

ETUDE DE LA FAUNE BENTHIQUE DU LAC D'HOSSEGOR (40) ET DE LA RESERVE NATURELLE NATIONALE DES PRES-SALES D'ARES (33)

Manon SALERNO & Vincent GOANEC



Stage effectué du 1^{er} mars au 23 juin 2017 à l'Institut des Milieux Aquatiques
sous la co-direction scientifique de Mr Laurent SOULIER et de Mr Iker CASTEGE

*« Le présent rapport constitue un exercice
pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la
responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire »*



AVANT-PROPOS

Le programme ERMMA (Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains) est soutenu par le département des Pyrénées Atlantiques, le département des Landes, la Région Nouvelle Aquitaine et l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Au sein de ce programme à échelle régionale, gravitent des acteurs locaux et nationaux avec notamment le Museum National d'Histoire Naturelle, l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, les Affaires Maritimes, le Centre de la Mer de Biarritz, l'Institut des Milieux Aquatiques (IMA), le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins d'Aquitaine, les Douanes françaises, la Marine Nationale, le LAPHY, Météo France et l'Aquarium de Biarritz.

Cet outil pluridisciplinaire, appliqué depuis 2004, a pour objectif premier d'apporter des connaissances scientifiques solides orientées vers l'évolution des écosystèmes marins aquitains. Le programme ERMMA a pour vocation générale de comprendre et d'analyser l'impact de l'anthropisation sur les biocénoses marines ainsi que leurs variations naturelles.

La fonctionnalité des milieux marins est évaluée au travers d'indicateurs biologiques pour les principaux maillons des réseaux trophiques : cétacés, avifaune marine, ichtyofaune, benthos et plancton. Dans l'optique d'une compréhension globale de l'évolution de la biodiversité marine, les suivis portés sur les facteurs abiotiques (température, houle etc.) et les activités humaines (pêche, aménagement) sont indispensables.

Les données récoltées par les organismes participant au programme sont stockées dans une métabase et sont géoréférencées. Ce fonctionnement permet un développement régional de la recherche orienté vers le milieu marin.

La mise en place de l'ERMMA conduit à un échange inter-organisme nécessaire à une gestion environnementale concertée des milieux naturels marins d'Aquitaine. Dans cette optique, ce programme assure une communication et une sensibilisation efficace à l'échelle du territoire.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous tenons à remercier M. Laurent SOULIER pour son accueil au sein de l'Institut des Milieux Aquatiques, son soutien et sa disponibilité. Son aide fut constante et primordiale pour la rédaction du rapport notamment. Il est également essentiel de remercier tous les membres de l'IMA pour leur gentillesse, leur générosité et leurs conseils. De plus, leurs aptitudes à résister à l'odeur nauséabonde dégagée par nos échantillons est à féliciter.

Nos remerciements vont évidemment à M. Iker CASTEGE, co-directeur de cette étude, et Emilie Million pour leur encadrement scientifique, mais également leur bonne humeur et humour, leur soutien et accompagnements sur les campagnes de terrain et dans la rédaction du rapport.

Nous tenons à remercier particulièrement M. Philippe MOURGUIART pour son éclairage concernant la méthode de détermination à adopter et aux ouvrages à consulter face aux casse-têtes des annélides marins. Egalement, nous remercions vivement M. Nicolas LAVESQUE de l'Université de Bordeaux, pour son aide généreuse à l'identification de certains polychètes.

Nous ne pouvons pas oublier de remercier Gauthier MAGNE, stagiaire à l'IMA également, non seulement pour son aide pour la gestion du matériel, pour les relevés de terrains en sables mouvants, mais également pour ses précieux talents de photographe.

Nous souhaitons également remercier M. Yann LALANE pour son aide précieuse, sa réactivité et ses conseils concernant les outils mathématiques et statistiques.

Pour finir, nous remercions l'UFR Sciences et Techniques de la côte Basque d'Anglet, pour nous avoir permis d'accéder au matériel et au laboratoire de la Faculté, sans quoi cette étude ne serait évidemment pas réalisable.

Table des matières

INTRODUCTION	1
I. PRESENTATION DES SITES D'ETUDE	2
A. LE LAC D'HOSSEGOR	2
1. Généralités	2
2. Historique	2
3. Richesse écologique	3
4. Menaces	4
B. LES PRÉS SALÉS D'ARÈS ET DE LÈGE-CAP-FERRET	6
1. Généralités	6
2. Diversité d'habitats et flore inféodée	6
3. Diversité faunistique	7
II. MATERIEL ET METHODES	8
A. MATERIEL	8
B. METHODE D'ECHANTILLONNAGE	8
1. Stratégie d'échantillonnage	8
2. Transects pour les herbiers	8
3. Quadrats pour le substrat sableux	9
4. Tri et identification	9
C. OUTILS STATISTIQUES	10
1. Calcul d'indices et analyse statistique des données	10
2. Analyses multidimensionnelles de la diversité et cartographie	11
3. Homogénéisation des données	11
4. Indice de qualité écologique du benthos, le M-AMBI	11
D. PROTOCOLE AVIFAUNE	12
1. Principe de la méthode	12
2. Définition des zones et des stations d'observations associées	12
III. RESULTATS ET INTERPRETATION	13
A. LAC D'HOSSEGOR	13
1. Campagne 2017	13
2. Etude temporelle	14
3. Etude de la qualité écologique du benthos, le M-AMBI	15
4. Etude complémentaire : évolution des surfaces de zostères	16
5. Etude complémentaire : suivi avifaunistique	17
B. RNN DES PRES-SALES D'ARES ET DE LEGE-CAP-FERRET	18
1. Etude spatio-temporelle	18
2. Etude de la qualité écologique du benthos, le M-AMBI	18
IV. CONCLUSION	19
V. BIBLIOGRAPHIE	20
VI. ANNEXES	22

Figure 1 Localisation du lac marin d'Hossegor

Figure 2 Historique du Lac marin d'Hossegor

Figure 3 Exemples de faune présente dans les herbiers du lac d'Hossegor.

Figure 4 Espèces occupant les herbiers comme habitat : (e) Crabe vert (*Carcinus maenas*) sur une Ulve, ou pour l'alimentation : (d) Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) et (f) Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*)

Figure 5 Herbiers émergés de la partie Est du Lac

Figure 6 Localisation de la RNN d'Arès

Figure 7 Zone de schorre de la RNN des Prés-salés d'Arès. Source ; Manon SALERNO

Figure 8 Zone de slikke de la RNN des Prés-salés d'Arès. Source : Manon SALERNO

Figure 9 Méthode d'échantillonnage en transect

Figure 10 Méthode d'échantillonnage par quadrat

Figure 11 Localisation des points de prélèvements du lac d'Hossegor (quadrats et transects)

Figure 12 Localisation des points de prélèvements de la RNN des Prés-salés d'Arès (quadrats et transects)

Figure 13 Délimitation des zones du lac d'Hossegor pour le protocole de suivi avifaune et des points d'observation

Figure 14 Gradient de salinité du lac d'Hossegor pour l'année 2016 (GALLIANO, 2016)

Figure 15 Equitabilité (J) dans les quadrats en 2017

Figure 16 Equitabilité (J) dans les transects en 2017

Figure 17 Abondance moyenne par campagne au lac d'Hossegor en 2017

Figure 18 Richesse taxonomique moyenne par campagne au lac d'Hossegor en 2017

Figure 19 Evolution de la richesse taxonomique (famille) S par campagne dans les quadrats (gauche) et dans les transects (droite) depuis 2008

Figure 20 Histogrammes des indices M-AMBI de 2008 à 2017

Figure 21 Evolution de la surface des herbiers à Zostères depuis 2006

Figure 22 AFC - Analyse spatiale des espèces d'oiseaux en fonction de leurs positions au sein du lac (BDS =Bancs de sables)

Figure 23 Richesse taxonomique en fonction du comportement des individus

Figure 24 Indice de Shannon par unité surfacique (Ha) de la diversité en avifaune observée au lac d'Hossegor (marée haute et basse)

Figure 25 Nombre moyen d'individus de Grand gravelot par zone au lac d'Hossegor à marée basse

Figure 26 Répartition des taxons selon la méthode d'échantillonnage à Arès en 2017

Figure 27 Abondance moyenne par campagne au m2 par taxon (échelle logarithmique) selon la méthode d'échantillonnage de la RNN des Prés-salés d'Arès en 2017

Figure 28 Répartition de la richesse taxonomique selon la méthode d'échantillonnage de la RNN des Prés-salés d'Arès en 2017

Tableau 1 Liste du matériel de terrain et de laboratoire

Tableau 2 Classement des espèces selon leurs pulso-sensibilités de l'AMBI

Tableau 3 Hierarchisation des valeurs de l'AMBI

Tableau 4 Etats écologiques des milieux suivant les catégories du M-AMBI

Tableau 5 Eléments renseignée sur les fiches terrains

Tableau 6 Conditions de réalisation des campagnes d'échantillonnage au lac d'Hossegor en 2017

Tableau 7 Extraits des résultats des espèces indicatrices via IndicSpecies

Tableau 8 Surfaces (en m²) des différents herbiers à Zostères au lac d'Hossegor selon les années

Équation 1 Méthode de calcul de l'AMBI

INTRODUCTION

La faune benthique est composée d'organismes se développant sur les fonds des milieux aquatiques (marins et dulçaquicoles). On distingue l'épibenthos, constitué d'espèces évoluant à la surface du substrat, de l'endobenthos, regroupant les taxons localisés dans le substrat. Intimement liés aux facteurs abiotiques (type de substrat, salinité, qualité de l'eau), ces organismes sont considérés comme indicateurs de l'état écologique des biotopes aquatiques. Les perturbations anthropiques et naturelles impactent directement la dynamique de ces peuplements (Borja et al., 2000).

Depuis 2008, dans le cadre du programme ERMMA, un suivi annuel de la faune benthique est réalisé au sein du lac marin d'Hossegor. Le contexte écologique particulier du site, influencé par le balancement des marées et une arrivée d'eau douce au nord, fait du benthos un outil biologique adéquat à la compréhension fonctionnelle du lac.

La Réserve Naturelle Nationale des Prés-salés d'Arès fait l'objet d'un suivi scientifique identique depuis 2011.

Un protocole standardisé et une métabase des données biologiques récoltées permettent la pérennisation du suivi sur le long terme. Le traitement statistique des données, spatiales et temporelles, a pour objectif d'appréhender d'éventuelles perturbations anthropiques ou naturelles. La faune benthique est considérée comme une entité biologique essentielle dans les réseaux trophiques (Fano *et al.*, 2003). Le présent rapport relate des résultats obtenus pour l'année 2017.

L'état de santé des deux sites d'étude a été évalué à l'aide du coefficient biotique M-AMBI. Cet indice est calculé à partir d'espèces benthiques marine polluo-sensibles (Borja *et al.*, 2000).

Au sein du lac d'Hossegor, la présence d'herbiers à zostères (*Zostera marina*, *Zostera noltii*) est avérée, biotope référencé dans la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR. Un suivi surfacique des zones à zostères a été réalisé cette année, dans l'optique d'identifier la dynamique de cet habitat présentant une faune inféodée.

Pour cette même année, un protocole de suivi concernant les peuplements avifaunistiques est élaboré et testé in situ. L'un des objectifs de l'étude est de caractériser l'utilisation du site par l'avifaune pendant la période printanière.

Parallèlement au suivi du benthos, cette nouvelle piste d'étude permettra, sur le long terme, de mieux comprendre les interactions trophiques du site et de les localiser. Outre la faune benthique, la connaissance de l'utilisation du site par l'avifaune, l'un des maillons terminaux de la chaîne trophique, semble nécessaire pour une appréhension globale de la zone d'étude.



Source landes-tourisme.info



Figure 1 Localisation du lac marin d'Hossegor

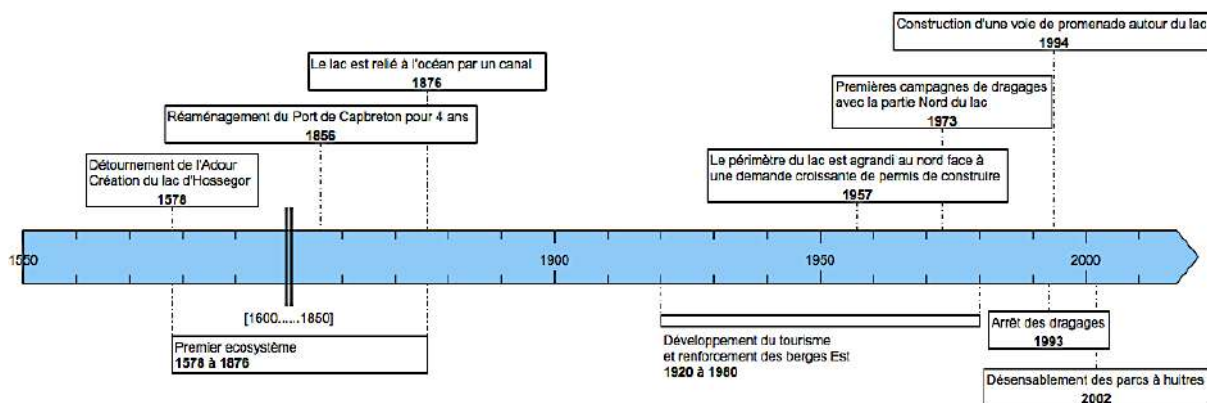


Figure 2 Historique du Lac marin d'Hossegor

I. PRESENTATION DES SITES D'ETUDE

A. LE LAC D'HOSSEGOR

1. Généralités

Le lac d'Hossegor se situe sur la commune de Soort-Hossegor dans le département des Landes (40), sur le littoral aquitain. Le SIVOM¹ Côte sud en est le gestionnaire. Seules quelques centaines de mètres séparent le lac de l'océan Atlantique. Le lac est disposé en longueur (2 300 m de long et 300 m de large en moyenne), parallèlement à la plage de la Gravière (Figure 1). Il s'étend sur une superficie totale de 90 ha, variable selon les marées, représentant un périmètre de 5 750 m, allongé selon un axe Nord-Sud.

Le lac est alimenté en eaux douces par des nappes phréatiques connectées à la partie Nord, ainsi que par le Boudigau et le Bourret via le canal d'Hossegor, long de 1 695 m. Il s'agit d'une lagune côtière saumâtre puisqu'il est séparé du milieu marin par un cordon et également alimenté en eaux douces en amont. La pluviométrie constitue également un apport en eaux douces non négligeable puisqu'elle est de l'ordre de 1 380 mm par an (METEO France).

La liaison du lac à l'Océan Atlantique par le canal d'Hossegor et le chenal du Boucarot lui confère la particularité d'être rythmé par les marées et alimenté en eau salée par la partie Sud. Le lac se caractérise ainsi par un gradient de salinité selon l'axe Nord-Sud avec une salinité plus faible au Nord (Valerdi & Riem-Galliano, 2016). La partie Nord a une profondeur moyenne de 1,70 m contre 0,60 m de profondeur pour la partie Sud, laquelle subit des apports en sables lors des marées.

Ce territoire bénéficie d'un climat océanique chaud sans saison sèche selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Soorts-Hossegor est de 14.1°C.

2. Historique

Le lac marin d'Hossegor s'est formé dans une dépression correspondant à l'ancien lit de l'Adour. En effet, avant 1578, l'Adour se jetait à Vieux-Boucau (Figure 2). Il fut ensuite détourné près de Bayonne. Le lac d'Hossegor se trouve ainsi être la seule portion à ne pas s'être comblée après cette intervention (Francq, 2003).

Depuis 1876, le lac est relié à l'océan par le canal d'Hossegor et la passe du Boucarot, où se jettent au travers du Port de Capbreton, la rivière du Bourret et la rivière du Boudigau. Cette connexion permet le maintien des voies de navigation du port de Capbreton vers l'Atlantique en limitant l'ensablement de la passe du port.

Dans un souci de désensablement du lac, des campagnes de dragages sont effectuées à partir de 1973, puis suspendues depuis 1993 à cause d'une prolifération de vase noire durant cette année. Aucune véritable explication n'a été apportée mais il est supposé que ce phénomène était dû à la mauvaise autoépuration du lac causée par les dragages successifs.

¹ Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple

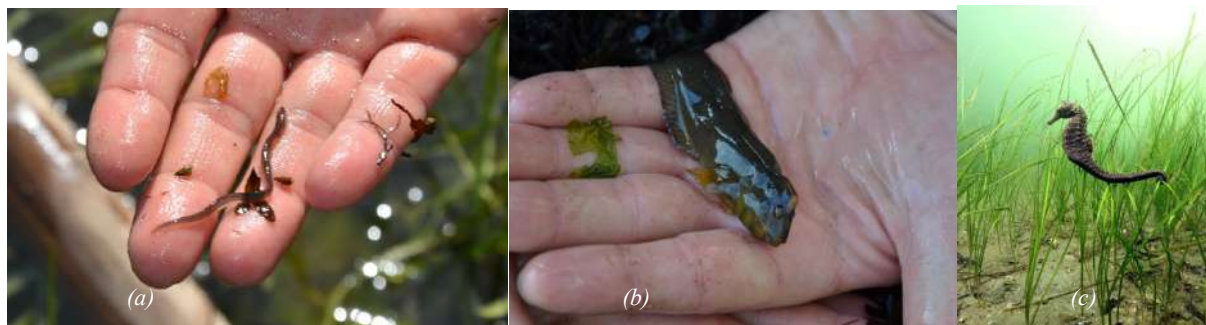


Figure 3 Exemples de faune présente dans les herbiers du lac d'Hossegor. (a) Aguille (*Anguilla Anguilla*) juv. (b) Blennie paon (*Salaria pavo*) (c) Hippocampe à museaux court (*Hippocampus hippocampus*) dans un herbier à zostère. Source (a) et (b) Gautier MAGNE (c) www.mio.univ-amu.fr/gisposidonie/



Figure 4 Espèces occupant les herbiers comme habitat : (e) Crabe vert (*Carcinus maenas*) sur une Ulve, ou pour l'alimentation : (d) Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) et (f) Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*). Source : Manon SALERNO



Figure 5 Herbiers émergés de la partie Est du Lac. Source : Manon SALERNO

3. Richesse écologique

Depuis 1997, le « Lac d'Hossegor-chenal-canal-port » est désigné comme une ZNIEFF² de type 1 : c'est un secteur de taille réduite présentant un intérêt biologique ou écologique, constituant le milieu de vie et l'habitat naturel d'espèces animales et végétales rares et caractéristiques du patrimoine naturel régional. Le SDAGE³ de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne a classifié le site de zone verte, le définissant comme un écosystème d'intérêt particulier. Le lac offre un biotope marin à des espèces rares et/ou protégées et un espace propice au développement d'herbiers, notamment la *Spartina multiflora* et les Zostères (marine et naine).

a) Flore

(1) Plantes

Les herbiers jouent sur ce site un rôle très important pour tout l'écosystème associé puisqu'ils constituent un habitat pour beaucoup d'espèces benthiques. Trois grands types d'herbiers composent le lac d'Hossegor :

- Les Zostères : une des rares spermatophytes angiospermes à vivre en milieu marin. Seules deux espèces sont présentes en Europe : *Zostera marina* aussi surnommée "herbe de mer" et *Zostera noltii*, la zostère naine ou "varech marin" (Bargain, 2012). La présence de *Zostera noltii* témoigne des épisodes d'apports en eau douce (MNHN, 2010). Ces Zostères forment des herbiers denses (Alloncle *et al.*, 2005), reconnus comme habitats remarquables en raison de leur très grand intérêt écologique, patrimonial et économique, ainsi que de leurs fonctions de réservoir de biodiversité, de zone de reproduction, de nurserie. *Zostera marina* et *Zostera noltii* peuvent former des populations en mélange (herbier mixte) (Derolez *et al.*, 2011). Elles poussent sur la partie Est du lac.
- Des espèces lagunaires comme les Salicornes (*Salicornia sp.*), l'Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*) ou encore l'Aster maritime (*Aster tripolium*). Plus hétérogène, cet herbier tapisse la partie Ouest du lac d'Hossegor.
- La Spartine (*Spartina alterniflora*), témoignant d'un apport d'eau douce, avec parfois la présence notable de quelques touffes de Roseau commun (*Phragmites australis*). Elles se situent au niveau de l'anse Nord-Ouest du lac.

On note la présence de deux espèces protégées identifiées sur le site : la Silène Porto (*Silene portensis*) et la Criste marine (*Crithmum maritimum*) respectivement soumises à une protection régionale et départementale.

(2) Algues

Les algues représentent une part importante de la flore du lac. Il s'agit de l'Ulve (*Ulva sp.*) et l'Entéromorphe (*Enteromorpha sp.*) (Figure 4 Espèces occupant les herbiers comme habitat : (e) Crabe vert (*Carcinus maenas*) sur une Ulve, ou pour l'alimentation : (d) Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) et (f) Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*). Des études moléculaires ont montré qu'*Ulva* et *Enteromorpha* ne sont pas deux genres distincts, et qu'il n'y a plus lieu de maintenir ces deux dénominations génériques séparées (Hayden *et al.*, 2003) : l'Ulve et l'Entéromorphe sont des *Enteromorpha*. On parle alors d'Ulva en lame (*Ulva sp.*) ou Ulva en tube (*Enteromorpha sp.*) (Bouquet, 2008).

² Zone Naturelle d'intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

³ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

La Gracilaire gracile (*Gracilaria gracilis*) est une algue rhodophycée également présente sur l'ensemble du lac, à l'exception de l'entrée du canal au Sud où les courants sont importants. Le climat chaud, la faible profondeur ainsi que le caractère eutrophe du site sont autant de facteurs favorisant la prolifération des macroalgues opportunistes (Bouquet, 2008).

b) Faune

La faune y est très diverse, allant des oiseaux, aux mollusques, crustacés et quelques chordés. Certaines espèces sont d'intérêt patrimonial.

(1) Faune benthique

La diversité de la faune aquatique du Lac d'Hossegor est considérée comme forte (BIOTOPE, 2015). Les herbiers sont des habitats d'une très grande diversité spécifique et fonctionnelle. Plusieurs espèces et familles comme les syngnathidés et plusieurs invertébrés quasi spécifiques aux herbiers (en particulier des crustacés) renforcent encore cet intérêt patrimonial. La faune aquatique est diversifiée avec plus d'une centaine d'espèces recensées dont 4 espèces d'intérêt patrimonial : Hippocampes à museau court (*Hippocampus hippocampus*) et moucheté (*Hippocampus guttulatus*), la Vipère de mer (*Syngnathus acus*) et l'Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*). Les deux espèces d'hippocampes sont inscrites sur la convention OSPAR. Une espèce figure dans la Directive Habitats Faune Flore : la lamproie marine (*Petromyzon marinus*). Ces habitats sont également des zones frayères pour certaines espèces. En 2014, des œufs de Petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) ont été observés.

Les vasières présentent un habitat favorable aux invertébrés, comme les Hydrobies (*Hydrobia ulvea*), espèce dominante du lac, ou encore le Crabe marbré (*Pachygrapsus marmoratus*).

(2) Avifaune

L'avifaune y est très présente, en particulier les limicoles qui viennent se nourrir sur le site. Une étude réalisée par le bureau d'étude BIOTOPE en 2015 a montré que 108 espèces d'oiseaux ont été recensées sur le lac d'Hossegor et ses zones pavillonnaires proches mais seules 62 espèces utilisent le lac de façon plus ou moins régulière. La Mouette mélanocéphale (*Ichthyaetus melanocephalus*), le Goéland brun (*Larus fuscus*) et le Goéland leucophaea (*Larus michahellis*) sont les espèces les plus abondantes qui fréquentent le lac de Hossegor en tant que zone de repos et d'alimentation (Figure 4 Espèces occupant les herbiers comme habitat : (e) Crabe vert (*Carcinus maenas*) sur une Ulve, ou pour l'alimentation : (d) Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) et (f) Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*). Les quelques rares canards, plongeurs et grèbes qui hivernent sur le lac utilisent le nord du lac pour se reposer et s'alimenter. Parmi cette liste d'espèces d'oiseaux, 41 sont des espèces protégées (BIOTOPE, 2015).

4. Menaces

Depuis 1993, aucun dragage n'a été réalisé, bien que depuis deux ans la possibilité d'un nouveau désensablement est envisagée au profit de la plage de « La Savane » sur la commune de Capbreton. Jusqu'ici, le processus a sans cesse été repoussé par faute de procédure, et par soucis de préservation d'une zone refuge pour l'avifaune locale. Selon la SEPANSO⁴, les Amis de la Terre 40, le collectif Noutous et sous le soutien de la SPSH⁵, le dossier du désensablement

⁴ Fédération Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest

⁵ Société des Propriétaires de Soorts-Hossegor

du lac (BIOTOPE, 2015) doit être repensé en prenant en compte une gestion durable du sable qui n'entraîne ni destruction d'habitats d'espèces protégées, ni changement de physionomie du lac, ni bouleversement de l'écosystème, mais qui permette au lac de trouver un état stable favorable à la biodiversité. Malgré les pétitions mises en place, il se pourrait que le d'ici fin 2017 une campagne de dragage se mette en place (Lamaison, 2016).

Les principales menaces qui pèsent sur ce site sont la pollution des eaux, la disparition des herbiers de type "prés salés" et la perturbation du site en période d'hivernage et de migration des oiseaux.

Les herbiers peuvent être endommagés, voire détruits, par certaines activités de pêche. La turbidité croissante des eaux côtières de même que le développement local d'algues vertes peuvent être, par réduction de l'apport de lumière, un élément défavorable pour leur maintien (MNHN, 2010).

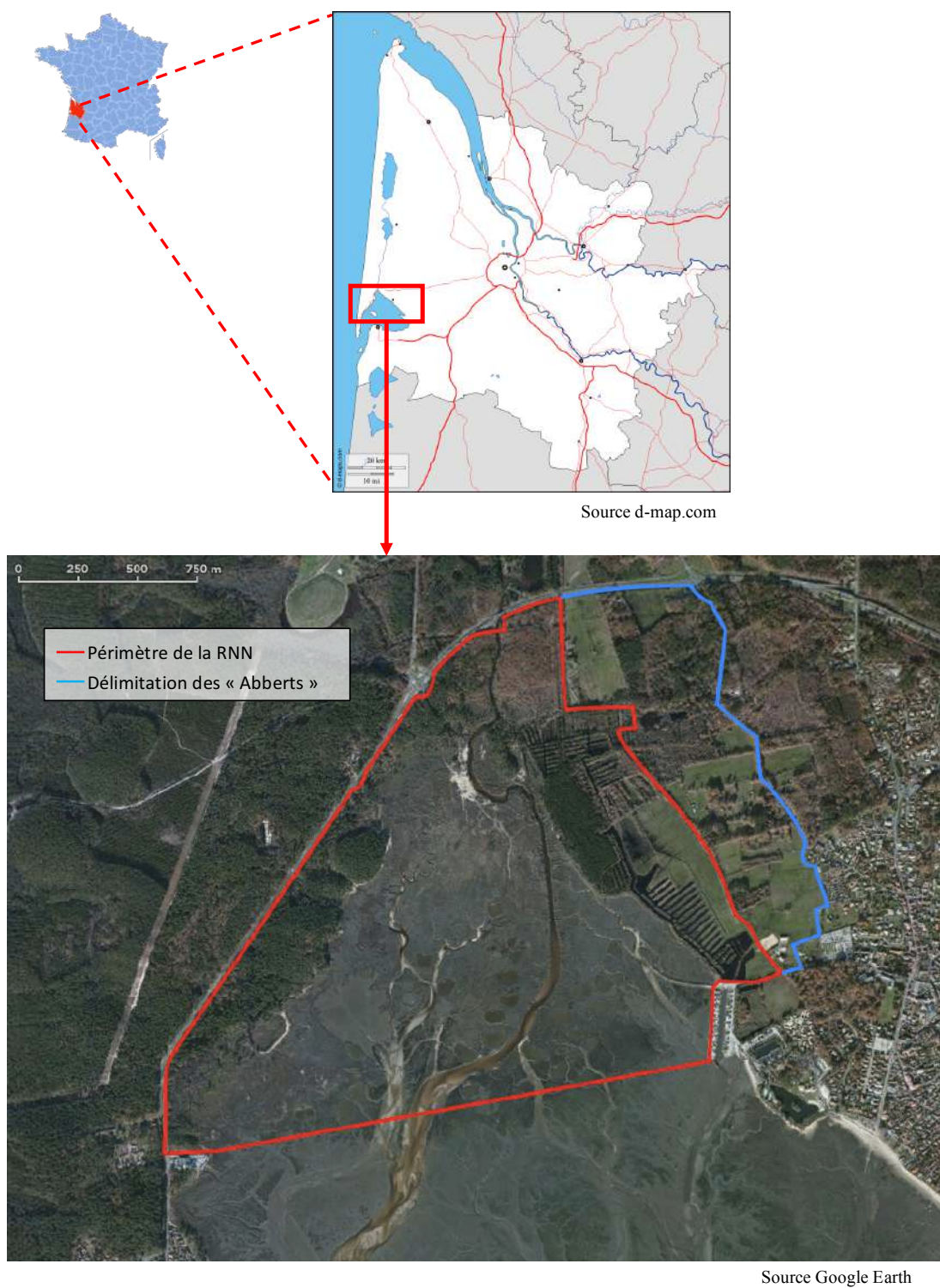


Figure 6 Localisation de la RNN d'Arès

B. LES PRÉS SALÉS D'ARÈS ET DE LÈGE-CAP-FERRET

1. Généralités

Localisée sur le littoral du département de la Gironde, la Réserve Nationale Naturelle (RNN) des prés-salés d'Arès et de Lège Cap-Ferret est située au niveau de l'angle nord du bassin d'Arcachon. Cette réserve naturelle couvre 324,4 ha (Figure 6) au sein du DPM⁶ et des communes d'Arès et de Lège Cap-Ferret (ONCFS, 2016). Le bassin d'Arcachon fait l'objet d'une ZNIEFF de type 2 et englobe la RNN. Le site est soumis à un climat tempéré océanique. La pluviométrie annuelle de la frange océane du département est de 700 à 900 mm (METEO FRANCE).

Créée en 1983, la RNN restera sans plan de gestion validé jusqu'à la désignation officielle en tant que gestionnaire du site de l'ONCFS (Délégation Régionale Sud-ouest) en 2007. Le premier plan de gestion est alors élaboré et validé par le CSRPN⁷ en 2009 (ONCFS, 2016).

Compte tenu de sa localisation particulière, la RNN s'inscrit dans un contexte environnemental que l'on peut qualifier d'hétérogène, source de biodiversité. Véritable écotone, elle assure une continuité écologique entre le bassin versant des lacs Medocains et le bassin d'Arcachon. Ce positionnement caractéristique lui confère une mosaïque d'habitats remarquables rythmée par le balancement des marées. Juxtaposés à l'arrivée dulçaquicole du canal des étangs et traversant la lagune maritime du bassin jusqu'à l'océan Atlantique, ces biotopes ont des rôles écologiques majeurs avec des zones de frayères et nourricières (ONCFS, 2016).

Concernant le contexte socio-économique dans lequel s'intègre la réserve, le secteur touristique est largement représenté. Il peut être considéré comme le moteur économique du bassin d'Arcachon et fait figure d'enjeu majeur pour le territoire. Durant la période estivale, toutes les activités liées au tourisme (activités immobilières, commerce et service) représentent 80 % de l'emploi au sein du bassin. Entre mai et septembre, la population résidente est multipliée par six (Duban, 2008).

Malgré la nécessité de pérenniser ce secteur économique, son impact sur le fonctionnement écologique global de la réserve est réel. L'augmentation de la fréquentation, le dérangement sonore, le piétinement des sols et de la flore inféodée sont autant de pressions anthropiques à prendre en compte dans les orientations de gestion de la RNN (ONCFS, 2016).

2. Diversité d'habitats et flore inféodée

Comme énoncé précédemment, les conditions géographiques et hydrologiques de la réserve permettent l'implantation d'habitats d'intérêts communautaires propres aux prés-salés et aux vasières inscrits dans les cahiers d'habitats NATURA 2000 (Bensettiti *et al.*, 2004). Cet espace naturel dynamique est caractérisé par deux zones aux propriétés écologiques distinctes. Le schorre d'une part, submergé seulement lors de pleine mer à vive eau (Figure 7) et la slikke d'autre part (Figure 8), submergée continuellement à marée haute (Bensettiti *et al.*, 2004).

La partie basse du site est donc constituée d'une vasière (slikke) morcelée en plusieurs entités écologiques remarquables (ONCFS, 2016). La présence d'un habitat à végétation pionnière et très peu présent sur le littoral atlantique est constatée avec les Prés à Spartine maritime (*Spartina maritima*) de la haute slikke (CODE CORINE 15.2.).

Toujours au niveau de la haute slikke, prospère une autre entité remarquable, les Salicorniaies des bas niveaux (CODE CORINE 15.11). Cette unité végétale composée

⁶ Domaine Public Maritime

⁷ Conseil Scientifique Régional de Patrimoine Naturel



Figure 7 Zone de schorre de la RNN des Prés-salés d'Arès. Source ; Manon SALERNO



Figure 8 Zone de slikke de la RNN des Prés-salés d'Arès. Source : Manon SALERNO

majoritairement de *Salicornia obscura* constitue une ressource trophique importante pour l'avifaune inféodée (ONCFS, 2016).

Pour compléter la description de cette mosaïque d'habitat identifiée dans la vasière, il est important de noter également le développement d'herbiers à *Zostera marina* en zone de slikke. Un second groupement de type herbier est identifié au sein de la haute slikke, dominé dans le cas présent par *Zostera noltii* (ONCFS, 2016).

Nettement moins saumâtre que la précédente, la zone de schorre est également morcelée en plusieurs habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti et al., 2004). La réserve présentant la plus grande surface de prés-salés au niveau régional, la conservation de cet espace remarquable doit logiquement être perçue comme un enjeu environnemental majeur (ONCFS, 2016).

3. Diversité faunistique

Au sein de cette mosaïque d'habitats exceptionnels, évolue une faune inféodée remarquable. Concernant l'avifaune, la diversité de biotope présente une disponibilité trophique large et diversifiée, propice à l'accueil de nombreuses espèces protégées (ONCFS, 2016) : l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), la Bernache cravant (*Branta bernicla*), les Canards pilet (*Anas acuta*) et siffleur (*Anas penelope*), le Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*), l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus*), les Sarcelles d'hiver (*Anas crecca*) et d'été (*Anas querquedula*) et la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*).

Des espèces d'intérêt patrimonial inscrites à l'annexe II de la Directive Habitat Faune Flore sont également présentes comme la Loutre (*Lutra lutra*) et la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) (ONCFS, 2016).

Certains biotopes comme les zones de vasière sans végétation ou encore les herbiers à zostères sont caractérisés par une diversité benthique bioindicatrice à suivre. C'est dans le cadre du programme ERMMA qui a pour finalité d'évaluer la biodiversité des écosystèmes aquatiques que s'inscrit ce présent rapport porté sur le benthos.

Un habitat d'intérêt patrimonial, présents sur les deux sites :

Les herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) sont inscrits dans la liste des habitats et espèces menacées ou en déclin de la zone IV (Golfe de Gascogne et côte ibérique) par la convention OSPAR⁸ (bancs de maërl et herbiers à zostères). Ils sont également recensés parmi les habitats menacés dans la Directive européenne « Habitat Faune Flore » Annexe I de la C.E.E. (Code Habitat 1110-1) et sont protégées par la loi littoral⁹.

Les deux Zostères sont également inscrites à l'annexe II¹⁰ de la convention de Barcelone. Les pays signataires de cette convention (dont la France) s'engagent à la protéger. *Zostera marina* est également inscrite à l'annexe I¹¹ de la Convention de Berne.

⁸ Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est

⁹ Loi n° 86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral (version consolidée au 24 février 2005), dite « Loi littoral »

¹⁰ Liste des espèces en danger ou menacées

¹¹ Espèces de flore sauvage pour lesquelles sont interdits la cueillette, le ramassage, la coupe ou le déracinage intentionnels, ainsi que la détention ou la commercialisation

Tableau 1 Liste du matériel de terrain et de laboratoire

Etape	Quantité	Matériel	Caractéristiques (dimensions, référence...)	Fonction	Photo
Terrain					
Préparation	1	GPS	GARMIN GPSmap 76CS x, Référentiel WGS94	Géolocalisation	
	-	Appareil photo, marqueurs, fiches terrains, calendrier des marées, wadders.	-	Echantillonnage	
	10 L	Alcool éthylique	70° (96° dilué)	Conservation des spécimens	
Quadrats	1	Pelle	Largeur max 25,5 cm. Longueur max 28 cm	Prélèvement de substrat	
	Min 20	Pot	Volume 1L	Stockage des échantillons	
	Min 2	Epuisette d'aquarium	Maille 1 mm	Filtrage des prélèvements	
Transects	Min 6	Bac	Volume 5L	Stockage des échantillons	
	1	Corde graduée	Longueur 10 m	Tajectoire et mesure	
	1	Epuisette à cadre métallique	Manche : 1,50 m. Maille entrée : 1,7 mm. Maille fond 1,3 mm. Ossature métallique : 50 cm x 50 cm	Prélèvement de	
Laboratoire					
Tri	3	Tamis	Mailles : 1 mm; 3,15 mm et 5 mm	Extraction des spécimens	
Identification	-	Pincettes, boîtes de pétri	-	Manipulation des spécimens	
	1	Loupe binoculaire	PERFEXSCIENCES oculaire x10 + objectifs x2 ou x4	Visualiser les critères déterminants	
	-	Fiches espèces, guides d'identification	*Voir bibliographie*	Identification	

II. MATERIEL ET METHODES

En 2008, un premier protocole a été imaginé (Milon, 2008), inspiré des protocoles du REBENT¹² (Hily, 2004) et tenant compte des particularités bathymétriques, géographiques et écologiques du lac marin. Il fut ensuite quelque peu modifié (Cannevet & Fixary, 2009 ; Denis & Febwin, 2011) puis adapté à la RNN d'Arès en 2010 (Etchegoyen & Jo, 2010). Le protocole présenté ci-dessous est celui appliqué et validé depuis 2011.

Un suivi des périmètres occupés par les herbiers de Zostères est mis en place depuis 2014 afin de compléter cette étude. Les données sont collectées par relevés GPS.

A. MATERIEL

Une étude comparative préalable a montré que 3 pelletées prélèvent la même quantité de substrat que 6 prélèvements par benne à main (Baille & Itoz, 2015). La pelle sera donc privilégiée dans ce protocole pour des raisons pratiques. La liste du matériel ainsi que la fonction associée sont énumérées dans le Tableau 1.

B. METHODE D'ECHANTILLONNAGE

1. Stratégie d'échantillonnage

Les points d'échantillonnage, initialement sélectionnés aléatoirement d'après un quadrillage par zone, ont tenu compte des disparités des berges selon l'axe Nord-Sud ainsi que de l'accessibilité à pied. Les coordonnées géographiques sont exprimées selon le référentiel WGS84 en Latitude et Longitude grâce à un récepteur GPS (Global Positioning System).

Deux techniques de prélèvement sont utilisées : des quadrats dans le substrat sablo-vaseux à marée basse et des transects au niveau des herbiers immergés. Ainsi, 6 transects et 12 quadrats, géoréférencés et repris chaque année, permettent l'étude interannuelle du lac d'Hossegor (Figure 11). Les stations d'échantillonnage de la RNN d'Arès se répartissent sur seulement 2 transects et 6 quadrats (Figure 12). Le géoréférencement des points d'échantillonnage et la standardisation du protocole sont essentiels pour la comparaison interannuelle des résultats.

Il est important de préciser que la campagne d'échantillonnage du site d'Arès s'effectue différemment de celle du lac d'Hossegor : elle s'étend sur 2 jours et, par conséquent, ne compte que 2 répliques prélevés le même jour contre 4 répliques prélevés à 15 jours d'intervalle pour le Lac d'Hossegor. Néanmoins, le matériel est le même et les échantillons sont traités de la même façon.

2. Transects pour les herbiers

Cette méthode, appliquée aux zones immergées, est réalisée à l'aide d'une époussette carrée manipulable grâce à un manche, fabriquée sur-mesure pour cette utilisation.

Le prélèvement s'opère le long d'une corde graduée de 10 m, représentant une surface échantillonnée de 5 m². Dans la mesure du possible, la trajectoire s'effectue du centre du lac vers la berge. Cette stratégie permet de récupérer l'épibenthos présent dans les herbiers immergés.

¹² REseau de surveillance des biocénoses BENThiques



Figure 9 Méthode d'échantillonnage en transect



Figure 10 Méthode d'échantillonnage par quadrat

Les espèces capturées présentant un statut de protection (Hippocampes et Anguilles par exemple) ainsi que les individus de grande taille et identifiables à l'œil nu tels que les Crabes verts adultes sont recensés puis aussitôt relâchés sur place. Les éléments grossiers sont évacués en prenant soin de ne pas perdre d'individus. L'épibenthos contenu dans l'épuisette est ensuite conservé dans les pots de prélèvement contenant de l'alcool à 70° le plus rapidement possible (Holme & Mc Intyre, 1984).

3. Quadrats pour le substrat sableux

Cette technique permet de capturer l'ensemble des espèces vivant dans les 15 premiers centimètres de sable. Au-delà, la nature anoxique du substrat le rend trop hostile à la vie. Afin d'éviter tout risque de perte de taxon, l'échantillonnage s'effectue à marée basse. Le quadrat est défini par une largeur de 20 cm, une longueur de 50 cm et une profondeur de 20 cm, représentant un volume total de 0,1m³.

Le volume échantillonné se voit débarrassé des éléments les plus grossiers et du sable par tamisage.

4. Tri et identification

Une fois la récolte des échantillons terminés, ceux-ci doivent être identifiés en laboratoire. Ils sont d'abord triés afin de retirer un maximum de débris inutiles à notre étude (racines, coquilles vides, cailloux, sable...).

Une première étape de tri consiste à récupérer uniquement les organismes à identifier. Pour cela, chaque échantillon est nettoyé à l'aide de tamis à mailles décroissantes. Le refus du tamis le plus fin contient les organismes à identifier à la loupe binoculaire qui sont alors placés et conservés dans une boîte numérotée contenant de l'alcool à 70°, dans l'attente de leur identification.

Enfin, vient l'étape de l'identification. Les espèces sont identifiées grâce à une loupe binoculaire pour les plus petits ou à l'œil nu pour les plus gros, à l'aide de fiches espèces et de guides d'identification (Hayward *et al.*, 2014). Lorsque l'espèce est difficilement identifiable, même après un avis d'expert, c'est au genre que nous arrêtons l'identification.

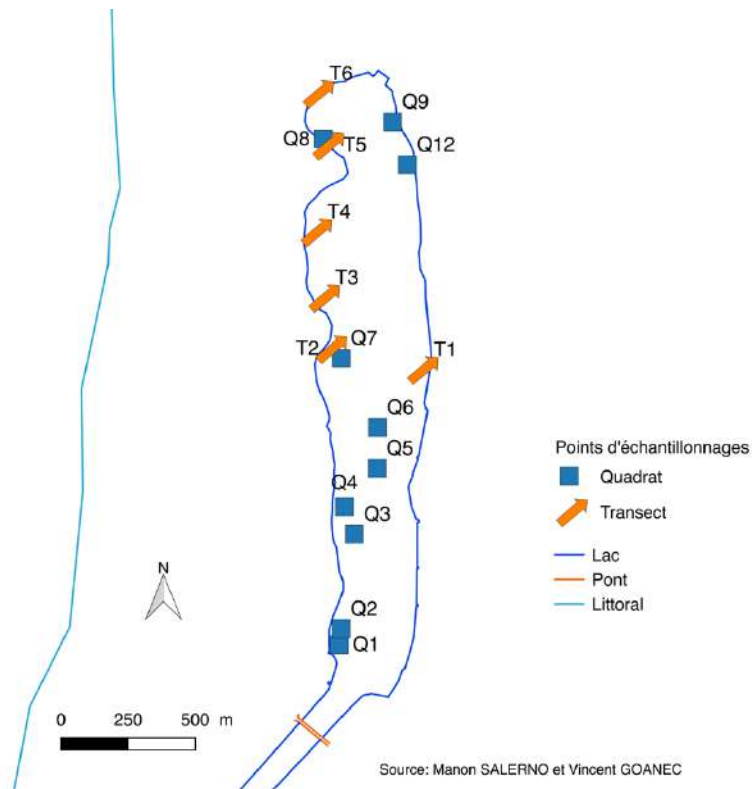


Figure 11 Localisation des points de prélèvements du lac d'Hossegor (quadrats et transects)

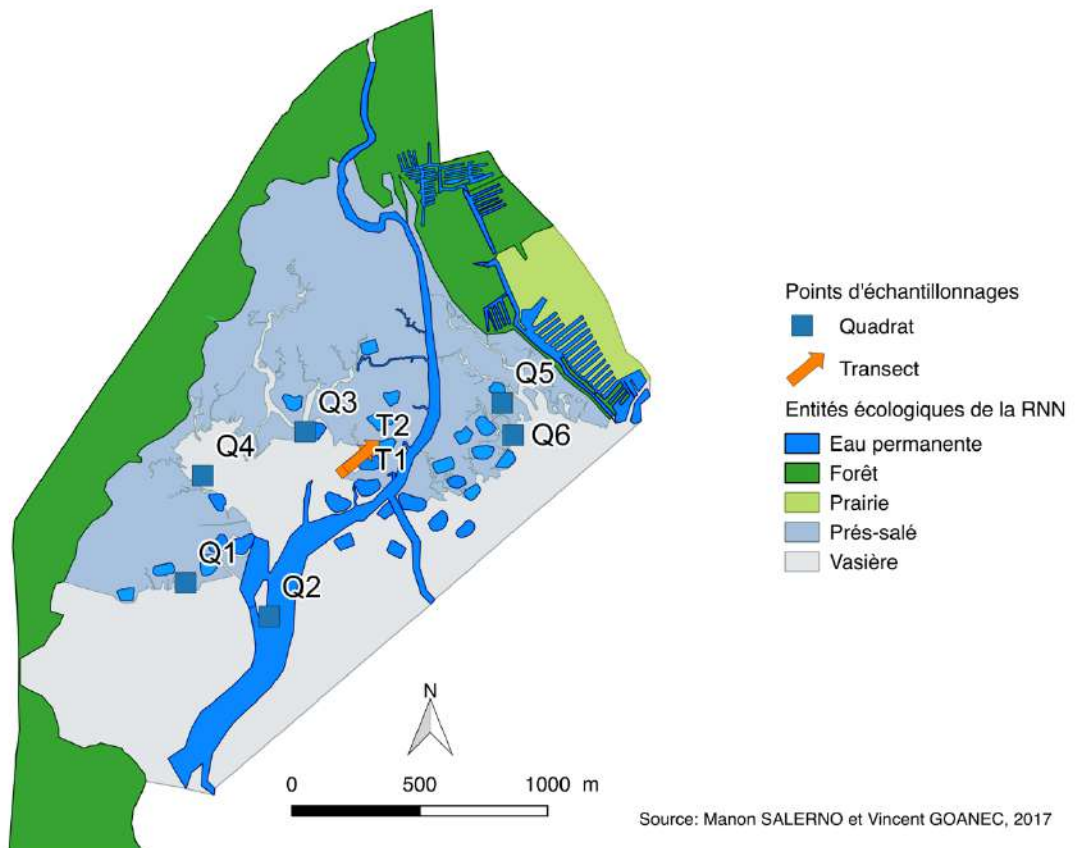


Figure 12 Localisation des points de prélèvements de la RNN des Prés-salés d'Arès (quadrats et transects)

C. OUTILS STATISTIQUES

1. Calcul d'indices et analyse statistique des données

Les données sont récoltées dans un tableur Excel. Les logiciels PAST[®] (Version 3.14) et R[®] (Version x64 3.3.2) ont été utilisés pour calculer les indices de diversité.

a) Richesse taxonomique (S)

C'est le nombre exact de taxons échantillonnés, d'individus ou de cellules appartenant à un taxon donné dans un écosystème déterminé. Le niveau spécifique est le niveau le plus fréquemment utilisé en écologie appliquée à la protection de la nature et de ses ressources. Dans cette étude, l'identification a été réalisée au laboratoire après le placement des individus dans de l'alcool. Cependant, certains taxons non identifiables *in situ* ont été déterminés au genre, parfois à la famille ou encore à l'ordre. Et selon les années, l'identification n'a pas pu être effectuée toujours au même rang. C'est pourquoi, dans l'étude interannuelle, on parlera de richesse taxonomique, cela reflètera le rang taxonomique le plus commun depuis le début des récoltes de données : la famille. Cette perte de données peut être préjudiciable mais indispensable pour la pertinence des indices.

b) Abondance moyenne, au m² et relative

Afin de connaître la composition en proportion et la structure des populations, plusieurs calculs prenant en compte l'abondance sont utilisés :

- L'abondance ou effectif total (N) : c'est le nombre total d'individus appartenant à une espèce/un taxon ou à un milieu donné
- L'abondance moyenne (nombre d'individus/campagne) : moyenne de l'effectif de chaque taxon par campagne d'échantillonnage
- L'abondance moyenne au m² (nombre d'individus/m²) : c'est le nombre d'individus moyen ramené à l'unité de surface (0,1m² pour les quadrats et 5m² pour les transects)
- L'abondance relative (%) : donne la proportion de l'abondance au sein des entités par rapport à l'abondance totale du site

c) Indice de Shannon-Weaver (H')

Cet indice permet de mesurer la diversité spécifique. Il permet donc de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer une évolution au cours du temps.

N_i : nombre d'individus d'une espèce/un taxon donnée

i allant de 1 à S (nombre total d'espèces/taxa).

N : nombre total d'individus

L'indice maximal théorique dans le peuplement est noté H'max.

- Indice de Shannon-Weaver (H') par unité de surface :

Dans le cas du protocole de suivi des oiseaux, l'indice de Shannon est divisé par la surface (en Hectare) de la zone.

$$H' = - \sum \left(\frac{N_i}{N} * \log_2 \left(\frac{N_i}{N} \right) \right)$$

d) Indice de Pielou ou d'équitabilité (J)

Cet indice calcule l'équipartition des espèces (taxa) au sein du peuplement par rapport à une répartition égale pour l'ensemble des espèces (Barbault, 1992). L'indice est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement, et l'indice est minimal lorsqu'une seule espèce domine. Cet indice varie de 0 à 1.

H' : indice de Shannon-Weaver

H'max : indice maximal théorique de Shannon-Weaver

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Tableau 2 Classement des espèces selon leurs pullo-sensibilités de l'AMBI

Groupe :	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>
Espèces :	<i>sensibles</i>	<i>indifférentes</i>	<i>tolérantes</i>	<i>Opportunistes de type I</i>	<i>Opportunistes de type II</i>

Équation 1 Méthode de calcul de l'AMBI

$$AMBI = [(0 \times \%GI) + (1.5 \times \% GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \% GV)] / 100$$

Tableau 3 Hierarchisation des valeurs de l'AMBI

Classes	]0 ; 1,2]	]1,2 ; 3,3]	]3,3 ; 4,3]	]4,3 ; 5,5]	]5,5 ; 7]
Etat écologique	Très bon	Bon	Moyen	Mediocre	Mauvais

Tableau 4 Etats écologiques des milieux suivant les catégories du M-AMBI

Classes	]0 ; 0,2]	]0,2 ; 0,39]	]0,39 ; 0,53]	0,53 ; 0,77]	0,77 ; 1]
Etat écologique	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon

e) IndicSpecies sous R[®]

Afin de décrire l'occupation du site par les taxons et leurs fidélité et spécificité à certaines zones, une approche probabiliste a été mise en place via le package « *IndicSpecies* ».

IndicSpecies-package fournit un ensemble de fonctions pour évaluer la force et la significativité statistique de la relation entre l'occurrence / l'abondance des espèces ou d'associations d'espèces et les groupes de sites.

Au sein du lac d'Hossegor, deux groupes ont été dégagés : « quadrat » et « transect ». Les quadrats ont ensuite été séparée en 3 groupes : « sud » (Q1, Q2), « centre » (Q3, Q4, Q5, Q6) et « nord » (Q7, Q9, Q12). Le même procédé a été réalisé pour les transects : « nord » (T5, T6) et « centre » (T1, T2, T3, T4), à l'exception de l'absence de zone sud pour les transects car aucun n'y est effectué.

2. Analyses multidimensionnelles de la diversité et cartographie

L'AFC est une méthode, basée sur l'inertie, qui permet d'étudier l'association entre deux variables qualitatives. Le but est de représenter un maximum de l'inertie totale sur le premier axe factoriel, un maximum de l'inertie résiduelle sur le second axe, et ainsi de suite jusqu'à la dernière dimension. La matrice de données est sous forme d'un tableau de contingence contenant les « taxons » et la « position » en variable qualitative. Elle concerne l'analyse de l'occupation du lac d'Hossegor en avifaune et a été réalisée sous le logiciel R[®].

Toute la cartographie réalisée cette année s'est effectuée à l'aide du logiciel QGIS[®] (v. 2.14.6-Essen).

3. Homogénéisation des données

Le plus gros travail en termes de temps fut l'homogénéisation des données. En effet, les données récoltées depuis 2008 sont rassemblées dans un tableur Excel de 60663 lignes et 15 colonnes. L'homogénéisation des données dans ce type de fichier est indispensable. Chaque année le sujet est traité par de nouveaux étudiants de diverses formations (licence pro, licence générale, master) et, par conséquent, ont eu des durées de stage différentes selon les années. Les capacités d'identification sont différentes et peu d'étudiants peuvent prétendre savoir identifier ces types de taxons, dont certains sont parfois réservés à quelques spécialistes en France.

Par conséquent, selon les années, l'état du spécimen ou encore la conservation des échantillons, l'identification ne s'est pas arrêtée aux mêmes rangs. Pour une espèce, plusieurs familles étaient attribuées, avec des orthographes différentes, ou des noms anciens non mis à jour. Ainsi, les noms des taxons ont été mis à jour selon la nomenclature scientifique valide (INPN, WORM'S).

4. Indice de qualité écologique du benthos, le M-AMBI

L'indice M-AMBI (AZTI-Tecnalia) utilisé pour qualifier l'état écologique dans cette étude est basé sur deux métriques : la diversité (incluant la richesse spécifique (S) et l'indice de Shannon Weaver (H')) et l'indice AMBI (ATZI Marine Biotic Index).

L'AMBI a été initialement développé sur la côte basque par Borja et *al.* en 2000. Il s'appuie sur la classification des espèces benthiques dans 5 catégories de groupe écologique hiérarchisé selon leur polluo-sensibilité (Tableau 2). Après le calcul énoncé dans l'Équation 1, les valeurs de l'AMBI s'organisent ensuite en classe selon la hiérarchie suivante et donne l'état écologique (Tableau 3). L'indice M-AMBI est le résultat d'une analyse factorielle sur les deux métriques citées précédemment et se définit comme indiqué dans le Tableau 4.

Ces démarches ont été réalisées à partir du logiciel AZTI (version 5.0) (disponible sur <http://ambi.azti.es/>) via une base de données de 6500 taxa mise à jour régulièrement.

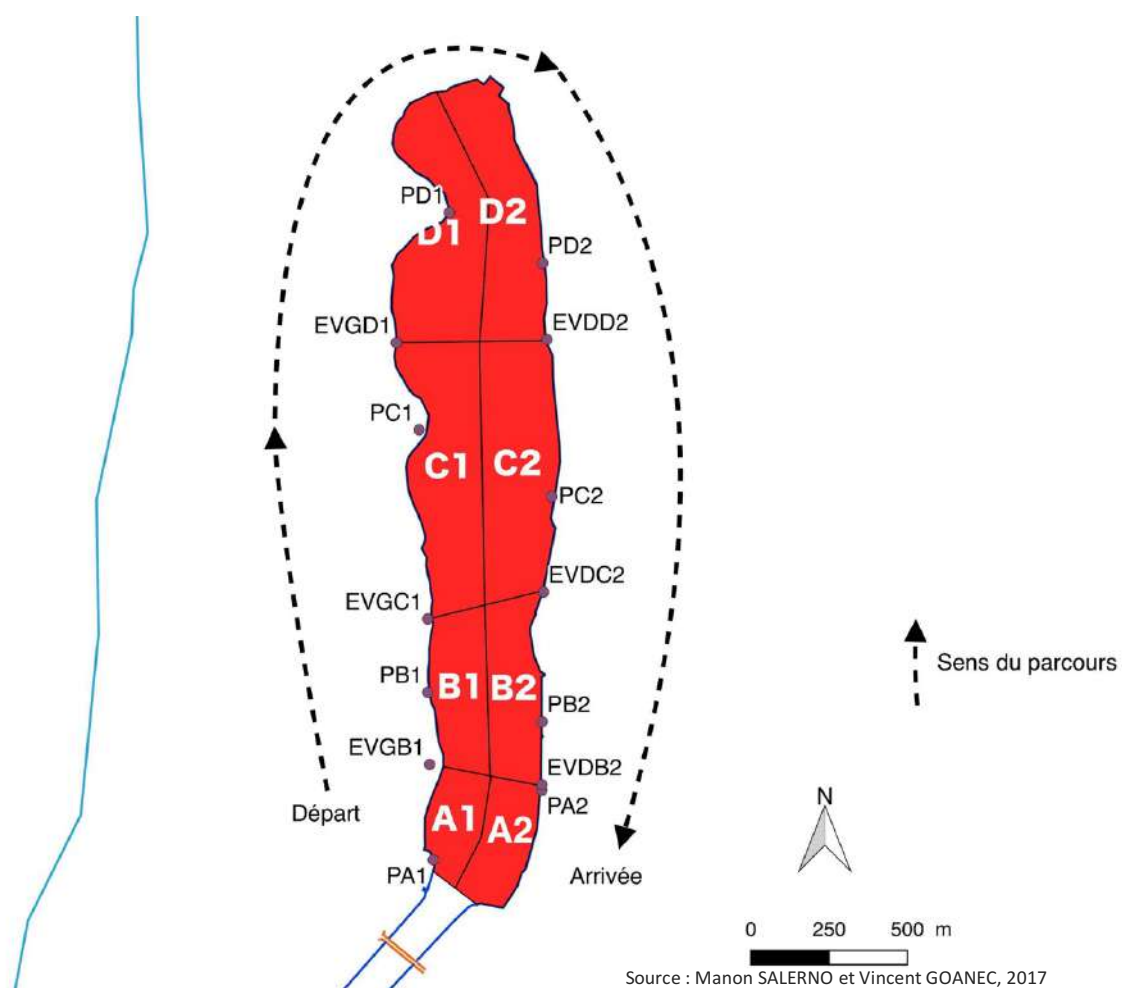


Figure 13 Délimitation des zones du lac d'Hossegor pour le protocole de suivi avifaune et des points d'observation « EV G/D » = « Elément Visuel - Gauche - Droit » + Nom de la zone

Tableau 5 Eléments renseignée sur les fiches terrains

Position	Comportement
Vol	Alimentation
Eau	Repos
Herbier	Reproduction
Vase	Déplacement
Berge	

D. PROTOCOLE AVIFAUNE

1. Principe de la méthode

Afin de dégager une potentielle évolution des peuplements sur le long terme, il est nécessaire d'élaborer un protocole standardisé et répliquable. Les données seront récoltées dans les mêmes conditions à chaque application du protocole, cela étant nécessaire pour un traitement statistique optimal. La méthode d'inventaire choisie sera inspirée de la méthode IPA (Indices Ponctuels d'Abondance) décrite par BLONDEL *et al.*, 1970. Elle consiste à noter tous les contacts (acoustiques ou visuels) faits à partir d'un point fixe pendant une durée déterminée. Au vu de notre zone d'étude ouverte, les détections acoustiques (utilisées majoritairement pour les passeriformes en milieu forestier) ne seront pas relevées.

Pour chaque contact et relativement à la question scientifique posée, les éléments du Tableau 5 sont renseignés en plus des éléments généraux (heure, espèce, nombre, sexe, âge, remarques ; Annexe 7). Le matériel optique d'observation doit être impérativement de type longue vue, dans ce cas : *Kowa : grossissement x60*

Pour ce premier suivi de l'avifaune, le protocole a été réalisé à hauteur de 3 campagnes d'1 journée. La variable marée a été testée à chaque journée de suivi. La récolte des données biologiques étant répartie sur 3 jours de suite, aucune comparaison temporelle ne sera réalisée dans ce présent rapport. Ainsi, ces premières données constituent un état initial de l'occupation du site par les peuplements de l'avifaune aquatique.

2. Définition des zones et des stations d'observations associées

La zone d'étude étant relativement vaste (90 Ha), le lac est découpé en plusieurs entités associées à un point d'observation par zone (Figure 13).

Face à la réalité du terrain, le périmètre des zones d'observations a été défini en fonction d'éléments visuels (EV dans la Figure 13) facilement remarquables sur les berges du lac (bâtiment, quai). Ceci permettant une plus grande aisance dans la localisation de la zone d'observation *in situ*. Les stations de contact associées à chaque zone d'observation ont été fixées par rapport à la visibilité du plan d'eau à inventorier. Le site n'étant pas parfaitement linéaire, chaque point d'observation est placé de manière à optimiser une visibilité maximum.

Dans l'intention de travailler en termes d'abondance, les stations de contact sont suffisamment éloignées, ce qui permet de minimiser les doubles comptages par superposition. Dans cette même logique et face à la grandeur du site à l'étude, le temps d'observation par station sera de 5 min (contrairement aux 15 min habituelles pour un IPA). Cette courte période permettra, là encore, de limiter les doubles comptages à l'échelle du site.

Le parcours est effectué le plus rapidement possible, dans le sens suivant des points d'observations : PA1 ; PB1 ; PC1 ; PD1 ; PD2 ; PC2 ; PB2 ; PD2 (Figure 13).

Tableau 6 Conditions de réalisation des campagnes d'échantillonnage au lac d'Hossegor en 2017

Campagne	Date	Méthode	Coefficients	Marée basse	Marée haute
1	13.03.2017	Quadrats	97 - 97	11h12	17h22
	14.03.2017	Transects	97 - 95	11h42	17h54
2	27.03.2017	Quadrats	91 - 97	11h04	17h19
	28.03.2017	Transects	101 - 105	11h38	17h58
3	10.04.2017	Quadrats	81 - 82	11h59	17h54
	11.04.2017	Transects	83 - 83	12h32	18h25
4	26.04.2017	Transects	102 - 106	11h09	17h33
	27.04.2017	Quadrats	109 - 110	11h52	18h16

Tableau 7 Extraits des résultats des espèces indicatrices via Indic.Species

Espèce	A	B	stat	p.value	Significativity
QUADRATS					
Centre					
Mac_ten	0.78261	0.42857	0.579	0.038	*
Nord					
Hed_div	0.94762	0.81818	0.881	0.001	***
Cor_sp	1.00000	0.36364	0.603	0.014	*
Sud					
Cyc_ner	0.5769	0.7500	0.658	0.045	*
TRANSECTS					
Sal_pav	0.9024	0.3750	0.582	0.080	*
Amp_sq	1.0000	0.2500	0.500	0.126	*

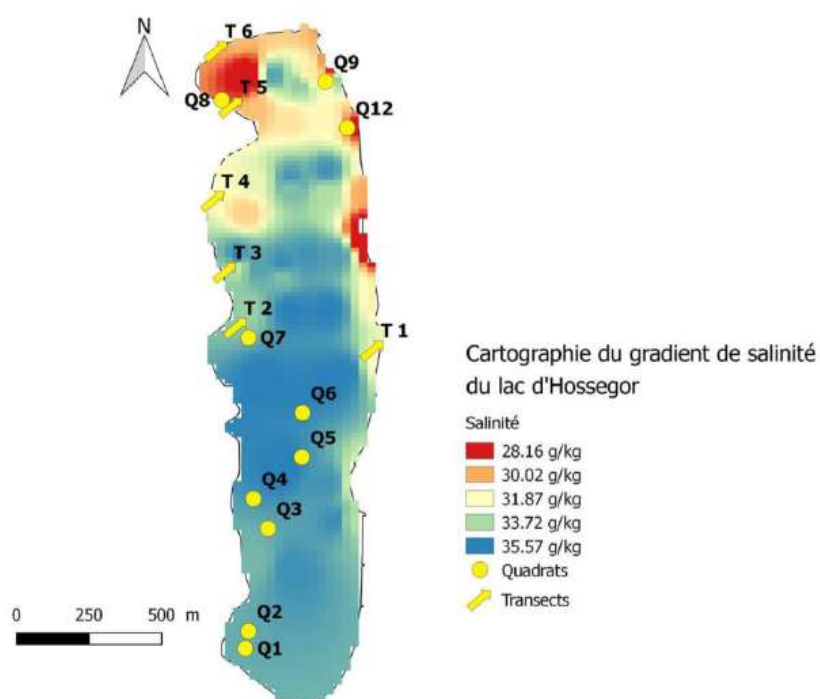


Figure 14 Gradient de salinité du lac d'Hossegor pour l'année 2016 (GALLIANO, 2016)

III. RESULTATS ET INTERPRETATION

A. LAC D'HOSSEGOR

1. Campagne 2017

Les campagnes d'échantillonnage de l'année 2017 ont été réalisées dans les conditions résumées dans le Tableau 6.

En totalité, 58 taxons ont été prélevés pour cette année 2017 au lac d'Hossegor (Annexe 1). 67 809 individus ont été échantillonnés dont 64 680 sont des hydrobies (*Hydrobia ulvea*), soit 95%. Cet organisme brouteur est mobile ; ses effectifs varient fortement en fonction des marées. Une abondance si forte pourrait couvrir les évolutions de taxons moins représentés. Pour cette raison, les hydrobies ne seront pas prises en compte dans le calcul des indices de diversités.

L'axe Nord-Sud semble structurer la répartition de certains taxons.

L'approche par « *IndSpecies* » indique que, concernant les quadrats, on retrouve deux taxa indicateurs pour la zone nord ; *Hediste diversicolor* et *Corophium* sp (Tableau 7). *Hediste diversicolor* a une distribution homogène avec une fidélité B de 0.82. Cette localisation peut être liée à une tolérance à une salinité plus faible (Figure 14). En effet, cette espèce est caractéristique de certains biotopes euryhalins, présentant de forte variation de salinité (<https://inpn.mnhn.fr>). *Corophium* sp. est présente de manière abondante et exclusive à la station Q12, sa spécificité A en témoigne. Cette station semble être caractérisée par un substrat plus grossier que les autres quadrats.

A propos du centre du lac, seule *Macomangulus tenuis* peut être considérée comme indicatrice de cette zone (Annexe 4). Sa spécificité A élevée indique qu'elle est présente essentiellement au centre. Cette espèce est caractéristique de nombreux biotopes marins de sables fins référencés en tant qu'habitat EUNIS (INPN). Les quadrats du centre, localisés en majorité sur les bancs de sable, semblent présenter un substrat fin.

Au sud, *Tritia neritea* (anciennement *Cyclope neritea*) est le seul organisme pouvant être considéré comme indicateur de cette zone. L'influence du milieu marin (Figure 14) peut-être une des hypothèses expliquant sa répartition (SIMON-BOUHET B., 2006).

Un suivi sur le long terme de ces taxons indicateurs ainsi qu'une étude granulométrique permettraient d'identifier d'éventuelles variations de salinité et de substrat au sein des différentes zones du lac et de cibler leurs causes. Egalement, l'identification jusqu'à l'espèce pour ces organismes indicateurs semble moins litigieuse (critère déterminant bien visible) que pour d'autres groupes taxonomiques identifiés. Une concentration particulière sur ces espèces, permettra peut-être d'éviter des interprétations basées sur des erreurs d'identifications.

Concernant les transects ; au nord, certaines espèces sont considérées comme indicatrices avec notamment *Salaria pavo* et *Amphipholis squamata*. Ces deux espèces ont été prélevées uniquement au nord. Elles présentent la particularité d'apprécier les eaux saumâtres (<http://marinespecies.org>). Au centre, aucune espèce ne peut être considérée comme indicatrice du centre dans les transects. La partie « Centre » regroupe T1, T2, T3 et T4.

Les cortèges d'espèces échantillonnées au nord sont des espèces influencées par le milieu marin (*Carcinus maenas*, *Littorina littorea*) mais également des taxons tolérant une plus faible salinité. Sur le long terme, un effet écotone pourra peut-être mis en évidence, T6 et T5 étant proche de l'arrivée d'eau douce (Figure 18).

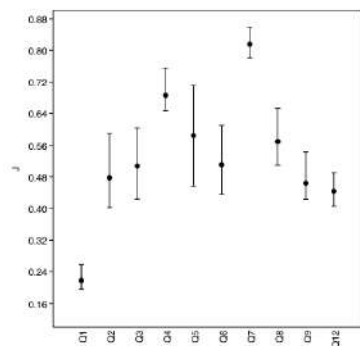


Figure 15 Equitabilité (J) dans les quadrats en 2017

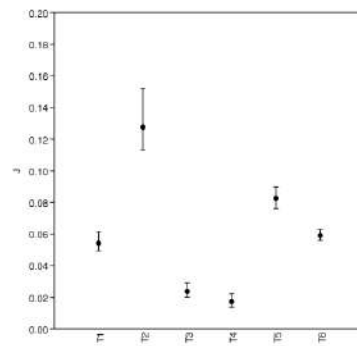


Figure 16 Equitabilité (J) dans les transects en 2017

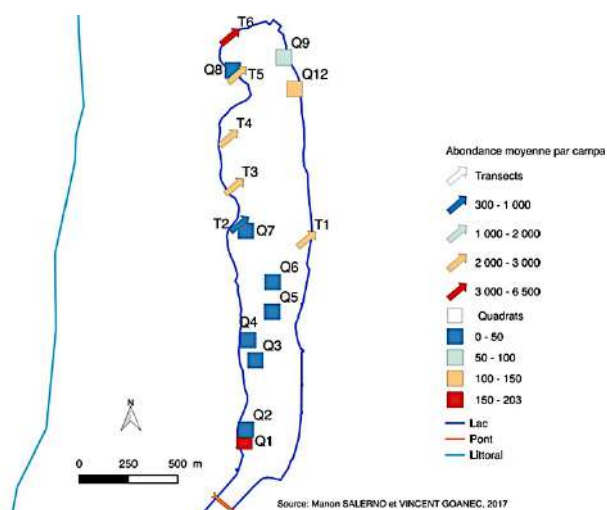


Figure 17 Abondance moyenne par campagne au lac d'Hossegor en 2017

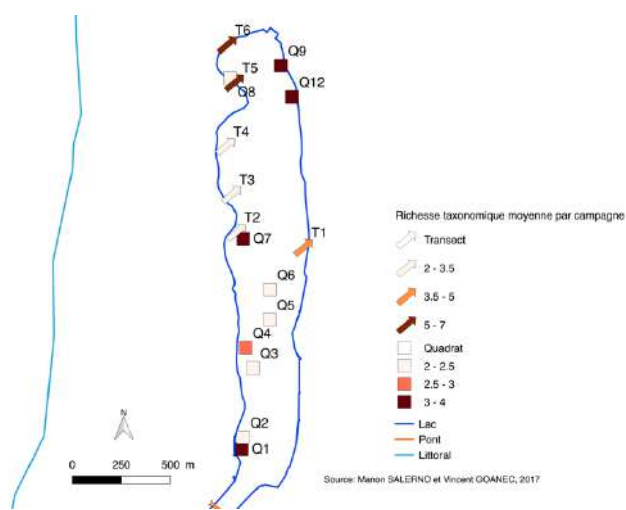


Figure 18 Richesse taxonomique moyenne par campagne au lac d'Hossegor en 2017

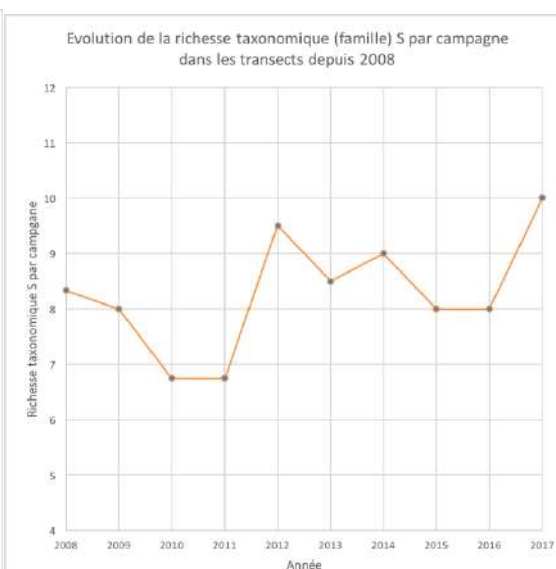
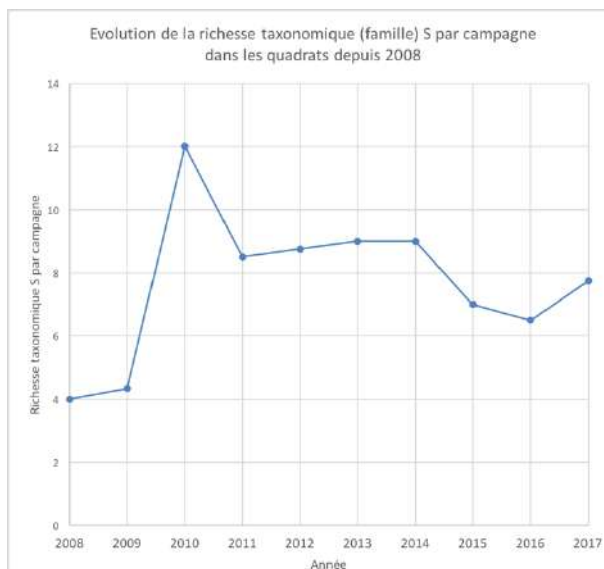


Figure 19 Evolution de la richesse taxonomique (famille) S par campagne dans les quadrats (gauche) et dans les transects (droite) depuis 2008

La répartition de l'abondance par campagne présentée en Figure 17 montre un net avantage pour les stations des pôles extrêmes : Q1 et T6. En revanche, Q1 présente une faible équitabilité (Figure 15). A l'inverse, Q7 ne possède pas un grand nombre moyen d'individus par campagne mais présente la meilleure équitabilité parmi les quadrats.

Parmi les transects, T6 semble contenir la plus grande population en termes d'effectifs (Figure 17) mais c'est T2 qui présente la meilleure répartition des taxons en termes d'abondance (Figure 16), bien que son abondance soit relativement faible par rapport aux autres transects.

La richesse taxonomique ne subit pas de différence très marquée entre les quadrats puisqu'elle oscille entre 2,5 et 6,5 (Figure 19).

2. Etude temporelle

L'évolution de la richesse taxonomique au cours des neuf dernières années concernant les quadrats et les transects ne présente ni effondrement, ni augmentation (Figure 19). Les tests de Wilcoxon apparié montrent que la richesse taxonomique des quadrats de 2009 et 2008 sont différentes des autres années (Annexe 5). Cette différence est due au nombre de campagnes réalisées : 3 en 2008 et 2009 contre 4 pour les autres années. A partir de 2014, les richesses taxonomiques sont plus faibles, avec une légère augmentation en 2017.

En revanche, cette année 2017 présente la plus forte richesse taxonomique concernant les transects : en moyenne, 10 taxons par campagne ont été identifiés (Figure 19). Les tests ne révèlent aucune différence marquée entre les années.

Il est important de rappeler que cette richesse taxonomique tient compte de la famille comme rang commun. Ainsi, depuis 2010, le nombre de familles identifiées dans les quadrats ou dans les transects ne varient qu'entre 6 et 10, ce qui représente une faible variation.

Quelques variations sont visibles au cours du temps (Annexe 6). En effet, selon les années, les conditions climatiques et physico-chimiques telles que la pluviométrie, la température ou encore la position des bancs de sable, changent.

Concernant les transects, la richesse taxonomique est généralement stable au cours du temps. Les transects 5 et 6 augmentent jusqu'en 2015.

Les quadrats 5 et 6 sont généralement les stations présentant une faible richesse taxonomique (Annexe 6). En effet, ces derniers sont présents sur le banc de sable central, très mobile d'une année à l'autre. Cet habitat est plutôt instable.

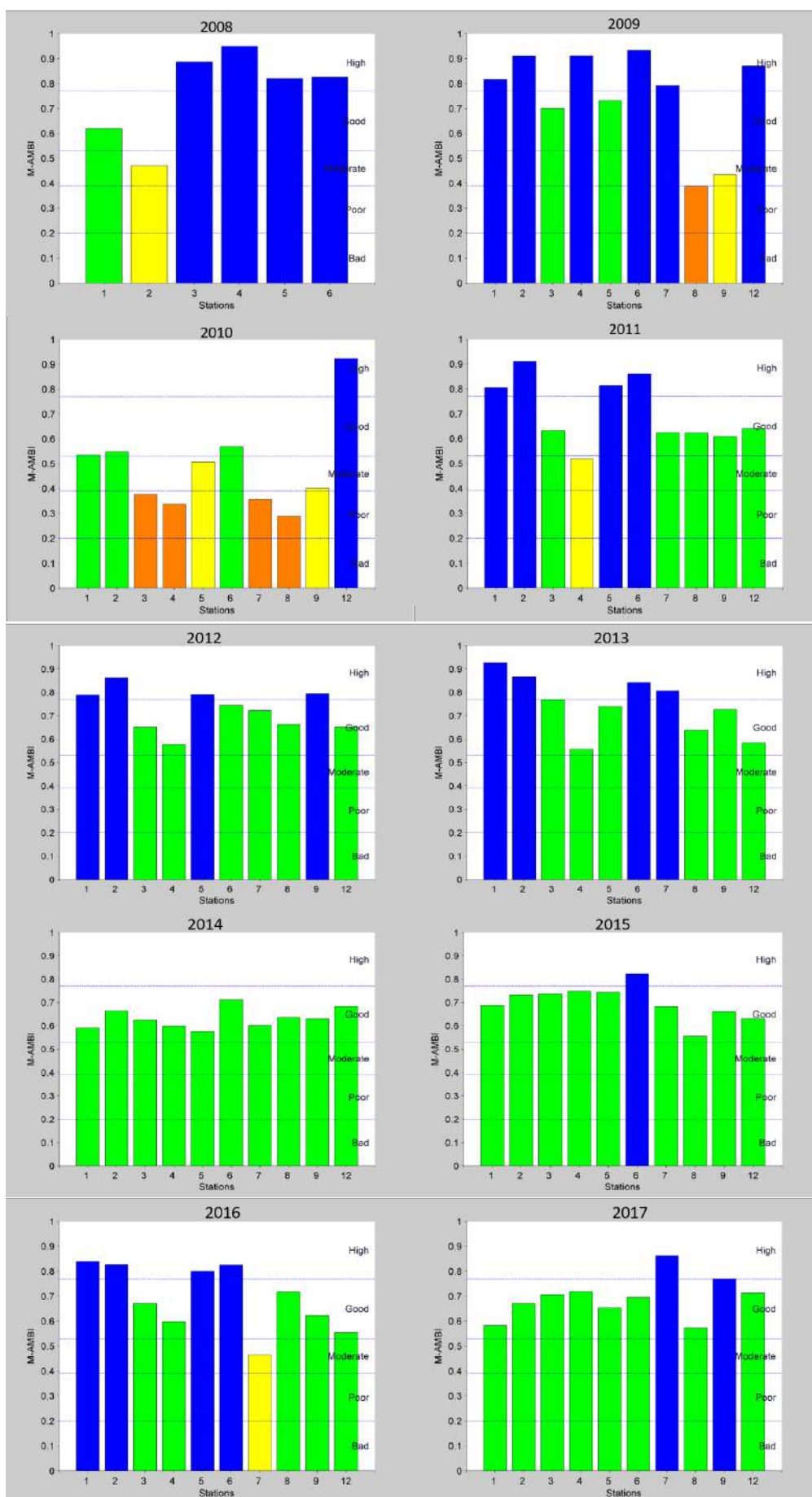


Figure 20 Histogrammes des indices M-AMBI de 2008 à 2017

3. Etude de la qualité écologique du benthos, le M-AMBI

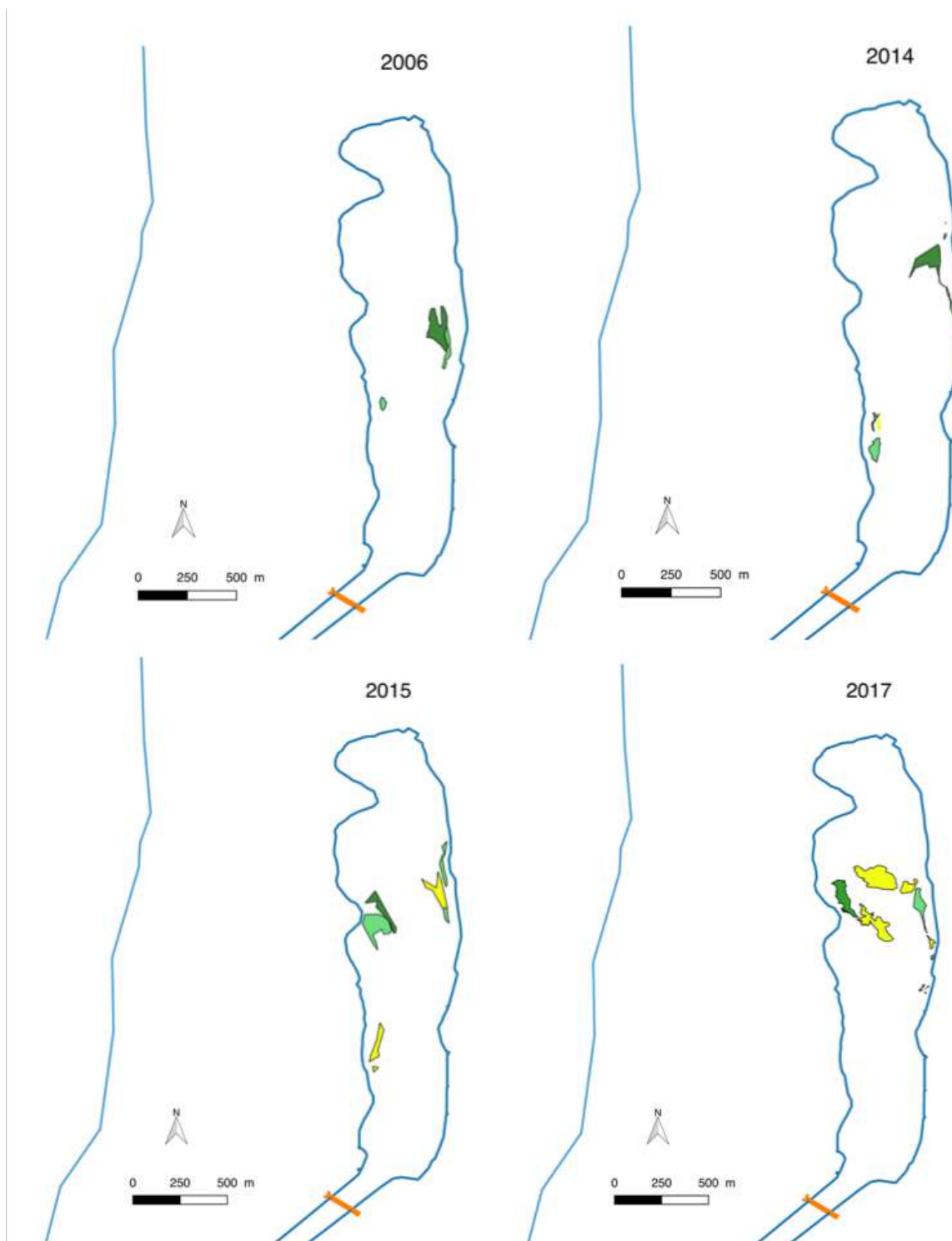
L'indice M-AMBI a été calculé à partir du logiciel ATZI (version 5.0). Initialement, il a été élaboré pour être appliqué à un substrat meuble. De surcroît, seul l'état écologique des quadrats est évalué par cet indice.

A l'échelle du site, son état écologique peut être qualifié de bon depuis sa forte diminution identifiée exclusivement en 2010 par les études précédentes (Figure 20). Globalement, les quadrats du Sud du lac (Q1 et Q2) présentent un meilleur état écologique que ceux du Nord (Q7, Q8, Q9, Q12). Il est vrai que cet indice a été développé pour des espèces évoluant en milieu marin. De par sa configuration particulière, le lac est fortement influencé par le milieu marin au Sud, avec des espèces inféodées comme *Cyclope neritea* par exemple. Notons que cet organisme est classé dans la catégorie **I** du M-AMBI, jugé « polluo-sensible » (Borja et al., 2000). Au Nord du lac maintenant, dominant des taxons résistant à des variations de salinité forte, *Hediste diversicolor* notamment. Cette espèce est logiquement classée en catégorie **III**, jugée « tolérante » aux polluants (Borja et al., 2000). Ces disparités de salinité influent logiquement sur le score M-AMBI des quadrats (Figure 14).

Ce constat n'est cependant pas vérifié pour l'année 2017. En effet, les scores du M-AMBI les plus élevés sont localisés au sein des quadrats du Nord Q7 et Q9. Cet indice ne prenant pas en considération un grand nombre des taxons présents au Nord, si une seule espèce abondante est prise en compte par le M-AMBI dans la classe I « polluo-sensible », le quadrat associé présentera forcément un score élevé.

C'est le cas du quadrat Q7 où l'abondance de *Ruditapes decussatus* (classée en catégorie **I** selon Borja et al., 2000) est forte. Concernant le Q9, la dominance de *Bittium reticulatum* (également en catégorie **I**) dans les cortèges est également prononcée. Ce gastéropode mobile voit ses effectifs fluctuer fortement en fonction des coefficients de marée.

Sachant que le M-AMBI a été conçu pour le milieu marin, il ne semble pas réellement représentatif de la zone d'étude présentant au Nord un milieu saumâtre.



Source : 2006, 20014, 20015: Rapports F. Candelier, M. Bosc, H. Baille.
Manon SALERNO & Vincent GOANEC, 2017

- Lac
- Pont
- Littoral
- Etendue des herbiers à Zostères
- Mixte
- Z. marine
- Z. noltii

Figure 21 Evolution de la surface des herbiers à Zostères depuis 2006

4. Etude complémentaire : évolution des surfaces de zostères

Cette année est la 3ème année, non consécutive, où l'étendue des herbiers à Zostères a été réalisé. Par manque de temps ou de conditions, le suivi n'a pas pu être réalisé en continu chaque année.

Un premier relevé de surface des herbiers à zostères fut réalisé en 2006 par l'IFREMER, réitéré en 2013.

L'étendue a été réalisé pour la Zostères Marine (*Zostera marina*) et la Zostère naine (*Zostera noltii*). En 2015, l'accès des herbiers fut difficile d'accès puisqu'une partie des herbiers en zone subtidale restait immergée durant la prise de données. Ainsi, l'herbier central n'a pas pu être délimité.

Cette année, les délimitations de tous les herbiers ont pu se faire, sauf pour le petit herbier de la zone Sud-Ouest. Le temps ainsi que les conditions ne nous ont pas permis de réaliser la délimitation de cet herbier. Les résultats des relevés de 2017 sont présentés en Figure 21.

Tableau 8 Surfaces (en m²) des différents herbiers à Zostères au lac d'Hossegor selon les années

		2006	2014	2015	2017
Centre	Mixte		995	7 580	34 026
	Z. marina	13 349	9 993	6 354	9 077
	Z. noltii	3 573	2 984,36	4 595	6 122,9
Sud	Mixte	-	-	5 319	-
	Z. noltii	1 421	4 637	-	-

Globalement, on peut penser que les surfaces des herbiers à zostères, marine et naine, sont en expansion, mais le manque de donnée de la zone centrale en 2015 ne nous permet pas d'affirmer cela. Néanmoins, Il est clair que la zone d'implantation de ces herbiers n'est pas en diminution, en ce qui concerne la zone centrale.

5. Etude complémentaire : suivi avifaunistique

Au total, 15 espèces différentes ont été contactées lors de ce suivi. 3 groupes majoritaires sont identifiés : les laridés, les limicoles et les grands échassiers. La richesse spécifique maximum obtenue à marée haute est de 5 contre 15 à marée basse.

Un test de khi-deux montre une différence significative des peuplements à marée haute et marée basse, avec une $p\text{-value} = 6.428\text{e-}07$. Il semblerait que les espèces utilisent le site à marée basse, pour s'alimenter ou comme zone de repos (Figure 23).

Concernant l'AFC des espèces par rapport à leurs situations sur le lac, les dimensions 1 et 2 portent 75% de l'information. L'isolement de l'entité contenant les limicoles par rapport à l'axe 1 (Figure 22) semble mettre en avant une localisation exclusive aux herbiers pour ces taxons. En effet, la totalité des espèces de limicoles (Bécasseau variable *Calidris alpina*, Grand gravelot *Charadrius hiaticula*, Pluvier argenté *Pluvialis squatarola*) a été observée à marée basse, s'alimentant dans les herbiers. Une seconde entité est mise en évidence ; elle comporte les laridés, directement associés aux bancs de sable (BDS) sur le graphique (Figure 22). Ces taxons utilisent cet espace comme zone de repos. Outre les limicoles et les laridés, le Héron cendré occupe également le site à marée basse et a été observé s'alimentant de l'épibenthos dans une fine pellicule d'eau. L'Aigrette garzette semble utiliser les berges du lac pour s'alimenter.

Il est important de noter que les zones situées à l'extrémité nord du lac présentent les indices de Shannon les moins élevés (Figure 24). Elles sont, malgré les grandes marées, la majeure partie du temps immergées, rendant la capture des proies plus délicate pour les limicoles par exemple.

Les indices de Shannon les plus élevés sont localisés au sud du lac (Figure 24). La majorité des observations réalisées au sein de cette zone sont des espèces en vol. Il semblerait que la sortie du canal soit utilisée comme exutoire par l'avifaune.

Les bancs de sable sont localisés dans les zones B1 et B2. Les laridés occupent cet espace en grand nombre. Les herbiers sont localisés dans les zones C1 et C2, où les limicoles viennent s'alimenter. Ces zones sont représentées par un fort indice de Shannon.

Au vu des premières données, le Grand gravelot fréquente de manière relativement abondante et exclusive les zones d'observations C1 et C2 (Figure 26).

Ces premiers résultats indiquent que l'occupation du site par l'avifaune est probablement liée aux modes de prédation des espèces et à la niche trophique disponible au sein du lac. L'importance des herbiers pour les oiseaux est également soulignée par cet état initial. De ce fait, des potentielles actions anthropiques (extraction de substrat) modifiant la dynamique des herbiers pourraient impacter directement les populations d'oiseaux s'alimentant sur le site d'étude.

Le site d'Hossegor doit sa classification en ZNIEFF de type 1 en partie à sa diversité avifaunistique. De surcroît, il paraît nécessaire de suivre les peuplements sur le long terme.

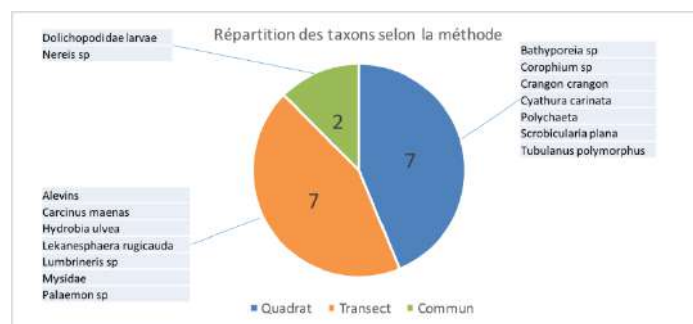


Figure 26 Répartition des taxons selon la méthode d'échantillonnage à Arès en 2017

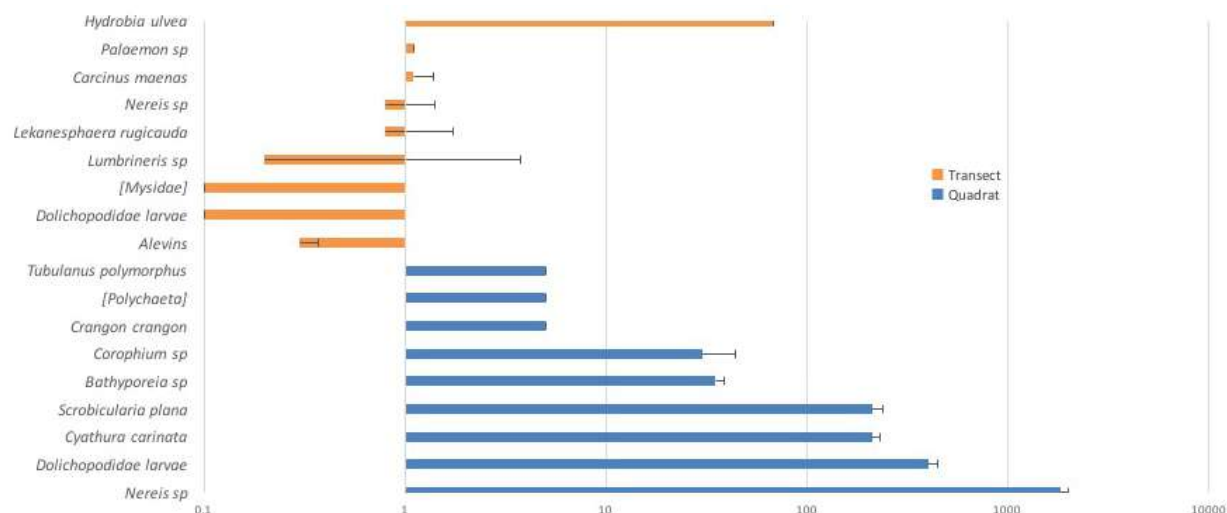


Figure 27 Abondance moyenne par campagne au m2 par taxon (échelle logarithmique) selon la méthode d'échantillonnage de la RNN des Prés-salés d'Arès en 2017

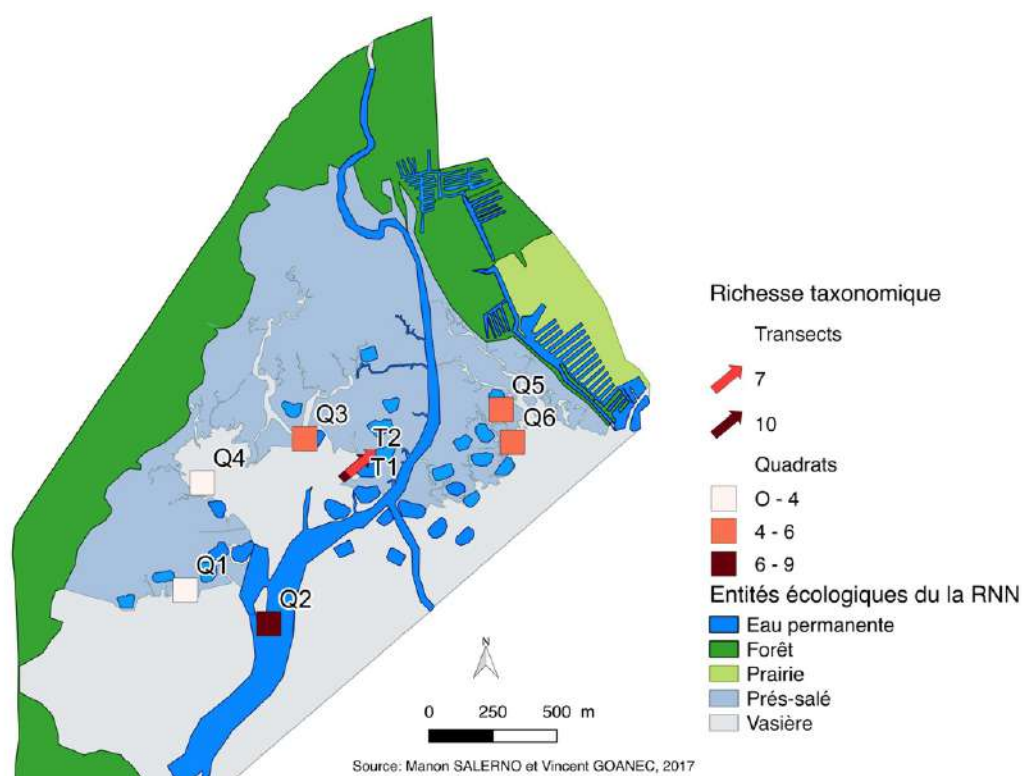


Figure 28 Répartition de la richesse taxonomique selon la méthode d'échantillonnage de la RNN des Prés-salés d'Arès en 2017

B. RNN DES PRES-SALES D'ARES ET DE LEGE-CAP-FERRET

1. Etude spatio-temporelle

Cette année, la campagne d'échantillonnage s'est réalisée sur 2 jours consécutifs. Les conditions météo étaient identiques sur ces deux jours.

Cette année, 1266 individus ont été identifiés, répartis dans 16 taxons (10 ordres). 7 taxons sont des espèces. Dans les quadrats, comme dans les transects, 9 taxons ont été déterminés mais seulement 2 sont communs aux deux méthodes (*Nereis sp* et *Dolichopodidae larvae*) (Figure 26).

Le test de Wilcoxon apparié indique une équivalence dans les deux réplicats concernant les quadrats (p-value=0,5487, $\alpha=5\%$). Concernant les transects, là aussi les abondances ne sont pas significativement différentes entre les 2 réplicats (p-value = 0,3114).

La cartographie (Figure 28) met en évidence une richesse taxonomique plus élevée au T1 par rapport au T2 (7 contre 10). Concernant les quadrats, Q2 possède la plus grande richesse taxonomique (7) alors que Q4 et Q1 ont la plus faible (4 pour les deux). D'après la Figure 27, les effectifs sont plus importants dans les quadrats, hormis pour *Hydrobia ulvae*. Les transects comportent des espèces en faible abondance.

Il est important de noter que quelques taxons ne présentaient qu'un seul individu : dans les quadrats cela concerne *Tubulanus polymorphus*, *Crangon crangon* et *Polychaeta* et dans les transects il s'agit de *Dolichopodidae larvae* et *Mysidae*.

2. Etude de la qualité écologique du benthos, le M-AMBI

L'indice M-AMBI a été calculé pour les quadrats. Seuls 9 taxons ont été répertoriés pour cette année. Pour cette année, 82 % des taxons n'étaient pas pris en compte dans cet indice. En effet, seule 4 taxons sur 7 sont déterminés jusqu'à l'espèce. L'indice ne tient alors pas compte de ces autres taxons.

D'après l'indice, il semblerait que Q2 et Q3 présentent un bon état écologique (« High »). Ces sont les quadrats qui présentent la plus grande richesse taxonomique. Ces derniers se trouvent dans une zone d'eau permanente (Figure 28).

Le Q1 et Q4 présentent un faible indice M-AMBI ainsi qu'une richesse taxonomique pauvre. En effet, ils se trouvent dans la vasière ou slikke, et sont recouverts par l'eau à marée haute en provenance du bassin d'Arcachon. La qualité de cette eau varie et peut potentiellement influencer les populations benthiques vivants dans ce milieu.

Globalement, l'indice semble décroître depuis 2011 concernant les relevés réalisés dans le cadre de cette étude. En revanche, l'étude réalisée par l'Ifremer depuis 2007 avec trois stations présente sur le bassin, présente une richesse taxonomique en légère augmentation chaque année.

Il est difficile d'affirmer que l'état écologique se dégrade via l'indice M-AMBI étant donné la limite de l'utilisation de ce dernier pour l'appliquer à cette étude.

IV. CONCLUSION

L'étude de la faune benthique au lac d'Hossegor est réalisée depuis 2008, la métabase de données contient actuellement 60663 lignes et 15 colonnes. Les opérateurs en charge du suivi diffèrent d'une année sur l'autre, indéniablement, cela entraîne certaines lacunes dans l'informatisation des données biologiques. Un travail d'uniformisation des données et de mise à jour des noms scientifiques a été réalisé cette année. En effet, certains taxons nommés par une nomenclature différente (orthographié différemment) étaient finalement le même organisme. Également, la validité des noms scientifiques est en perpétuelle évolution pour les groupes taxonomiques cible de l'étude (annélides marins par exemple). Certains taxons étaient donc en double dans le tableur, avec l'ancienne et la nouvelle nomenclature. La richesse taxonomique étant une base d'étude essentielle pour ce suivi, un travail de vérification et d'harmonisation des données par les opérateurs devra être réalisé pour chaque année de suivi.

Cette année, concernant l'analyse spatiale du benthos, l'outil IndSpecies a été utilisé pour mettre en évidence des espèces indicatrices suivant un axe Nord-Sud. Avec 58 taxons échantillonnés cette année, l'interprétation spatiale à partir des espèces indicatrices permet, en plus de minimiser les erreurs d'identifications, d'avoir une vision plus globale de l'occupation du site par la faune benthique. Il semblerait judicieux de pérenniser cette approche sur le long terme.

Outre le gradient de salinité révélé les années précédentes, des espèces indicatrices ont été prélevés exclusivement dans un substrat particulier. Il semblerait que la distribution et la répartition des taxons soit également liée à la granulométrie du site. Afin de pouvoir tester cette hypothèse, la réalisation d'une étude granulométrique semble nécessaire. De plus, le projet de désensablement programmé à court terme pourrait modifier considérablement la typologie du lac. Le suivi d'espèces indicatrices inféodées à un certain substrat permettrait d'appréhender ces possibles perturbations anthropiques.

Ajouter à l'étude du benthos, le suivi des peuplements avifaunistiques permet l'obtention d'une vision écosystémique du site. Il semblerait approprié de réaliser des campagnes d'observations sur la période d'hivernage. Il est vrai que l'utilisation du site pourrait être différente, notamment en termes de cortège d'espèces.

Les herbiers à zostères constituent un habitat pour certaines espèces benthiques et une niche trophique pour l'avifaune du site. Leur suivi surfacique semble adéquat pour l'étude en question. Cependant, l'acquisition des données GPS reste difficile compte tenu du fait que ces herbiers sont, en plus d'être immergés, localisés sur un substrat vaseux. L'utilisation d'un engin flottant (canoé, paddle) semble approprié. L'eau du lac étant relativement claire, l'accès à toutes les zones à herbier pourrait être plus aisé.

Concernant l'utilisation de l'indice M-AMBI, il est important de rappeler qu'à l'origine il a été développé pour les zones côtières. Le lac ne correspond pas exactement à ce milieu et les calculs de l'indice n'ont pas été pensés pour des eaux telles que les lagunes ou les eaux de transitions estuariennes. Le manque de précision dans l'identification a également un impact non négligeable sur les résultats puisque quelques espèces sont identifiées seulement jusqu'à la famille. Or, l'indice prend en compte seulement les taxons identifiés à l'espèce. Les valeurs du M-AMBI sont donc données à titre indicatif, et à nuancer.

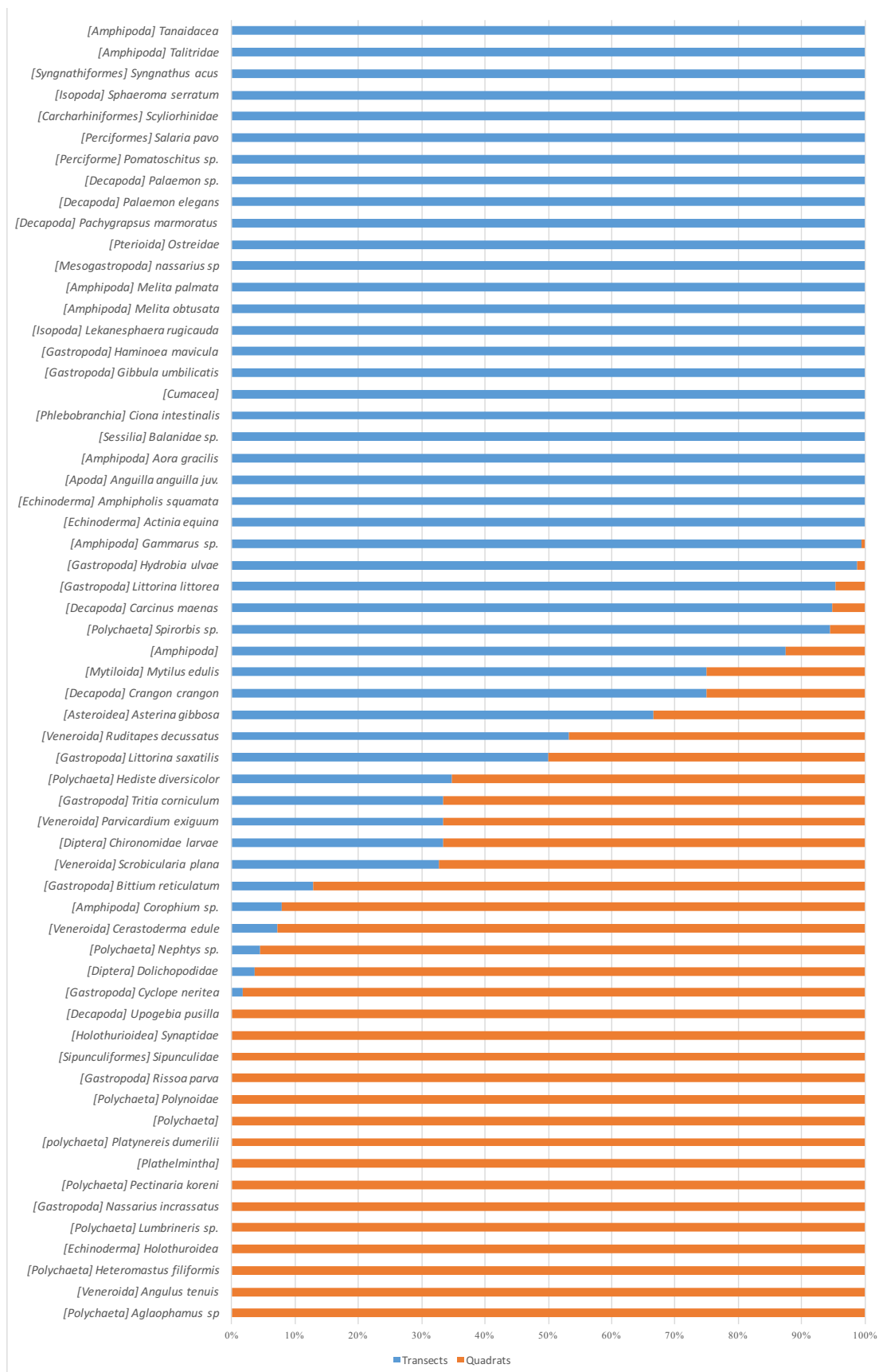
V. BIBLIOGRAPHIE

- ALLONCLE, N., GUILLAUMON, L., LEVEQUE, L., décembre 2005, Fiche Technique REBENT n°14 : Cartographie des Herbiers de Zostères. IFREMER.
- Atlas DCE Adour-Garonne. Bilan des résultats par masse d'eau. Masse d'eau côtière FRFC09, lac d'Hossegor. 2014.
- AUBY I., 1991- *Contribution à l'étude des herbiers de Zostera noltii dans le bassin d'Arcachon*. Thèse Doc., Sci. Nat., Université de Bordeaux I. 162p.
- AUBY, I., and TRUT G., Juillet 2013. *Suivi Stationnel (2007-2012) de l'Herbier de Zostères Naines (Zostera Noltii) et Calcul de L'indicateur « Angiospermes » (2013) Dans La Masse D'eau Côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor*. IFREMER - LER/Arcachon. Rapport RST/ODE/UL/LER/AR/13-004. 23p.
- AUBY, I., VIGNON, A., TRUT G., Janvier 2009. *Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (Zostera noltii) de la Masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor - District Hydrographique Adour-Garonne - 2007*. IFREMER - LER/Arcachon. Rapport RST /LER/AR/09-002. 21p.
- AUBY I., BOST C.A., BUDZINSKI H., DALLOYAU S., DESTERNES A., BELLES A., TRUT G., PLUS M., PERE C., COUZI L., FEIGNE C., STEINMETZ J., 2011. *Régression des herbiers de zostères dans le Bassin d'Arcachon : état des lieux et recherche des causes*. Rapport Ifremer, RST/ODE/LER/AR/11.007. 195p.
- BAILLE H., ITOIZ S., 2015. *Suivi de la faune benthique de lac d'Hossegor (40) et de la Réserve Naturelle Nationale des prés-salés d'Arès (33)*. Bayonne, France. 43p.
- BARGAIN A., 2012. *Etude de la structure et de la dynamique des herbiers de Zostera noltii par télédétection multi et hyperspectrale*. Géographie. Université de Nantes. Français. 233p. <tel-00799897>
- BARBAULT, R. 1992. - *Ecologie des peuplements : Structure, dynamique et évolution*. Paris : Masson. x + 273 p.
- BENSETTITIF., BIORET F., ROLAND J. & LACOSTE J.-P. (coord.), 2004. « *Cahiers d'habitats* » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. Tome 2 - Habitats côtiers. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p.
- BIOTOPE, 2015. *Projet de désensablement du Lac d'Hossegor- Investigations « Faune-flore » – VOLET I RAPPORT D'ETUDE*,
- BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B. (1970). *La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A) où des relevés d'avifaune par « station d'écoute »*. Alauda, 38 (1) : 55-71
- BOUQUET A.L., 2008. *Limitation Du Développement Des Macroalgues En Marais Sale : Caractérisation et biologie des macrophytes en marais - Étude des pratiques de gestion en marais salé, Législation et toxicologie, Evolution de la qualité du milieu aquatique. I - Etude préliminaire*. Coll. Pillet Florent. CREAA. Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole. 52p.
- BORJA A., FRANCO J., PEREZ V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment*. Marine pollution bulletin, vol. 40
- CANNEVET C., FIXARY F., 2009. *Etude de la faune benthique du lac d'Hossegor et approche méthodologique sur le lac de Vieux-Boucau*. Institut des milieux aquatiques, Bayonne, France. 41p.
- DENIS D., FEBWIN M., 2011. *Etude de la faune benthique du Lac d'Hossegor (40), et de la Réserve Naturelle Nationale des Prés-salés d'Arès (33)*. Institut des milieux aquatiques, Bayonne, France. 22p.
- DEROLEZ V., LAUGIER T., LAURET M., OHEIX J., Réseau de Suivi Lagunaire, 2011. *Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon*. Ifremer, Cépralmar, Agence de l'Eau RM&C, Région Languedoc-Roussillon. 148p.
- DUBAN J., INSEE, 2008. *Le littoral aquitain - Données complémentaires au Quatre pages n° 177 de juin 2008*
- FANO E. A., MISTRI M. et ROSSI R., 2003. *The ecofunctional quality index (EQI) : a new tool for assessing lagoonal ecosystem impairment*. Est. Coast. Shelf Sci., 56, 706-716

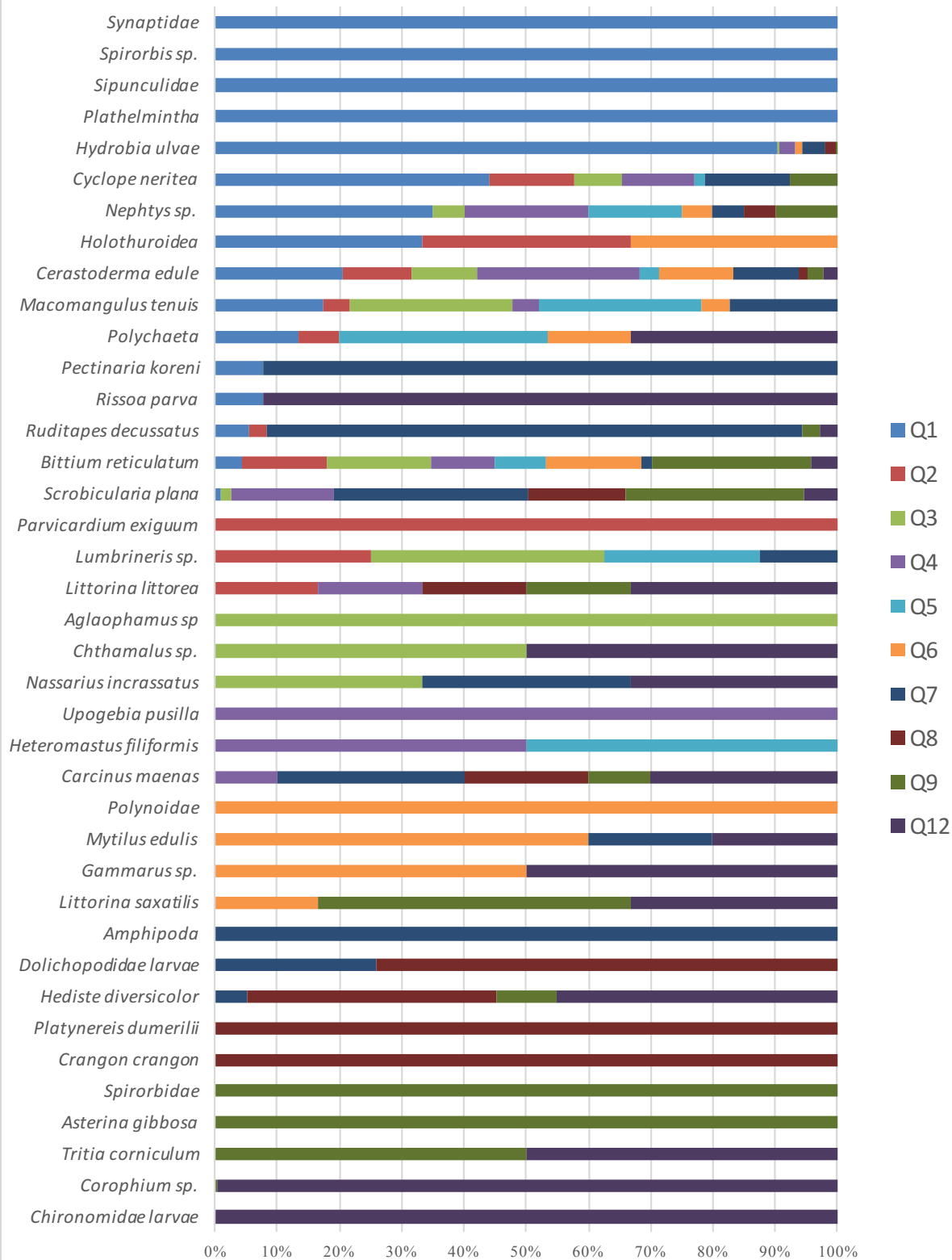
- FRANCQ F., 2003. *Le lac marin d'Hossegor, un écosystème original*. Société des propriétaires à Soorts-Hossegor (S.P.S.H.), Hossegor, France. 31p.
- HAYDEN H.S., BLOMSTER J., MAGGS C.A., SILVA P.C., STANHOPE M.J. AND WAALAND J.R., 2003. *Linnaeus was right all along: Ulva and Enteromorpha are not distinct genera*. Eur. J. Phycol. (August 2003), 38: 277 – 294p
- HAYWARD P., NELSON-SMITH T., SHIELDS C., 2014. Guide des bords de mer. Delachaux et Niestlé. 351p.
- HILY C., 2004. *Suivi des herbiers de Zostères*. REBENT, France, 6p.
- HOLME N.A., McINTYRE A.D., *Methods for the study of marine benthos*. IBP Handbook n°16, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1984, 334p.
- LAMAISON C., « *Lac d'Hossegor (40) : le désensablement enlisé ?* ». *SudOuest* [En ligne] (2016, décembre). Page consultée le 03 mars 2017. <http://www.sudouest.fr/2016/12/02/le-desensablement-enlise-pour-une-gestion-durable-2587722-3390.php>
- ONCFS, 2016. *Plan de gestion 2016-2020 de la réserve naturelle des prés salés d'Arès et de Lège cap ferret*.
Tome 1 : Diagnostic environnemental OSPAR initiale 2004 des espèces et habitats menacés et/ou en déclin. *Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est* – Réunion de la commission OSPAR Reykjavik, 28 juin – 1^{er} juillet 2004. OSPAR POUR LA PROTECTION DU MILIEU MARIN DE L'ATLANTIQUE NORD-EST
- MILON E., 2008. *Etude de la faune benthique du Lac d'Hossegor, Plan d'échantillonnage et analyses*. Institut des milieux aquatiques, Bayonne, France. 19p.
- MNHN, 2010. Natura 2000 en mer et pêche : *Synthèse et analyse des enjeux de conservation en lien avec les activités de pêche professionnelle*. Janvier 2010. Rapport MNHN-SPN / MAAP-DPMA. 121p.
- SIMON-BOUHET B., 2006, *Expansion d'aire et processus d'introductions biologiques en milieu marin : le cas de Cyclope neritea (Nassariidae) sur les côtes françaises*. THESE, Université de La Rochelle, France. 242p.
- VALERDI J.B., et RIEM-GALLIANO L., 2016. *Etude de la macrofaune benthique du lac d'Hossegor*. Institut des milieux aquatiques, Bayonne, France. 30p.

VI. ANNEXES

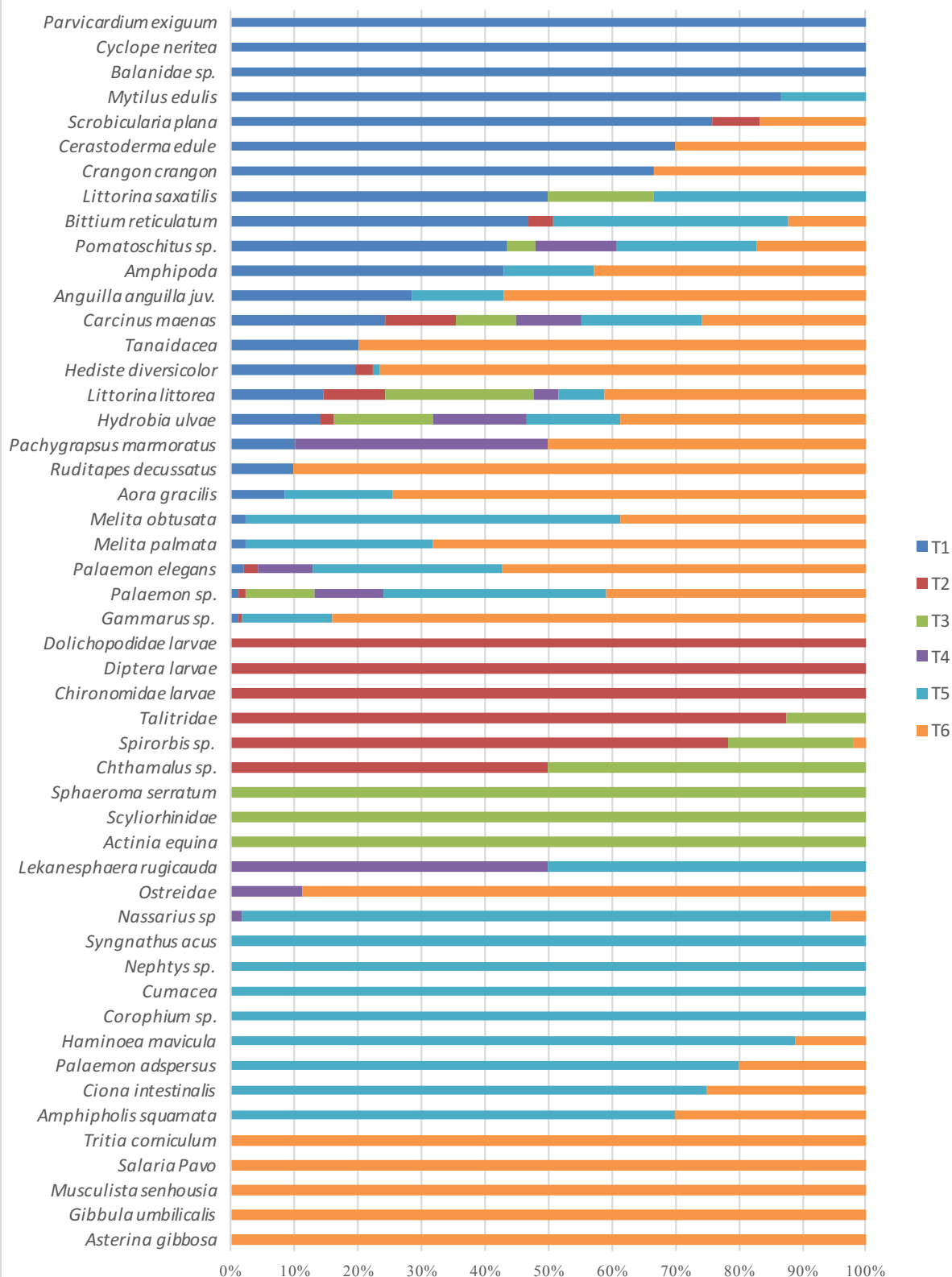
Annexe 1 Abondance relative des taxons inventoriés au lac d'Hossegor en 2017 selon la méthode de prélèvement



Abondances relatives des taxons identifiés au lac d'Hossegor en 2017 par les quadrats



Abondances relatives des taxons identifiés au lac d'Hossegor en 2017 par les transects



Annexe 2 Résultats des espèces indicatrices du lac d'Hossegor

HOSSEGOR					
Significance level (alpha):			0.5		
Minimum positive predictive value (At):			0.5		
Minimum sensitivity (Bt):			0.5		
Quadrats					
	A	B	stat	p.value	Significativity
Bit_ret	0.8712	0.6250	0.738	0.003	**
Cer_edu	0.9265	0.5500	0.714	0.005	**
Cyc_ner	0.9811	0.4250	0.646	0.001	***
Ostrei	0.9524	0.3250	0.556	0.006	**
Mac_ten	1.0000	0.3000	0.548	0.004	**
Polyn	1.0000	0.1750	0.418	0.033	*
Bit_ret	0.8712	0.6250	0.738	0.002	**
Cer_edu	0.9265	0.5500	0.714	0.002	**
Transects					
	A	B	stat	p.value	Significativity
Hyd_Ulv	0.98792	1.00000	0.994	0.001	***
Car_mae	0.94764	0.87500	0.911	0.001	***
Lit_lit	0.95385	0.75000	0.846	0.001	***
Par_exi	1.00000	0.62500	0.791	0.001	***
Pal_sp	1.00000	0.37500	0.612	0.001	***
Ris_par	1.00000	0.37500	0.612	0.001	***
Gamm	0.99468	0.29167	0.539	0.002	**
Mel_ob	1.00000	0.25000	0.500	0.005	**
Mel_pal	1.00000	0.25000	0.500	0.002	**
Ang_an	1.00000	0.20833	0.456	0.010	**
Aor_gra	1.00000	0.20833	0.456	0.009	**
Amphi	0.87500	0.20833	0.427	0.019	*
Pal_ads	1.00000	0.16667	0.408	0.013	*
Ham_mav	1.00000	0.12500	0.354	0.046	*
Lek_rug	1.00000	0.12500	0.354	0.051	.
Nep_sp	1.00000	0.12500	0.354	0.043	*
Synap	0.96226	0.12500	0.347	0.078	.
Hyd_Ulv	0.9879	1.0000	0.994	0.001	***
Car_mae+Hyd_Ulv	0.9784	0.8750	0.925	0.001	***
Car_mae	0.9476	0.8750	0.911	0.001	***
Hyd_Ulv+Lit_lit	0.9920	0.7500	0.863	0.001	***
Lit_lit	0.9538	0.7500	0.846	0.001	***
Car_mae+Hyd_Ulv+Lit_lit	1.0000	0.6667	0.816	0.001	***
Car_mae+Lit_lit	0.9894	0.6667	0.812	0.001	***
Par_exi	1.0000	0.6250	0.791	0.001	***
Hyd_Ulv+Par_exi	1.0000	0.6250	0.791	0.001	***
Car_mae+Par_exi	1.0000	0.5000	0.707	0.001	***
Lit_lit+Par_exi	1.0000	0.5000	0.707	0.001	***
Car_mae+Hyd_Ulv+Par_exi	1.0000	0.5000	0.707	0.001	***
Hyd_Ulv+Lit_lit+Par_exi	1.0000	0.5000	0.707	0.001	***
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Annexe 3 Résultat des espèces indicatrices des transects

TRANSECTS					
Significance level (alpha):			0.5		
Minimum positive predictive value (At):			0.5		
Minimum sensitivity (Bt):			0.5		
Centre					
	A	B	stat	p.value	Significativity
Car_mae	0.5525	0.9375	0.720	0.761	
Lit_lit	0.5161	0.8125	0.648	0.874	
Scyllo	0.8333	0.1875	0.395	0.520	
Nord					
	A	B	stat	p.value	Significativity
Par_exi	0.7590	0.7500	0.755	0.168	**
Hyd_Ulv	0.5336	1.0000	0.730	0.933	**
Gamm	0.9840	0.5000	0.701	0.027	**
Ang_an	0.7143	0.5000	0.598	0.030	*
Sal_pav	0.9024	0.3750	0.582	0.080	*
Hed_div	0.7757	0.3750	0.539	0.379	*
Amp_sq	1.0000	0.2500	0.500	0.126	*
Ast_gib	1.0000	0.2500	0.500	0.100	.
Pal_ele	1.0000	0.2500	0.500	0.082	.
Ris_par	0.3913	0.5000	0.442	0.914	.
Hyd_Ulv+Mel_pal+Pal_sp	1.0000	0.6250	0.791	0.004	**
Mel_ob	0.9773	0.6250	0.782	0.007	**
Mel_pal	0.9773	0.6250	0.782	0.006	**
Hyd_Ulv+Mel_ob	0.9773	0.6250	0.782	0.007	**
Hyd_Ulv+Mel_pal	0.9773	0.6250	0.782	0.006	**
Car_mae+Mel_ob	0.9643	0.6250	0.776	0.007	**
Car_mae+Hyd_Ulv+Mel_ob	0.9643	0.6250	0.776	0.007	**
Mel_ob+Pal_sp	1.0000	0.5000	0.707	0.009	**
Car_mae+Mel_ob+Pal_sp	1.0000	0.5000	0.707	0.009	**
Car_mae+Mel_pal+Pal_sp	1.0000	0.5000	0.707	0.009	**
Hyd_Ulv+Mel_ob+Pal_sp	1.0000	0.5000	0.707	0.009	**
Mel_ob+Mel_pal+Pal_sp	1.0000	0.5000	0.707	0.009	**
Gamm	0.9840	0.5000	0.701	0.018	**
Gamm+Hyd_Ulv	0.9840	0.5000	0.701	0.018	**
Car_mae+Mel_pal	0.9767	0.5000	0.699	0.009	**
Car_mae+Hyd_Ulv+Mel_pal	0.9767	0.5000	0.699	0.009	*
Mel_ob+Mel_pal	0.9500	0.5000	0.689	0.016	*
Car_mae+Mel_ob+Mel_pal	0.9500	0.5000	0.689	0.016	**
Hyd_Ulv+Mel_ob+Mel_pal	0.9500	0.5000	0.689	0.016	**
Car_mae+Pal_sp	0.9459	0.5000	0.688	0.024	*
Car_mae+Hyd_Ulv+Pal_sp	0.9459	0.5000	0.688	0.024	*
Aor_gra	0.9155	0.5000	0.677	0.008	*
Aor_gra+Hyd_Ulv	0.9155	0.5000	0.677	0.008	*
Ang_an+Mel_ob	0.9091	0.5000	0.674	0.020	*
Pal_sp+Par_exi	0.9091	0.5000	0.674	0.012	**
Ang_an+Car_mae+Mel_ob	0.9091	0.5000	0.674	0.020	**
Ang_an+Hyd_Ulv+Mel_ob	0.9091	0.5000	0.674	0.020	*
Hyd_Ulv+Pal_sp+Par_exi	0.9091	0.5000	0.674	0.012	*
Car_mae+Gamm	0.9016	0.5000	0.671	0.017	*
Car_mae+Gamm+Hyd_Ulv	0.9016	0.5000	0.671	0.017	*
Car_mae+Par_exi+Ris_par	0.8182	0.5000	0.640	0.016	*
Aor_gra+Lit_lit	0.8065	0.5000	0.635	0.016	*
Aor_gra+Hyd_Ulv+Lit_lit	0.8065	0.5000	0.635	0.016	*
Ang_an	0.7143	0.5000	0.598	0.021	*
Ang_an+Car_mae	0.7143	0.5000	0.598	0.021	*
Ang_an+Hyd_Ulv	0.7143	0.5000	0.598	0.021	*
Ang_an+Car_mae+Hyd_Ulv	0.7143	0.5000	0.598	0.021	*

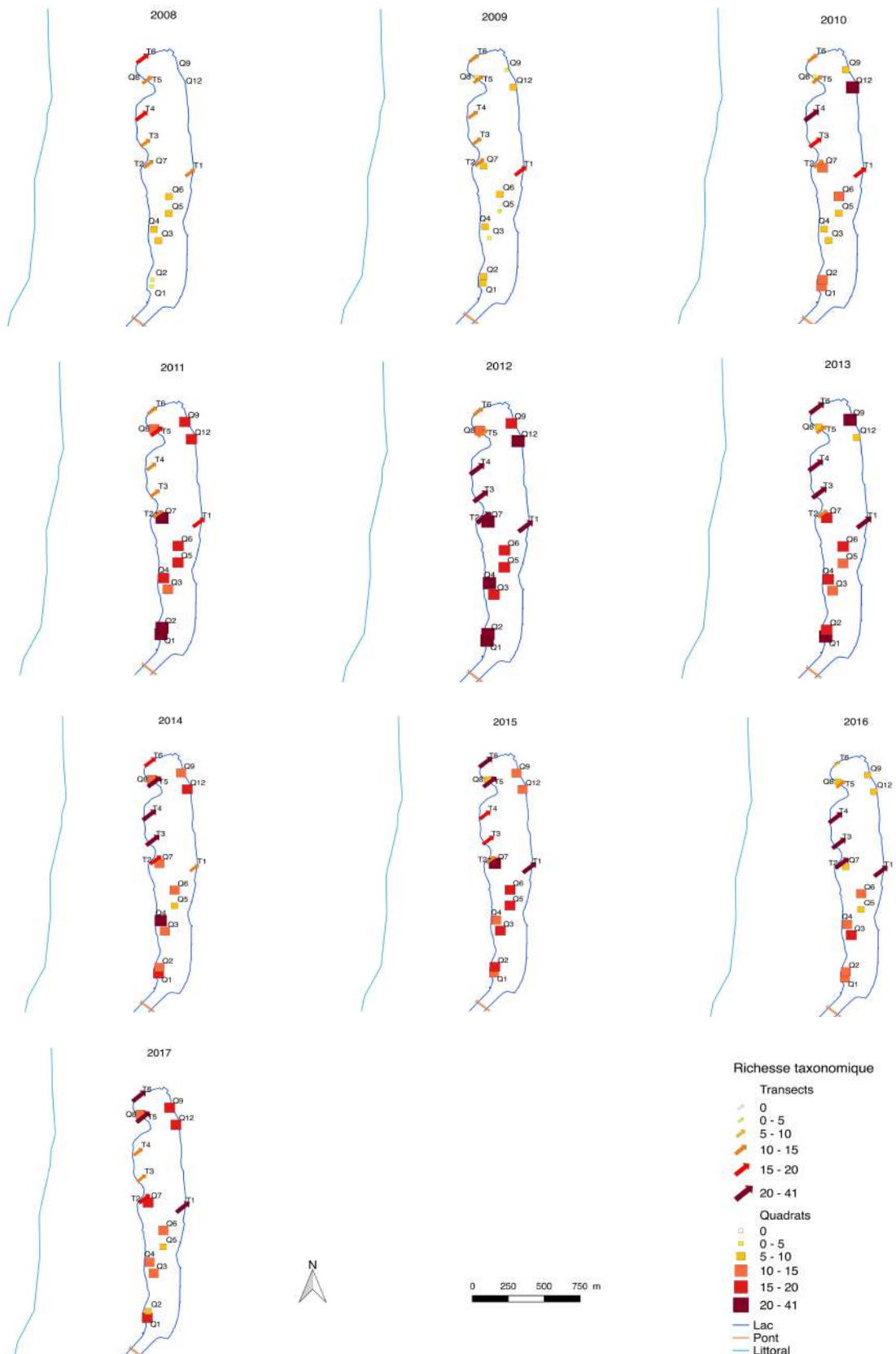
Annexe 4 Résultat des espèces indicatrices des quadrats

QUADRATS					
Significance level (alpha):			0.5		
Minimum positive predictive value (At):			0.5		
Minimum sensitivity (Bt):			0.5		
Centre					
	A	B	stat	p.value	Significativity
Cer_edu	0.63492	0.61905	0.627	0.208	
Mac_ten	0.78261	0.42857	0.579	0.038	*
Bit_ret	0.52372	0.61905	0.569	0.610	
Nord					
	A	B	stat	p.value	Significativity
Hed_div	0.94762	0.81818	0.881	0.001	***
Cor_sp	1.00000	0.36364	0.603	0.014	*
Lit_sax	0.83333	0.36364	0.550	0.013	*
Car_mae	0.60000	0.45455	0.522	0.069	.
Rud_de	0.92308	0.27273	0.502	0.039	*
Hed_div	0.9476	0.8182	0.881	0.001	***
Sud					
	A	B	stat	p.value	Significativity
Cyc_ner	0.5769	0.7500	0.658	0.045	*
Bit_ret+Cyc_n	0.5946	0.6250	0.610	0.022	*

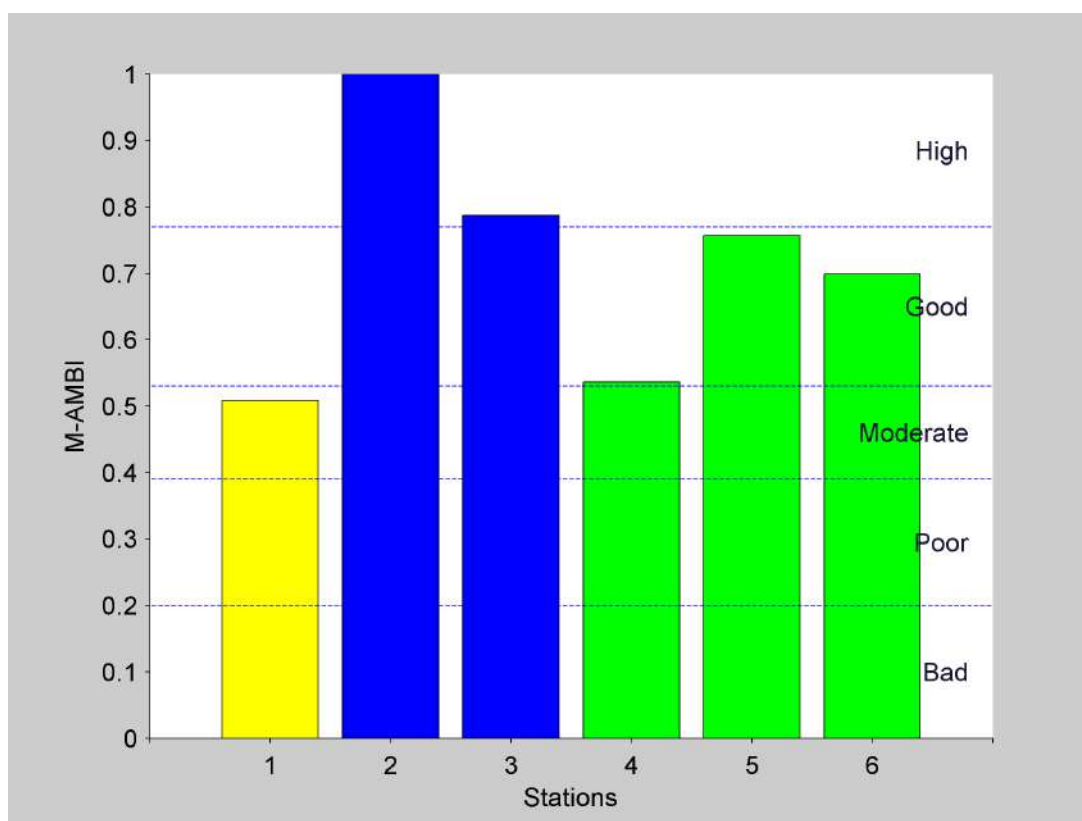
Annexe 5 Résultats (p-values) des tests de Wilcoxon apparié pour les quadrats et les transects de la richesse taxonomique (famille)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2008										
2009	0,6789									
2010	0,01563	0,00097								
2011	0,01563	0,00097	0,3054							
2012	0,01563	0,00097	0,3044	0,0674						
2013	0,01563	0,00195	0,3044	0,4828	0,07407					
2014	0,01563	0,0038	1	0,181	0,00577	0,1843				
2015	0,02154	0,0038	0,87	0,0384	0,006	0,2207	0,8236			
2016	0,01563	0,00195	0,8231	0,0364	0,00384	0,0651	0,5515	0,99		
2017	0,01563	0,00195	0,7982	0,0278	0,00371	0,049	0,3385	0,53	1	
Quadrat										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2008										
2009	1									
2010	0,15	0,059								
2011	0,21	0,02	0,5879							
2012	0,21	0,1563	0,058	0,6754						
2013	0,86	0,9375	0,2021	0,1275	0,1706					
2014	0,8125	0,375	0,01501	0,03397	0,3517	0,7344				
2015	0,6875	0,2945	0,0754	0,02	0,5534	0,5294	0,7995			
2016	0,6875	0,675	0,0748	0,1084	0,02154	0,8125	1	1		
2017	0,578	0,8125	0,271	0,1058	0,5781	0,6108	1	0,7525	1	
Transect										

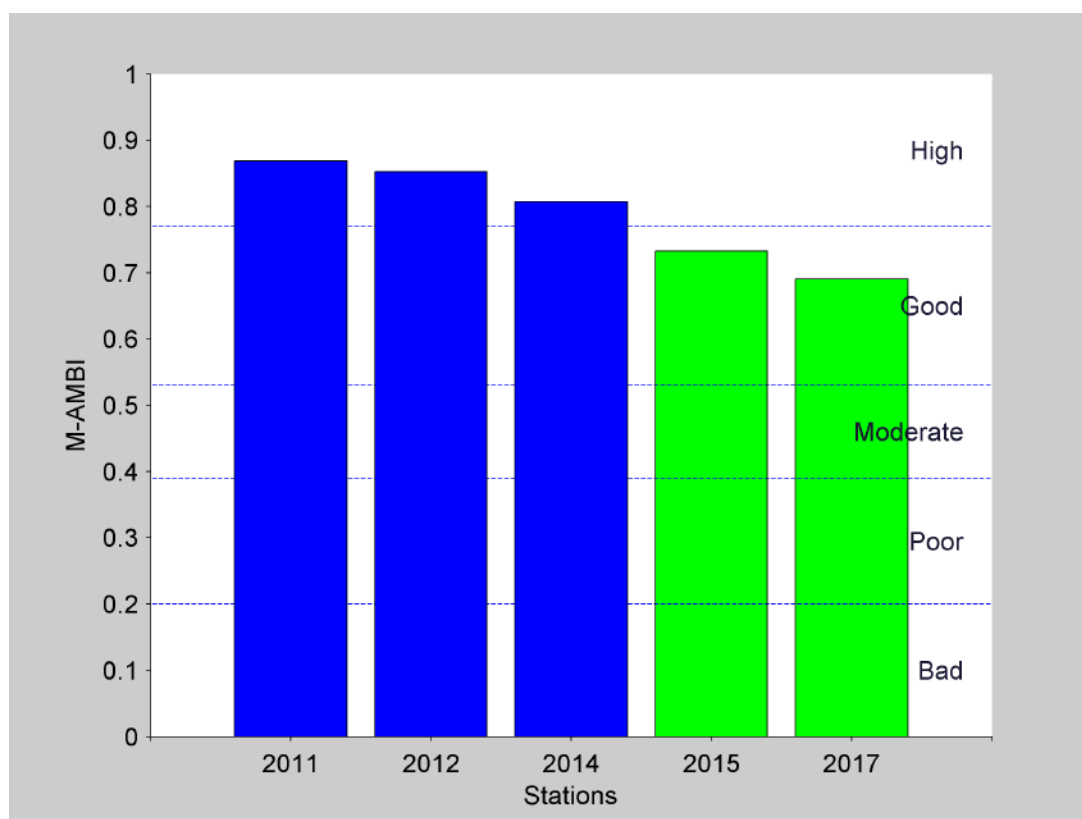
Evolution de la richesse taxonomique de 2008 à 2017



Annexe 8 Indice M-AMBI des quadrats de 2017



Annexe 9 Indice M-AMBI des quadrats pour chaque année depuis 2011



Résumé

Depuis 2008, dans le cadre du programme ERMMA, une étude annuelle portant sur la faune benthique est mise en place au lac marin d'Hossegor. La dite étude est également conduite depuis 2011 au sein de la Réserve Naturelle Nationale des prés-salés d'Arès. Ces deux études ont pour objectif de déceler d'éventuelles perturbations écologiques à travers la répartition spatiale et la distribution du benthos. L'indice M-AMBI est également appliqué dans cet optique. Une certaine stabilité des peuplements benthiques au sein des deux sites à l'étude semble se dégager.

Concernant le lac d'Hossegor, la richesse spécifique et l'abondance moyenne des transects et quadrats a aussi été calculé dans la continuité d'un suivi interannuel. De plus, le traitement statistique via l'outil *IndSpecies* dégage des espèces indicatrices de certaines zones du lac (nord, centre, sud) en fonction de la méthode de prélèvement. Les résultats mettent en avant une probable répartition des taxa en fonction de la granulométrie du site. Egalement, l'habitat d'herbier à zostère, localisé au lac d'Hossegor a fait l'objet d'un suivi surfacique.

Cette année, les peuplements avifaunistiques occupant le lac d'Hossegor au printemps ont été inventoriés pour une compréhension globale du site d'étude. Les oiseaux semblent utiliser le lac comme ressource trophique au sein des herbiers et comme zone de repos sur les bancs de sables.

Mots clefs : Lac d'Hossegor, macrofaune benthique, M-AMBI, espèces indicatrices, peuplements avifaunistiques, taxon, transects, quadrats.