité au cours de la période d'enregistrement (minimum de 18,4 NTU et maximum de 47,4 NTU).

Tableau 4: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques en automne 2008 sur le marais de Saint Dizant.

Paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne
Hauteur d'eau (en m)	-	-	0,36
Salinité (‰)	0,69	0,7	0,695
Température (en °C)	11,8	13,5	12,8
Turbidité (NTU)	18,4	47,4	29,55

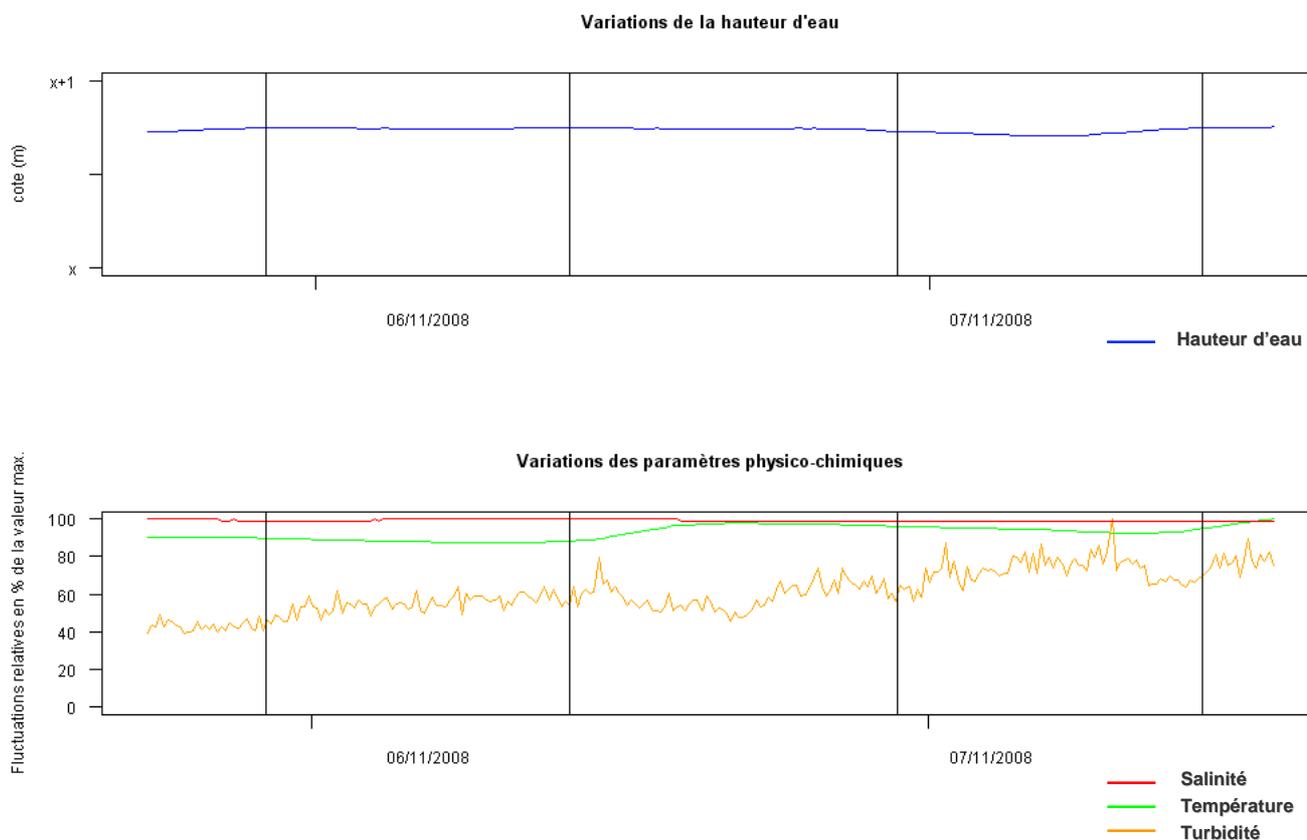


Figure 16: Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques en automne 2008 sur le marais de Saint Dizant.

Les informations enregistrées par la sonde dans le marais fermé de Saint Dizant au printemps 2009 (Tableau 5 et Figure 17) montrent une hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques relativement stables dans l'ensemble. La hauteur d'eau demeure constante avec une hauteur moyenne de 48 cm au dessus de la sonde. Pour ce qui est des paramètres physico-chimiques, la salinité reste quasiment fixe (moyenne 0,28 ‰). La température fluctue légèrement durant la période d'enregistrement (minimum de 12,3 °C et maximum de 15,6 °C) et s'avère assez stable avec une moyenne de 12,8 °C et une amplitude inférieure à 3 °C. Enfin la turbidité présente des fluctuations plus marquées au cours de la période de mesure (minimum de 66,8 NTU et maximum de 120,1 NTU). La turbidité moyenne avoisine 74,25 NTU et présente une amplitude de 53 NTU environ.

Tableau 5: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Saint Dizant.

Paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne
Hauteur d'eau (en m)	-	-	0,48
Salinité (‰)	0,27	0,28	0,275
Température (en °C)	12,3	15,6	15,46
Turbidité (NTU)	66,8	120,1	74,25

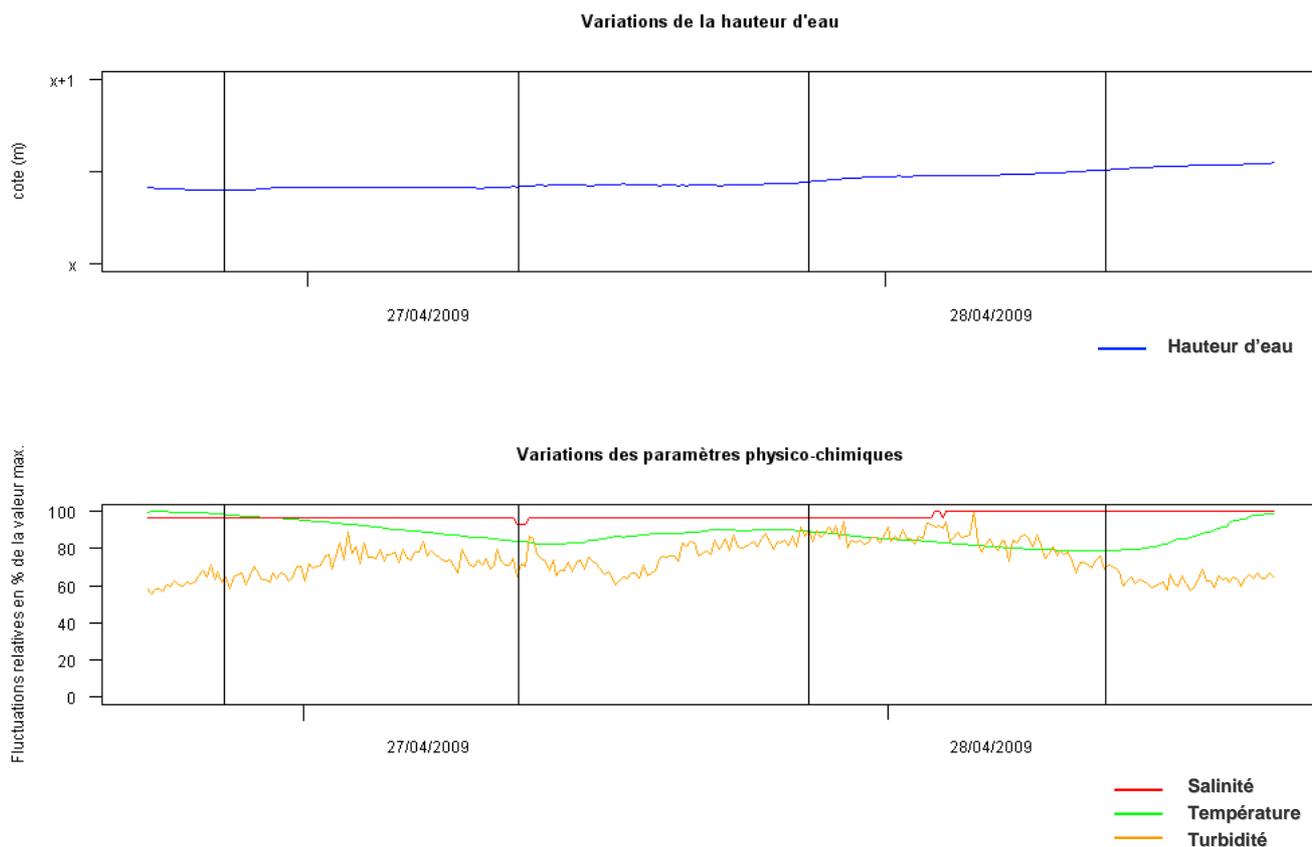


Figure 17 : Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Saint Dizant.

3.2 - Composition des peuplements ichtyologiques

Le peuplement ichtyologique observé sur le marais de Mortagne lors des campagnes d'automne 2008 et de printemps 2009 se compose de 2129 individus pour une biomasse totale de 134 kg (Tableau 6 et 7). L'indice de Shannon de 0,92 est modéré. La richesse spécifique relativement élevée est de 11 espèces au total. Le peuplement est dominé par la famille des Mugilidae, représenté principalement par le mulot porc *Liza ramado* qui constitue lui seul près de 75 % de l'abondance numérique totale évaluée. Les autres espèces principalement recensées sont le bar franc *Dicentrarchus labrax* (12,82 %), les Gobiidae représentés par le gobie buhotte *Pomatoschistus minutus* (4,7 %) et le gobie tâché *Pomatoschistus microps* (4,13 %), ainsi que l'anguille *Anguilla anguilla* (2,25 %). L'abondance pondérale est également dominée par les Mugilidae notamment le mulot porc qui représente presque 78 % de la biomasse totale. Les autres espèces qui contribuent à la biomasse sont le bar (15,18 %) et l'anguille (5,87 %). Trois espèces - l'anguille, le bar et le mulot porc - ont une fréquence d'occurrence de 100 % et peuvent être considérées comme des espèces fréquentes sur le site. Le mulot doré *Liza aurata*, le flet *Platichthys flesus* et le gobie tâché sont également des espèces fréquentes (100 % \geq FO \geq 75 %). Le gobie buhotte est une espèce dite commune (75 % \geq FO \geq 50 %). Enfin, le maigre *Argyrosomus regius*, le sprat *Sprattus sprattus*, l'anchois *Engraulis encrasiolus* et le syngnathe perçat *Syngnathus rostellatus* sont des espèces dites occasionnelles (50 % \geq FO \geq 25 %). On notera la capture de crevette grise, *Crangon Crangon* (1 individu), de crevettes blanches *Palaemon longirostris* (2 individus), de crevettes des marais *Palaemonetes varians* (2 individus) ainsi que de crabes verts, *Carcinus maenas*, et de crabes chinois, *Eriocheir sinensis* (112 crabes au total).

Le peuplement de poissons recensé sur la baie de Chant Dorat au cours des deux campagnes se compose de 762 individus pour une biomasse totale de 58 kg (Tableau 6 et 7). L'indice de Shannon de 1,77 est plutôt fort. La richesse spécifique est relativement élevée et atteint 10 espèces au total. Le peuplement est dominé numériquement par le bar (25,19 %) mais aussi par la famille des Soleidae avec la sole commune *Solea solea* (22,6 %) et la sole sénégalaise *Solea senegalensis* (19,08 %), et l'anguille (15,88 %). La biomasse reste dominée par le bar (30,94 %), suivi de l'anguille (27,14 %). Les flets, les soles communes et sénégalaises ainsi que les mulots porc représentent l'essentiel du reste de la biomasse. L'anguille, le bar, le flet le mulot porc, la sole commune et la sole sénégalaise sont des espèces fréquentes sur le site. Le maigre, la motelle à cinq barbillons *Ciliza mustela* sont des espèces communes alors que le mulot à grosse lèvre *Chelon labrosus* est une espèce occasionnelle. Enfin le congre *Conger Conger* est une espèce dite rare (25 % \geq FO \geq 10 %). Deux soles n'ont pas pu être identifiées, le phénotype de la sole commune et de la sole sénégalaise étant très proche. On notera la présence de crabes verts et chinois (107 crabes au total).

Le peuplement de poissons échantillonné sur le marais de Saint Dizant lors des deux campagnes se compose de 65 individus au total pour un poids total de 9 kg (Tableaux 6 et 7). L'indice de Shannon est faible avec 0,92. La richesse spécifique est également très faible avec 4 espèces seulement. L'abondance numérique totale est dominée par deux espèces principalement le poisson chat *Ameiurus melas* (78,46 %) suivi de l'anguille (15,38 %). La biomasse totale se partage entre ces deux espèces (55,97 % pour le poisson chat et 42,82 % pour l'anguille). Le poisson chat et l'anguille sont des espèces fréquentes. Les deux autres espèces en moindre abondance numérique et pondérale, la grémille *Gymnocephalus cernus* et la perche soleil *Lepomis gibbosus*, sont des espèces communes. On notera la capture d'écrevisses de Louisiane *Procambarus clarkii* (4 individus). Cette espèce ainsi que les poissons chat et les perches soleil sont des espèces invasives considérées comme nuisibles.

Tableau 6: Récapitulatif des abondances numériques et pondérale absolues ainsi que l'indice de diversité H' du peuplement ichtyologique observés sur Mortagne, Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009.

	Marais de Mortagne	Baie de Chant Dorat	Marais de St Dizant
Nombre d'individus total	2129	762	65
Biomasse totale (en kg)	134	58	9
Indice de Shannon H'	0,92	1,77	0,69

Tableau 7: Composition du peuplement ichtyologique sur Mortagne, Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009. %N abondance numérique, %B abondance pondérale, %FO fréquence d'occurrence suivant le nombre de relevés par sites. Classement par ordre alphabétiques des familles et par groupe écologique.

Groupe	Famille	Espèces	Marais de Mortagne			Baie de Chant Dorat			Marais de St Dizant		
			%N	%B	%F	%N	%B	%F	%N	%B	%FO
Espèces marines sténohalines											
	Congridae	<i>Conger conger</i> (Linné, 1978)				0,15	3,02	12,5			
	Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i> (L.)	0,14	-	25						
	Sciaenidae	<i>Argyrosomus regius</i>	0,09	0,06	25	1,07	0,99	50			
Espèces marines euryhalines											
	Clupeidae	<i>Sprattus sprattus</i> (L.)	0,05	-	25						
	Lotidae	<i>Ciliata mustela</i> (L.)				0,46	0,09	50			
	Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i> (L.)	12,82	15,18	100	25,19	30,94	100			
	Soleidae	<i>Solea senegalensis</i> (Kaup)				19,08	9,75	75			
		<i>Solea solea</i> (L.)				22,60	11,02	100			
		<i>Solea sp.</i>				0,31	0,19	12,5			
Espèces résidentes											
	Gobidae	<i>Pomatoschistus microps</i> (Kroyer)	4,13	0,03	75						
		<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas)	4,70	0,07	50						
	Syngnathidae	<i>Syngnathus rostellatus</i> (Nilson)	0,09	0,01	25						
Espèces catadromes											
	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i> (L.)	2,25	5,87	100	15,88	27,14	100	15,38	42,82	100
	Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i> (L.)	0,52	0,98	75	9,47	7,50	100			
	Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i> (Risso)				0,31	1,81	25			
		<i>Liza aurata</i> (Risso)	0,52	0,15	75						
		<i>Liza ramado</i> (Risso)	74,68	77,65	100	5,50	7,55	75			
Espèces dulçaquicoles											
	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i> (L.)							3,08	0,94	50
	Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque)							78,46	55,97	100
	Percidae	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)							3,08	0,27	50

3.3 - Structure en taille des peuplements ichthyologiques

La structure en taille du peuplement observé en 2008 et 2009 sur le marais de Mortagne (Tableau 8) montre que les plus grands individus sont l'anguille, le flet et le mullet porc avec des tailles moyenne respectives de 412, 200 et 184 mm. A l'inverse les plus petits individus observés observées correspondent à la famille des Gobiidae dont la taille moyenne est de 31 mm pour *P. minutus* et 40 mm pour *P. microps*. Les écarts types relatifs importants rencontrés chez le bar (0,68) montre que la population se compose d'individus aux tailles très variées. Les autres espèces comme l'anguille, le maigre, le mullet porc, le flet et le gobie buhotte présentent des écarts types relatifs moyens signe d'une répartition des tailles modérée. Les populations de gobie tacheté montrent au contraire un faible écart type relatif (0,16) signe d'une faible distribution des tailles chez cette espèce. Le plus petit individu recensé est un gobie tacheté (22 mm) tandis que le plus grand individu observé est une anguille (710 mm).

L'étude de la taille des individus du peuplement recensé en 2008 et en 2009 sur la baie de Chant Dorat (Tableau 8) montre que l'anguille domine le peuplement en taille, les individus chez cette espèce mesurant en moyenne 425 mm. On notera la présence d'un unique congre de 980 mm. Les autres espèces présentent des tailles moyennes comprises entre 358 mm pour le mullet lippu et 139 mm pour le bar. Les écarts type relatifs sont élevés chez le bar et le maigre (0,54 et 0,42 respectivement) suggérant une répartition des tailles large et variée pour ces espèces. La famille des Soleidae présente des écarts types relatifs moyen pour la sole commune (0,20) et la sole sénégalaise (0,22), tout comme le flet (0,29) et l'anguille (0,21), traduisant des populations moins diversifiés en taille. Le mullet lippu montre un écart types relatif faible (0,12) cependant les effectifs recensés sont faibles. Le plus grand et le plus petit poisson recensé sont des bars franc (685 et 20 mm respectivement).

L'analyse des tailles du peuplement observé en 2008 et 2009 sur le marais de Saint Dizant (Tableau 8) montrent que l'anguille domine la communauté de poissons avec une taille moyenne de 506 mm. Le poisson chat présente également une taille moyenne relativement élevée (180 mm). La grémille et la perche soleil, observés faible nombre, possèdent une taille moyenne faible (118 et 82 mm respectivement) en raison de leur petite morphologie. L'écart type relatif observé chez l'anguille est relativement fort (160 mm) et traduit une diversité de taille importante. Au contraire l'écart type relatif faible chez le poisson chat (0,15) démontre une population dont la taille des individus varie peu. Les autres écarts types pour la grémille et la perche soleil ne sont pas pertinents compte tenu du faible nombre d'individus capturés. Enfin, l'individu le plus grand observé sur ce marais reste l'anguille (805 mm) tandis que le plus petit est la grémille (75 mm).

Tableau 8: Structure en taille des peuplements ichtyologiques observés sur Mortagne, Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009. Moy. Taille moyenne, E.T.R. Ecart Type Relatif de la taille, Min. Taille minimum, Max. Taille maximum, N individus mesurés. Classement par ordre alphabétique des espèces.

Espèce	Marais de Mortagne					Baie de Chant Dorat					Marais de St Dizant				
	Moy.	E.T.R.	Min.	Max.	N	Moy.	E.T.R.	Min.	Max.	N	Moy.	E.T.R.	Min.	Max.	N
<i>Ameiurus melas</i>											180	0,15	135	274	46
<i>Anguilla anguilla</i>	412	0,32	225	710	42	425	0,21	260	630	99	506	0,31	321	805	10
<i>Argyrosomus regius</i>	160	0,31	124	196	2	177	0,42	125	341	7					
<i>Chelon labrosus</i>						358	0,06	342	374	2					
<i>Ciliata mustela</i>						136	0,20	120	168	3					
<i>Conger conger</i>						980	-	980	-	1					
<i>Dicentrarchus labrax</i>	129	0,68	63	553	104	139	0,54	20	685	133					
<i>Engraulis encrasicolus</i>	50	-	50	-	1										
<i>Gymnocephalus cernuus</i>											82	0,10	75	88	2
<i>Lepomis gibbosus</i>											118	0,09	110	126	2
<i>Liza aurata</i>	118	0,22	83	183	11										
<i>Liza ramado</i>	184	0,29	74	408	262	196	0,38	92	396	32					
<i>Platichthys flesus</i>	200	0,33	80	315	11	169	0,29	86	305	60					
<i>Pomatoschistus microps</i>	31	0,16	22	41	39										
<i>Pomatoschistus minutus</i>	40	0,35	23	74	31										
<i>Solea senegalensis</i>						168	0,20	95	290	98					
<i>Solea solea</i>						167	0,22	104	252	127					
<i>Solea sp.</i>						189	0,12	172	206	2					
<i>Sprattus sprattus</i>	92	-	92	-	1										
<i>Syngnathus rostellatus</i>	148	0,02	146	150	2										

3.4 - Distribution des tailles

3.4.1 – Proportion de juvéniles et d’adultes

L’étude de la proportion juvéniles/adultes sur chaque site en 2008 et 2009 (Figure 18) montre que le peuplement du marais de Mortagne est composé à plus de 88 % d’individus juvéniles et presque 12 % d’adultes. Cette tendance est également observée sur la baie de Chant Dorat avec 89 % de juvéniles contre un peu plus de 10 % d’adultes. En revanche, le peuplement du marais de Saint Dizant présente une proportion presque égale d’adultes et de juvéniles, respectivement 53 % et 46 % .

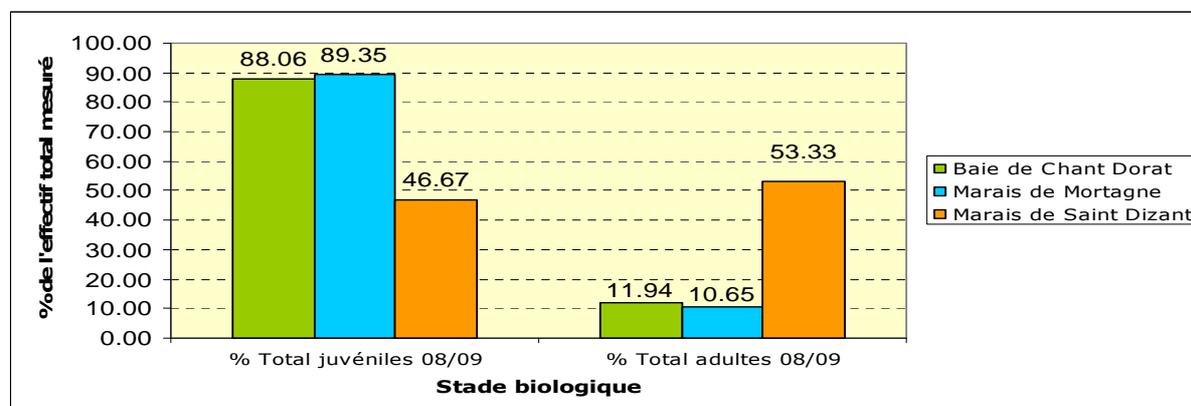


Figure 18: Histogramme de la proportion d’individus juvéniles et adultes sur Mortagne, Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009.

3.4.2 - Distribution des tailles chez le bar

Le bar franc présente des cohortes d'âge 0+ (1 été) pour une taille moyenne aux alentours de 83 cm, 172 mm pour les cohortes 1+ et 240 mm pour les 2+ (ERGUDEN et TOURAN, 2005 in BOUYSSONIE, 2009). La taille de maturité chez cette espèce est atteinte aux environs de 350 mm (QUERO & VAYNE, 1997). La population de bars observée en 2008 sur le marais de Mortagne présente de fortes similitudes avec celle recensée en 2009 sur ce même site (Figure 19). En effet, les résultats des deux campagnes de pêche font état d'une forte proportion de bars capturés mesurant entre 70 et 130 mm (cohorte 0+). La classe de taille entre 150 et 230 mm (cohorte 1+) est également bien représentée. Les autres individus capturés en 2008 présentent des tailles comprises entre 370 mm et 500 mm (les adultes) alors qu'en 2009 seulement quelques poissons mesurent entre 490 et 560 mm.

La baie de Chant Dorat montre une distribution de taille également similaire entre 2008 et 2009 (Figure 19). La population est dominée par la classe de taille 80-150 mm (cohorte 0+), suivie par la classe 160-220 mm (cohorte 1+). On observe une faible proportion d'individus entre 250 et 370 mm (cohorte 2+) sur la baie de Chant Dorat en 2008 et 2009. Un seul poisson adulte (695 mm) à été observé sur la baie de Chant Dorat en 2008 alors qu'aucun n'a été capturé en 2009.

La population recensée sur le marais de Mortagne en automne 2008 paraît très proche de celle observée à Chant Dorat pour la même période, avec une distribution quasi similaire et une forte proportion d'individus appartenant à la cohorte 0+. On note une différence avec des individus entre 250 et 320 mm (cohorte 2+) uniquement présents sur la baie de Chant Dorat aussi bien en 2008 qu'en 2009. Les adultes mesurant entre 300 et 500 mm sont présents sur chacun des sites avec une prédominance sur le marais de Mortagne en 2008 et 2009 mais restent peu nombreux.

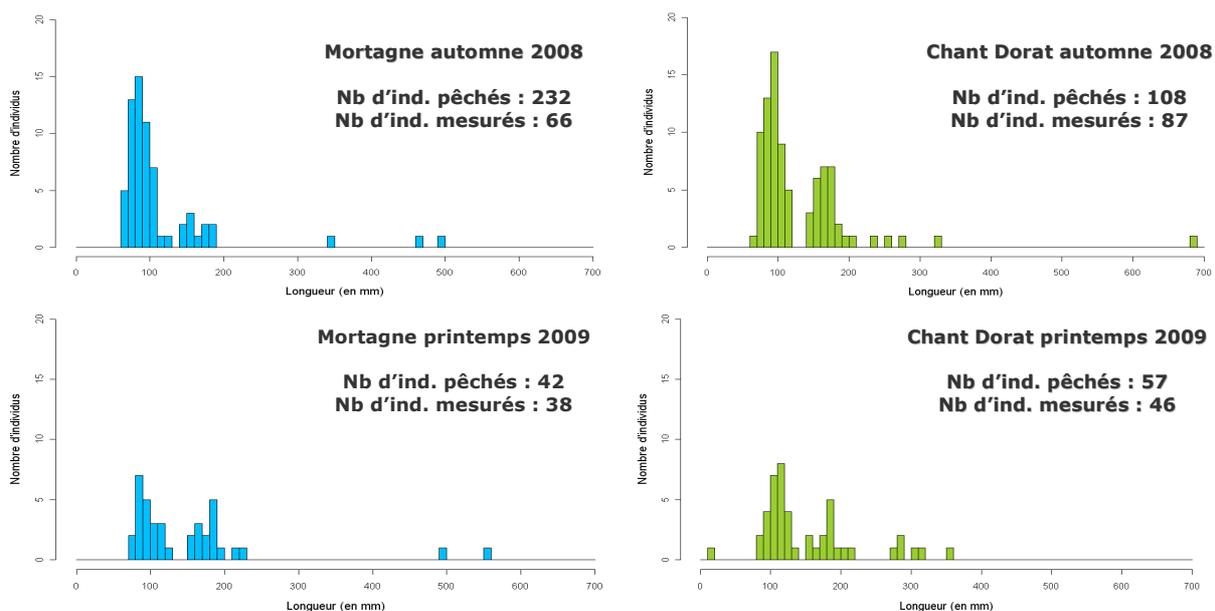


Figure 19 : Histogrammes de la distribution des tailles chez le bar, *Dicentrarchus labrax*, en 2008 et 2009 sur les sites de Mortagne et de Chant Dorat.

3.4.3 - Distribution des tailles chez l'anguille

L'anguille est une espèce qui présente un dimorphisme sexuel marqué et basé sur la taille, sachant qu'un individu de plus de 450 mm a de très forte probabilité d'être une femelle dans la quasi-totalité des sites européens (ADAM *et al.*, 2008). Par ailleurs, la taille des mâles varie entre 270 et 450 mm (RIGAUD & MASSE, 2000). La population d'anguilles échantillonnée sur le marais de Mortagne en automne 2008 (Figure 20) est faible et montre deux classes de taille dominantes, la première entre 200 mm et 400 mm (mâles et femelles) et la seconde entre 570 mm et 720 mm (femelles). La campagne de 2009 sur le marais de Mortagne (Figure 20) montre une population échantillonnée plus importante, dominée par la classe de taille 200 mm 450 mm (mâles et femelles). La classe de taille comprise entre 480 et 540 mm (femelles) présente en 2009 n'a été pas été observée en 2008.

La population d'anguilles observées à Chant Dorat en automne 2008 (Figure 20) est dominée par la classe de taille comprises entre 240 mm et 480 mm, notamment celle comprise entre 390 et 420 mm (mâles et femelles). La classe de taille entre 480 et 630 mm (femelles) est également bien représentée. En 2009 à Chant Dorat, la diversité des tailles reste relativement similaire à 2008 et homogène pour les classes de taille entre 240-480 mm (mâles et femelles) et 480-630 mm (femelles).

La population d'anguilles observées sur le marais de Mortagne en 2008 est faiblement diversifiée en taille comparé à la baie de Chant Dorat en 2008, notamment en raison des faibles effectifs enregistrés à Mortagne. Cette tendance s'inverse en 2009 où les deux populations semblent présenter des distributions de taille similaires, les classes de taille étant plus abondantes sur la baie de Chant Dorat.

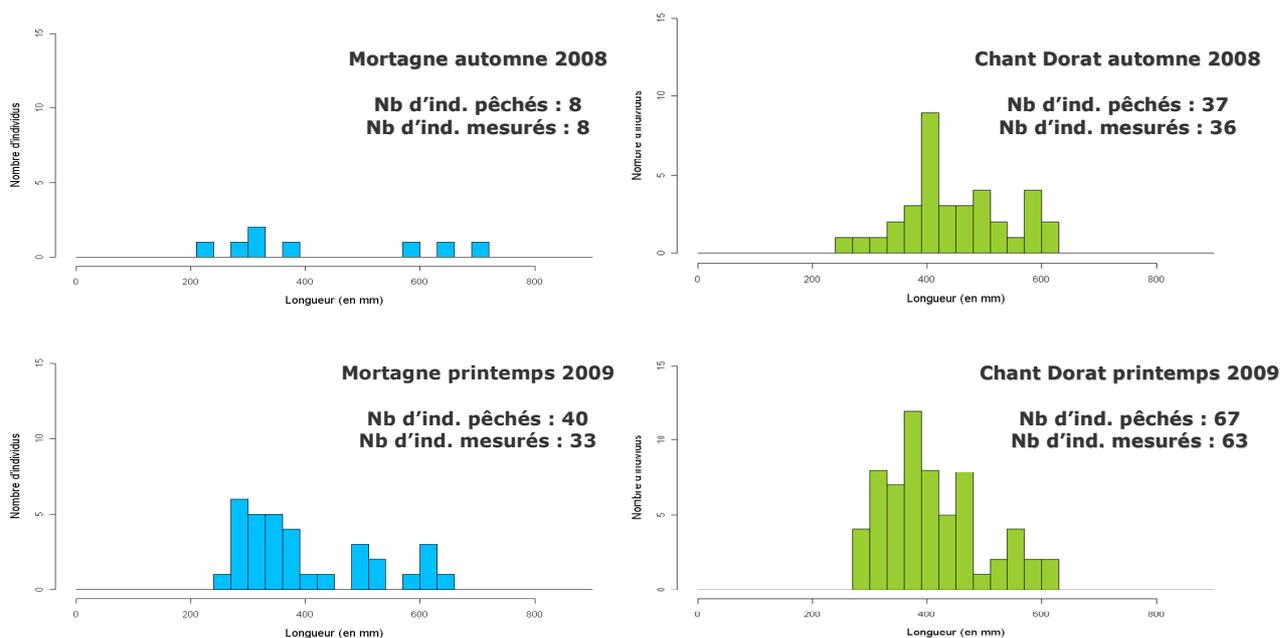


Figure 20 : Histogrammes de la distribution des tailles chez l'anguille, *Anguilla anguilla*, en 2008 et 2009 sur les sites de Mortagne et Chant Dorat.

3.4.4 - Distribution des tailles chez le mullet porc

Les mullets porcs mesurent en moyenne 100 mm à 1 an, 150 mm à 2 ans, 180 mm à 3 ans, 210 mm à 4 ans et 250 mm à 5 ans (ARNE, 1938 in GAUTIER & HUSSENOT, 2005). La maturité sexuelle est atteinte vers 3 ans pour les mâles et 4 ans pour les femelles (GAUTIER & HUSSENOT, 2005) La distribution des tailles chez le mullet porc à Mortagne en 2008 (Figure 21) montre une population composée de trois groupes. Le premier groupe, dont la taille varie entre 70 et 110 mm (cohorte 1 an), est dominé par la classe de taille 90-95 mm. Le second groupe, dont la taille varie entre 110 et 170 mm (cohorte 2 ans), présente une classe de taille dominante entre 140-145 mm. Le troisième groupe, dont la taille varie entre 170 et 240 mm (cohorte 3 et 4 ans), est dominé par la classe de taille 190-195 mm. Ces trois groupes présentent une distribution équilibrée. Les individus plus grands, les adultes (taille >250 mm), sont moins abondants et distribués de manière plus hétérogène. En 2009, on retrouve quatre groupes dont le premier est compris entre 75 et 150 mm (cohorte 1 an), le second entre 150 et 220 mm (cohortes 2, 3 confondues) et le troisième entre 220 et 295 mm (cohortes 4 et 5 ans confondues) (Figure 21). Ces groupes sont moins bien structurés et plus abondants que ceux observés en 2008. Les adultes en 2009 sont également plus nombreux et plus largement distribués.

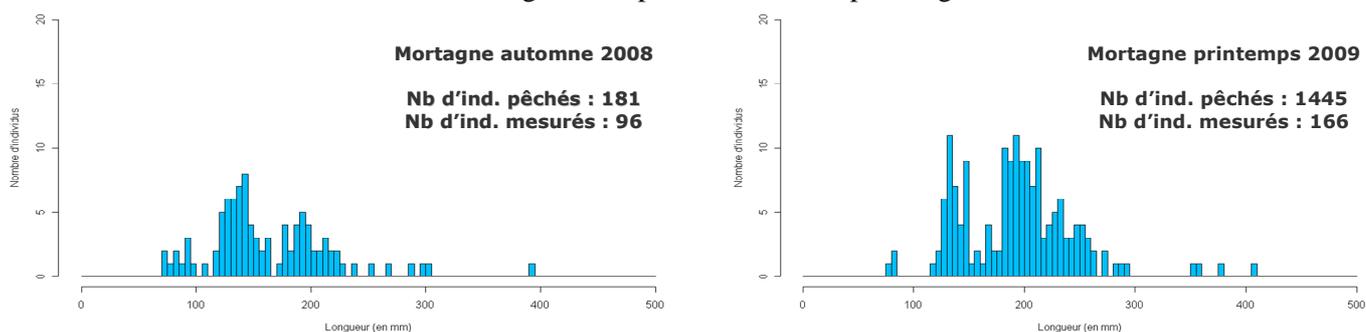


Figure 21: Distribution des tailles chez le mullet porc, *Liza ramado*, à Mortagne en 2008 et 2009.

3.4.5 - Distribution des tailles chez Solea sp.

Chez la sole commune, la taille de maturité sexuelle est atteinte aux environs de 4 ans pour une taille de 260 mm sachant que les individus d'âge 1+ ont une taille moyenne d'environ 180 mm, les individus d'âge 2+ de 220 mm et les individus d'âge 3+ de 240 mm (IFREMER, 2006 in Bouyssonie, 2009). Les soles (communes et sénégalaises) capturées à Chant Dorat en 2008 (Figure 22) présentent une distribution des tailles marquée par deux groupes : la cohorte 1+ dont la taille varie entre 80 et 170 mm (dominée par la classe de taille 130 et 140 mm) et la cohorte 2+ entre 170 mm et 220 mm (dominée par la classe de taille 200-210 mm). Un troisième groupe plus discret (cohorte 3+) est représenté par l'intervalle de taille 220-250 mm. Aucun adulte n'est observé. Sur le même site en 2009 (Figure 22), la distribution en taille a changé avec un groupe homogène (cohortes 1+ et 2+) compris entre 110 et 260 mm (dominé par la classe de taille 170-180mm), et un second peu marqué (cohorte 3+) compris entre 230 et 260 mm. On remarquera la présence de quelques adultes (>260 mm) en 2009.

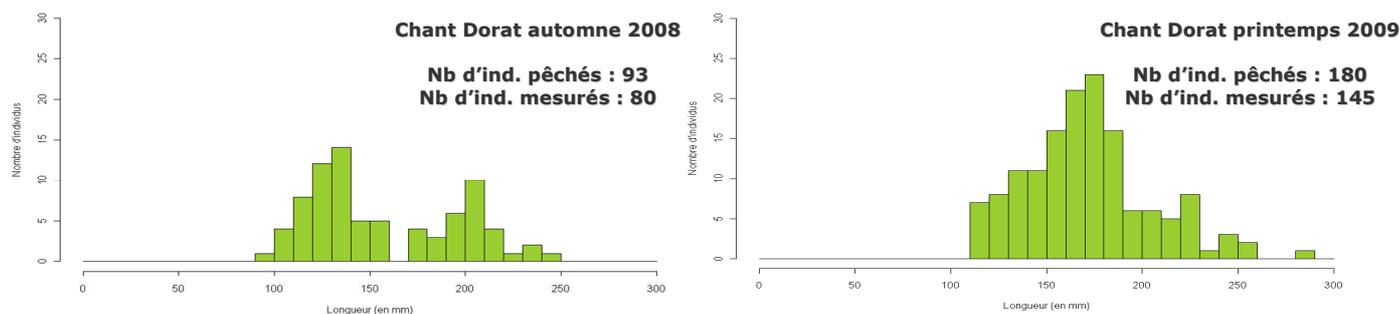


Figure 22: Distribution des tailles chez la sole, *Solea sp.*, à Chant Dorat en 2008 et 2009.

3.5 - Guildes fonctionnelles

Par l'intermédiaire des guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu estuarien réalisées par FRANCO *et al.* (2008), quatre types de comportement de fréquentation du marais de Mortagne par les poissons ont pu être observés en 2008 et en 2009 (Tableau 9 et Figure 23). Seulement 0,1 % du peuplement est représenté par des espèces sténohalines marines, des opportunistes (le maigre essentiellement). Les espèces résidentes (syngnathe, gobie buhotte et tacheté) sont plus nombreuses et constituent presque 9 % du peuplement total. Ensuite viennent les espèces marines euryhalines qui représentent 13,5 % de la communauté recensée (bar, mullet doré, anchois et sprat). Enfin le reste du peuplement se compose à 77,5 % d'espèces catadromes (le mullet, le flet et l'anguille).

Le peuplement de la baie de Chant Dorat recensé en 2008 et 2009 présente les mêmes guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu que le marais de Mortagne mis à part celle des espèces résidentes absente (Tableau 9 et Figure 23). Les opportunistes (maigre, congre) représentent 1,2 % du peuplement total. Les espèces catadromes (anguilles, flet et mullet) constituent quant à elles 30,8 % de l'effectif total. Enfin les espèces dominantes sont les espèces marines euryhalines (le bar, la motelle, le mullet lippu, la sole commune et sénégalaise) qui représentent 68 % du peuplement total capturé.

La communauté ichtyologique observée sur le marais de Saint-Dizant en 2008 et 2009 est très différente de celle du marais de Mortagne et de Chant Dorat pour la même période (Tableau 9 et Figure 23). En effet, elle se compose de deux guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu estuarien. D'un côté, on observe des espèces catadromes (représentées par l'anguille uniquement) qui constituent 15,4 % du peuplement total. D'un autre côté, on observe les espèces euryhalines dulçaquicoles (le poisson-chat, la perche-soleil et la grémille) qui contribuent à 84,6 % de l'effectif total observé.

Tableau 9 : Récapitulatif des proportions des guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu parmi les peuplements observés sur chacun des sites en 2008 et 2009.

	Espèces marines opportunistes (en %)	Espèces marines euryhalines (en %)	Espèces résidentes (en %)	Espèces catadromes (en %)	Espèces dulçaquicoles (en %)
Baie de Chant Dorat	1,2	68		30,8	
Marais de Mortagne	0,1	13,5	8,9	77,5	
Marais de Saint Dizant				15,4	84,6

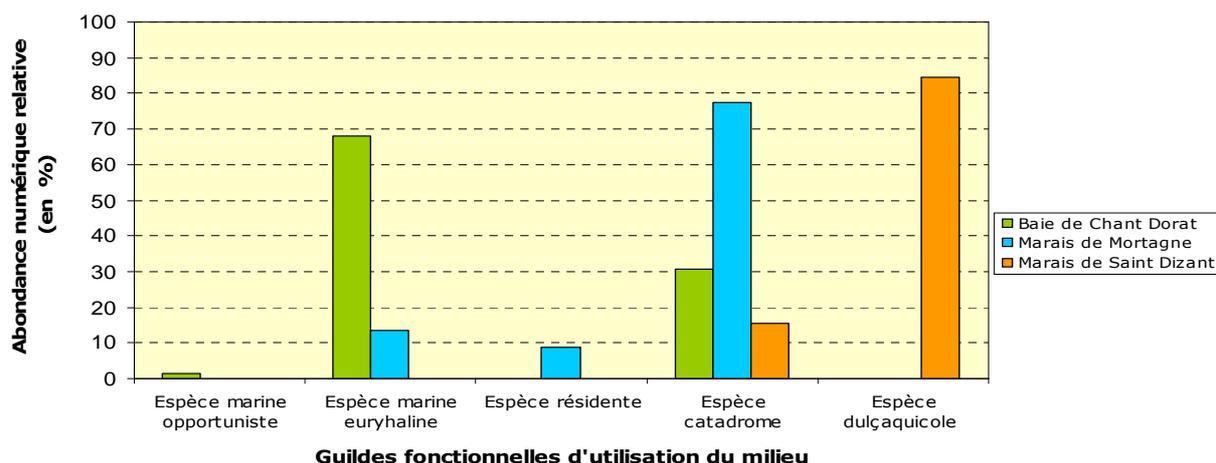


Figure 23 : Histogramme de l'abondance numérique relative par guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu observée sur chaque site en 2008 et 2009.

A travers les guildes fonctionnelles par mode d'alimentation adapté d'après FRANCO *et al.* (2008), trois différentes catégories permettent de caractériser le régime alimentaire du peuplement de poissons observé sur le marais de Mortagne en 2008 et 2009 (Tableau 10 et Figure 24). Celui-ci se compose à 9,5 % d'individus microzoobenthivores (le flet, le gobie des sables et le gobie tacheté). Il présente également 15,5 % d'espèces hyperbenthivores (l'anguille, le bar, le maigre, l'anchois, le sprat et le syngnathe). Enfin le peuplement est dominé par les espèces microphytobenthivore à hauteur de 75 % (le mullet doré et surtout le mullet porc).

Le peuplement de la baie de Chant Dorat recensé en 2008 et 2009 peut être réparti en quatre guildes fonctionnelles trophiques (Tableau 10 et Figure 24). Les espèces omnivores représentent 0,5 % de l'effectif total (exclusivement la motelle). Les espèces microphytobenthivores constituent 6 % du peuplement total (le mullet lippu, le mullet doré et le mullet porc). Deux groupes dominant le peuplement à savoir les espèces hyperbenthivores avec 42 % (l'anguille, le maigre, le bar et le congre) et les espèces microzoobenthivores avec 51,5 % (le flet, la sole commune et la sole sénégalaise).

La communauté ichtyologique observée à Saint Dizant en 2008 et 2009 se compose de trois guildes fonctionnelles trophiques (Tableau 10 et Figure 24). La guildes des espèces microzoobenthivores (exclusivement la grémille) représente 3 % et la guildes des espèces hyperbenthivores (l'anguille et la perche-soleil) représente 18 % de l'effectif total observé. Le peuplement est dominé à 78 % par la guildes des espèces omnivores (exclusivement le poisson-chat).

Tableau 10 : Récapitulatif des proportions des différentes guildes fonctionnelles trophiques parmi les peuplements ichtyologiques observés sur chacun des sites en 2008 et 2009.

	Microzoobenthivores (en %)	Microphytobenthivores (en %)	Omnivores (en %)	Hyperbenthivores (en %)
Baie de Chant Dorat	51,45	5,80	0,46	42,29
Marais de Mortagne	9,35	75,20		15,45
Marais de Saint Dizant	3,08		78,46	18,46

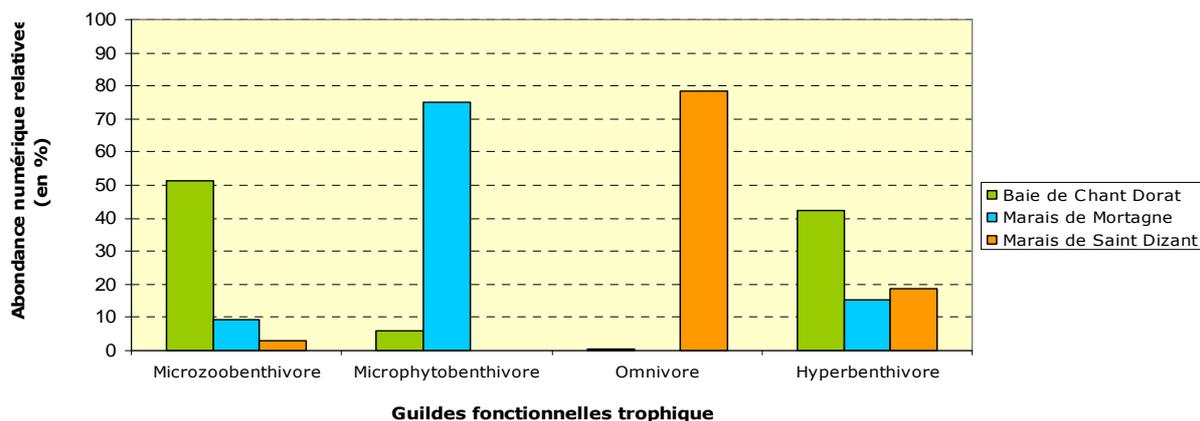


Figure 24 : Histogramme de l'abondance numérique relative par guildes fonctionnelles trophiques observée sur chaque site en 2008 et 2009.

4 - Interprétation des résultats

4.1 - Interprétation des résultats physico-chimiques

4.1.1 - Variations du niveau d'eau

Les variations de niveau d'eau enregistrées ont montré des différences importantes entre chaque site. Le marais de Saint Dizant en tant que zone témoin n'a effectivement pas montré de variations du niveau d'eau liées à la marée. La baie ouverte de Chant Dorat suit un régime hydrologique complètement synchronisé avec les influences de la marée. Le flux et le reflux sont symétriques et le marnage moyen est d'environ 2,5 m. Sur le marais de Mortagne, on observe toujours des variations du niveau d'eau liées à la marée, cependant le flux et le reflux sont dissymétriques. La hauteur de marnage qui avoisine 50 cm sur le marais de Mortagne reste toutefois inférieure à celle de Chant Dorat. Le fonctionnement hydrologique du marais de Mortagne est donc voisin de celui de Chant Dorat mais présente la particularité de se vidanger lentement et partiellement lors du reflux, ce qui pourrait favoriser une partie du peuplement ichtyologique à rester à l'intérieur du marais.

4.1.2 - Température

Le marais fermé de Saint Dizant en tant que témoin n'a pas enregistré de variations importantes de la température étant donné l'amplitude thermique faible (3 °C). Ces fluctuations sont dues essentiellement aux variations de la température de l'air. Les mesures effectuées sur la baie de Chant Dorat au printemps 2009 montrent une amplitude thermique également modérée (3,5 °C environ). Les températures coïncident avec les variations de hauteur d'eau sachant que les maximums sont atteints lors des basses mers (en journée) et les minimums lors des basses mers (de nuit). En revanche, on observe sur le marais de Mortagne une amplitude thermique importante d'environ 7 °C en automne 2008 et 9 °C au printemps 2009. Les valeurs maximales et minimales de température sont corrélées aux pleines mers et aux basses mers, comme à Chant Dorat. Cependant, ces fortes

amplitudes peuvent être dues à des apports en eau douce (plus chaude ou plus froide que les eaux estuariennes) intervenant après le jusant et pouvant accentuer les basses ou les fortes températures. Par ailleurs, ces fluctuations importantes de la température peuvent être trop contraignantes pour certains poissons qui ne pourraient donc pas coloniser le marais de Mortagne.

4.1.3 - Salinité

Le marais fermé de Saint Dizant montre une salinité constante qui reste inférieure à 1 ‰, confirmant la quasi-absence de l'intrusion saline sur la zone témoin. Sur Mortagne et Chant Dorat, la salinité est très corrélée à la marée puisque les valeurs maximales sont enregistrées lors des pleines mers alors que les plus basses teneurs sont observées lors des basses mers. Les valeurs montrent une salinité moyenne de 8,7 ‰ à Mortagne contre une salinité moyenne de 14,8 ‰ à Chant Dorat au printemps 2009. Le marais de Mortagne se trouvant plus en amont dans l'estuaire que la baie de Chant Dorat, cela expliquerait la salinité moindre constatée. La présence de fossés connectés au marais de Mortagne, responsables d'apports en eau douce, peut également expliquer la faible salinité observée à cette période. Ce taux de salinité moyen observée à Mortagne pourrait ainsi favoriser les espèces euryhalines marines, résidentes et catadromes au détriment des espèces sténohalines marines qui affectionnent les eaux plus salées et les espèces dulçaquicoles qui préfèrent les eaux moins salées.

4.1.4 - Saturation en oxygène

Le taux de saturation en oxygène dissous dans l'eau observé à Chant Dorat et à Mortagne au printemps 2009 ne présente pas les mêmes valeurs. En effet, la moyenne sur le marais de Mortagne (115 %) est supérieure à celle sur Chant Dora (90%). On peut remettre en cause le dérèglement de la sonde à Mortagne. Des mesures supplémentaires s'avèrent donc nécessaires pour confirmer ces données. Par ailleurs, ce taux ne semble pas déterminant dans la colonisation du marais de Mortagne par les communautés de poissons.

4.1.5 - Turbidité

La turbidité enregistrée à Saint Dizant montre de faibles fluctuations de la turbidité ce qui prouve que le marais témoin ne subit pas d'apports en eaux chargées ou de brassage des eaux. Les mesures enregistrées sur Mortagne montrent une turbidité moyenne plus importante en automne 2008 qu'au printemps 2009 malgré une amplitude plus grande de cette valeur au printemps. Les pics de turbidité interviennent lors du flot et du jusant et les chutes lors de l'étale de pleine ou de basse mer. Cela s'explique d'un côté par les courants de flots et de jusant qui remettent en suspension les matières déposées et d'un autre côté par les périodes d'étale qui permettent une certaine décantation. On constate le même phénomène à Chant Dorat en 2009 avec des valeurs très proches. La forte turbidité constatée à Mortagne et à Chant Dorat pourrait ainsi encourager la colonisation du marais par des poissons juvéniles qui profiteraient de ces eaux troubles pour se réfugier et échapper à la prédation.

4.2 - Interprétation de la composition du peuplement

4.2.1 – Richesse spécifique, diversité et abondance numérique

La richesse spécifique en poissons observée sur le marais de Mortagne (11 espèces) est quasi similaire à celle de la baie de Chant Dorat (10 espèces) et nettement supérieure à celle du marais fermé de Saint Dizant (4 espèces). Le nombre d'espèces capturées à Mortagne (2129 ind.) est quasiment trois fois plus élevé que celui de la Baie de Chant Dorat (762 ind.) et 30 fois plus élevé que celui du marais de Saint Dizant (65 ind.). Cependant, l'effort de pêche n'ayant pas été le même sur chacun des sites, il est difficile d'interpréter et de comparer l'abondance numérique des captures. Le marais de Mortagne et la baie de Chant Dorat ont cinq espèces en commun (l'anguille le bar, le flet, le maigre et le mullet porc) et les trois marais n'ont qu'une espèce en commun (l'anguille). Le peuplement de Mortagne est dominé numériquement par le mullet porc (78 %) alors que le bar domine le peuplement de la baie de Chant Dorat (25 %) et le poisson-chat (78 %) domine le peuplement de Saint Dizant. Enfin, on remarquera qu'au niveau de la famille le marais de Mortagne est dominé numériquement par les Mugilidae, la baie de Chant Dorat par les Soleidae et le marais de Saint Dizant par les Ictaluridae. L'indice de Shannon montre que le peuplement de Chant Dorat est plus diversifié et équilibré (1,77) que celui de Mortagne (0,92) et de Saint Dizant (0,69). En effet, le peuplement de Chant Dorat est représenté par un grand nombre d'espèces chacune en abondance relativement forte. Le peuplement de Mortagne présente un large nombre d'espèces dominées en abondance par une seule espèce. Enfin le marais de Saint Dizant présente une faible diversité d'espèces dominé en abondance par une seule espèce. On peut donc dire que le peuplement reste diversifié et équilibré à Chant Dorat alors qu'il est diversifié et dominé à Mortagne et peu diversifié et dominé à Saint Dizant.

En conclusion, l'étude de la richesse spécifique et de la diversité semble démontré que le marais de Mortagne présente un peuplement plus diversifié et plus dense qu'avant sa dépoldérisation, avec un gain de 7 espèces comparé au marais témoin de Saint Dizant. Cependant, le peuplement ichthyologique du marais de Mortagne semble aussi riche mais moins équilibré que celui observé sur la vasière de Chant Dorat.

4.2.2 - Abondance pondérale

La biomasse brute de poissons estimée à Mortagne (133 kg) est largement supérieure à celle observée sur la baie de Chant Dorat (58 kg) et sur le marais fermé de Saint Dizant (9 kg). La biomasse en poissons du marais de Mortagne est dominée par le mullet porc, celle de Chant Dorat par le bar et celle de Saint Dizant par le poisson-chat. Les familles qui dominent numériquement le peuplement sur chacun des sites sont celles qui apportent également la plus grande contribution à la biomasse. On remarquera que c'est la famille des Mugilidae qui domine encore une fois l'abondance pondérale du peuplement à Mortagne, les Soleidae à Chant Dorat et les Ictaluridae à Saint Dizant.

En conclusion, l'étude de l'abondance pondérale semble montrer que la distribution de la biomasse du marais de Chant Dorat est relativement bien réparties entre les espèces alors que celle du marais de Mortagne et de Saint Dizant sont à l'inverse, mal réparties et dominées par une seule espèce. Cependant, des comparaisons plus approfondies sur la biomasse ne sont pas possible puisque l'effort de pêche n'a pas été le même entre les sites d'étude. Néanmoins on peut dire que le marais de Mortagne est propice à la colonisation par le mullet porc, mais il est aussi capable d'abriter en proportion moindre des populations intéressantes d'anguilles, de flet et de bar franc.

4.3 - Interprétation de la structure en taille

D'après ADAM *et al.* (2008), l'anguille présente un dimorphisme sexuel, le mâle étant plus petit que la femelle. Cela expliquerait la taille moyenne des anguilles plus élevée sur le marais de Saint Dizant que sur la baie de Chant Dorat ou sur le marais de Mortagne. Par ailleurs, la proportion de femelles augmente avec la distance à la mer et inversement pour les mâles (RIGAUD et MASSE, 2000), ces derniers ayant tendance à fréquenter les zones basse de l'estuaire alors que les femelles remontent plus en amont dans les cours d'eau et les chenaux. On peut donc supposer que la population d'anguille observée à Chant Dorat et à Mortagne est principalement composée de mâles accompagnés de femelles, en comparaison avec le marais fermé de Saint Dizant, plutôt fréquenté par des femelles.

La taille moyenne des bars à Chant Dorat est légèrement supérieure à celle observée à Mortagne. L'écart type relatif élevé de cette espèce est quasi similaire à Mortagne et à Chant Dorat, suggérant une répartition des tailles hétérogène pour cette espèce sur ces deux milieux. Le bar, en majorité des juvéniles, semble coloniser indifféremment le site de Mortagne et de Chant Dorat en compagnie de quelques adultes opportunistes.

La taille moyenne des mullets porcs (principalement des juvéniles) est supérieure à Chant Dorat comparé à Mortagne. L'écart type relatif plus faible à Mortagne traduit une répartition de la taille plus homogène chez le mullet porc sur ce site. Il semblerait donc que la population de mullets porc juvéniles soit plus structurée sur le marais de Mortagne comparé à la baie de Chant Dorat.

La taille moyenne et l'écart type relatif des flets est supérieure sur le marais de Mortagne en comparaison à Chant Dorat ce qui signifie une meilleure distribution des tailles à l'intérieur de la population de flet de Mortagne. Par ailleurs, les plus gros individus de flet semblent fréquenter le marais de Mortagne et les plus petits la baie de Chant Dorat. Cela peut s'expliquer par une différence de ressources, le site de Mortagne semblant apporter une source de nourriture plutôt adaptée à l'écophase adulte des flets et le site de Chant Dorat plutôt adaptée à l'écophase juvénile des flets.

4.4 - Interprétation de la distribution des tailles

4.3.1 - Distribution juvéniles/adultes

La répartition entre les juvéniles et les adultes est plutôt équilibrée dans le peuplement observé sur le marais de Saint Dizant en 2008 et 2009. A l'inverse, les résultats ont montrés une forte dominance de juvéniles sur le marais de Mortagne et sur la baie de Chant Dorat. Malgré un peuplement déséquilibré en diversité d'âges, on peut avancer le fait que le marais de Mortagne n'accueille plus les mêmes stades ou écophases de poissons qu'au temps de son endiguement, en comparaison avec le marais fermé de Saint Dizant.

Le marais reconnecté de Mortagne semble donc présenter des fonctionnalités très favorables aux juvéniles de poissons comme la baie référence de Chant Dorat. Cela pourrait s'expliquer par le changement des conditions physico-chimiques, d'habitat, et de ressources suite à la reconnexion du marais, devenu plus propice aux jeunes poissons, à leur croissance ainsi qu'à leur survie. De même, la faible proportion d'adultes sur ces deux mêmes sites peut provenir de conditions du milieu qui ne satisfont pas à leur écologie, comme la faible profondeur ou le régime d'inondation.

4.3.2 - Distribution de la taille chez le bar

Selon les données de [ERGUDEN et TOURAN \(2005\)](#) in [BOUYSSONIE, \(2009\)](#) sur la taille des bars, il apparait clairement à Mortagne en 2008 deux cohortes d'âge 0+ et 1+. La cohorte d'âge 0+ est mieux représentée que la cohorte 1+ en raison de la mortalité qui s'exerce sur la population au fil du temps. Mis à part un individu isolé d'âge 3+, les autres poissons de tailles supérieures, que l'on peut considérer comme des individus ayant atteint le stade adulte sont moins nombreux. En 2009, on remarque toujours la présence de cohortes d'âge 0+ (dominante) et 1+, de quelques individus appartenant à la cohorte d'âge 2+ accompagné de deux individus adultes, mais aucun sujet 3+. La gamme de tailles ayant augmentées pour la cohorte 1+ (140-190 mm en 2008 à 150-230 mm en 2009) on peut supposer un gain de croissance chez ces individus.

Sur la baie de Chant Dorat en 2008, la classe d'âge 0+ est dominante suivie d'une classe d'âge 1+ bien représentée. Le reste de la distribution des tailles se partage entre des petites cohortes d'âge 2+ et 3+ ainsi qu'un individu adulte. Sur cette même baie en 2009, on observe encore la cohorte d'âge 0+ majoritaire accompagnée de la cohorte 1+. Cependant, la cohorte d'âge 2+ semble absente à l'inverse de la cohorte 3+ mieux représentée qu'en 2008. Les gammes de tailles ont augmentées pour la cohorte 0+ (de 60-120 mm en 2008 à 80-140 mm en 2009) et pour la cohorte 1+ (de 140-210 mm en 2008 à 150-220 mm en 2009) suggérant un gain de croissance chez ces deux cohortes.

La population de bars sur le marais de Mortagne et de Chant Dorat semble donc identique en terme de distribution des tailles avec une forte présence d'individus juvéniles notamment les cohortes 0+ et 1+ et une faible présence d'adultes. L'évolution de la taille des cohortes, notamment chez les individus 0+ sous-entend une croissance chez ces individus entre l'automne 2008 et le printemps 2009 à Mortagne comme à Chant Dorat, traduisant une capacité d'habitat et de ressources trophiques disponibles similaires et favorables aux juvénile du bar sur ces deux sites.

4.3.3 - Distribution de la taille chez l'anguille

D'après les observations faites par ADAM *et al.* (2008) et RIGAUD et MASSE (2000) sur le dimorphisme sexuel de l'anguille, la population observée à Mortagne en 2008 montre deux groupes, le premier (taille comprise entre 200 et 400 mm) constitué de mâles et de femelles et le second (taille comprise entre 580 et 720 mm) constitué exclusivement de femelles. En 2009, la répartition des tailles montre la même ségrégation mâles+femelles/femelles avec une distribution identique mais plus fournie de la première classe de taille traduisant une plus grande proportions d'individus du même âge.

Sur Chant Dorat en 2008 on retrouve ces deux groupes imbriqués, dominé par l'intervalle 390-420 mm (mâles et femelles) et l'intervalle 570-600 mm (femelles). Sur cette même baie en 2009, on observe la même situation qu'en 2008 avec une distribution toujours dominée par l'intervalle 360-390 mm (mâles et femelles) et l'intervalle 540-570 mm (femelles exclusivement) mais plus fournie.

On observe donc chez l'anguille une distribution des tailles marquées par une ségrégation mâle+femelles/femelles, avec une répartition plus équilibrée en diversité d'âge et des classes de tailles dominantes plus abondantes à Chant Dorat. Cela traduirait une meilleure capacité d'habitat et de ressources pour l'anguille sur la vasière de Chant Dorat en comparaison avec le marais de Mortagne même si les deux sites présentent des fonctions d'alimentation intéressantes pour cette espèce.

4.3.4 - Distribution de la taille chez le mulot porc

D'après les données de ARNE (1938) in GAUTIER & HUSSENOT (2005) sur la taille des mulots porc, la population observée à Mortagne en 2008 montre trois groupes, de 1 an (dominé par la classe de taille 90-95 mm), de 2 ans (dominé par la classe de taille 140-145 mm) et de 3/4 ans (dominé par la classe de taille 190-195 mm). Leur distribution montre une diversité d'âge équilibrée mis à par pour les adultes peu représentés. En 2009, la taille de la cohorte de 1 an et sa classe de taille dominante respective ont augmenté, laissant supposer un gain de croissance. La distribution des tailles chez les individus de 2 et 3 ans mais aussi de 4 et 5 ans sont confondues. Cela peut s'expliquer par la différence de tailles chez le mâle et la femelle, pouvant apparaître dès la deuxième année (QUIGNARD & FARRUGIO, 1981 in GAUTIER & HUSSENOT, 2005). Les individus adultes sont plus nombreux qu'en 2008 et mieux distribués cependant, leur présence reste faible.

On peut donc supposer que le marais de Mortagne offre des conditions d'habitat et de ressources très favorables aux juvéniles de mulets porc. Pour ce qui est des adultes, leur faible présence aussi bien en 2008 qu'en 2009 montre que les conditions d'habitabilité du marais de Mortagne ne satisfont que partiellement à leur écologie.

4.3.5 - Distribution de la taille chez solea sp.

Selon les observations de l'IFREMER (2006) in Bouyssonie, (2009) sur la taille des soles, la population à Chant Dorat en 2008 a montré la présence claire de trois cohortes, la première dominante d'âge 1+, la seconde d'âge 2+ accompagné d'individus d'âge 3+ présents en faible nombre. La population de soles à Chant Dorat en 2009 présente les mêmes cohortes d'âge 1+ et 2+ qu'en 2008, cependant les cohortes sont imbriquées. Les intervalles de classes dominants ont également augmentés et sont passés à 160-170 mm pour la cohorte d'âge 1+ et à 200-210 mm pour la cohorte 2+, traduisant la croissance de ces individus. On retrouve aussi la cohorte d'âge 3+, plus marquée et plus large qu'en 2008 avec augmentation de la classe de taille dominante de 230-240 à 240-250 mm.

En 2008 comme en 2009 les juvéniles de soles restent majoritaires et peu d'individus adultes fréquentent la baie de Chant Dorat. La croissance observé sur les cohortes 1+ et 2+ et 3+ sous-entend des conditions de milieu et de ressources alimentaires favorables à la croissance de l'écophase juvénile des soles. En revanche la faible présence d'adultes à Chant Dorat souligne un manque d'habitat et de ressources trophiques disponibles pour les individus ayant atteint leur maturité sexuelle.

4.5 - Interprétation des guildes fonctionnelles

4.3.2 - Guildes fonctionnelle par utilisation du milieu

Le marais fermé de Saint Dizant montre un peuplement largement dominé par la guildes des espèces dulçaquicoles principalement le poisson chat, la perche soleil et la grémille. En effet, la faible salinité du marais et son confinement semble autoriser uniquement les poissons d'eau douce à coloniser le milieu ainsi que les espèces migratrices catadromes capables de franchir les obstacles comme les portes à flots et de s'acclimater à ces conditions de milieu, en l'occurrence l'anguille. Ce marais a donc bien joué un rôle témoin de part sa configuration fermée, mettant en évidence la prépondérance des facteurs d'accès et de salinité dans la colonisation des marais par les poissons.

Le peuplement de la baie de Chant Dorat est dominé par les espèces marines euryhalines, composées principalement de bars mais également de soles communes et sénégalaises. Ces poissons majoritairement juvéniles traduisent en partie la fonction de nourricerie de la baie. En effet, le site apparaît favorable au recrutement de ces jeunes poissons et semble offrir un refuge et des ressources alimentaires intéressantes pour la croissance de l'écophase juvénile de ces trois espèces. Cette

fonctionnalité semble être plus prononcée notamment chez la sole commune et sénégalaise. Ces deux espèces sont absentes sur le marais de Mortagne sans doute en raison de l'accès difficile lié à la coursière. En effet, les poissons démersaux sont bloqués face à des ruptures de pentes (COLCLOUGH *et al.*, 2005). Les espèces catadromes sont également bien représentées avec principalement l'anguille accompagnée de Mugilidae (mulet porc, mulet lippu et mulet doré). La vasière de Chant Dorat semble ainsi présenter des fonctionnalités intéressantes pour ces espèces migratrices. La baie de Chant Dorat pourrait notamment présenter une fonction de milieu transversal de migration pour l'anguille. En effet, les zones intertidales estuariennes peuvent offrir des fonctions de voie migratoire pour les poissons amphihalins (HAMPEL, 2003). Cependant cette fonctionnalité ne peut pas être démontrée catégoriquement puisque qu'il n'a pas été prouvé que ces espèces s'appuyaient sur ce milieu pour leur croissance ni leur préparation physiologique à la migration. La faible présence d'espèces opportunistes à Chant Dorat (uniquement représentée par le maigre) peut être dû à des conditions de milieu (salinité, profondeur, ressources alimentaires...) spécifiques et défavorables à ce type d'espèce. Enfin, on notera l'absence d'espèces résidentes. Le protocole et les engins de pêches peuvent cependant être à l'origine d'un biais pour cette guild.

Le peuplement du marais de Mortagne est dominé des espèces catadromes, notamment le mulet porc et en moindre importance l'anguille. Le site semble ainsi présenter des fonctionnalités intéressantes pour ces deux espèces. Le mulet porc évite les sites euhalins (mer) toute l'année sauf en novembre et montre une préférence pour les sites oligomésohalins au printemps (CARDONA, 2006) ce qui expliquerait leur forte abondance à Mortagne au printemps 2009. Le marais de Mortagne semble également présenter la fonction de milieu de transition pour l'anguille, mais là encore, les preuves de croissance et de préparation à la migration sont inexistantes pour démontrer cette fonction. Le peuplement est ensuite composé d'espèces marines euryhalines représentées uniquement par le bar, majoritairement des juvéniles. Le marais semble attirer ces jeunes poissons en leur fournissant des conditions d'habitat, de refuge et de ressources trophiques in-situ satisfaisantes au développement de ce stade chez cette espèce. En effet, d'après les critères de nurseries établies par BECK *et al.* (2003) (forte abondance de juvénile, croissance, présence durable et migration vers d'autres sites à l'âge adulte), la présence en continu de cette espèce sur la période 2008-2009 ainsi que la croissance observées suggèrent que ces individus fréquentent le marais de Mortagne pour sa fonction de nurserie. On constate également la présence d'espèces résidentes, composées uniquement de Gobiidae. Cette guild est révélatrice des fonctions de nurserie et d'alimentation nécessaires dans le cycle biologique de ces espèces se déroulant intégralement en milieu estuarien. Des alevins 0+ de Gobiidae ont d'ailleurs été observés à l'intérieur du marais à marée basse dans des mares d'eau permanentes. Cela conforte l'idée que les juvéniles profitent du marais très tôt dans leur cycle biologique, même lorsqu'il n'est pas submergé lors des marées de vives-eaux.

Le marais de Mortagne semble donc présenter sérieusement une fonctionnalité de nourricerie qui n'existait pas avant sa dépollérisation, si l'on se réfère à l'absence de cette fonctionnalité sur le marais témoin fermé de Saint Dizant. On peut également émettre l'hypothèse d'une fonction de voie migratoire transversale sur la baie de Chant Dorat et le marais de Mortagne même si celle-ci n'a pu être démontrée. On notera que les fonctions de nourricerie et d'alimentation s'avèrent moins prononcées sur le marais de Mortagne comparé à la baie référence de Chant Dorat.

4.3.3 - Guildes fonctionnelles par régime alimentaire

Le marais fermé de Saint Dizant présente un peuplement dominé principalement par la guildes des espèces omnivores avec le poisson chat exclusivement. Cette espèce capturée en forte densité possède un régime alimentaire aussi bien composé de matières végétales qu'animales, ce qui ne permet pas de caractériser concrètement les ressources alimentaires apportées par le marais. L'autre partie du peuplement est représentée par les espèces hyperbenthivores dont l'anguille, et en moindre abondance la perche soleil. Ces deux espèces consomment les invertébrés benthiques et la macrofaune mobile traduisant une certaine capacité du marais à produire ce type de ressources. Enfin la faible proportion d'individus appartenant à la guildes des espèces microzoobenthiques (exclusivement la grémille) ne permet pas de conclure quant aux ressources en invertébrés benthiques et suprabenthiques sur le marais fermé de Saint Dizant.

La baie de Chant Dorat montre un peuplement dominé par la guildes fonctionnelle des espèces microzoobenthivores composés de soles, et de flets. Il semblerait donc que les ressources en invertébrés benthiques et suprabenthiques (annélides, mollusques) soient importantes sur cette vasière. La guildes des espèces hyperbenthivores est également bien représentée avec le bar et l'anguille. Il semblerait que la baie de Chant Dorat offre aussi des ressources alimentaires en macrofaune mobile intéressantes pour ces espèces, comme l'a démontré la capture de nombreux crabes. On notera la faible présence d'individus appartenant à la guildes fonctionnelle des espèces microphytobenthivores. Le marais de Chant Dorat apparaîtrait donc peu productif en microphytobenthos et en détritus.

Le peuplement ichtyologique du marais de Mortagne est dominé principalement par la guildes fonctionnelle des espèces microphytobenthivores avec notamment le mulot porc ainsi que le mulot doré. Le mulot porc possède un régime alimentaire constitué de microzooplancton lors des six premiers mois puis consomme le microphytobenthos et les détritus durant le reste de son cycle biologique (GAUTIER & HUSSENOT, 2005). L'abondance de cette guildes traduit des ressources alimentaires en microphytobenthos et en détritus très disponibles sur le marais de Mortagne. En effet, le régime d'inondation et la salinité des eaux semblent profiter au développement des films diatomiques et algaux. Le peuplement présente aussi une guildes d'individus hyperbenthivores composée d'anguilles et de bars franc principalement. Ces deux espèces consomment principalement

des invertébrés benthiques ainsi que la macrofaune mobile. Le marais de Mortagne semble donc présenter des ressources en invertébrés, mais surtout en crustacés intéressantes pour ces espèces, comme en témoigne les nombreux amphipodes (crabes et crevettes) capturés lors des investigations. Enfin on notera que la guildes des espèces microzoobenthivores est peu représentée, uniquement par les gobies et les flets. Cela pourrait s'expliquer par une faible capacité du marais à offrir des ressources animales benthique et suprabenthiques comme les annélides, les mollusques et autres invertébrés. Le marais de Mortagne ayant fait l'objet d'une activité agricole intense auparavant, la compaction des sols, notamment la partie nord, pourrait être à l'origine d'une colonisation délicate par les invertébrés et les mollusques suprabenthiques et benthiques dont se nourrissent ces espèces. Ce phénomène a déjà été observé par MAZIK (2007) ayant constaté un développement de la macrofaune benthique très lent sur l'ancien polder agricole de Paull Holme Strays (estuaire d'Humber, Angleterre).

Les fonctionnalités trophiques du marais de Mortagne semblent donc fournir des ressources importantes en microphytobenthos et en crustacés mobiles suite à sa reconnexion, en comparaison avec le marais témoin fermé de Saint Dizant. En revanche, la production en ressources benthiques et suprabenthiques semblent limitée à Mortagne par rapport à la baie référence de Chant Dorat.

4.6 - Effets du protocole et de l'engin de pêche

Le protocole ne propose pas le même effort de pêche sur chaque marais. Le nombre de filets verveux déployé est supérieur sur le marais de Mortagne (6 au total) comparé la baie de Chant Dorat (4 au total) et au marais de Saint Dizant (2 au total) ce qui ne permet pas de comparer efficacement les abondances observées sur chacun des sites. On peut également critiquer le rythme des relevés deux fois plus intense sur la baie de Chant Dorat comparé aux deux autres sites, ce qui n'a pourtant pas entraîné un nombre de captures plus important sur ce site.

Concernant les effets de l'engin de pêche, on remarquera que les filets verveux ont une maille relativement large (de 15 mm à l'ouverture à 8 mm à l'extrémité) qui laisse passer un très grand nombre de juvéniles (notamment les poissons d'âge 0+) et d'espèces à la morphologie petite (gobies). On peut aussi souligner que ces engins peuvent être évités par les individus adultes plus méfiants.

Au final le protocole et les engins de pêche ne permettent pas d'exprimer les résultats en Captures Par Unité d'Effort. Ce détail complique sérieusement l'interprétation des résultats qui ne peuvent être évalués selon une même variable, la CPUE. Dès lors, les comparaisons entre marais ne sont réalisées que de manière relative et les gains observés ne peuvent pas être quantifiés de manière absolue. Il sera donc nécessaire à l'avenir d'équilibrer l'effort de pêche et d'augmenter l'efficacité des engins de pêche afin de pouvoir disposer plus tard de données plus pertinentes et exploitables.

5 - Discussion

Le marais dépoldérisé de Mortagne-sur-Gironde présente la particularité de se vidanger lentement et partiellement lors du reflux. Cet aspect peut jouer un rôle important dans la colonisation par les poissons, certaines espèces pouvant rester à l'intérieur du site lors de coefficients inférieurs à 70 ou même entre deux marées de vives-eaux. En effet, les masses d'eau semi-permanentes constituent des micro-habitats capables d'abriter des juvéniles et des ressources adaptées à leur régime alimentaire (microcrustacés,...) d'après COLCLOUGH *et al.* (2005). Ces propos ont été confirmés par l'observation d'alevins de gobies dans les mares du marais de Mortagne. Par ailleurs, la faible hauteur de marnage observée à Mortagne semble favorable aux juvéniles, par rapports aux adultes qui préfèrent des eaux plus profondes (MADON, 2007). On notera des fluctuations importantes de la température, capables de dissuader les espèces sténothermes de coloniser le marais de Mortagne. L'étude des paramètres physico-chimiques révèle une salinité moyenne (8 ‰) au printemps 2009 sur le marais de Mortagne. La salinité agit sur les assemblages biologiques notamment sur les communautés piscicoles juvéniles marines et résidentes des estuaires (MATHIESON *et al.*, 2000 ; BROWN *et al.*, 2007 ; SELLESLAGH & AMARA, 2007). On peut donc s'attendre à un effet similaire sur le marais de Mortagne, favorisant les espèces euryhalines marines, résidentes et catadromes. Les taux de saturation en oxygène élevés à Mortagne pourraient jouer sur l'assemblage de poissons. Différentes études ont montré l'importance de ce paramètre dans la variabilité des peuplements, la distribution et la fréquence d'occurrence des espèces (SIMENSTAD *et al.*, 2000 ; BROWN *et al.*, 2007). Cependant, l'influence de ce facteur n'a pas pu être testée à partir des données collectées dans la présente étude. Certaines études ont également démontré le rôle important de la turbidité dans l'habitat et la protection des poissons juvéniles face aux prédateurs (COLCLOUGH *et al.*, 2005 ; SELLESLAGH, 2008). D'autre part, les chenaux constituent de véritables « hot spot » biologiques de par la forte turbidité observée dans les zones restaurées à marée montante (SIMENSTAD *et al.*, 1998 in COLCLOUGH *et al.*, 2005). La turbidité élevée observée à Mortagne pourrait ainsi favoriser la colonisation du marais par de nombreuses espèces et notamment par des poissons juvéniles.

L'analyse des campagnes de pêche semble démontrer que le marais de Mortagne présente un peuplement plus riche et plus diversifié qu'avant sa dépoldérisation en comparaison avec le marais témoin de Saint Dizant, avec un gain de 7 espèces. On peut considérer que la richesse spécifique est quasi-similaire entre les sites de Mortagne et la baie référence de Chant Dorat. Ce constat rejoint les observations faites outre-Atlantique par BURDICK *et al.* (1997), ROMAN *et al.* (2001) et SWAMY *et al.* (2002) ainsi que celles faites en Europe occidentale par HAMPEL *et al.* (2003) et HEMINGWAY *et al.* (2008) sur la richesse spécifique similaire entre un marais reconnecté et un marais naturel. L'abondance numérique totale du peuplement de poissons observée sur chacun des marais ne peut être

comparée puisque l'effort de pêche n'a pas été le même sur chaque site. Cependant, on remarquera que l'abondance est plus élevée sur le marais Mortagne comparée à la baie référence de Chant Dorat. Cela ne coïncide pas avec les conclusions des études réalisées dans un contexte comparable, certaines soutenant une abondance plus faible (HAMPEL *et al.*, 2003 ; MINELLO & WEBB, 1997 ; BROWN *et al.*, 2007) ou similaire (HEMINGWAY *et al.*, 2008 ; BROWN *et al.*, 2007) entre un marais reconnecté et un marais référence. Néanmoins, on notera que le marais de Mortagne présente une forte abondance de mulets porc, mais aussi d'anguilles, de flets et de bars en proportion moindre dont l'intérêt halieutique est reconnu. Le peuplement de poissons est diversifié et dominé par quatre espèces (surtout le mulot porc) à Mortagne. Les travaux d'HEMINGWAY *et al.* (2008) ont montré que la faible salinité sur les marais reconnectés d'Alkborough et de Chowder Ness (estuaire d'Humber, Angleterre) était à l'origine d'un assemblage de poissons plus diversifié et dominé par un faible nombre d'espèces comparé aux sites référence. Cette hypothèse peut être mise en relation avec la faible salinité observée à Mortagne au printemps 2009. Par ailleurs, on notera l'absence de soles à Mortagne pouvant être lié à la coursière, les ruptures de pentes empêchant les espèces démersales d'accéder à l'amont de ces zones selon COLCLOUGH *et al.* (2005).

Le marais de Mortagne n'accueille plus les mêmes écophases de poissons qu'au temps de son endiguement, en comparaison avec le marais fermé de Saint Dizant. Le marais reconnecté de Mortagne semble désormais présenter des fonctionnalités essentiellement favorables aux juvéniles comme la baie référence de Chant Dorat. En effet, les sites dépoldérisés semblent favoriser les juvéniles, même si cet effet semble être dépendant de l'espèce et des individus (HEMINGWAY *et al.*, 2008). Les poissons juvéniles ont ainsi tendance à s'appuyer sur la création de nouveaux habitats intertidaux qui peuvent alors jouer le rôle de nurserie pour les espèces marines et estuariennes (HEMINGWAY *et al.*, 2008). De même, la faible proportion d'adultes à Mortagne peut provenir de l'habitat. Un faible nombre de grands individus ont été observés à Abotts Hall et Orplands (estuaire du Blackwater, Angleterre), ces habitats étant défavorables à la colonisation par des poissons adultes qui risqueraient de s'échouer ou d'être prédaté par les oiseaux (COLCLOUGH *et al.*, 2005).

Le site de Mortagne semble présenter un fonctionnement intéressant pour le mulot et l'anguille. Leur abondance remarquable semble confirmer les observations de KIMBALL & ABLE (2007) selon lesquelles les espèces migratrices répondent favorablement à la dépoldérisation. Quant aux mulets porc, la taille des cohortes a augmenté laissant supposer leur croissance ce qui semble démontrer une fonction d'alimentation de la part du marais de Mortagne envers ces espèces. On peut émettre l'hypothèse que le marais de Mortagne présente une fonctionnalité de voie migratoire transversale telle que HAMPEL *et al.* (2003) l'ont évoqué. Cependant, celle-ci n'a pu être démontrée. Le peuplement se compose également d'espèces marines euryhalines représentées principalement des juvéniles de bar franc. La forte abondance de juvéniles en continu ainsi que leur croissance constaté,

les ressources alimentaires disponibles et la faible fréquentation par les individus adultes remplissent les critères établis par [BECK *et al.* \(2003\)](#) selon lesquels le marais de Mortagne présente une fonctionnalité de nourricerie pour le bar franc et le mullet. D'autre part, on constate que les espèces résidentes sont uniquement représentées par des Gobiidae. Ces espèces résidentes semblent également répondre favorablement à la reconnexion et confirment les propos de [TEO & ABLE \(2003\)](#) *in* [KIMBALL & ABLE \(2007\)](#) sur la recolonisation aisée des marais restaurés par les poissons résidents.

Le régime alimentaire de la famille des Mugilidae indique des ressources alimentaires en microphytobenthos et en détritus très disponibles sur le marais de Mortagne. Le marais de Mortagne semble également capable d'offrir des ressources en invertébrés, mais surtout en crustacés intéressantes pour le bar et l'anguille. La faible présence d'espèces microzoobenthivores comme le flet laisse supposer un manque en ressources benthiques et suprabenthiques telles que les annélides et les mollusques. Cela peut être lié à la compaction des sols de la partie nord suite à l'ancienne activité agricole pratiquée sur le polder de Mortagne. En effet, le développement de la macrofaune benthique sur l'ancien polder agricole de Paull Holme Strays s'est avéré être un processus assez lent ([MAZIK, 2007](#)). Au final, le marais de Mortagne présente surtout une fonctionnalité de nourricerie qui n'existait pas avant sa dépoldérisation, si l'on se réfère à la seule fonction d'alimentation en commun avec le marais témoin de Saint Dizant. Néanmoins ces deux fonctionnalités s'avèrent moins prononcées sur le marais de Mortagne par rapport à la vasière de Chant Dorat. La récupération des fonctions écologiques est notamment plus lente sur un ancien polder agricole reconnecté d'après [LEVIN & TALLEY \(2002\)](#) *in* [MAZIK, \(2007\)](#), ce qui expliquerait -avec les régimes d'inondation et de salinité particuliers- l'assemblage de poissons moins riche en espèces et les fonctions moins prononcées observées à Mortagne comparé à la baie référence de Chant Dorat.

Bien que les assemblages des poissons ne recolonisent pas les nouveaux marais de manière linéaire ([WILLIAMS & ZEDLER, 1999](#)) et qu'il n'existe pas de relation entre l'âge du système intertidal et le peuplement de poissons associé ([BROWN *et al.*, 2007](#)), certaines études avancent que l'utilisation des marais restaurés par les poissons augmente avec l'âge du système, la récupération des fonctionnalités et des échanges hydrauliques, sédimentaires et biologique n'intervenant pas avant 15 ans ([MINELLO & WEBB, 1997](#) ; [WOLTERS *et al.*, 2005](#)). Dix ans après la dépoldérisation du marais de Mortagne, on peut estimer que la récupération du peuplement et des fonctions ichtyologiques n'a pas atteint son potentiel maximum. La brèche reconnectant le marais à l'estuaire semble en effet brider les régimes d'inondation et de salinité, principaux facteurs abiotiques (avec le passé agricole du marais et la coursière) responsables de l'assemblage de poissons dominé observé ainsi que des fonctions de nourricerie et d'alimentation limitées sur le marais dépoldérisé de Mortagne.

Conclusion

La brèche survenue dans l'ancien polder agricole de Mortagne lors des intempéries du 27 décembre 1999 est à l'origine d'un changement radical des caractéristiques physiques et biologiques du milieu, le retour de l'influence de la marée et des eaux estuariennes ayant complètement modifié son fonctionnement écologique. La submersion du marais n'intervient que lors des marées de coefficient supérieur à 70 et le ressuyage n'est pas total ce qui engendre des masses d'eau permanentes à l'intérieur du marais. Ce fonctionnement hydrologique spécifique influence les conditions d'accès, de salinité et de turbidité, responsables de l'assemblage de poissons observés dans cette étude.

L'approche comparative utilisée a permis de confronter les résultats observés entre un site témoin, reflétant la situation antérieure qu'aurait connu le marais de Mortagne avant sa dépoldérisation, et un site référence, représenté par une vasière recouverte à chaque marée. Dix ans après la reconnexion accidentelle du marais Mortagne à l'estuaire de la Gironde, les investigations ichthyologiques ont démontré une réponse positive du peuplement de poissons à la dépoldérisation. En effet, l'étude approfondie de la composition, de la structure et des fonctionnalités a montré certaines différences entre le site de référence et le marais reconnecté. Celui-ci est caractérisé par un assemblage relativement diversifié et dominé par un faible nombre d'espèces. Le gain de 7 espèces en comparaison avec le marais témoin de Saint Dizant, semble confirmer le potentiel du marais reconnecté de Mortagne. Par ailleurs, la richesse spécifique mais également les fonctions de nourricerie et d'alimentation observée sur le marais reconnecté de Mortagne semblent quasi-similaires à celle de la baie référence de Chant Dorat.

Le marais de Mortagne ne semble pourtant pas offrir le même type d'habitats et de ressources qu'un marais naturel. L'absence de certaines espèces strictement marines comme la sole traduit des conditions de milieux inadaptées et/ou une difficulté d'accès en ce qui concerne cette espèce (COLCLOUGH *et al.*, 2005). A l'inverse, la présence d'espèces résidentes à Mortagne comme les gobies démontre une réponse positive de ces espèces comme l'ont constaté TEO & ABLE (2003) in KIMBALL & ABLE (2007). Les fonctionnalités ichthyologiques de nourricerie et d'alimentation, pourtant présentes, semblent légèrement différentes en terme de qualité vis-à-vis de la baie référence. La fonction de nourricerie est similaire mis à part pour les juvéniles de flets. Ces derniers ne semblent pas trouver les ressources alimentaires adéquates sans doute en raison d'une mauvaise production suprabenthique et benthique liées à la compaction des sols et aux activités agricoles antérieures. La croissance constatée chez les juvéniles de bar franc et de mullet porc à Mortagne, leur présence durable et leur abondance confirme la fonction de nourricerie (BECK *et al.*, 2003). La forte abondance en mullet porc souligne également la fonction d'alimentation importante du marais dans la production microphytobenthique et/ou en détrit. Enfin, la fonction de voie migratoire transversale pour les

espèces amphihalines semble présente à Mortagne et à Chant Dorat, mais là encore, il n'a pas pu être démontré que les espèces catadromes comme l'anguille profitent de ce type de milieux pour leur croissance et leur préparation à la migration.

La confrontation des résultats observés à Mortagne avec les expériences menées dans un contexte comparable ont montré des points communs et des différences. Les données bibliographiques concordent avec le fait que la salinité moyenne observée au printemps à Mortagne favorise les espèces euryhalines marines, résidentes et catadromes au détriment des espèces strictement marines et d'eau douce. D'autre part, le passé agricole du marais de Mortagne joue également un rôle important dans sa structure géologique et sédimentaire, influençant (avec le régime hydrologique) la recolonisation du marais par les organismes benthiques (MAZIK, 2007) et la végétation (BROWN *et al.*, 2007). De même, la littérature a confirmé que la faible profondeur d'eau et la turbidité élevée constatées sur le marais de Mortagne privilégient les juvéniles recensés. Même si les comparaisons d'abondance n'ont pu être réalisées, la forte abondance de poissons observée à Mortagne comparé au site référence de Chant Dorat est inédite d'après la littérature sur ce sujet. On peut remettre en cause l'effort de pêche inégal et le choix du site référence qui aurait pu être la zone intertidale extérieure au droit du marais de Mortagne (côté estuaire). L'assemblage de poissons à Mortagne reste néanmoins diversifié et dominé par un faible nombre d'espèces, reflétant un assemblage très proche de celui d'un marais naturel (HAMPEL, 2003 ; HEMINGWAY *et al.*, 2008). Au final, les fonctionnalités d'alimentation et de nourricerie ainsi que le gain d'espèces comme le flet, le bar franc et le mulot porc -considérées comme d'intérêt halieutique et participant au soutien des stocks côtiers- est avéré.

Il n'existe pas de relation standardisée dans la récupération des fonctions et des gains ichtyologiques suite à la dépoldérisation des zones humides estuariennes, empêchant d'attribuer l'étape de la succession écologique dans laquelle se trouve le marais de Mortagne. On peut néanmoins supposer que le marais de Mortagne sur Gironde semble quasiment avoir atteint son potentiel maximum en terme de gains et de fonctionnalités d'après les résultats observés et leur croisement avec les données bibliographiques. L'ouverture partielle du marais de Mortagne semble constituer le facteur limitant dans la récupération du système. Les régimes d'inondation et de salinité, ainsi que le passé agricole du marais, semblent ainsi responsable de l'assemblage de poissons observés. La multiplication des expériences de dépoldérisation et des études menées sur les poissons permettront à l'avenir d'apporter plus de précision quant aux connaissances sur la résilience de ces milieux. Par ailleurs, la création de nouveaux habitats intertidaux constituent de nouvelles nurserie pour les juvéniles d'espèces marines et estuariennes (HEMINGWAY *et al.*, 2008). Le futur projet de dépoldérisation de l'île Nouvelle sur l'estuaire de la Gironde constitue dans ce sens la prochaine expérience capable de favoriser, comme le marais de Mortagne, les espèces marines, estuariennes et migratrices dont l'intérêt halieutique et la gestion durable représentent des enjeux importants.

Bibliographie

- Able, K.W., Grothues, T. M., Hagan, S.M., Kimball, M.E., Nemerson, D.M. & Taghon, G.L., 2007. Long-term response of fishes and other fauna to restoration of former salt hay farms: multiple measures of restoration success. *Research Paper, Revue Fish Biology Fisheries*, 2008, 18, p. 65–97.
- Adam, G., Feunteun, E., Prouzet, P., Rigaud, C., 2008. L'anguille européenne. Indicateurs d'abondance et de colonisation. Editions Quae, 342 pp.
- Allen, G.P., 1973. Etude des processus sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde. *Sciences Naturelles*. Bordeaux, Université de Bordeaux I, 314 pp.
- Arné, P., 1938. Contribution à l'étude de la biologie des muges du Golfe de Gascogn. *Rapp. P.-V. Réun., CIEM*, 11, pp.76-115.
- Bakker, J.P., Esselink, P., Dijkema, K.S., Van Duin, W.E. & De Jong, D.J., 2002. Restoration of salt marshes in the Netherlands. *Hydrobiologia* 478, p. 29-51.
- Baron-Yellès, N. & Goeldner-Gianella, L., 2001. Les marais maritimes d'Europe Atlantique. Paris, PUF, 294 pp.
- Beck, M.W., Heck, K.L. Jr., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J., Orth, R.J. Sheridan, P.F., Weinstein, M.P., 2003. The role of nearshore ecosystems as fish and shellfish nurseries. *Issues in Ecology* 11, p. 1-12.
- Bouyssonie, W., 2009. Analyse et comparaison des taux d'accroissement et structure en taille de quatre espèces de poissons estuariens. Éléments de construction d'une nouvelle métrique pour le calcul de l'indicateur poisson français (Directive Cadre Eau). Mémoire de fin d'étude de Master 2, Université Bordeaux I, CEMAGREF Bordeaux, 34 p.
- Brown, S. L., Pinder, A., Scott, L., Bass, J., Rispin, E., Brown, S., Garbutt, A., Thomson, A., Spencer, T., Moller, I. & Brooks, S. M., 2007. Wash Banks Flood Defence Scheme. Freiston Environmental Monitoring 2002-2006. *In: DEFRA & Environment Agency*, p. 378-378.
- Burdick, D. M., Dionne, M., Boumans, R. M. & Short, F. T., 1997. Ecological responses to tidal restorations of two northern New England salt marshes. *Wetland Ecology and Management* 4, p. 129-144.
- Cardona, L., 2006. Habitat selection by grey mullets (*Osteichthyes* : *Mugilidae*) in Mediterranean estuaries : The role of salinity. *Scientia Marina*, 70, (3), pp. 443-445.
- Castaing, P., Jouanneau, J.M., Prieur, D., Rangel-Davalos, C., & Romana, L.A., 1984. Variations spatio-temporelles de la granulométrie des suspensions de l'estuaire de la Gironde. *Journal de Recherche Océanographique*, 9, pp. 115-119.
- Castelnaud, G., 1994. La pêche commerciale. In *Livre blanc de l'Estuaire de la Gironde*. (eds J.L. Mauvais & J.F. Guillaud), IFREMER, Agence de l'eau Adour-Garonne, Bordeaux, pp. 58-67.
- Colclough L., Fonseca L., Astley T., Thomas K. & Watts W., 2005. Fish utilisation of managed realignments. *Fisheries Management and Ecology*, 12, p. 351-360.

- Costa, J.L., Assis, C.A., Almeida, P.R., Moreira, F.M., & Costa, M.J., 1992. On the food of the European eel, *Anguilla anguilla* (L.), in the upper zone of the Tagus estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology*, 41, pp. 841-850.
- CTGREF, 1979. Etude halieutique de l'estuaire de la Gironde. CTGREF Div ALA Bx/EDF, Bordeaux.
- Day, J. H., Blaber S. J. M., *et al.*, 1998. Estuarine fishes. Estuarine ecology with particular reference to Southern Africa. Day J. H., Balkena, Cape Town, p. 197-221.
- Elliott M. & Hemingway K., 2002. Field Methods. *In*: M. Elliott & K.L. Hemingway (eds) *Fishes in Estuaries*, Oxford, Blackwell Science, 2002, 410-509 pp.
- Erguden, D. & Turan, T., 2005. Growth properties of Sea Bass, (*Dicentrarchus Labrax* (Linné, 1758), Perciforme, Moronidae) Live in Iskenderun Bay. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8, pp. 1584-1587.
- Féral, A., 1994. Le port de Bordeaux, acteur de l'aménagement de l'estuaire et de l'économie régionale. *In* : Livre blanc de l'Estuaire de la Gironde (eds IFREMER & Agence de l'eau Adour-Garonne), IFREMER, Agence de l'eau Adour-Garonne, Bordeaux, pp. 96-111.
- Franco, A., M. Elliott, *et al.*, 2008. Life strategies of fishes in European estuaries: the functional guild approach. *Marine Ecology Progress Series* 354, p. 219-228.
- Frankignoulle, M., Abril, G., Borges, A., Bourge, I., Canon, C., Delille, B., Libert, E., & Théate, J.M., 1998. Carbon Dioxide Emission from European Estuaries. *Science*, 282, pp. 434-436.
- Gautier, D. & Hussenot, J., 2005. Les mulets des mers d'Europe : Synthèse des connaissances sur les bases et les techniques d'aquaculture. Editions IFREMER, 119 p.
- Girardin, M., Brosse, L., Sautour, B., Sorbe, J.C., & Rochard, E., 2001. Etude de la faune présente sur les sites de dragage et d'immersion des déblais dragués dans l'estuaire de la Gironde. Cemagref Groupement de Bordeaux, Université de Bordeaux et Laboratoire d'Océanographie Biologique pour le port autonome de Bordeaux, Bordeaux.
- Girardin, M., Castelnaud, G., & Beaulaton, L., 2005. Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde - Suivi des captures 2000 - Etude de la faune circulante 2001. Rep. No. 74. Cemagref, Bordeaux.
- Giraud, F., Lachassagne, P., Ladouche, B., Weng, P., Pinault, J.L., Chevallier, C., 2000. Etude hydrologique et hydrogéologique du marais de Rochefort, 121 p.
- Goeldner-Gianella L., 2007. Dépoldériser en Europe occidentale. *Annales de Géographie* 655, p. 339-360.
- Hampel H., Cattrijsse A., & Vincx M., 2003. Habitat value of a developing estuarine brackish marsh for fish and macrocrustaceans. *ICES Journal of Marine Science*, 60, p. 278-289.
- Hemingway, K.L., Cutts, N.C. & R. Pérez-Dominguez., 2008. Managed Realignment in the Humber Estuary, UK. Institute of Estuarine & Coastal Studies (IECS), University of Hull, UK. Report produced as part of the European Interreg IIIB HARBASINS project, 44 pp.
- Ifremer, 2006, Sole commune (*Solea solea*). Stock du Golfe de Gascogne, Division VIII du CIEM, 6 pp.

- Kimball, M.E. & Able, W.K., 2007. Tidal Utilization of Nekton in Delaware Bay Restored and Reference Intertidal Salt Marsh Creeks. *Estuaries and Coasts*, December 2007, Vol. 30, No. 6, p. 1075–1087.
- Laffaille P., 2000. Relation entre l'ichtyofaune et les marais salés macrotidaux: l'exemple de la baie du Mont Saint-Michel. Thèse de Doctorat, Biologie, Université de Rennes 1, 2000, 269 p.
- Lefeuvre J.-C., Laffaille P., Feuteun E., Bouchard V., Radureau A., 2003. Biodiversity in salt marshes : from patrimonial value to ecosystem functioning. The case of the Mont Saint Michel bay. *Compte Rendus Biologies* 326, Editions Elsevier, p. 125-131.
- Le Pape O., 2005. Les habitats halieutiques essentiels en milieu côtier : les identifier, comprendre leur fonctionnement et suivre leur qualité pour mieux gérer et pérenniser les ressources marines exploitées : l'exemple des nourriceries côtières de poissons plats. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Ifremer, Agrocampus Rennes, Université de Bretagne Occidentale, 78pp.
- Lobry J., 2004. Quel référentiel de fonctionnement pour les écosystèmes estuariens ? - Le cas des cortèges de poissons fréquentant l'estuaire de la Gironde. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 195 pp.
- Madon, S. P., 2007. Fish community responses to ecosystem stressors in coastal estuarine wetlands: a functional basis for wetlands management and restoration. *Wetlands Ecology Management* 16, p. 219-236.
- Mathieson, S., Cattrijsse, A., Costa, M.J., Drake, P., Elliott, M., Gardner, J., Marchand, J., 2000. Fish assemblages of European tidal marshes: a comparison based on species, families and functional guilds. *Marine Ecology Progress Series*, vol.204, p.225–242.
- Mc Dowall, R.M., 1988. Diadromy in fishes, migrations between freshwater and marine environments. Croom Helm Publ., London.
- McLusky, D.S., Bryant, D.M., Elliott, M., 1992. The impact of land-claim on macrobenthos, fish and shorebirds on the Forth estuary, eastern Scotland. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, n° 2, p. 211-222.
- Mc Lusky, D.S., 1993. Marine and estuarine gradients - an overview. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 27, pp. 489-493.
- Minello, T.J. & Webb JR, J. W., 1997. Use of natural and created *Spartina alterniflora* salt marshes by fishery species and other aquatic fauna in Galveston Bay, Texas, USA. *Marine Ecology Progress Series* 151,p. 165-179.
- Nixon S.W., 1980. Between costal marshes and costal waters: twenty years of research of salt marshes. *In*: Hamilton P. & MacDonalds K.B. (eds), *Estuarine and wetland processes with emphasis and modeling*, Plum Press New York, p. 438-512.
- Odum E.P. & De la Cruz A.A., 1967. Particulate organic detritus in Georgia salt marsh estuarine system. *In*: Lauff G.H. (eds), *American association for the advancement of Science*, Washington, *Estuaries*, p.383-388.
- Odum E.P., 2000. Tidal marshes as outwellng/pulsing systems. *In*: Weinstein M. P. & Kreeger D. A., (eds), *Concept and Controversies in Tidal Marsh Ecology*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, p. 3-7.

- Parlier, E., Albert, F., Cuzange P.A., Don J., Feunteun, E., 2006. Impact of vegetation structure dynamics and usage on the nursery function of West European tidal salt-marshes. Submitted in Cahier de Biologie Marine, 47, (1), p. 47-62
- Pasquaud S., 2006. Les relations trophiques : élément de structuration des peuplements ichthyologiques en milieu estuariens ; Application à l'estuaire de la Gironde. Thèse de Doctorat en Océanographie, 2006, Ecole Doctorale Université de Bordeaux I, CEMAGREF, 369 pp.
- QUERO *et al.*, 2003. Guide des poissons de l'Atlantique européen, Edition Delachaux et Niestlé, Paris, 465 p.
- Quéro, J. & Vayne, J., 1997. Les poissons de mer des pêches françaises. Editions Delachaux et Niestlé, 304 p.
- Quignard, J.P., Farrugio H., 1981. Age and growth of grey mullet. *In*: Oren, O.H (ed.), Aquaculture of grey mullets. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 155-184
- Rigaud, C. & Masse, J., 2000. Bilan des suivis réalisés sur l'anguille (*A. Anguilla*) dans le cadre du programme de réhabilitation de fosses à poisons dans les marais de la Seudre (Charente-Maritime). Etude n°57, Département Gestion des Milieux Aquatiques CEMAGREF Bordeaux, 48 p.
- Rince, Y., 1983. Hydrologie – Planctonologie. Rep. No. Tome II. Minist. Env. /Minist. Mer/ C.S.E.E.L.
- Roman, C.T., Raposa, K.B., Adamowicz, S.C., James-Pirri, M. J. & Catera, J. G., 2001. Quantifying vegetation and nekton response to tidal restoration of a New England salt marsh. *Restoration Ecology* vol 10 (3), p.450-460.
- Romaña, A. & Guillaud, J.F., 1994. La qualité des eaux de l'estuaire. *In* : Livre blanc de l'Estuaire de la Gironde (eds J.L. Mauvais & J.F. Guillaud), IFREMER, Agence de l'eau Adour-Garonne, Bordeaux, pp. 32-45.
- Royant, A., 2001. Diagnostic environnemental et orientation de gestion : la remise en eau des polders de Mortagne-sur-Gironde., Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Etude Supérieure Spécialisées « Expertise et Gestion du Littoral », Institut Universitaire Européen de la Mer, Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, 112 p.
- Salomon, J.-N., 2002. L'inondation dans la basse vallée de la Garonne et l'estuaire de la Gironde lors de la "tempête du siècle" (27-28 décembre 1999). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2, p. 127-134.
- Selleslag, J. & Amara, R., 2007. Inter-season and interannual variations in fish and macrocrustacean community structure on a eastern English Channel sandy beach: Influence of environmental factors. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77, 2008, p. 721-730.
- Selleslag, J., Amara, R., Laffargue, P., Lesourd, S., Lepage, M. & Girardin, M., 2008. Fish composition and assemblage structure in three Eastern English Channel macrotidal estuaries: A comparison with other French estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81, 2009, p. 149–159.
- Simenstad, C., Toft, J., Higgins, H. & Cordell, J., 2000. Sacramento/San Joaquin Delta Breached Levee Wetland Study (BREACH). Preliminary Report. *In*. BREACH Interdisciplinary Research Team, University of Washington School of Fisheries.
- Sottolichio, A., 1999. Modélisation de la dynamique des structures turbides (bouchon vaseux et crème de vase) dans l'estuaire de la Gironde. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 252 pp.

Swamy, V., Fell, P.E., Body, M., Keaney, M.B., Nyaku, M.K., McIlvain, E.C. & Keen, A.L., 2002. Macroinvertebrate and fish populations in a restored impounded salt marsh 21 years after the reestablishment of tidal flooding, *Environmental Management*, 29 (4), pp. 516-530

Talley, T.S., Levin, L.A., 1999. Macrofaunal succession and community structure in *Salicornia* marshes of southern California. *Estuaries Coastal Shelf Sciences*, 49 (5), pp. 713-731.

Teal J.M., 1962. Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia, *Ecology* n°43, p. 614-624

Teo, S.L.H. & Able, K.W., 2003. Habitat use and movement of the mummichog (*Fundulus heteroclitus*) in a restored salt marsh. *Estuaries* 26, pp. 720-730.

Verger F., 1988. *Marais et wadden du littoral français*. Biscaye, Bordeaux, 541 p. Réédition, Collection Terre et Société, Caen, Editions Paradigme, 550 p.

Verger F., 2005. *Marais et estuaires du littoral français*. Paris, Belin, 335 pp.

Williams, G.D. & Zedler, J.B., 1999. Fish assemblage composition in constructed and natural tidal marshes of San Diego Bay: Relative influence of channel morphology and restoration history. *Estuaries* 22 (3A), p. 702-716

Wolters, M., Garbutt, A. & Bakker, J.P., 2005. Saltmarsh restoration: evaluating the success of de-embankment in north-west Europe. *Biological Conservation* n°123, p. 249-268.

Table des illustrations

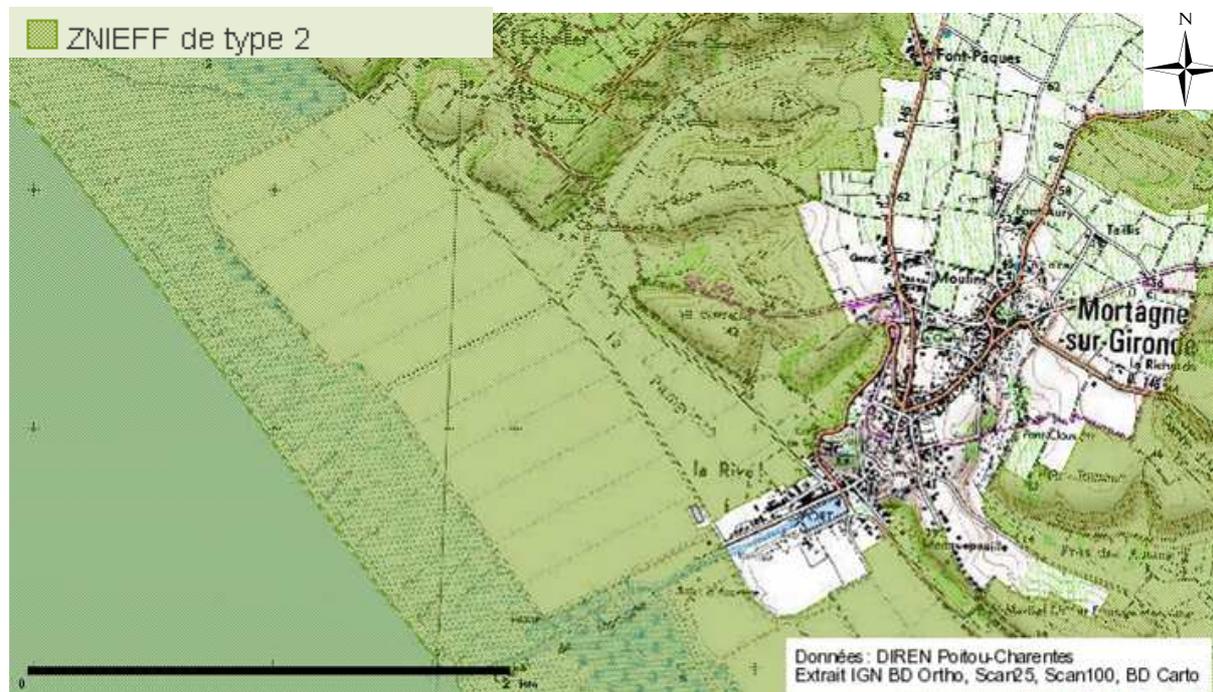
Figure 1: L'estuaire de la Gironde (Lobry, 2003).....	5
Figure 2: Localisation du marais dépollérisé de Mortagne-sur-Gironde.	8
Figure 3: Vue aérienne et photos du Marais de Mortagne-sur-Gironde.	9
Figure 4: Différentes prises de vue de la brèche nord-ouest du marais de Mortagne.	10
Figure 5: Localisation géographique et photo de la coursière dans la partie nord du marais de Mortagne.	11
Figure 6: <i>Egretta garzetta</i> (Source : Caldas).	12
Figure 7: <i>Salicornia europea</i> (Source : Don).....	12
Figure 8: Localisation de la baie référence de Chant Dorat et du marais témoin de Saint Dizant.	13
Figure 9: La baie de Chant Dorat.	14
Figure 10: Le marais de Saint-Dizant.	14
Figure 11 : Engin de pêche DCE type « filet verveux ».	16
Figure 12: Sonde employée pour les mesures physico-chimiques.....	16
Figure 13: Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques en automne 2008 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.	19
Figure 14: Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.	20
Figure 15 : Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur la baie de Chant Dorat.	21
Figure 16: Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques en automne 2008 sur le marais de Saint Dizant.....	22
Figure 17 : Variations de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Saint Dizant.....	23
Figure 18: Histogramme de la proportion d'individus juvéniles et adultes sur Mortagne, Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009.	27
Figure 19 : Histogrammes de la distribution des tailles chez le bar, <i>Dicentrarchus labrax</i> , en 2008 et 2009 sur les sites de Mortagne et de Chant Dorat.	28
Figure 20 : Histogrammes de la distribution des tailles chez l'anguille, <i>Anguilla anguilla</i> , en 2008 et 2009 sur les sites de Mortagne et Chant Dorat.....	29
Figure 21: Distribution des tailles par classe chez le mulot porc, <i>Liza ramado</i> , à Mortagne en 2008 et 2009.	30
Figure 22: Distribution des tailles chez la sole, <i>Solea sp.</i> , à Chant Dorat en 2008 et 2009.....	31
Figure 23 : Histogramme de l'abondance numérique relative par guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu observée sur chaque site en 2008 et 2009.....	32
Figure 24 : Histogramme de l'abondance numérique relative par guildes fonctionnelles trophiques observée sur chaque site en 2008 et 2009.....	33

Tableau 1: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.	19
Tableau 2: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde.	20
Tableau 3 : Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur la baie de Chant Dorat.	21
Tableau 4: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques en automne 2008 sur le marais de Saint Dizant-du-Gua.	22
Tableau 5: Récapitulatif de la hauteur d'eau et des paramètres physico-chimiques au printemps 2009 sur le marais de Saint Dizant-du-Gua.	23
Tableau 6: Récapitulatif des abondances numériques et pondérale absolues ainsi que l'indice de diversité H' du peuplement ichtyologique observés sur Mortagne , Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009.....	25
Tableau 7: Composition du peuplement ichtyologique sur Mortagne, Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009.....	25
Tableau 8: Structure en taille des peuplements ichtyologiques observés sur Mortagne, Chant Dorat et Saint Dizant en 2008 et 2009..	27
Tableau 9 : Récapitulatif des proportions des guildes fonctionnelles d'utilisation du milieu parmi les peuplements observées sur chacun des sites en 2008 et 2009.....	31
Tableau 10 : Récapitulatif des proportions des différentes guildes fonctionnelles trophiques parmi les peuplements ichtyologiques observés sur chacun des sites en 2008 et 2009.....	32

Annexes

Annexe 1 : Cartographie des différents inventaires et mesures de protection à Mortagne

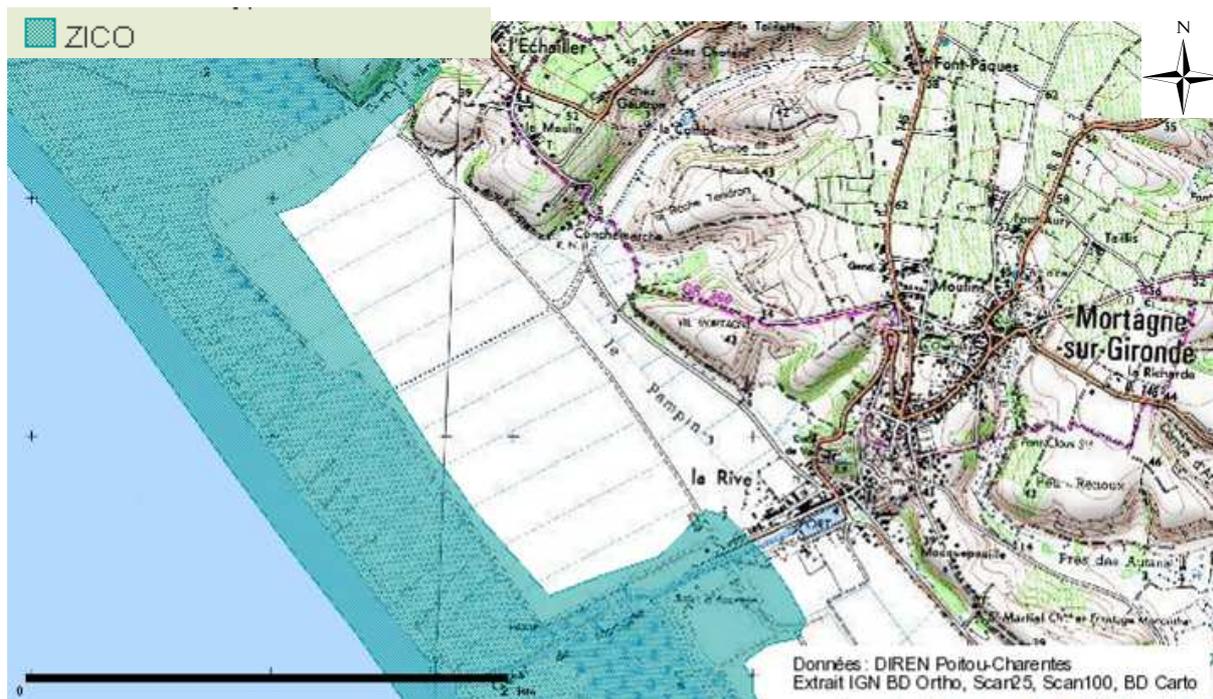
Cartographie de la ZNIEFF de Type 2 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde



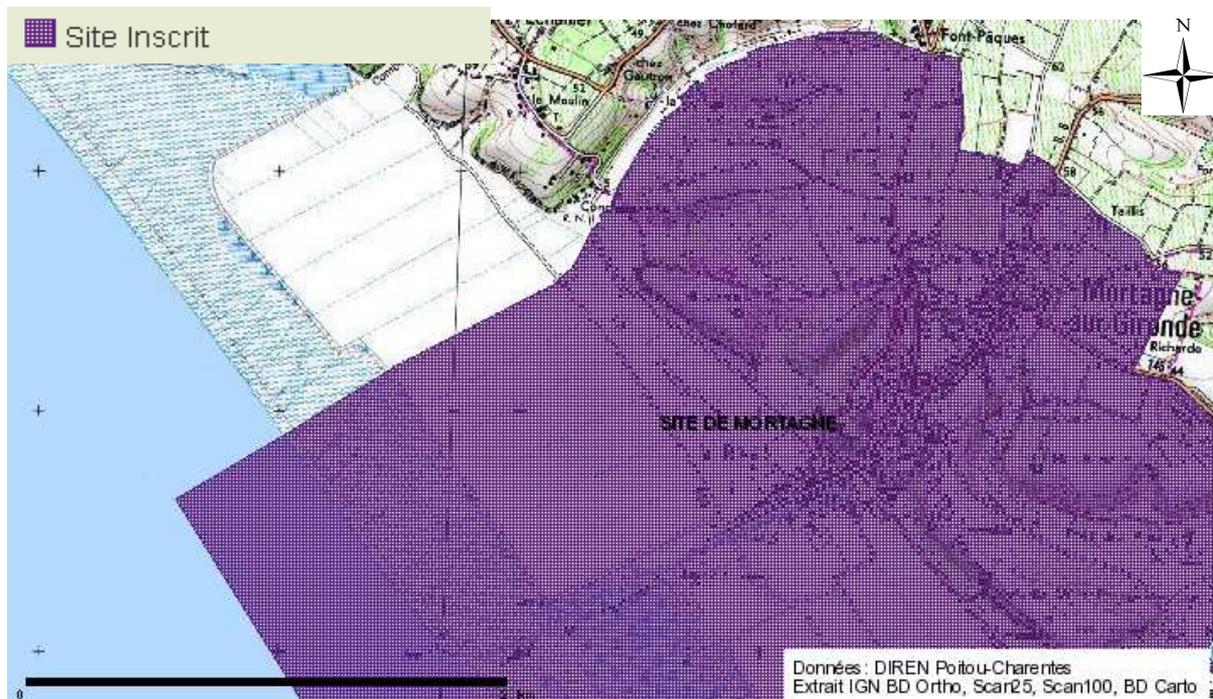
Cartographie de la ZNIEFF de Type 1 sur le marais de Mortagne-sur-Gironde



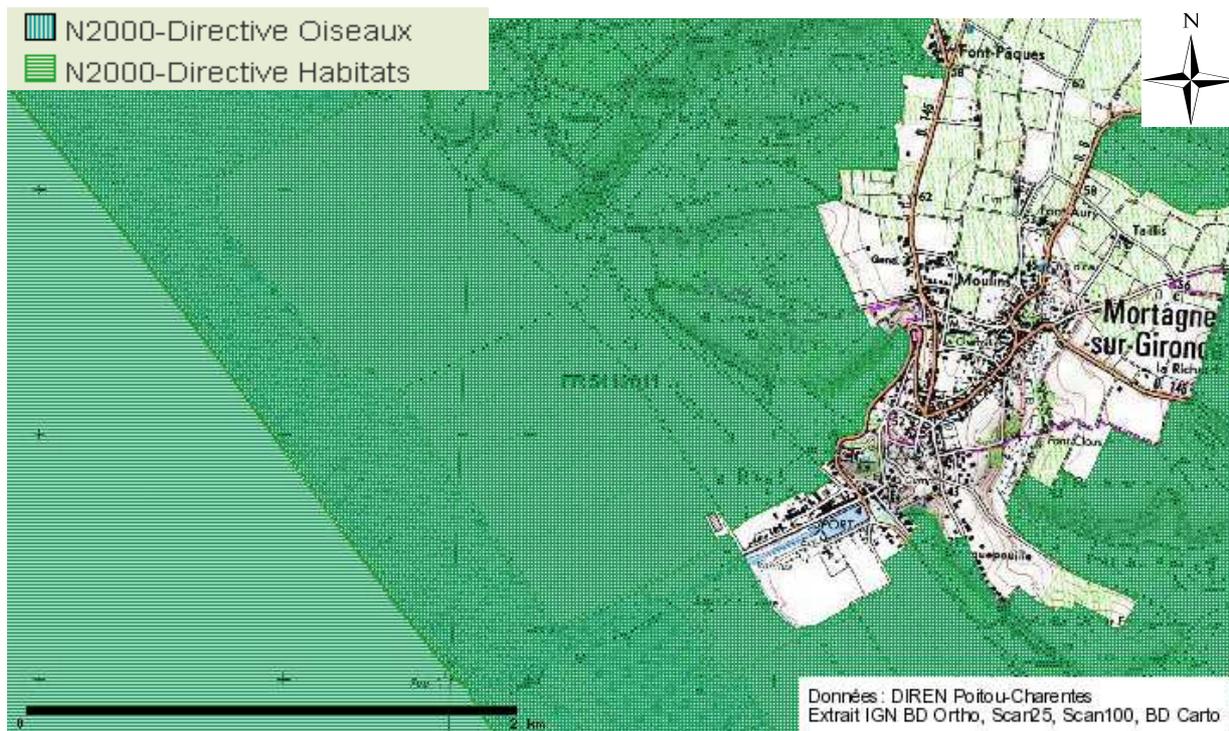
Cartographie de la ZICO sur le marais de Mortagne-sur-Gironde



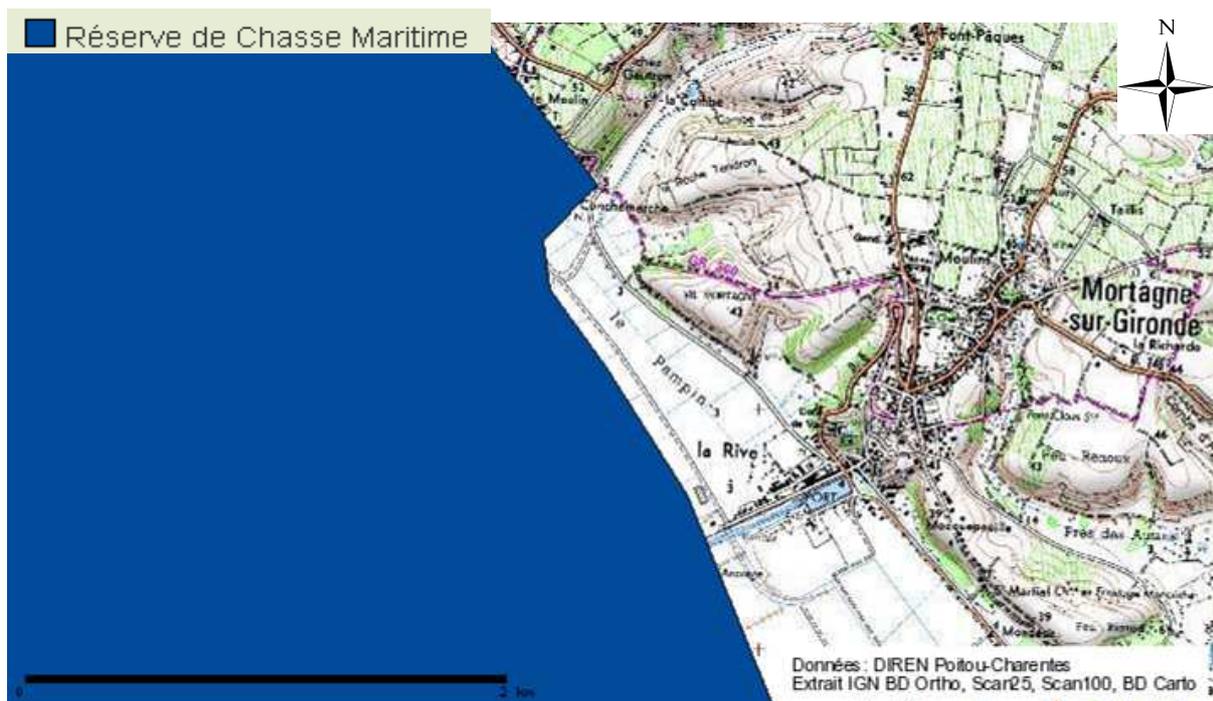
Cartographie du site inscrit sur le marais de Mortagne-sur-Gironde



Cartographie de la zone Natura 2000 Directive Habitats et Oiseaux sur le marais de Mortagne-sur-Gironde



Cartographie de la Réserve de chasse maritime sur le marais de Mortagne-sur-Gironde



Annexe 2 : Journal de bord de la campagne de pêche printemps 2009

EAUX ET TERRITOIRES: CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE N°2

JOURNAL DE BORD

1. Lundi 27 avril 2009

Départ du CEMAGREF: 8h15 – 8h30.

1.a. Arrivée sur la partie médiane du marais de Mortagne à 10h15

Météo: nuageux – pluie – vent.

Pose des pièges dans le fossé transversal, puis dans l'axe principal.

A noter: le piège posé dans le fossé transversal est positionné un peu différemment par rapport à la campagne n°1: il est posé davantage du côté « estuaire » (au-delà d'un atterrissement lié au passage d'une buse qui traverse le fossé).

3 relevés « ponctuels » avec la sonde SMP3:

- un relevé dans le fossé transversal à l'endroit du piège posé dans la campagne n°1 (fichier MORTAS1.dat site FOSSE);
- un relevé dans le fossé transversal à l'endroit du piège (fichier MORTAS2.dat, site CANAL PIEGE);
- un relevé dans l'axe principal (fichier MORTAS3.dat, site AXE PCPAL).

Fixation de la sonde SMP3 pour un relevé continu à station fixe (fichier MORTAS4.dat, site 24h).

Fin de la pose des pièges à 11h45-12h (pour plus de précision, se référer à l'heure de début du fichier).

1.b. Arrivée sur la partie amont (port) du marais de Mortagne à 12h30

Utilisation de la sonde SMP1 pour 2 relevés à 2 endroits légèrement différents:

- fichier MORTAS5.dat
- fichier MORTAS7.dat

(NB: pas de fichier MORTAS6.dat car oublié dans la numérotation)

Fin de la pose des pièges sur la station de pêche à 13h. Puis retour canoë.

1.c. Arrivée à la cale de Talmont-sur-Gironde

Évaluation des conditions de navigation sur place. Consultation de la météo à 3 jours.

Abandon de la pose des pièges à Chant Dorat.

1.d. Arrivée à Saint-Dizant-du-Gua à 15h40

Pose des deux pièges.

Pose de la sonde SMP1 à station fixe. NB: La programmation fait démarrer la sonde à 15h30 (avant sa pose).

- fichier DIZANT.dat

Arrivée au gîte à Brie-sous-Mortagne à 16h45 (équipe Mario-Alain-Thibaut).

2. Mardi 28 avril 2009

Conditions météo: temps nuageux dominant, vent fort, fortes pluies, quelques courtes éclaircies.

2.a. Arrivée sur la partie médiane du marais de Mortagne à 10h45 environ.

Relevé des pièges du fossé transversal:

- début: 11h35
- fin: 12h00

Relevé des pièges de l'axe principal:

- début: 12h05
- fin: 12h20

Retour sur berge à 12h45.

Résultats de la pêche du fossé transversal:

Observation: un ragondin dans une des nasses. Une petite anguille non récupérée.

Liza ramada	215mm(100g) / 196mm(100g) / 195mm(75g) / 135mm(25g) / 205mm(100g) / 144mm(20g) / 200mm(95g) / 177mm(90g) / 179mm(115g) / 202mm(110g) / 211mm(100g) / 224mm(110g) / 203mm(INC) / 197mm(75g) / 187mm(70g) / 182mm(60g) / 188mm(65g) / 132mm(25g) / 132mm(15g) / 229mm(130g) / 194mm(80g) / 217mm(115g) / 136mm(20g) / 140mm(30g) / 136mm(25g) / 136mm(25g) / 169mm(45g) / 185mm(70g) / 260mm(145g) / 199mm(80g) / 243mm(145g) / 210mm(95g) / 188mm(70g) / + 23 individus(900g) + 25 ind (835g) + 25 ind (1055g) + 25 ind (800g) + 25 ind (560g) + 4 ind (35g) + 40 ind (2495g) + 40 ind (1490g) + 40 ind (3250g) + 9 ind (210g) + 6 ind (INC)
Gobies sp.	32mm / 32mm / 30mm / 32mm / 29mm / 33mm / 29mm / 27mm / 29mm / 31mm / 30mm / 29mm / 30mm / 29mm / 32mm / 31mm / 33mm / 27mm / 29mm / 30mm / 32mm / 26mm / 32mm / 31mm / 35mm / 30mm / 30mm / 31mm / 26mm / 30mm / 25mm / 31mm / 25mm / 28mm / 25mm / 32mm / 34mm / 32mm / 24mm / 40mm
Dicentrarchus labrax	169mm(65g) / 87mm(5g) / 195mm(65g) / 108mm(15g) / 160mm(50g) / 80mm / 79mm / 96mm (poids des 3 derniers mesurés=20g)
Anguilla anguilla	290mm(30g) / 370mm(80g) / 305mm(60g) / 297mm(50g) / 337mm(40g) / 323mm(70g) / 310mm(50g) / 305mm(40g) / 540mm(300g) / 345mm(55g)
Platichthys flesus	176mm(65g)
Crabes verts	10 ind (150g). Une mesure indicative de céphalothorax (CT) à 46mm.
Crabe chinois	14 mm au CT
Liza aurata	105mm / 113mm / 112mm (Les 3 pesés ensemble: 35g)
Crevettes blanches	2 ind

Un échantillon de gobies et de crevettes (les 2 ind) est prélevé et formolé pour identification en laboratoire.

Résultats de la pêche de l'axe principal:

Liza ramada	194mm(90g) / 273mm(170g) / 227mm(110g) / 229mm(115g) / 205mm(90g) / 184mm(60g) / 225mm(100g) / 173mm(55g) / 225mm(120g) / 227mm(130g) / 243mm(165g) / 117mm(15g) / 134mm(30g) / 129mm(20g) / 186mm(60g) / 84mm / 156mm / 211mm / 232mm / 145mm / 155mm / 136mm
D. labrax	495mm(1675g) / 117mm(15g) / 83mm(5g) / 179mm(75g) / 93mm(10g) / 85mm(INC) / 115mm / 112mm / 92mm / 91mm / 105mm / 81mm / 91mm (les 7 derniers mesurés = 70g)

	184mm(95g) / 189mm(80g) / 553mm(2320g)
Anguilla anguilla	338mm(85g) / 430mm(130g) / 390mm(85g) / 430mm(135g) / 320mm(50g) / 338mm(80g) / 415mm(145g) / 625mm(655g) / 598mm(390g) / 292mm(50g)
Platichthys flesus	276mm(265g) / 222mm(120g) / 139mm(25g) / 154mm(35g) / 167mm(60g)
Argyrosomus regius	124mm / 196mm(65g)
Syngnathus rostellatus	146mm / 150mm
Gobies sp.	32mm / 30mm / 26mm / 41mm / 31mm
Crevettes	1 blanche; 1 grise

Un échantillon de gobies et de crevettes est prélevé et formolé pour identification en laboratoire.

Deux mulets sont prélevés pour vérification de l'espèce (1 « témoin » et 1 « douteux »).

Résultats de la pêche amont (côté port de Mortagne) [poissons récupérés par Jérémie et William puis transportés vers l'atelier d'identification et de mesure]:

Début de l'identification à 14h20.

L. ramada	135mm / 230mm / 190mm / 215mm / 214mm / 265mm / 294mm / 281mm / 234mm / 206mm / 135mm / 140mm / 149mm / 182mm / 140mm / 247mm / 230mm / 208mm / 211mm / 210mm / 235mm / 192mm / 248mm / 202mm / 146mm / 147mm / 193mm / 205mm / 205mm / 183mm / 132mm / 127mm / 150mm (poids total : 2925g) 360mm (480g) + 50 ind (3065g) + 50 ind (3990g) + 50 ind (4135g) + 50 ind (3300g) + 50 ind (4220g) + 50 ind (3055g) + 50 ind (4045g) + 46 ind (3590g) + 72 ind (2965g)
D. labrax	187mm (70g)
Anguilla anguilla	620mm(490g) / 622mm(140g) / 361mm(60g)

2.b. Arrivée à Saint Dizant à 15h40

Observations: RAS.

Ameiurus melas	150mm(50g) / 190mm(110g) / 191mm(100g) / 171mm(85g) / 205mm(130g) / 220mm(130g) / 206mm(130g) / 216mm(165g) / 198mm(125g) / 181mm(65g) / 173mm(60g) / 155mm(55g) / 175mm(85g) / 167mm(70g) / 178mm(75g) / 190mm(100g) / 145mm(45g) / 180mm(100g) / 175mm(85g) / 165mm(70g)
Grémille	88mm(20g)
Anguilla anguilla	650mm(510g) / 805mm(1105g) / 560mm(310g) / 455mm(185g)
Procambarus clarkii	90mm LT (45 mm longueur du CT)

Fin de l'identification à 16h34.

3. Mercredi 29 avril 2009

Conditions météo: temps plutôt ensoleillé avec quelques nuages, vent assez soutenu.

3.a. Arrivée sur la partie amont du marais de Mortagne (côté port) à 10h40 environ

Départ du canoë de la berge à 10h50. Retour sur la berge à 11h55.

Résultats de la pêche du marais amont

Observation: lors du relevé des pièges, 1 mulot et 1 grosse anguille (>500mm) se sont échappés.

Liza ramada	212mm(105g) / 230mm(135g) / 252mm(185g) / 197mm(100g) / 250mm(200g) / 146mm(55g) / 207mm(120g) / 249mm(150g) / 265mm(190g) / 184mm (65g) / 201mm(70g) / 184mm(85g) / 134mm(20g) / 205mm(90g) / 236mm(150g) / 192mm(80g) / 171mm(55g) / 208mm(110g) / 200mm(85g) / 207mm(90g) / 234mm(95g) / 195mm(75g) / 157mm (40g) / 191mm(75g) / 253mm(175g) / 255mm(135g) / 156mm(65g) / 139mm(40g) / 196mm(100g) / 190mm(80g) / 197mm(75g) / 408mm(810g) / 156mm(45g) / 185mm(70g) / 213mm(100g) / 210mm(80g) + 50 ind (2720g) + 50 ind (3645g) + 50 ind (2800g) + 50 ind (4145g) + 50 ind (3570g) + 50 ind (2835g) + 50 ind (2630g) + 50 ind (3295g) + 50 ind (2250g) + 43 ind (1795g)
Bar franc	216mm (90g)
Anguilla anguilla	640mm (520g)

3.b. Arrivée sur la partie médiane du marais de Mortagne à 12h45

Relevé des pièges du fossé transversal:

- début: 13h05
- fin: 13h25

Relevé des pièges de l'axe transversal:

- début: 13h30
- fin: 13h35-13h40

Résultats de la pêche du fossé transversal:

Observation: un ragondin dans une des nasses.

Liza ramada	240mm(140g) / 213mm(85g) / 150mm(30g) / 125mm (25g) / 126mm(25g) / 135mm(35g) / 136mm(40g) / 162mm(60g) / 190mm(80g) / 184mm(60g) / 168mm(35g) / 130mm(30g) / 150mm(40g) / 141mm(20g) / 225mm(130g) / 204mm(70g) / 123mm(20g) / 132mm(20g) / 235mm(140g) / 272mm(215g) / 355mm(510g) / 133mm(20g) / 195mm(75g) / 127mm(25g) / 84mm(10g) / 141mm(35g) / 200mm(85g) / 181mm(75g) / 183mm(80g) / 194mm(85g) / 218mm(125g) + 16 ind (765g)
Liza aurata	104mm(10g)
Crabes verts	Longueurs du CT: 40mm / 40mm / 26mm / 35mm / 25mm / 30mm / 41mm / 59mm / 51mm / 55mm / 34mm / 36mm / 30mm / 50mm / 42mm / 27mm / 32mm / 29mm / 29mm / 25mm (poids total= 80g + 220g)
Anguilla anguilla	290mm(60g) / 380mm(90g) / 300mm(50g) / 514mm(310g) / 265mm(INC) / 265mm(40g)
D. labrax	173mm(65g) / 190mm(85g) / 173mm(65g)
Gobies sp.	25mm / 28mm / 25mm / 23mm / 30mm / 31mm / 28mm / 29mm / 34mm / 31mm / 28mm / 25mm / 31mm / 25mm / 31mm / 26mm / 27mm / 30mm / 29mm / 30mm / 27mm / 32mm / 35mm / 30mm / 30mm / 31mm / 29mm / 30mm / 28mm / 25 mm / 22mm / 25mm

Les gobies ont été prélevés et formolés.

Résultats de la pêche de l'axe principal:

Liza ramada	380mm(635g) / 169mm(55g) / 191mm(75g) / 224mm(115g) / 186mm(70g) / 258mm(190g) / 191mm(85g) / 234mm (150g) / 241mm(185g) / 212mm(135g) / 133mm(50g) / 169mm(70g) / 189mm(90g) / 220mm(135g) / 237mm(170g) / 150mm(55g) / 149mm(65g) / 80mm(5g) / 137mm(60g) / 146mm(55g) / 288mm(255g) / 190mm(80g) / 166mm(60g) / 200mm(90g) / 150mm(40g) / 252mm(135g) / 144mm(40g) / 190mm(85g) / 130mm(30g) / 135mm(30g) + 10 ind (390g)
D. labrax (bar franc)	159mm(65g) / 223mm(40g) / 167mm(55g) / 186mm(75g) / 162mm(40g) / 126mm(15g) / 83mm / 91mm / 85mm / 89mm / 83mm / 103mm (les 6 derniers bars mesurés pèsent 50g)
P. flesus	225mm(130g) / 315mm(355g) / 190mm
Crabes verts	Longueur du CT: 35mm / 35mm
Anguilla anguilla	510mm(230g) [NB: tache jaune sous le menton] / 485mm(225g) / 490mm(255g) / 360mm(90g) / 555mm(260g) / 350mm(95g) / 305mm(65g) / 300mm(50g)

Récupération de la sonde SMP3. Le fichier créé pour le stockage des mesures ne contient aucune donnée.

3.c. Arrivée à Saint Dizant à 15h35

Début de la pêche à 15h35.

Fin de la pêche à 16h.

Résultats de la pêche

Observation: le contenu d'une nasse (sur les 4 au total) a été perdu.

Perche soleil	126mm (60g)
Ameiurus melas	185mm(100g) / 209mm(165g) / 166mm(90g) / 164mm(105g) / 168mm(65g) / 149mm(55g) / 154mm(60g)
Procambarus clarkii	88mm LT (44mm L du CT)
Anguilla anguilla	330mm(65g) / 560mm(315g) / 321mm(55g)

Récupération de la sonde SMP1 (15h50 environ).

EAUX ET TERRITOIRES: CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE N°2B

JOURNAL DE BORD

1. Mercredi 27 mai 2009

1.a. Arrivée sur la baie de Chant Dorat à 15h35-15h40.

Départ depuis bord de route vers station de pêche à 15h55.

Arrivée à 16h13 sur place (station de pêche).

Fin de la pose des 4 pièges (verveux) à 16h38.

Programmation de la sonde SMP2: création du fichier DORAT090.dat (NB: la sonde a un décalage d'une heure).

Départ de la station de pêche à 17h03.

1.b. Arrivée sur le marais de Mortagne-sur-Gironde (partie médiane).

Pose de la sonde SMP3 dans le fossé transversal (programmation: début à 18h). Création du fichier MORTA090.dat.

Retour sur berge à 18h04.

1.c. Arrivée sur la baie de Chant Dorat à 23h30.

Arrivée sur la station de pêche à 23h50.

Fin du relevé des pièges et début de la biométrie à 0h15.

Résultats de la pêche:

Dicentrarchus labrax:	116mm (INC) / 99mm (INC) / 111mm (25g) / 152mm (INC) / 175 mm (70g) / 110mm (15g) / 215mm (130g) / 128mm (INC) / 121 mm (INC) / 189mm (100g) / 85mm (15g) / 215mm (140g) / 289mm (280g) / 354mm (550g) / 183mm (70g) / 271mm (260g) / 301mm (325g) / 175mm (65g) / 285mm (295g) / 195mm (100g) / 110mm (INC)
Liza ramada:	396mm (720g) / 219mm (100g) / 257mm (140g) / 230mm (180g) / 253mm (135g) / 241mm (110g)
Solea solea:	171mm (45g) / 180mm (55g) / 171mm (45g) / 220mm (95g) / 162mm (35g) / 190mm (65g) / 170mm (40g) / 175mm (45g) / 252mm (135g) / 222mm (95g) / 169mm (30g) / 157mm (30g) / 200mm (55g) / 177mm (55g) / 137mm (30g) / 162mm (40g) / 188mm (50g) / 214mm (85g) / 221mm (100g) / 220mm (95g) / 242mm (135g) / 179mm (60g) / 137mm (30g) / 167mm (55g) / 168mm (55g) / 175mm (45g) / 185mm (75g) / 120mm (15g) / 152mm (20g) / 205mm (75g)
Platichthys flesus:	232mm (180g) / 176mm (55g) / 230mm (160g) / 149mm (40g) / 188mm (75g) / 149mm (45g)
Anguilla anguilla:	383mm (95g) / 366mm (100g) / 450mm (195g) / 431mm (140g) / 455mm (205g) / 396mm (135g) / 555mm (335g) / 475mm (175g) / 375mm (70g) / 332mm (55g) / 290mm (45g) / 305mm (50g) / 392mm (110g) / 302mm (40g) / 451mm (150g) / 337mm (65g) / 298mm (45g) / 295mm (50g)
Crabe vert:	46mm / 46mm / 40mm / 40mm
Crabe chinois:	55mm (60g) / 40mm / 30mm

Retour sur la berge à 1h23.

2. Jeudi 28 mai 2009

2.a. Arrivée sur baie de Chant Dorat.

Départ de la berge à 11h55.

Arrivée sur la station de pêche à 12h05.

Fin du relevé des pièges à 12h40.

Résultats de la pêche :

Chelon labrosus:	374mm (600g)
Dicentrarchus labrax:	184mm (INC) / 107mm (INC) / 131mm (45g) / 111mm (5g) / 111mm (INC) / 111mm (5g) / 111mm (5g) / 89mm / 124mm (10g) / 170mm (25g) / 117mm (INC) / 116mm
Liza ramada:	210mm (25g)
Platichthys flesus:	196mm (135g) / 158mm (90g) / 95mm / 159mm (35g) / 102mm (10g) / 161mm (40g) / 146mm (35g) / 119mm (INC) / 107mm (10g) / 134mm (20g)
Solea solea:	170mm (40g) / 159mm (30g) / 251mm (145g) / 165mm (30g) / 150mm (INC) / 179mm (55g) / 130mm (INC) / 175mm (20g) / 180mm (50g)
Solea senegalensis:	158mm (40g) / 216mm (50g) / 155mm / 206mm (105g) / 159mm / 241mm (140g) / 185mm (50g) / 181mm (50g) / 158mm (30g) / 130mm / 176mm (30g) / 173mm (50g) / 183mm (60g) / 174mm (55g) / 157mm (35g) / 178mm (50g) / 155mm / 218mm (100g) / 150mm (20g) / 144mm (25g) / 115mm / 180mm (50g) / 113mm / 166mm (15g) / 151mm (INC) / 150mm (25g) / 175mm (55g) / 191mm (80g) / 169mm (45g) / 150mm (30g) + 2 individus
Anguilla anguilla:	520mm (230g) / 506mm (210g) / 406mm (90g) / 620mm (430g) / 555mm (300g) / 460mm (180g) / 460mm (190g) / 435mm (140g) / 575mm (405g) / 428mm (140g) / 552mm (305g) / 325mm (55g) / 456mm (150g) / 480mm (190g) / 383mm (90g) / 621mm (415g) / 400mm (145g) / 430mm (165g) / 365mm (100g) / 410mm (135g) / 345mm (85g) / 335mm (80g) / 348mm (100g).
Crabe vert (longueur du CT):	50mm / 45mm
Crabe chinois:	40mm
Conger conger:	980mm (1750g)

Fin de la biométrie à 13h40.

2.b. Arrivée sur la baie de Chant Dorat.

Départ de la berge à 23h55.

Arrivée sur station de pêche ; attente (30-45 min) puis relevé des pièges.

Important: des problèmes de cohérence apparaissent sur les masses (difficultés de tarage et d'utilisation des pesons), en particulier pour les soles.

Conditions météo: vent assez fort.

Résultats de la pêche:

Liza ramada :	235mm (130g) / 254mm (160g)
Solea solea:	166mm (40g) / 207mm (75g) / 246mm (150g) / 222mm (85g) / 167mm (60g) / 180mm (45g) / 197mm (70g) / 225mm (80g) / 181mm (45g) / 136mm / 180mm (50g) / 181mm (55g) / 123mm (15g) / 150mm (45g) / 137mm / 177mm (50g) / 180mm (INC) / 160mm (60g) / 176mm (45g) /

	165mm (25g) / 145mm / 200mm (70g) / 123mm (15g) / 115mm / 130mm
Dicentrarchus labrax:	204mm (100g) / 182mm (60g) / 112mm (15g) / 94mm (10g) / 107mm / 110mm / 157mm (80g) / 105mm / 99mm / 186mm (70g) / 110mm / 106mm / 110mm
Solea senegalensis:	290mm (190g) / 162mm (60g) / 179mm (50g) / 170mm (40g) / 112mm / 131mm / 145mm (25g) / 185mm (60g) / 122mm / 143mm (25g) / 130mm (15g) / 178mm (35g) / 178mm (55g) / 188mm (55g) / 125mm
Platichthys flesus:	240mm (185g) / 166mm (75g) / 174mm (70g) / 199mm (100g) / 212mm (110g) / 270mm (160g) / 155mm (40g) / 177mm (45g) / 120mm / 185mm (70g) / 165mm (50g) / 107mm
Crabe vert:	51mm / 55mm / 55mm / 53mm / 35mm / 60mm / 50mm / 45mm / 40mm
Crabe chinois:	55mm / 40mm
Anguilla anguilla :	560mm (225g) / 520mm (240g) / 471mm (205g) / 400mm (105g) / 330mm (60g) / 365mm (105g) / 372mm (100g) / 396mm (110g) / 365mm (60g) / 332mm (75g) / 380mm (95g) / 360mm (90g) / 277mm (45g) / 367mm (100g) / 377mm (100g) + 2 individus (1 échappé lors de la récupération dans les pièges, 1 échappé lors des mesures)

Récupération de la sonde SMP2 posée en autonome.

Départ de la station de pêche à 1h50.

3. **Vendredi 25 mai 2009**

3.a. **Arrivée sur la station de pêche à 12h50 (baie de Chant Dorat).**

Fin de relevé et de l'enlèvement des pièges à 13h20.

Météo: soleil, ciel bleu, vent assez fort. Quelques petites vagues sur la vasière.

Renoncement à l'utilisation des pesons au cours des mesures (cause: vent).

Résultats de la pêche:

Dicentrarchus labrax:	318mm (415g) / 176mm (75g) / 125mm / 115mm / 120mm / 92mm / 92mm / 106mm / 115mm + 1 individu
Crabe vert:	55mm / 55mm / 55mm / 50mm / 40mm / 55mm / 35mm / 50mm + 1 individu
Crabe chinois:	52mm / 38mm
Platichthys flesus:	305mm (350g) / 157mm / 224mm (100g) / 166mm / 211mm / 171mm / 208mm / 195mm / 185mm / 125mm / 172mm / 173mm / 137mm / 149mm / 109mm
Argyrosomus regius:	341mm (365g)
Solea senegalensis:	236mm / 158mm / 186mm / 143mm / 170mm / 159mm / 210mm / 140mm / 166mm / 197mm / 185mm / 143mm / 146mm / 166mm / 229mm / 181mm / 145mm / 132mm / 162mm / 222mm / 152mm / 181mm / 217mm / 139mm / 116mm / 170mm / 124mm / 183mm / 188mm / 173mm / 169mm / 137mm / 197mm / 183mm / 160mm / 175mm / 205mm / 151mm / 151mm / 164mm / 154mm / 190mm / 160mm / 168mm / 196mm / 174mm / 139mm / 116mm / 173mm / 151mm / 124mm / 170mm / 188mm / 155mm / 174mm / 120mm / 164mm
Solea solea:	228mm / 209mm / 173mm / 170mm / 138mm / 209mm / 229mm / 140mm / 173mm / 146mm / 183mm / 138mm
Solea sp:	206mm / 172mm
Anguilla Anguilla:	312mm / 363mm / 410mm / 600mm / 326mm / 318mm / 466mm / 365mm / 305mm

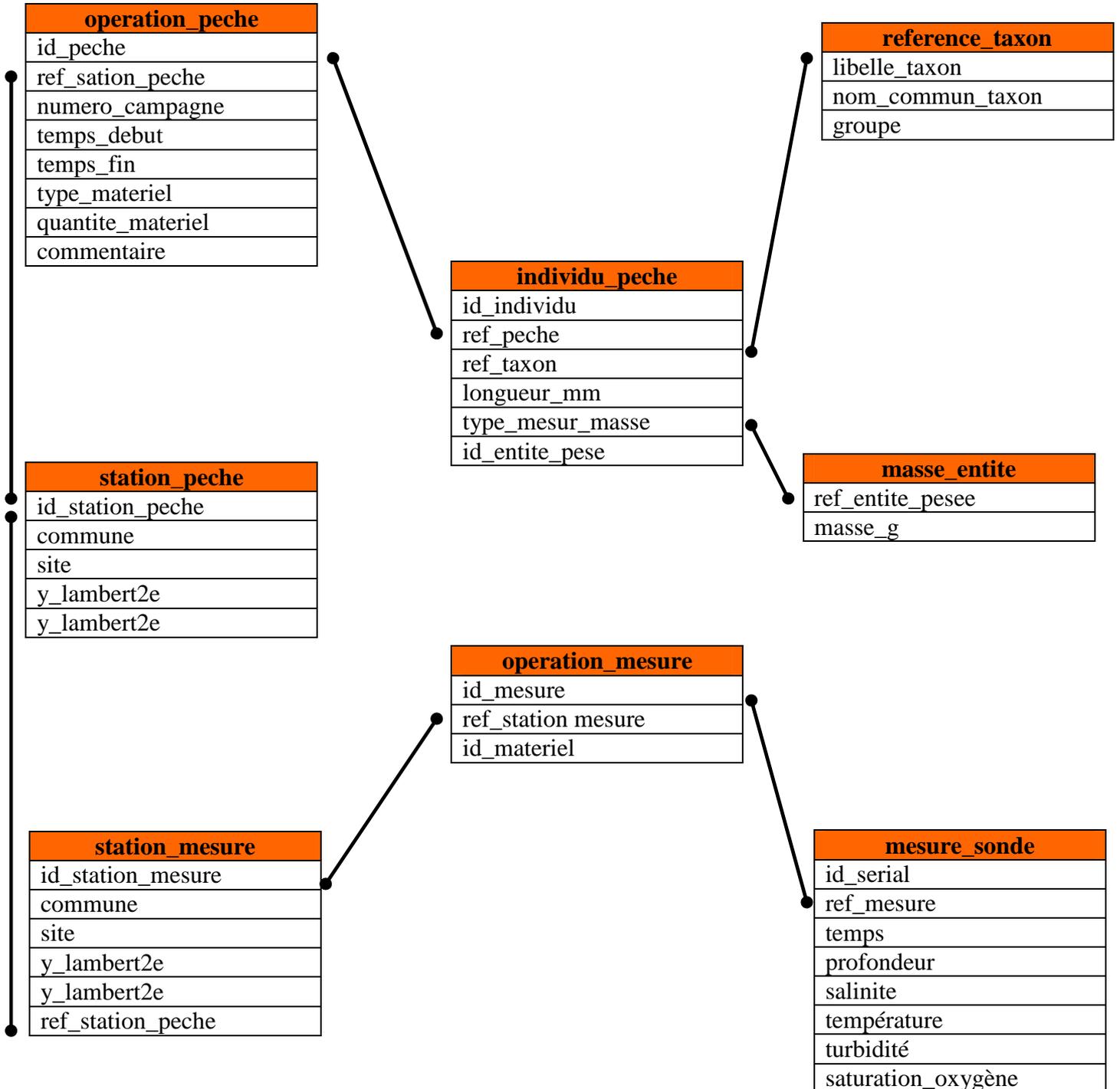
Fin de la biométrie à 14h05.

Départ pour le marais de Mortagne.

3.b. **Arrivée sur le marais de Mortagne (partie médiane)**

Récupération de la sonde SMP3. Retour sur la berge avec la sonde à 15h20.

Annexe 3 : Architecture de la base de données sous PostgreSQL 8.2



Annexe 4 : Tableau récapitulatif des tailles de maturité sexuelle des taxons recensés

Espèce	Taille de maturité sexuelle moyenne	Source
<i>Ameiurus melas</i>	175 mm	Quéro & Vayne, 1997
<i>Anguilla anguilla</i>	450 mm	Adam, 2008
<i>Argyrosomus regius</i>	800 mm	www.fishbase.org
<i>Chelon labrosus</i>	275 mm	Gautier & Hussenot, 2005
<i>Ciliata mustela</i>	120 mm	www.fishbase.org
<i>Conger conger</i>	1280 mm	www.fishbase.org
<i>Dicentrarchus labrax</i>	350 mm	Quéro & Vayne, 1997
<i>Engraulis encrasicolus</i>	110 mm	www.fishbase.org
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	99 mm	Quéro & Vayne, 1997
<i>Lepomis gibbosus</i>	90 mm	Quéro & Vayne, 1997
<i>Liza aurata</i>	300 mm	Gautier & Hussenot, 2005
<i>Liza ramado</i>	255 mm	Gautier & Hussenot, 2005
<i>Platichthys flesus</i>	275 mm	www.fishbase.org
<i>Pomatoschistus microps</i>	27 mm	www.fishbase.org
<i>Pomatoschistus minutus</i>	29 mm	www.fishbase.org
<i>Solea senegalensis</i>	300 mm	www.fishbase.org
<i>Solea solea</i>	275 mm	Quéro & Vayne, 1997
<i>Sprattus sprattus</i>	90 mm	www.fishbase.org
<i>Syngnathus rostellatus</i>	100 mm	www.fishbase.org

Annexe 5 : Les guildes fonctionnelles selon Franco et al., 2008

The following appendix accompanies the article

Life strategies of fishes in European estuaries: the functional guild approach

Anita Franco^{1,*}, Michael Elliott², Piero Franzoi¹, Patrizia Torricelli¹

¹Department of Environmental Sciences, University of Venice, Castello 2737/b, 30122 Venice, Italy

²Institute of Estuarine & Coastal Studies, University of Hull, Hull HU6 7RX, UK

Email: afranco@unive.it

Marine Ecology Progress Series 354:219–228 (2008)

Appendix 1

Table A1. Estuarine use functional group (EUPFG) categories, their main characteristics and previous categorisations (synonyms) according to literature (original sources and later uses or modifications) (modified from Elliott et al. 2007). 1: Day et al. (1981) (temperate and tropical estuaries); 2: Elliott et al. (1990) (Forth, UK); 3: Potter et al. (1990) (temperate Western Australia & Southern Africa estuaries); 4: Whitfield (1994) (South African estuaries); 5: Elliott & Dewailly (1995) (European estuaries, Atlantic seaboard); 6: Thiel et al. (1995) (Elbe, Germany); 7: Marshall & Elliott (1996) (Humber, UK); 8: Blaber (1997) (tropical estuaries); 9: Mariani (2001) (Fogliano & Caprolace, Italy); 10: Thiel & Potter (2001) (Elbe estuary, Germany); 11: Blaber (2002) (tropical estuaries); 12: Elliott & Hemingway (2002) (European estuaries); 13: Lobry et al. (2003) (Gironde, France); 14: Nordlie (2003) (estuarine saltmarshes, eastern North America); 15: Thiel et al. (2003) (Tagus, Portugal, and Elbe, Germany); 16: McLusky & Elliott (2004) (estuarine ecosystem); 17: Able (2005) (re-examination of estuarine dependence); 18: Akin et al. (2005) (Koycegiz, Turkey); 19: Maes et al. (2005) (Scheldt, Netherlands); 20: Pombo et al. (2005) (Ria de Aveiro, Portugal); 21: Elliott et al. (2007) (guild revision for worldwide application). See main article 'Literature cited' for full details of citations here

ESTUARINE SPECIES, ES:

May breed in the estuary; highly euryhaline species, able to move throughout the full length of the estuary

Including	Species spawning only in estuaries, where they complete their life cycle Species with a marine larval dispersal phase, and postlarval stages and early juveniles returning to estuary to complete their life cycle Species showing regular movements between the estuary and adjacent aquatic habitats Species also represented by discrete marine populations
Synonyms	Truly estuarine resident (2), (5), (6), (7), (12), (13), (16), (20); solely estuarine, estuarine & marine (3), (10), (15), (19); estuarine residents, estuarine migrants (9), (18), (21); estuarine species (1), (4), (8), (11), (17), (18); permanent residents (14); euryhaline freshwater species (4), (17)

MARINE MIGRANTS, MM:

Spawn at sea and regularly enter estuaries in large numbers; highly euryhaline species, able to move throughout the full length of the estuary

Including	Marine species using estuaries as nursery grounds (entering as juveniles, staying there until the sub-adult stage is attained, then migrating seawards), either opportunistically or being dependent on estuarine nurseries (main representatives of the group) Species spending much of their life within estuaries, either using them as nursery and visiting them regularly at adult stages Species paying seasonal visits only at adult and sub-adult life stages
Synonyms	Marine seasonal migrant, marine juvenile migrant (2), (5), (6), (7), (12), (13), (16), (20); marine estuarine-opportunists (3), (10), (15), (19); marine migrants (1), (8), (9), (11), (17), (18), (21); marine nursery (14); euryhaline marine species (4), (17); marine estuarine-opportunists, marine estuarine-dependent (21)

MARINE STRAGGLERS, MS:

Spawn at sea; usually associated to coastal marine waters, enter estuaries accidentally in low numbers; predominantly stenohaline species, occur most frequently in the estuary lower reaches

Synonyms	Marine adventitious visitors (2), (5), (6), (7), (12), (13), (16), (20); marine stragglers or adventitious visitors (3), (10), (15), (19); marine stragglers (9), (18), (21); marine transient (14), (17); marine species (4)
-----------------	---

FRESHWATER SPECIES, F:

Spawn in freshwaters

Including	Species entering regularly into estuaries, in moderate numbers, moving varying distances down estuaries Species entering accidentally into estuaries, in low numbers, and restricted to low-salinity, upper reaches of estuaries and to periods of heavy freshwater flooding
Synonyms	Freshwater adventitious (2), (5), (6), (7), (12), (13), (16), (20); freshwater (3), (10), (15), (19); freshwater stragglers (9), (18), (21); freshwater migrants (1), (4), (8), (11), (17), (18), (21)

Appendix 1 (continued)

Table A1. (continued)

ANADROMOUS SPECIES, A:	
Live in the sea but regularly use estuaries as pathways of migration to freshwaters, where they reproduce	
Including	Species whose spawning run from the sea extends as far as the upper estuary, rather than going into freshwater Species migrating from the sea to freshwater and in which the migration is not related to reproduction Species (or a part of their populations) which may spend part of their life in estuaries
Synonyms	Diadromous migrant (2), (5), (6), (7), (12), (13), (16), (20); anadromous, semi-anadromous (3), (10), (15), (19); anadromous (1), (4), (8), (9), (11), (17), (18), (21); diadromous (14); semi-anadromous, amphidromous (21)
CATADROMOUS SPECIES, C:	
Live in freshwater but regularly use estuaries as pathways of migration to the sea, where they reproduce	
Including	Species whose spawning run is only to estuarine areas rather than the marine environment Species migrating to the sea from freshwater and in which the migration is not related to reproduction Species (or a part of their populations) which may spend part of their life in estuaries
Synonyms	Diadromous migrant (2), (5), (6), (7), (12), (13), (16), (20); catadromous (3), (10), (15), (19); obligate catadromous (4); catadromous (1), (4), (8), (9), (11), (17), (18), (21); diadromous (14); semi-catadromous, amphidromous (21)

Table A2. Feeding mode functional group (FMFG) categories, their main characteristics and previous categorisations (synonyms) according to literature (original sources and later uses or modifications) (modified from Elliott et al. 2007). 1: Elliott & Dewailly (1995) (European estuaries, Atlantic seaboard); 2: Blaber (1997) (subtropical & tropical fishes); 3: Wootton (1999) (teleost fishes); 4: Elliott & Hemingway (2002) (European estuaries); 5: Horn & Ferry-Graham (2006) (California marine fishes); 6: Elliott et al. (2007) (guild revision for worldwide application). See main article 'Literature cited' for full details of citations here

MICROBENTHIVORES, Bmi:	
Feed mainly on benthic, epibenthic and hyperbenthic fauna, with prey size <1 cm	
Synonyms	Benthic invertebrate feeders (5); invertebrate feeders (1); bed feeders, hyperbenthos feeders (4); benthophagous, hyperbenthophagous (6); meiofauna feeders (2);, benthivores (3)
MACROBENTHIVORES, BMa:	
Feed mainly on benthic, epibenthic and hyperbenthic fauna, with prey size >1 cm	
Synonyms	Benthic invertebrate feeders (5); invertebrate feeders (1); bed feeders, hyperbenthos feeders (4); benthophagous, hyperbenthophagous (6); macrobenthos feeders (2); benthivores (3)
PLANKTIVORES, PL:	
Feed predominantly on zooplankton and occasionally on phytoplankton in the water column, mainly by filter feeding.	
Synonyms	Zooplankton feeders (5); plankton feeders (1), (2); zooplanktonic feeders, phytoplanktonic feeders (4); planktivorous (6); zooplanktivores, phytoplanktivores (3)
HYPERBENTHIVORES/ZOOPLANKTIVORES, HZ:	
Feed just over the bottom, predominantly either on smaller mobile invertebrates living over the bottom and zooplankton; different feeding strategies for prey capture (ram, suction, or manipulation)	
Synonyms	Zooplankton feeders, benthic invertebrate feeders (5); carnivorous (1); zooplanktonic feeders, hyperbenthos feeders (4); planktivorous, hyperbenthophagous (6); plankton feeders (2)
HYPERBENTHIVORES/PISCIVORES, HP:	
Feed just over the bottom, predominantly either on larger mobile invertebrates living over the bottom and fish; different feeding strategies for prey capture (ram, suction; or manipulation)	
Synonyms	Fish feeders (5); hyperbenthos feeders, piscivorous (4); hyperbenthophagous, piscivorous (6); carnivorous (1); piscivorous (2); benthivores, piscivores (3)
DETRITIVORES, DV:	
Feed on all the small organisms in or on the surface layer of the substratum (e.g. benthic algae such as diatoms, microfauna including Foraminifera and Flagellata, and to a lesser extent smaller meiofauna) and associated organic matter (usually of plant origin); ingest relatively large volumes of sand or mud (by suction mechanisms), digest the food material and pass out the inorganic particles	
Synonyms	Detritivores (3), (5); detritivores and scavengers (4); detritivorous (6); iliophagous (2)

Appendix 1 (continued)

Table A2. (continued)

HERBIVORES, HV:

Graze predominantly on living macroalgal and macrophyte material

Synonyms Herbivores (5); herbivorous (2), (4), (6); grazers, browsers (3)

OMNIVORES, OV:

Ingest both plant and animal material by feeding mainly on macrophytes, periphyton, epifauna and filamentous algae

Synonyms Omnivores (3), (5); partly carnivorous, partly herbivorous (1); omnivorous (1), (6); partial herbivores (2)

Table A3. Reproductive mode functional groups (RMFG) categories, their main characteristics and previous categorisations (synonyms) according to literature (original sources and later uses or modifications) (modified from Elliott et al. 2007). 1: Elliott & Dewailly (1995) (European estuaries, Atlantic seaboard); 2: Wootton (1999) (teleost fishes); 3: DeMartini & Sikkil (2006) (California marine fishes); 4: Elliott et al. (2007) (guild revision for worldwide application). See main article 'Literature cited' for full details of citations here

VIVIPAROUS, V:

Internal fertilisation and live-bearing of young with a broad range of provisioning post-fertilisation, from no (strictly lecithotrophic viviparity, with live-bearing of young provisioned entirely by ovum yolk) to extensive provisioning beyond the nutrition provided by ovum yolk (matrotrophic viviparity)

Synonyms Viviparous, ovoviviparous (1), (3), (4); internal bearers (2)

OVIPAROUS:

Lecithotrophic maternal provisioning (limited to the yolking of ovarian oocytes prior to fertilisation) and external fertilisation; zygotes developing outside the maternal environment and independent of further energetic investment by either parent

Further distinguished in:

Oviparous with PELAGIC EGGS, Op:

Buoyant, pelagic eggs

Synonyms Oviparous, pelagic eggs (1), (4); non-guarders, open substrate spawners, pelagic spawners (2)

Oviparous with BENTHIC EGGS, Ob:

Demersal eggs settling on the substratum

Synonyms Oviparous, benthic eggs (1), (4); non-guarders, open substrate spawners, benthic spawners (2)

Oviparous with ADHESIVE EGGS, Ov:

Demersal eggs, adhesive and attached to substrata and/or vegetation

Synonyms Oviparous, adhesive eggs (1), (4); non-guarders, open substrate spawners, benthic spawners, brood hiders (2)

OVIPAROUS GUARDERS, Og:

Post-fertilisation parental care of eggs by guarding them externally, e.g. in a nest, where they develop into a post-larva or juvenile before being released into the surrounding waters

Synonyms Oviparous, guarders (1), (4); guarders, substrate choosers, nest spawners (2)

OVIPAROUS SHELTERERS, Os:

Post-fertilisation parental care of eggs by sheltering them in a part of their body (e.g. mouth, brood pouch) where they develop into a post-larva or juvenile before being released into the surrounding waters

Synonyms Oviparous, sheltered eggs (1), (4); external bearers (2)

Appendix 1 (continued)

Table A4. Fish species in European transitional environments. The functional groups and the frequency (freq.) of occurrence in the study sites (see Tables A1 to A3 for explanation of abbreviations)

Species	EUFG	FMFG	RMFG	Freq.	Species	EUFG	FMFG	RMFG	Freq.
1 <i>Abramis brama</i>	F			0.32	59 <i>Cobitis taenia</i>	F			0.16
2 <i>Acipenser sturio</i>	A			0.11	60 <i>Conger conger</i>	MS			0.32
3 <i>Agonus cataphractus</i>	ES,MS	Bmi, BMa	Ov	0.26	61 <i>Coregonus albula</i>	F			0.05
4 <i>Aidablennius sphyinx</i>	MS			0.03	62 <i>Coregonus lavaretus</i>	ES	HZ	Ob	0.05
5 <i>Alburnus alburnus</i>	F			0.32	63 <i>Coregonus oxyrinchus</i>	ES	HZ	Ob	0.05
6 <i>Alburnus chalcoides</i>	F			0.03	64 <i>Coris julis</i>	MS			0.08
7 <i>Alosa alosa</i>	A			0.18	65 <i>Cottus gobio</i>	F			0.13
8 <i>Alosa fallax</i>	A			0.58	66 <i>Crystallogobius linearis</i>	MS			0.03
9 <i>Ameiurus melas</i>	F			0.05	67 <i>Ctenolabrus rupestris</i>	MS			0.16
10 <i>Ammodytes marinus</i>	MS			0.05	68 <i>Ctenopharyngodon idella</i>	F			0.03
11 <i>Ammodytes tobianus</i>	ES,MS	PL	Ob	0.45	69 <i>Cyclopterus lumpus</i>	MM,MS	HZ	Og	0.32
12 <i>Anarhichas lupus</i>	MS			0.03	70 <i>Cyprinus carpio</i>	F			0.42
13 <i>Anguilla anguilla</i>	C			0.87	71 <i>Dactylopterus volitans</i>	MS			0.03
14 <i>Aphanius fasciatus</i>	ES	OV	Ov	0.21	72 <i>Dasyatis pastinaca</i>	MM,MS	BMa	W	0.13
15 <i>Aphanius iberus</i>	ES	Bmi	Ov	0.03	73 <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	MS			0.03
16 <i>Aphia minuta</i>	ES,MM	PL	Ov	0.29	74 <i>Dentex dentex</i>	MS			0.03
17 <i>Argyrosomus regius</i>	MS			0.11	75 <i>Dentex gibbosus</i>	MM	HZ,HP	Op	0.03
18 <i>Arnoglossus imperialis</i>	MS			0.03	76 <i>Dicentrarchus labrax</i>	MM	HZ,HP	Op	0.79
19 <i>Arnoglossus laterna</i>	MS			0.16	77 <i>Dicentrarchus punctatus</i>	MM	HZ,HP	Op	0.13
20 <i>Aspius aspius</i>	F			0.05	78 <i>Dicologlossa cuneata</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.16
21 <i>Atherina boyeri</i>	ES	HZ	Ov	0.45	79 <i>Diplecogaster bimaculata</i>	ES	Bmi	Og	0.03
22 <i>Atherina hepsetus</i>	MS			0.08	80 <i>Diplodus annularis</i>	MM,MS	OV	Ob	0.39
23 <i>Atherina presbyter</i>	MM	PL	Ov	0.39	81 <i>Diplodus bellottii</i>	MM	OV	Ob	0.05
24 <i>Atherina spp.</i>	ES	PL,HZ	Ov	0.03	82 <i>Diplodus cervinus</i>	MM	OV	Ob	0.03
25 <i>Balistes capricus</i>	MS			0.11	83 <i>Diplodus puntazzo</i>	MM,MS	OV	Ob	0.16
26 <i>Ballerus ballerus</i>	F			0.05	84 <i>Diplodus sargus</i>	MM,MS	OV	Ob	0.42
27 <i>Barbatula barbatula</i>	F			0.05	85 <i>Diplodus vulgaris</i>	MM,MS	OV	Ob	0.32
28 <i>Barbus barbus</i>	F			0.16	86 <i>Dipturus batis</i>	MS			0.05
29 <i>Barbus bocagei</i>	F			0.05	87 <i>Echüchthys vipera</i>	MS			0.29
30 <i>Barbus plebejus</i>	F			0.05	88 <i>Economidichthys pygmaeus</i>	F			0.03
31 <i>Bathyraja brachyrops</i>	MS			0.08	89 <i>Enchelyopus cimbrius</i>	MS			0.05
32 <i>Belone belone</i>	MM,MS	HP	Ov	0.58	90 <i>Engraulis encrasicolus</i>	MM,MS	PL	Op	0.63
33 <i>Blennius ocellaris</i>	MS			0.03	91 <i>Entelurus aequoreus</i>	MS			0.16
34 <i>Blicca bjoerkna</i>	F			0.24	92 <i>Epinephelus aeneus</i>	MS			0.03
35 <i>Boops boops</i>	MS			0.24	93 <i>Esox lucius</i>	F			0.29
36 <i>Bothus podas</i>	MS			0.08	94 <i>Eutrigla gurnardus</i>	MM,MS	Bmi, BMa,HP	Op	0.29
37 <i>Buglossidium luteum</i>	MS			0.24	95 <i>Fundulus heteroclitus</i>	ES	OV	Ov	0.05
38 <i>Callionymus lyra</i>	MS			0.39	96 <i>Gadus morhua</i>	MM	HZ,HP	Op	0.45
39 <i>Callionymus maculatus</i>	MS			0.11	97 <i>Gaidropsarus mediterraneus</i>	MS			0.08
40 <i>Callionymus pusillus</i>	MS			0.03	98 <i>Gaidropsarus vulgaris</i>	MS			0.08
41 <i>Callionymus reticulatus</i>	MS			0.05	99 <i>Galeorhinus galeus</i>	MS			0.08
42 <i>Callionymus risso</i>	MS			0.08	100 <i>Gambusia affinis</i>	ES,F	OV	V	0.34
43 <i>Capoeta capoeta bergamae</i>	F			0.03	101 <i>Gasterosteus aculeatus</i>	A,ES,F	HZ	Og	0.63
44 <i>Carassius auratus</i>	F			0.13	102 <i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	MS			0.05
45 <i>Carassius carassius</i>	F			0.34	103 <i>Gobio gobio</i>	F			0.18
46 <i>Carassius gibelio</i>	F			0.05	104 <i>Gobius ater</i>	ES	Bmi	Og	0.03
47 <i>Centrolabrus exoletus</i>	MS			0.08	105 <i>Gobius auratus</i>	ES,MS	Bmi	Og	0.05
48 <i>Chelidonichthys cuculus</i>	MS			0.08	106 <i>Gobius cobitis</i>	MS			0.08
49 <i>Chelidonichthys lucernus</i>	MM,MS	Bmi, BMa,HP	Op	0.45	107 <i>Gobius cruentatus</i>	MS			0.05
50 <i>Chelon labrosus</i>	MM	DV	Op	0.82	108 <i>Gobius niger</i>	ES	Bmi,HP	Og	0.63
51 <i>Chirolophis ascanii</i>	MS			0.05	109 <i>Gobius paganellus</i>	ES	Bmi,HP	Og	0.26
52 <i>Chondrostoma nasus</i>	F			0.03	110 <i>Gobius strictus</i>	ES	Bmi	Og	0.03
53 <i>Chondrostoma toxostoma</i>	F			0.03	111 <i>Gobiusculus flavescens</i>	MS			0.16
54 <i>Ciliata mustela</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.39	112 <i>Gymnocephalus cernuus</i>	F			0.24
55 <i>Ciliata septentrionalis</i>	MS			0.08	113 <i>Halobatrachus didactylus</i>	ES	Bmi,HP	Og	0.11
56 <i>Citharus linguatula</i>	MS			0.03	114 <i>Helicolenus dactylopterus</i>	MS			0.03
57 <i>Clinitrachus argentatus</i>	MS			0.03	115 <i>Hippocampus guttulatus</i>	ES,MS	Bmi	Os	0.24
58 <i>Clupea harengus</i>	MM	PL	Ov	0.47	116 <i>Hippocampus hippocampus</i>	ES,MS	Bmi	Os	0.26

Appendix 1 (continued)

Table A4. (continued)

Species	EUFG	FMFG	RMFG	Freq.	Species	EUFG	FMFG	RMFG	Freq.
117 <i>Hippoglossoides platessoides</i>	MS			0.08	172 <i>Mullus surmuletus</i>	MM,MS	Bmi, BMa	Op	0.45
118 <i>Hippoglossus hippoglossus</i>	MS			0.03	173 <i>Muraena helena</i>	MS			0.03
119 <i>Hyperoplus lanceolatus</i>	MS			0.29	174 <i>Mustelus asterias</i>	MS			0.03
120 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	F			0.11	175 <i>Mustelus mustelus</i>	MS			0.08
121 <i>Hyporhamphus picarti</i>	MM	HV	Ov	0.05	176 <i>Myliobatis aquila</i>	MS			0.03
122 <i>Knipowitschia caucasica</i>	ES,F	Bmi	Og	0.08	177 <i>Myoxocephalus scorpius</i>	ES,MS	HP	Og	0.37
123 <i>Knipowitschia panizzae</i>	ES	Bmi	Og	0.08	178 <i>Nerophis lumbriciformis</i>	ES	Bmi,HZ	Os	0.11
124 <i>Labrus bergylta</i>	MS			0.18	179 <i>Nerophis maculatus</i>	MS			0.03
125 <i>Labrus merula</i>	MS			0.03	180 <i>Nerophis ophidion</i>	ES,MS	Bmi,HZ	Os	0.32
126 <i>Labrus mixtus</i>	MS			0.05	181 <i>Oblada melanura</i>	MM,MS	OV	Op	0.08
127 <i>Labrus viridis</i>	MS			0.13	182 <i>Oedalechilus labeo</i>	MS			0.11
128 <i>Lagocephalus lagocephalus</i>	MS			0.03	183 <i>Oncorhynchus mykiss</i>	F			0.21
129 <i>Lampetra fluviatilis</i>	A			0.32	184 <i>Osmerus eperlanus</i>	A			0.34
130 <i>Lampetra planeri</i>	F			0.03	185 <i>Pagellus acarne</i>	MM,MS	Bmi, BMa	Op	0.08
131 <i>Lepidorhombus boscii</i>	MS			0.03	186 <i>Pagellus bogaraveo</i>	MM,MS	Bmi, BMa,HP	Op	0.11
132 <i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	MS			0.05	187 <i>Pagellus erythrinus</i>	MS			0.08
133 <i>Lepidotrigla cavillone</i>	MS			0.03	188 <i>Pagrus major</i>	MS			0.03
134 <i>Lepomis gibbosus</i>	F			0.11	189 <i>Pagrus pagrus</i>	MS			0.05
135 <i>Leucaspius delineatus</i>	F			0.08	190 <i>Parablennius gattorugine</i>	MS			0.11
136 <i>Leuciscus cephalus</i>	F			0.24	191 <i>Parablennius incognitus</i>	MS			0.03
137 <i>Leuciscus idus</i>	F			0.11	192 <i>Parablennius sanguinolentus</i>	ES,MS	HV	Og	0.13
138 <i>Leuciscus leuciscus</i>	F			0.16	193 <i>Parablennius tentacularis</i>	MS			0.05
139 <i>Leuciscus pyrenaicus</i>	F			0.03	194 <i>Parablennius zvonimiri</i>	MS			0.03
140 <i>Leucoraja naevus</i>	MS			0.03	195 <i>Paralipophrys trigloides</i>	ES	OV	Og	0.03
141 <i>Lichia amia</i>	MS			0.08	196 <i>Pegusa impar</i>	ES,MM	Bmi, BMa	Op	0.05
142 <i>Limanda limanda</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.37	197 <i>Pegusa lascaris</i>	MM,MS	Bmi, BMa	Op	0.21
143 <i>Liparis liparis</i>	ES,MM	Bmi, BMa	Ov	0.26	198 <i>Pelecus cultratus</i>	F			0.03
144 <i>Liparis montagui</i>	MS			0.05	199 <i>Perca fluviatilis</i>	F			0.34
145 <i>Lipophrys adriaticus</i>	ES	OV	Og	0.03	200 <i>Petromyzon marinus</i>	A			0.32
146 <i>Lipophrys dalmatinus</i>	ES	OV	Og	0.03	201 <i>Pholis gunnellus</i>	ES,MS	Bmi, BMa	Og	0.37
147 <i>Lipophrys pholis</i>	MS			0.03	202 <i>Phoxinus phoxinus</i>	F			0.08
148 <i>Lithognathus mormyrus</i>	MM,MS	Bmi, BMa	Ob	0.24	203 <i>Phrynorhombus norvegicus</i>	MS			0.03
149 <i>Liza aurata</i>	MM	DV	Op	0.61	204 <i>Phycis phycis</i>	MS			0.05
150 <i>Liza carinata</i>	MM	DV	Op	0.03	205 <i>Platichthys flesus</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.79
151 <i>Liza ramado</i>	C,MM	DV	Op	0.68	206 <i>Pleuronectes platessa</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.45
152 <i>Liza saliens</i>	C,MM	DV	Op	0.47	207 <i>Pollachius pollachius</i>	MM,MS	HP	Op	0.32
153 <i>Lophius piscatorius</i>	MS			0.11	208 <i>Pollachius virens</i>	MS			0.21
154 <i>Lota lota</i>	F			0.08	209 <i>Polyprion americanus</i>	MS			0.03
155 <i>Lumpenus lampretaeformis</i>	MS			0.03	210 <i>Pomadasy s incisus</i>	MS			0.03
156 <i>Mauroliscus muelleri</i>	MS			0.03	211 <i>Pomatomus saltatrix</i>	MS			0.08
157 <i>Melanogrammus aeglefinus</i>	MS			0.16	212 <i>Pomatoschistus canestrinii</i>	ES	Bmi	Og	0.08
158 <i>Merlangius merlangus</i>	MM,MS	HP	Ob	0.39	213 <i>Pomatoschistus knerii</i>	ES	HZ	Og	0.03
159 <i>Merluccius merluccius</i>	MS			0.16	214 <i>Pomatoschistus lozanoi</i>	MM,MS	Bmi,HZ	Og	0.13
160 <i>Micrenophrys lilljeborgii</i>	MS			0.03	215 <i>Pomatoschistus marmoratus</i>	ES,MS	Bmi	Og	0.24
161 <i>Microchirus azevia</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.05	216 <i>Pomatoschistus microps</i>	ES	Bmi	Og	0.71
162 <i>Microchirus ocellatus</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.03	217 <i>Pomatoschistus minutus</i>	ES,MM	Bmi	Og	0.66
163 <i>Microchirus variegatus</i>	MS			0.03	218 <i>Pomatoschistus pictus</i>	MS			0.24
164 <i>Micromesistius poutassou</i>	MS			0.08	219 <i>Pomatoschistus sp.</i>	ES	Bmi	Og	0.03
165 <i>Micropterus salmoides</i>	F			0.03	220 <i>Pomatoschistus tortonesei</i>	ES	Bmi	Og	0.03
166 <i>Microstomus kitt</i>	MS			0.18	221 <i>Psetta maxima</i>	MM,MS	HP	Op	0.55
167 <i>Misgurnus fossilis</i>	F			0.05	222 <i>Pseudophoxinus stymphalicus</i>	F			0.03
168 <i>Molva molva</i>	MS			0.05					
169 <i>Monochirus hispidus</i>	MS			0.05					
170 <i>Mugil cephalus</i>	C,ES, MM	DV	Op	0.50					
171 <i>Mullus barbatus</i>	MM,MS	Bmi, BMa	Op	0.26					

Appendix 1 (continued)

Table A4. (continued)

Species	EUFG	FMFG	RMFG	Freq.	Species	EUFG	FMFG	RMFG	Freq.
223 <i>Pseudorasbora parva</i>	F			0.08	272 <i>Squalus acanthias</i>	MS			0.08
224 <i>Pteromylaeus bovinus</i>	MS			0.03	273 <i>Squatina squatina</i>	MS			0.03
225 <i>Pungitius pungitius</i>	F			0.32	274 <i>Symphodus bailloni</i>	MS			0.13
226 <i>Raja clavata</i>	MS			0.21	275 <i>Symphodus cinereus</i>	MS			0.16
227 <i>Raja microocellata</i>	MS			0.03	276 <i>Symphodus mediterraneus</i>	MS			0.03
228 <i>Raja montagui</i>	MS			0.03	277 <i>Symphodus melops</i>	ES,MS	Bmi, BMa	Og	0.32
229 <i>Raja undulata</i>	MS			0.08	278 <i>Symphodus ocellatus</i>	MS			0.03
230 <i>Raniceps raninus</i>	ES,MS	BMa,HP	Op	0.24	279 <i>Symphodus roissali</i>	ES	Bmi, BMa	Og	0.03
231 <i>Remora remora</i>	MS			0.03	280 <i>Symphodus sp.</i>	MS			0.03
232 <i>Rhodeus amarus</i>	F			0.03	281 <i>Symphodus tinca</i>	MS			0.08
233 <i>Rhodeus sericeus</i>	F			0.13	282 <i>Synapturichthys kleinii</i>	MS			0.05
234 <i>Rutilus rutilus</i>	F			0.37	283 <i>Syngnathus abaster</i>	ES,MM	Bmi	Os	0.45
235 <i>Rutilus ylikiensis</i>	F			0.03	284 <i>Syngnathus acus</i>	ES,MM,MS	Bmi	Os	0.61
236 <i>Salaria basilisca</i>	ES	OV	Og	0.03	285 <i>Syngnathus rostellatus</i>	ES	HZ	Os	0.37
237 <i>Salaria fluviatilis</i>	F			0.05	286 <i>Syngnathus taenionotus</i>	ES	HZ	Os	0.08
238 <i>Salaria pavo</i>	ES,MS	OV	Og	0.26	287 <i>Syngnathus tenuirostris</i>	MM	Bmi	Os	0.03
239 <i>Salmo salar</i>	A			0.39	288 <i>Syngnathus typhle</i>	ES,MS	HZ	Os	0.45
240 <i>Salmo trutta</i>	A,F			0.50	289 <i>Syngnathus variegatus</i>	MS			0.03
241 <i>Sander lucioperca</i>	F			0.26	290 <i>Synodus saurus</i>	MS			0.03
242 <i>Sardina pilchardus</i>	MM,MS	PL	Op	0.53	291 <i>Taurulus bubalis</i>	MS			0.29
243 <i>Sardinella aurita</i>	MM,MS	PL	Op	0.05	292 <i>Thorogobius ephippiatus</i>	MS			0.03
244 <i>Sarpa salpa</i>	MM,MS	HV	Op	0.32	293 <i>Thymallus thymallus</i>	F			0.03
245 <i>Scardinius acarnanicus</i>	F			0.03	294 <i>Tilapia spp.</i>	F			0.03
246 <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	F			0.21	295 <i>Tinca tinca</i>	F			0.26
247 <i>Sciaena umbra</i>	MS			0.08	296 <i>Torpedo marmorata</i>	MS			0.08
248 <i>Scomber scombrus</i>	MS			0.39	297 <i>Trachinotus ovatus</i>	MS			0.03
249 <i>Scomberesox saurus</i>	MS			0.08	298 <i>Trachinus araneus</i>	MS			0.03
250 <i>Scophthalmus rhombus</i>	MM,MS	HP	Ob	0.55	299 <i>Trachinus draco</i>	MS			0.16
251 <i>Scorpaena porcus</i>	ES,MS	BMa,HP	Ob	0.11	300 <i>Trachurus mediterraneus</i>	MS			0.03
252 <i>Scorpaena scrofa</i>	MS			0.05	301 <i>Trachurus trachurus</i>	MS			0.39
253 <i>Scyliorhinus canicula</i>	MS			0.13	302 <i>Trigla lyra</i>	MM,MS	Bmi, BMa,HP	Op	0.11
254 <i>Scyliorhinus stellaris</i>	MS			0.03	303 <i>Trigloporus lastoviza</i>	MS			0.05
255 <i>Serranus cabrilla</i>	MS			0.03	304 <i>Triglopsis quadricornis</i>	ES	Bmi, BMa,HP	Og	0.05
256 <i>Serranus hepatus</i>	MM,MS	BMa,HP	Ob	0.13	305 <i>Trisopterus esmarkii</i>	MS			0.08
257 <i>Serranus scriba</i>	MS			0.05	306 <i>Trisopterus luscus</i>	MM	Bmi, BMa,HP	Op	0.32
258 <i>Silurus glanis</i>	F			0.05	307 <i>Trisopterus minutus</i>	MS			0.24
259 <i>Solea aegyptiaca</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.03	308 <i>Umbina cirrosa</i>	MM,MS	Bmi, BMa	Op	0.18
260 <i>Solea senegalensis</i>	MM	Bmi, BMa	Ob	0.21	309 <i>Uranoscopus scaber</i>	MS			0.03
261 <i>Solea solea</i>	MM	Bmi, BMa	Op	0.84	310 <i>Vimba melanops</i>	F			0.05
262 <i>Sparisoma cretense</i>	MS			0.03	311 <i>Vimba vimba</i>	F			0.05
263 <i>Sparus aurata</i>	MM,MS	Bmi, BMa	Ob	0.53	312 <i>Xyrichtys novacula</i>	MS			0.03
264 <i>Sphaeroides spengleri</i>	MM	Bmi, BMa	?	0.03	313 <i>Zebrus zebrus</i>	MS			0.03
265 <i>Sphyaena sphyraena</i>	MS			0.11	314 <i>Zeugopterus regius</i>	MS			0.03
266 <i>Spicara maena</i>	MM	OV	Op	0.03	315 <i>Zeus faber</i>	MS			0.03
267 <i>Spicara smaris</i>	MS			0.05	316 <i>Zoarcetes viviparus</i>	ES,MS	Bmi, BMa	V	0.39
268 <i>Spicara sp.</i>	MS			0.03	317 <i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	ES	Bmi, BMa	Og	0.13
269 <i>Spinachia spinachia</i>	ES,MS	HZ	Og	0.21					
270 <i>Spondyliosoma cantharus</i>	MM,MS	OV	Ob	0.26					
271 <i>Sprattus sprattus</i>	MM	PL	Op	0.63					

Appendix 1 (continued)

Table A5. Percentage species richness of each functional group in European estuarine fish assemblages (see Tables A1 to A3 for explanation of abbreviations). Data for feeding modes functional groups (FMFG) and reproductive modes functional groups (RMFG) are reported separately for estuarine species (ES) and marine migrants (MM). Different letters (in brackets) indicate significant differences as determined from pairwise comparisons (Mann-Whitney test).
n: mean number of species

	Mean ± SD	Range	CV(%)	Mean ± SD	Range	CV(%)
EUFG (n = 53)						
ES	19.0 ± 7.5 (ab)	2.6–30.0	39			
MM	29.9 ± 9.3 (a)	8.0–51.7	31			
MS	27.7 ± 12.7 (a)	0.0–56.4	46			
F	14.0 ± 14.2 (bc)	0.0–58.0	101			
A	5.7 ± 4.8 (cd)	0.0–17.4	84			
C	3.7 ± 2.6 (d)	0.0–12.5	70			
FMFG ES (n = 10)				MM (n = 15)		
DV	0.2 ± 1 (c)	0.0–6.2	500	16.7 ± 16.1 (ab)	0.0–57.1	96
Bmi	47.4 ± 14 (a)	0.0–75.0	30	16.6 ± 5.6 (a)	7.1–32.5	34
BMa	7.7 ± 8.1 (b)	0.0–22.7	105	15.9 ± 4.8 (a)	7.1–23.3	30
HP	8.9 ± 5.4 (b)	0.0–16.7	61	18.5 ± 8.4 (a)	4.2–34.5	45
HZ	22.6 ± 11.0 (a)	7.1–50.0	49	7.4 ± 5.3 (b)	1.9–25.0	72
PL	7.3 ± 10.1 (bc)	0.0–50.0	138	16.9 ± 10.5 (a)	0.0–50.0	62
HV	0.2 ± 1.4 (c)	0.0–8.3	700	0.5 ± 2.0 (c)	0.0–11.1	400
OV	5.8 ± 11.1 (bc)	0.0–42.9	191	7.4 ± 9.7 (b)	0.0–26.7	131
RMFG ES (n = 10)				MM (n = 15)		
Op	2.1 ± 3.6 (c)	0.0–11.1	171	71.5 ± 8.6 (a)	52.6–90.0	12
Ob	5.0 ± 6.4 (c)	0.0–25.0	128	14.2 ± 11.2 (b)	0.0–40.0	79
Ov	18.8 ± 17.8 (b)	0.0–100	95	10.1 ± 6.5 (b)	0.0–25.0	64
Og	46.5 ± 13.1 (a)	0.0–75.0	28	2.7 ± 4.6 (c)	0.0–16.7	170
Os	24.0 ± 11.3 (b)	0.0–50.0	47	0.7 ± 2.3 (c)	0.0–9.5	329
V	3.6 ± 4.5 (c)	0.0–14.3	125	0.4 ± 1.2 (c)	0.0–4.3	300

Table des matières

RESUME	2
ABSTRACT	2
INTRODUCTION.....	3
1 - PRESENTATION GENERALE DU SITE D'ETUDE.....	5
1.1 - L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE	5
1.2 - LE CONTEXTE ESTUARIEN	6
1.3 - LE MARAIS DE MORTAGNE-SUR-GIRONDE	8
1.4 - LE CONTEXTE LOCAL	8
1.5 - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES	9
1.5.1 - Modalité de dépollérisation.....	10
1.5.2 - Géomorphologie.....	10
1.5.3 - Hydrologie.....	11
1.5.4 - Sédimentologie	11
1.5.5 - Faune	12
1.5.6 - Flore.....	12
2 - MATERIEL ET METHODE	13
2.1 - OBJECTIF DE L'ETUDE	13
2.2 - PROTOCOLE.....	15
2.3 - MATERIEL	16
2.4 - METHODES D'ANALYSES	17
2.4.1 – Traitement des données physico-chimiques.....	17
2.4.2 - Traitement des données sur la composition des peuplements	17
2.4.3 - Traitement des données sur la structure des peuplements	18
2.4.4 - Traitement des données sur la distribution des tailles	18
2.4.5 - Traitement des données sur les guildes fonctionnelles.....	18
3 - RESULTATS	19
3.1 - PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	19
3.1.1 - Marais de Mortagne : automne 2008 et printemps 2009	19
3.1.2 - La baie de Chant Dorat : printemps 2009.....	21
3.1.3 - Marais de Saint Dizant : automne 2008 et printemps 2009.....	22
3.2 - COMPOSITION DES PEUPEMENTS ICHTYOLOGIQUES	24
3.3 - STRUCTURE EN TAILLE DES PEUPEMENTS ICHTYOLOGIQUES	26
3.4 - DISTRIBUTION DES TAILLES	27
3.4.1 – Proportion de juvéniles et d'adultes.....	27
3.4.2 - Distribution des tailles chez le bar.....	28
3.4.3 - Distribution des tailles chez l'anguille.....	29
3.4.4 - Distribution des tailles chez le mulot porc	30
3.4.5 - Distribution des tailles chez Solea sp.....	30
3.5 - GUILDES FONCTIONNELLES	31
4 - INTERPRETATION DES RESULTATS.....	33
4.1 - INTERPRETATION DES RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES.....	33
4.1.1 - Variations du niveau d'eau	33
4.1.2 - Température	33
4.1.3 - Salinité	34
4.1.4 - Saturation en oxygène	34
4.1.5 - Turbidité.....	34
4.2 - INTERPRETATION DE LA COMPOSITION DU PEUPEMENT	35
4.2.1 – Richesse spécifique, diversité et abondance numérique	35
4.2.2 - Abondance pondérale.....	35
4.3 - INTERPRETATION DE LA STRUCTURE EN TAILLE	36
4.4 - INTERPRETATION DE LA DISTRIBUTION DES TAILLES	37
4.3.1 - Distribution juvéniles/adultes.....	37

4.3.2 - Distribution de la taille chez le bar.....	37
4.3.3 - Distribution de la taille chez l'anguille.....	38
4.3.4 - Distribution de la taille chez le mulot porc.....	38
4.3.5 - Distribution de la taille chez solea sp.	39
4.5 - INTERPRETATION DES GUILDES FONCTIONNELLES.....	39
4.3.2 - Guildes fonctionnelle par utilisation du milieu.....	39
4.3.3 - Guildes fonctionnelles par régime alimentaire.....	41
4.6 - EFFETS DU PROTOCOLE ET DE L'ENGIN DE PECHE.....	42
5 - DISCUSSION.....	43
CONCLUSION.....	46
BIBLIOGRAPHIE.....	48
ANNEXES.....	55
ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES DIFFERENTS INVENTAIRES ET MESURES DE PROTECTION A MORTAGNE.....	55
ANNEXE 2 : JOURNAL DE BORD DE LA CAMPAGNE DE PECHE PRINTEMPS 2009.....	58
ANNEXE 3 : ARCHITECTURE DE LA BASE DE DONNEES SOUS POSTGRESQL 8.2.....	66
ANNEXE 4 : TABLEAU RECAPITULATIF DES TAILLES DE MATURETE SEXUELLE DES TAXONS RECENSES.....	67
ANNEXE 5 : LES GUILDES FONCTIONNELLES SELON FRANCO ET AL., 2008.....	68