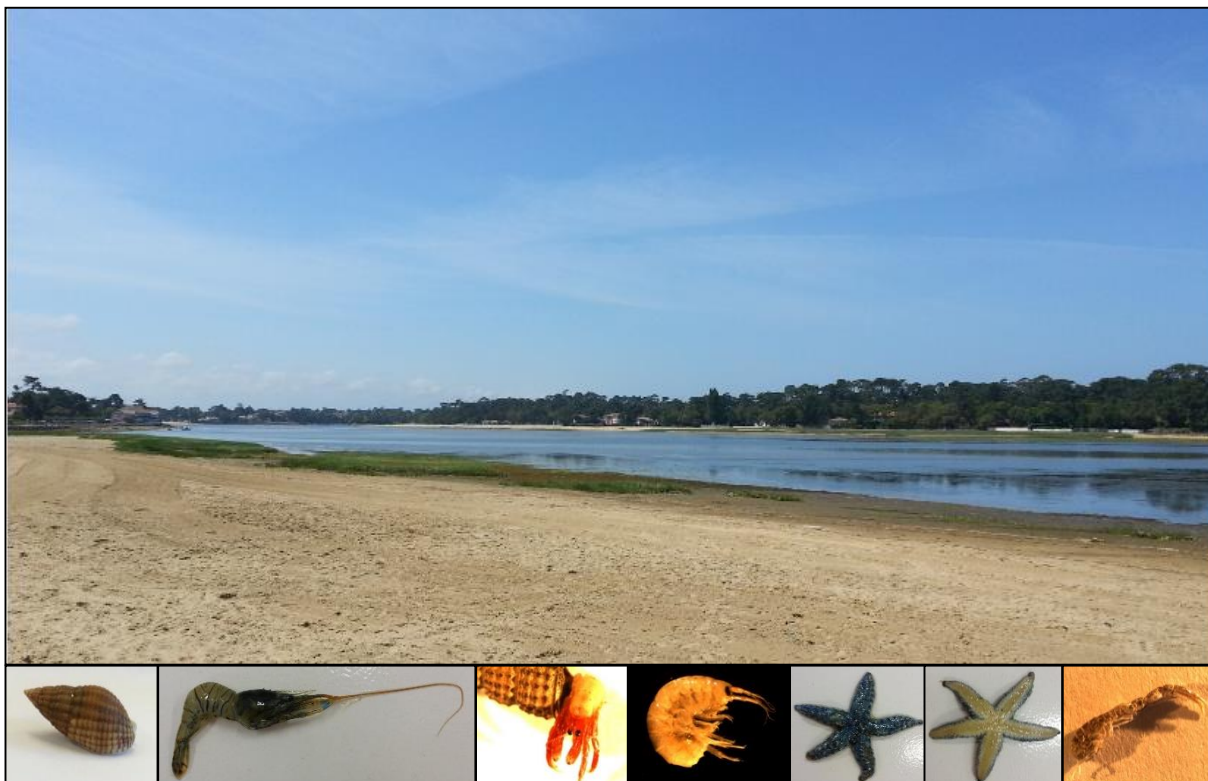


**Suivi de la faune benthique du lac d'Hossegor (40) et de la
Réserve Naturelle Nationale des prés-salés d'Arès (33)**



Hélène BAILLE & Sarah ITOIZ

**Stage effectué du 9 mars au 27 juin 2015 à l'Institut des Milieux Aquatiques de Bayonne,
sous la direction scientifique de M. Laurent SOULIER et de M. Iker CASTEGE**

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

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier M. Laurent SOULIER pour nous avoir accueillis au sein de l'Institut des Milieux Aquatiques, pour sa gentillesse et son aide au cours de notre stage. Un grand merci pour nous avoir épaulées dans la rédaction de notre rapport. De même nous remercions l'équipe de l'IMA pour leur accueil, leur efficacité et leur disponibilité.

Nous remercions également M. Iker CASTEGE, co-directeur de cette étude ainsi que Mlle Emilie MILON pour leur bonne humeur, leur aide pour la rédaction du rapport et leur accompagnement sur les campagnes d'échantillonnage au lac d'Hossegor et aux Prés-salés d'Arès.

De plus, nous souhaitons remercier M. Guillaume ORTEGA, membre de l'IMA, pour sa participation sur les prés-salés. Ainsi que Richard DENEUVIC, garde de la réserve pour nous avoir permis l'accès à ce site. Merci à vous tous qui avez participé à cette campagne sur Arès pour vos coups de pelle et d'épuisette aguerris.

Nous remercions aussi l'UFR Sciences et Techniques de la Côte Basque ainsi que M. Yann LALANNE et Mme Noëlle BRU pour leur disponibilité et leurs précieux conseils. De même nous remercions l'université pour avoir mis à notre disposition un laboratoire et une salle réservée aux stagiaires.

Enfin, nous tenons à adresser nos derniers remerciements à nos familles et nos amis pour leur soutien et leur présence tout au long de notre stage.

Avant-propos

Le Programme régional « Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains » (ERMMA) est soutenu par le département des Landes, le Conseil Régional d'Aquitaine et le département des Pyrénées Atlantiques. Ce programme fédère onze organismes principaux, publics ou privés : Museum National d'Histoire Naturelle, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Affaires Maritimes, Centre de la mer de Biarritz, Institut des Milieux Aquatiques, Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (CRPMEM), Douanes Françaises, Marine Nationale, LAPHY, le Musée de la Mer et Météo France.

Ce programme mis en place en 2004 est un outil d'intérêt permettant d'acquérir des connaissances scientifiques et suivre l'évolution de la biodiversité marine en Aquitaine. L'étude de la dynamique des populations est nécessaire pour envisager la mise en place de mesures de protection. La coopération entre scientifiques et instituts en charge de la gestion durable du milieu marin est assurée dans l'objectif de communiquer et de sensibiliser un public plus large.

Au fil des années, l'ERMMA assure le suivi sur des populations de cétacés, poissons, oiseaux marins, benthos et plancton sur les côtes aquitaines. Ces indicateurs biologiques sont essentiels pour évaluer la richesse de la biodiversité marine. Les indicateurs du milieu physique (atmosphérique et océanique) et les activités humaines (gestion et aménagement) apportent des informations complémentaires pour appréhender les causes de l'évolution de cette biodiversité.

Les données collectées par les différents organismes participant au programme de l'ERMMA sont rassemblées au sein d'une métabase de données géoréférencées mise à jour régulièrement. Ceci permet le développement de la recherche sur la connaissance et l'évolution du milieu marin.

L'Institut des Milieux Aquatiques (IMA) est une association fondée en 1992. C'est une structure d'étude, de conseils et d'assistance technique dans les secteurs des pêches maritimes, estuariennes, de l'aquaculture et de l'environnement aquatique.

Le Centre de la Mer de Biarritz est également une association loi 1901 qui mène des recherches et des expertises dans le domaine de la biodiversité marine. En plus de porter le programme ERMMA, le Centre de la Mer de Biarritz propose des animations pédagogiques aux scolaires et organise des formations et colloques sur les risques côtiers.

Le présent rapport porte sur l'étude du benthos et s'inscrit dans le cadre de l'ERMMA.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
1. Présentation des sites d'échantillonnage	3
1.1. Le lac d'Hossegor (40).....	3
1.1.1. Généralités.....	3
1.1.2. Historique du site.....	3
1.1.3. Diversité faunistique et floristique	5
1.1.4. Contexte actuel	7
1.2. Les Prés-Salés d'Arès (33)	9
1.2.1. Présentation	9
1.2.2. Patrimoine naturel	9
1.2.3. Contexte actuel	11
2. Matériel et Méthodes.....	15
2.1. Matériel	15
2.2. Protocole d'échantillonnage du lac d'Hossegor	15
2.2.1. Echantillonnage dans le substrat : méthode des quadrats.....	17
2.2.2. Echantillonnage dans les herbiers : méthode des transects	17
2.2.3. Le tri et l'identification des organismes benthiques	17
2.3. Protocole d'échantillonnage sur la RNN des Prés-Salés d'Arès	19
2.4. Etude comparative : méthode d'échantillonnage à la pelle et à la benne à main	19
2.5. Traitement de données.....	21
2.5.1. Evaluation de la biodiversité	21
2.5.2. Statistique inférentielle.....	23
2.5.3. Cartographie	23
2.5.4. Indice d'état écologique : M-AMBI	25

3. Résultats et discussion.....	27
3.1. Le lac d'Hossegor.....	27
3.1.1. Etude spatio-temporelle (2008-2015).....	27
3.1.2. Suivi des populations d' <i>Hybrodia ulvae</i> et d'algues en 2015	31
3.1.3. Surface des herbiers à zostère.....	33
3.1.4. Indice M-AMBI.....	35
3.2. La réserve nationale naturelle des Prés-salés d'Arès.....	37
3.2.1. La diversité au sein des Prés-salés.....	37
3.2.2. La qualité écologique du milieu	39
3.3. Etude comparative d'échantillonnage à la pelle et à la benne à main	39
4. Perspective.....	41
Conclusion.....	43

Table des illustrations

Figure 1. Localisation du lac d'Hossegor (40).....	2
Figure 2. Situation et alimentation du lac d'Hossegor.....	2
Figure 3. Espèces d'intérêt patrimonial du lac d'Hossegor	4
Figure 4. Zostères composant les herbiers	4
Figure 5. Macroalgues opportunistes se développant sur le lac d'Hossegor	6
Figure 6. Prolifération macroalgale sur l'estran du lac d'Hossegor au printemps et été 2013	6
Figure 7. Localisation de la Réserve Naturelle des Prés-Salés d'Arès.....	8
Figure 8. Transition entre slikke et schorre et présence des espèces végétales caractéristiques	10
Figure 9. Rappels de réglementation par la police sur la Réserve Nationale Naturelle des Prés salés d'Arès en 2010.....	12
Figure 10. Localisation des quadrats et transects sur le lac marin d'Hossegor	14
Figure 11. Echantillonnage des quadrats sur le lac d'Hossegor	16
Figure 12. Nettoyage, tri et identification en laboratoire	16
Figure 13. Prélèvements dans les herbiers par méthode des transects au lac d'Hossegor.....	16
Figure 14. Prélèvements pour l'étude comparative pelle et benne à main sur le lac d'Hossegor	18
Figure 15. Suivi de la richesse taxonomique des quadrats de 2008 à 2015.....	26
Figure 16. Suivi de l'abondance moyenne au m ² dans les transects de 2008 à 2015.....	28
Figure 17. Cercle de corrélation des paramètres de l'étude de l'abondance des hydrobie et de la masse sèche des algues.....	30
Figure 18. Evolution des zones à zostères au fil des années (2006,2013 et 2014).....	32
Figure 19. Etendue des herbiers à zostères en 2015.....	32
Figure 20. Etat écologique des quadrats via l'indice M-AMBI de 2008 à 2015.....	34
Figure 21. Richesse taxonomique moyenne des Prés-salés d'Arès en 2015.....	36
Figure 22. Abondance moyenne au m ³ des Prés-salés d'Arès en 2015	36
Figure 23. Etude de trois stations du bassin d'Arcachon par l'Ifremer de 2007 à 2012 [6]	38
Figure 24. Indice M-AMBI de chaque quadrat des prés-salés d'Arès en 2015	38

Table des tableaux

Tableau 1. Matériel d'échantillonnage pour le lac d'Hossegor et la RNN d'Arès.....	14
Tableau 2. Matériel pour le traitement des échantillons prélevés	14
Tableau 3. Groupes de polluosensibilité selon le modèle de Hily, 1984 [33].....	24
Tableau 4. Etat écologique d'un milieu suivant la classe de l'indice M-AMBI (0 à 1) [13].....	24
Tableau 5. Organisation des échantillonnages	27
Tableau 6. Masse sèche des algues dans les transects 1 et 3.....	30
Tableau 7. Aires des herbiers à zostères.....	33

INTRODUCTION

Le benthos est l'ensemble des organismes aquatiques vivant en relation étroite avec le fond marin. On peut distinguer le phytobenthos (algues, herbiers) du zoobenthos (vers, mollusques, crustacés, etc.). Ces peuplements benthiques considérés comme sédentaires subissent l'influence de leur milieu et ainsi, sont représentatifs de l'ensemble des fluctuations des facteurs écologiques qu'ils soient naturels ou liés aux activités anthropiques [7]. Il s'agit de témoins directs de l'état de l'environnement aquatique dans lequel ils évoluent. Ainsi, il est possible de démontrer la qualité écologique d'un milieu par l'intermédiaire des réponses rapides de ses populations de bio-indicateurs face à des perturbations [11].

Depuis 2008, le suivi du benthos du lac d'Hossegor s'inscrit dans le cadre du programme ERMMA. Ce lac marin présente des intérêts écologiques de par sa localisation. En effet, celui-ci est relié à l'océan par le canal de Bourret et vit au rythme du balancement des marées. On y retrouve donc des espèces semblables à celles du littoral.

Le suivi du lac d'Hossegor se perpétue suivant un protocole standardisé. A partir de 2010, le premier protocole d'échantillonnage sur la RNN des prés-salés d'Arès est mis en place [14]. Ainsi l'ERMMA continue d'étendre son domaine d'étude dans la région Aquitaine. Par le biais des stations d'échantillonnage, le suivi qualitatif et quantitatif du benthos permet de suivre l'évolution des populations mais aussi l'état écologique de ces milieux. La collecte de 8 années de données permet un suivi temporel conséquent sur le long terme.

En cette année 2015, dans la continuité de cette étude, le suivi de la biocénose du benthos est maintenu sur le lac d'Hossegor et la RNN des Prés-Salés. Pour la deuxième année consécutive, la répartition des herbiers à zostères sera évaluée ainsi que la qualité écologique des deux sites par l'intermédiaire de l'indice M-AMBI. En vue d'améliorer le protocole, des prélèvements seront réalisés avec une benne à main afin d'être comparés aux prélèvements effectués avec une pelle.

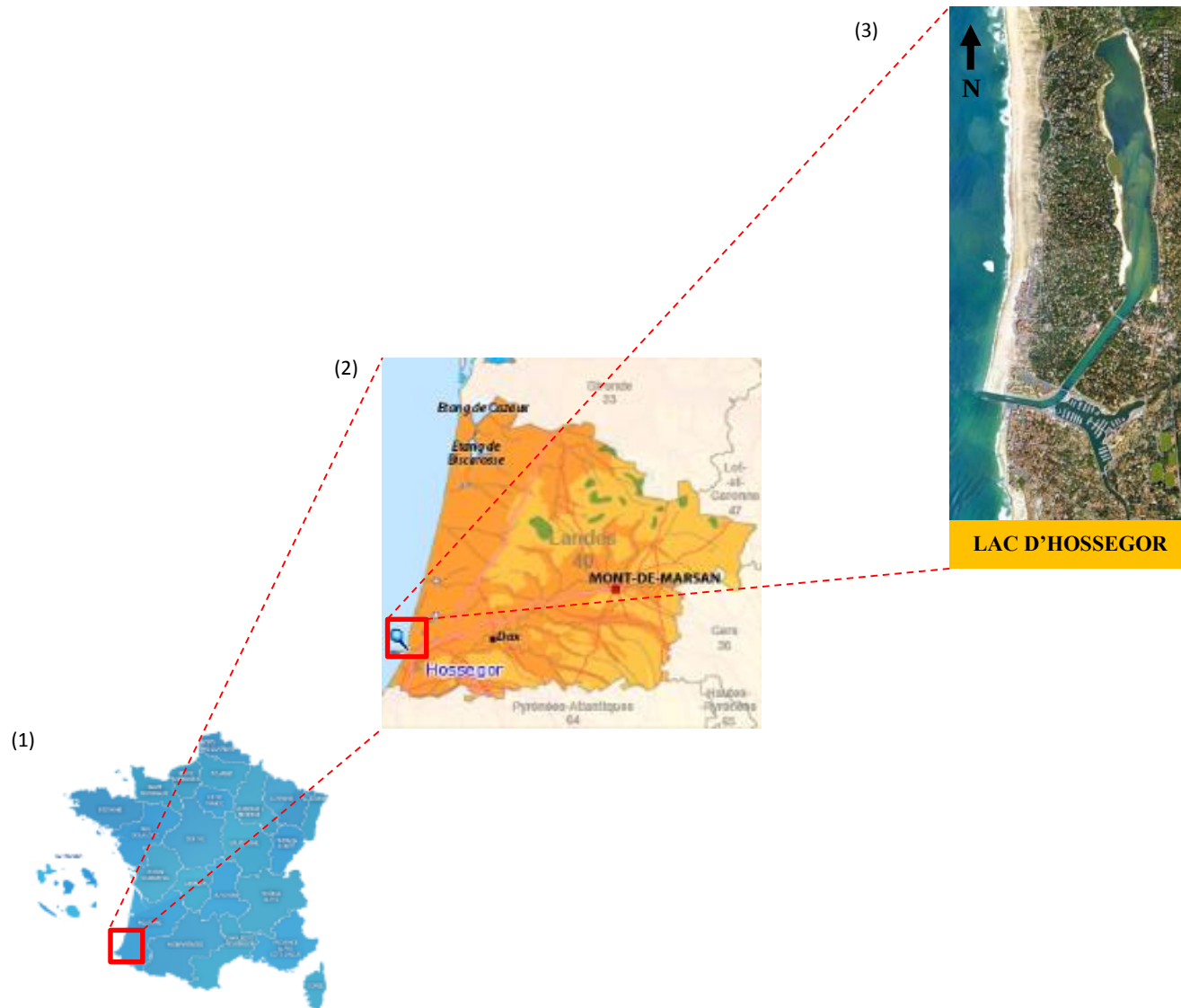


Figure 1. Localisation du lac d'Hossegor (40)

Source : (1) <http://www.allodemenageur.fr/> (2) <http://www.location-et-vacances.com/> (3) <https://earth.google.com>

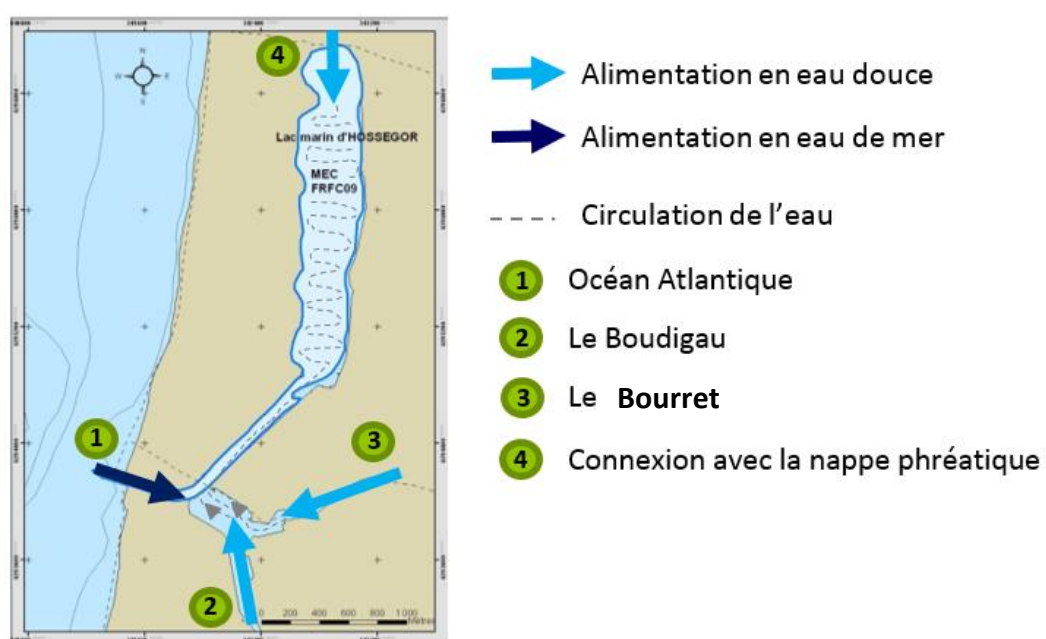


Figure 2. Situation et alimentation du lac d'Hossegor

Source : rapport Contrôle de surveillance 2013 Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor » [FRFC 09] [23]

1. Présentation des sites d'échantillonnage

1.1. Le lac d'Hossegor (40)

1.1.1. Généralités

Le lac d'Hossegor est un lac marin situé sur le littoral aquitain dans la commune de Soorts-Hossegor (40) (Figure 1). Ce dernier est légèrement en retrait du Golfe de Gascogne avec pour coordonnées 43°40N latitude et 1°25 W de longitude. Il s'étend suivant un axe Nord-Sud parallèle aux côtes landaises avec une longueur de 2300 m sur 300 m de largeur, en occupant une superficie de 1 km².

Sa formation est un vestige de l'ancien chemin qu'emprunta l'Adour. Quand l'embouchure fut détournée par l'homme, une dépression naturelle s'est formée. Cette dépression d'eau douce, qui n'était pas encore reliée à l'Atlantique, formait déjà le lac d'Hossegor.

Depuis 1876, ce dernier est relié à l'océan par le canal d'Hossegor, ses écosystèmes vivent au rythme des marées. La partie Sud proche du canal voit s'accumuler le sable lors des marées hautes entraînant de faibles profondeurs (jusqu'à 0,60 m) et la formation de bancs de sable. Contrairement à la zone Sud, la partie Nord étant plus éloignée de l'embouchure du canal, sa profondeur peut atteindre jusqu'à 1,70m [16].

Le lac intègre un complexe hydrologique composé au Sud-Est de la rivière du Bourret et au Sud du Boudigau, ce qui influence fortement sa salinité. Ses eaux sont alimentées à la fois par des apports d'eau de mer liés au phénomène des marées et à la fois par de l'eau douce en provenance de connexions avec une nappe phréatique et des bassins versants du Bourret et du Boudigau (Figure 2). Ce qui en fait un milieu saumâtre [4]. La salinité de la partie Nord du lac est inférieure à celle de la partie Sud à proximité du canal.

La côte landaise bénéficie d'un climat océanique. Sur l'année, la température moyenne à Soorts-Hossegor est de 14 °C et la moyenne des précipitations annuelles atteint 1319 mm [40].

1.1.2. Historique du site

C'est à partir du XVI^{ème} siècle que l'homme commence à modifier le site d'Hossegor. L'Adour fut d'abord détourné en 1578 pour créer une nouvelle embouchure sur Bayonne laissant derrière elle ce vestige lacustre : le lac d'Hossegor. Par la suite, ce lac d'eau douce fut relié à la mer et l'écosystème dulcicole fut radicalement remplacé par un écosystème marin. Depuis le développement de l'urbanisation lié aux activités balnéaires en 1920, le lac a subi d'importants travaux [16].

À partir de 1973 des campagnes de dragages sont réalisées régulièrement. Celles-ci visent à désensabler le lac. En 1993, la prolifération de vase noire sans doute liée au dragage empêche l'autoépuration du lac [10]. Ainsi, les campagnes ont été suspendues jusqu'en 2016 [17].

Figure 3. Espèces d'intérêt patrimonial du lac d'Hossegor

Source : [www. http://doris.ffesmm.fr/](http://doris.ffesmm.fr/) [45]



Hippocampus hippocampus



Hippocampus guttulatus



Anguilla anguilla



Syngnathus acus

Figure 4. Zostères composant les herbiers

Source : H. Baille



Zostère marine (*Zostera marina*)



Zostère naine (*Zostera noltei*)

1.1.3.Diversité faunistique et floristique

○ **La faune**

La richesse faunistique du lac d'Hossegor est très diversifiée, ceci pouvant s'expliquer par l'abondance de nourriture disponible. Plusieurs espèces de poissons côtiers sont présentes telles que le gobie commun (*Pomatoschistus microps*), le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) etc. [39].

Le lac d'Hossegor recèle une richesse ornithologique importante. Une nourriture variée et abondante attire un bon nombre d'oiseaux comme le héron cendré (*Ardea cinerea*), l'aigrette garzette (*Egretta garzetta*), le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*) et la mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*).

Des espèces d'intérêt patrimonial (Figure 3) telles que l'hippocampe à museau court (*Hippocampus hippocampus*), l'hippocampe moucheté (*Hippocampus guttulatus*), l'anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) et la vipère de mer (*Syngnathus acus*) ont été observées dans le lac [32].

○ **La flore**

Les zostères sont des phanérogames marines (flore angiosperme marine) qui se développent sur les sédiments sableux et sablo-vaseux des côtes de l'Atlantique, et dans les lagunes méditerranéennes. Elles forment des herbiers parfois denses, comparables aux prairies terrestres. Sur le site d'Hossegor, il subsiste à ce jour trois types d'herbiers principaux [16] :

- Les herbiers à zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltei*) (Figure 4)
- Les herbiers à l'Ouest sont les plus diversifiés avec notamment des Salicornes (*Salicornia sp.*), l'Aster maritime (*Aster tripolium*) et l'Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*).
- Les herbiers du Nord-Ouest abritent pratiquement uniquement de la Spartine (*Spartina alterniflora*) avec quelque Phragmites (*Phragmites australis*) témoignant de la présence d'eau douce dans cette partie du lac.

Ces herbiers présents sur les rives du lac participent fortement au maintien de l'écosystème [5]:

- Ils ont un rôle de fertilisation avec la dégradation des feuilles de zostères assurant une source de carbone.
- Les phanérogames créent une architecture complexe de l'habitat et influencent directement la composition de la biocénose de l'herbier.
- La diversité de la flore est favorable à la reproduction de certaines espèces et fournit aux juvéniles un refuge de qualité.

Les herbiers sont des habitats d'une très grande diversité spécifique et fonctionnelle de par une utilisation optimale de l'espace et des ressources par les espèces.

Figure 5. Macroalgues opportunistes se développant sur le lac d'Hossegor

Source : www.algaebase.org



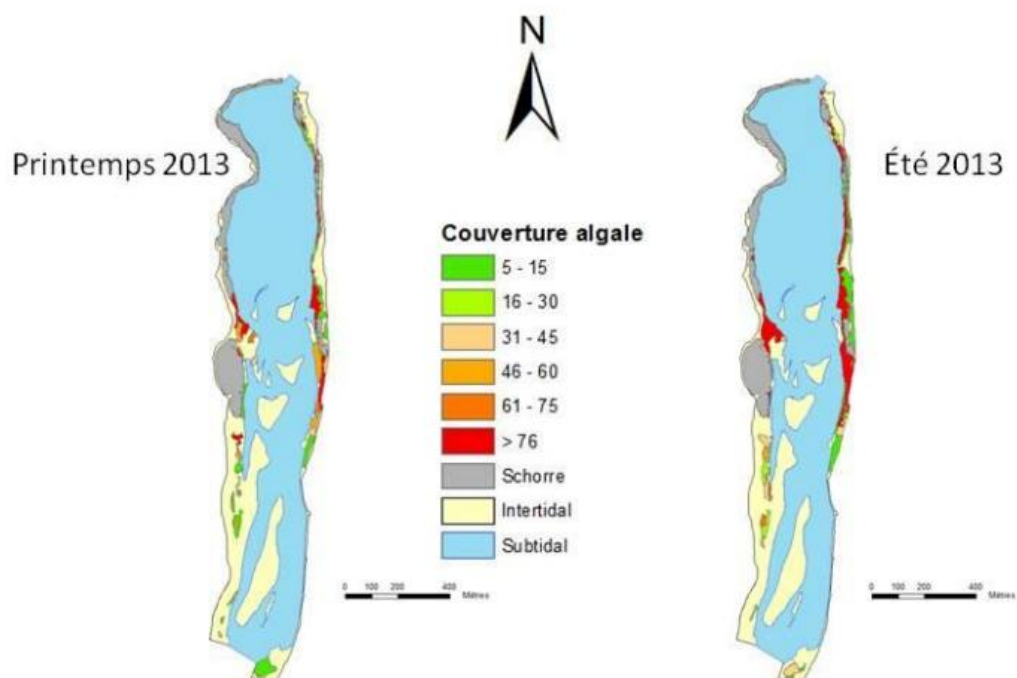
Ulves sp. (*Ulva* sp.)



Gracillaires (*Gracilaria verrucosa*)

Figure 6. Prolifération macroalgale sur l'estran du lac d'Hossegor au printemps et été 2013

Source : rapport Contrôle de surveillance 2013 Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor » [FRFC 09] [23]



○ *Les algues*

Le lac d'Hossegor, par sa nature eutrophe, son caractère abrité et ses faibles profondeurs représente un milieu propice à la prolifération macroalgale opportuniste [22].

En effet, il a été mis en évidence deux types de macro-algues colonisant les herbiers intertidaux du lac d'Hossegor : des algues vertes comprenant l'Ulve ou laitue de mer (*Ulva sp.*) et l'Entéromorphe (*Enteromorpha sp.*) ainsi que des algues rouges comprenant la rhodophyte Gracilaire (*Gracilaria verrucosa*) (Figure 5)[23]. Leur répartition s'étend sur l'ensemble de l'estran, seule l'entrée du chenal au Sud en est dépourvue, là où le courant est plus important. En été 2013, le recouvrement des algues équivaut à 5,8 ha de l'aire intertidale du lac (Figure 6) [22].

1.1.4.Contexte actuel

○ *Gestion et protection*

Le lac fait l'objet d'un inventaire ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) de type I. Cela qualifie donc le site de zone présentant au moins une espèce ou un habitat rare ou menacé (<http://inpn.mnhn.fr>). Parmi cette liste, deux espèces floristiques ingénieuses y sont référencées : la zostère marine (*Zostera marina*) et la zostère naine (*Zostera noltei*). Les herbiers formés par les zostères représentent des lieux d'abris, de nurserie et de ressources dont un grand nombre d'espèces sont dépendantes. Cette flore est cependant très vulnérable aux stress environnementaux et anthropiques [26]. Pour ces raisons, au niveau européen, les deux espèces de zostères sont répertoriées par [27]:

- la "Convention OSPAR¹" parmi la liste des habitats menacés et/ou en déclin
- "Directive Habitat" (92/43) reconnaissant la nécessité de mesures de gestion et de conservation particulières
- La "Directive Cadre sur l'Eau" (2000/60/CE) retenant les herbiers comme habitat pouvant évaluer la qualité des masses d'eaux afin d'en améliorer la conservation

Ajouté à cela, une aide locale assurée par la loi littoral ([Loi n° 86-2 du 3 janvier 1986](#)) qui fonde le principe d'équilibre entre aménagement, protection et mise en valeur de la zone littorale du lac d'Hossegor et permet la mise en place d'un statut de protection pour ces espèces patrimoniales bénéficiant ainsi à l'ensemble du lac [27].

○ *Les pressions exercées sur cet écosystème lacustre*

A ce jour, le lac marin connaît des problèmes d'assainissement et d'ensablement. Ces deux pressions majeures peuvent s'avérer néfastes pour la biodiversité qu'il abrite.

Sont mises en cause, des installations d'assainissement vétustes liées à la porosité des canalisations et une mauvaise séparation des réseaux de collectes d'eaux usées et d'eaux pluviales [17]. Par conséquent, lors de fortes pluies, les eaux pluviales amènent avec elles une pollution fécale causant des cas d'intoxication chez l'Homme [18]. De plus, il est à noter que l'urbanisation et les activités nautiques (voiles, surf, baignade) font pression sur cet espace naturel. Ce lieu s'avère être un point attractif de la ville d'Hossegor ce qui a pour conséquence la floraison de façades d'hôtels et de demandes de permis de construire sur son périmètre.

¹ Oslo and Paris Conventions for the protection of the marine environment of the North-East Atlantic



Figure 7. Localisation de la Réserve Naturelle des Prés-Salés d'Arès

Source : (1) <http://allalways.fr/> (2) <https://earth.google.com> (3) <http://www.reserve-naturelle-pres-sales.org/> [41]

1.2. Les Prés-Salés d'Arès (33)

1.2.1. Présentation

Les prés-salés d'Arès et de Lège-Cap Ferret sont un site en Gironde (33) localisé dans le Nord du bassin d'Arcachon à 44° 46 N latitude et 1° 10 W longitude (Figure 7). Ce site prend le statut de Réserve Nationale Naturelle après le décret n° 83-614 de 1983 [12]. Cette réserve s'étale sur la commune d'Arès et du Lège-Cap-Ferret et recouvre une superficie de 496 hectares dont 200 hectares sont des prés-salés. Ces espaces sont rythmés par les marées, tantôt immergés, tantôt découverts. Ils possèdent aussi une alimentation en eau douce par le canal des Etangs débouchant au Nord de la réserve. Il s'agit d'une véritable zone de transition entre le milieu marin et les dunes boisées.

Le bassin d'Arcachon est baigné par un climat océanique. La température de l'air moyenne s'élève à 13°C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 1073 mm [40].

1.2.2. Patrimoine naturel

Les prés salés d'Arès sont constitués de plusieurs habitats très diversifiés et présentent ainsi une flore et une faune rare et protégée vivant dans des milieux façonnés par l'alternance des marées.

○ La diversité des milieux

L'existence de prés sur ses sites est permise par un ensemble de conditions environnementales bien particulières : une faible énergie hydraulique couplée à une forte sédimentation [9]. Ces composantes réunies permettent l'implantation et la subsistance de la végétation halophile présente aujourd'hui. Les prés salés sont découpés en trois parties proposant des milieux de vie très différents les uns des autres en suivant un gradient altitudinal de 0 à 5 mètres [43] (Figure 8) :

- les vasières, ou slikke sont les zones intertidales des prés, composés de nombreux chenaux dans lesquels se développe la zostère marine (*Zostera marina*). Elles sont recouvertes à chaque marée haute et drainées par cet ensemble de chenaux à marée basse. La zostère naine (*Zostera noltei*) est dominante sur le slikke.

- les prés-salés ou schorre, composés du bas-schorre et du haut-schorre montrent une différence de végétation considérable entre les deux étagements. Pour le bas-schorre, la végétation est composée essentiellement d'Obione (*Halimione sp.*) tandis que celle du haut-schorre est plus diversifiée. Cette partie n'est recouverte que lors des grandes marées.

- la zone de contact entre prés-salés et dune, ou zone Parhalienne [9]. Cette dernière est inondée seulement lors de marées de vives eaux en période d'équinoxe. Sur ce fin cordon se trouve la majeure partie des espèces de plantes rares ayant permis aux Prés-salés d'Arès d'acquérir le titre de Réserve Nationale Naturelle.



Vasières ou slikke



Prés-Salés ou Schorre

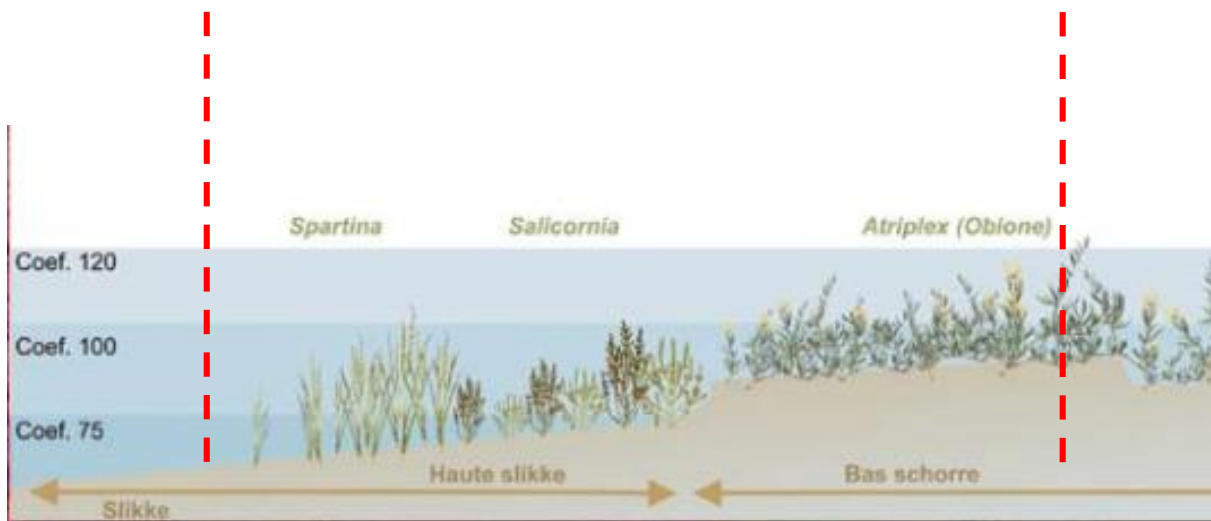


Figure 8. Transition entre slikke et schorre et présence des espèces végétales caractéristiques

Source : Photos (I. Castège), Figure : prés-salés zones humides (pdf) [45]

○ **La faune**

La diversité des habitats engendre un grand nombre de biocénoses différentes. Certaines espèces rares ou patrimoniales y trouvent un lieu de résidence continu ou temporaire. En effet, chez les oiseaux, il est possible d'observer des balbuzards pêcheurs (*Pandion haliaetus*). Cette espèce en voie de disparition à cause de la dégradation des milieux aquatiques, fait une halte sur son couloir migratoire afin d'y trouver des ressources pour poursuivre sa descente vers le Sud [42].

Les insectes y sont également présents, des espèces de libellules comme l'aesche printanière (*Brachytron pratense*) et leste verdoyant (*Lestes virens*). A compter aussi une espèce rare de sauterelle, l'oedipode des salines (*Epacromius tergestinus*) considérée comme prioritaire sur la liste rouge des orthoptères en France [1]

De plus, ils abritent bon nombre d'espèces rares ou d'intérêt patrimonial comprenant des mammifères comme la loutre d'Europe (*Lutra lutra*), des poissons comme l'emblématique anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) mais aussi des reptiles comme la cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) menacée par la perte de son habitat en France [34].

○ **La flore**

Les animaux ne sont pas les seuls à bénéficier d'un statut exceptionnel [43]. En effet, certaines espèces végétales profitent d'une protection au niveau régional: la romulée de Provence (*Romulea bulbocodium*), la ruppie maritime (*Ruppia maritima*), les silènes des ports et de Corse (*Silene portensis* et *Silene succulenta subsp. Corsica*) et la troscart de Barrelier (*Triglochin barrelieri*). L'ensemble de ces espèces incluant le statice à feuilles de lychnis (*Limonium auriculiarsifolium*) et la renouée maritime (*Polygonum maritimum*) incarnent des valeurs patrimoniales fortes voire pour certaines des valeurs très fortes [44].

1.2.3.Contexte actuel

○ **Gestion du site**

Depuis 2007, la gestion du site est assurée par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) en coopération avec les communautés d'Arès et du Lège-Cap-Ferret. Cet établissement a pour but de faire évaluer le plan de gestion mis en place afin d'intégrer le réseau Natura 2000 (rapport 2011 [15] et tome II 2014 [34]). Les points de gestion reposent sur la participation à la restauration d'espèces menacées ou fragiles, la contribution à la protection de l'avifaune migratrice, la réalisation d'études et de recherches ou encore la gestion des espèces invasives comme la baccharis à feuille d'arroche (*Baccharis halimifolia*).

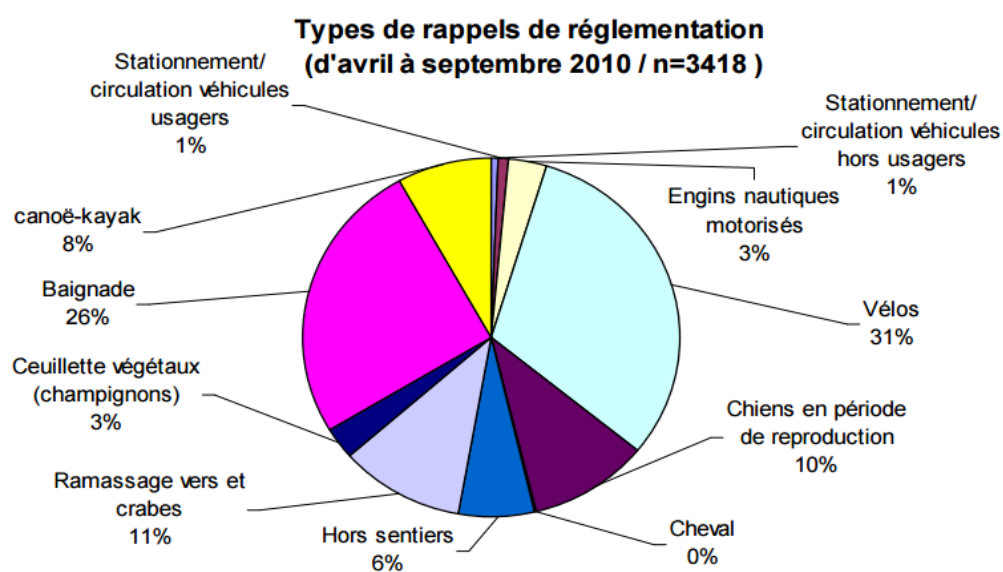


Figure 9. Rappels de réglementation par la police sur la Réserve Nationale Naturelle des Prés salés d'Arès en 2010

Source : Rapport d'activité 2010, RNN des Prés salés d'Arès [36]

- **Les pressions exercées sur la réserve naturelle des Prés –Salés d’Arès**

De 1983 à 2007, la réglementation de la réserve naturelle était faiblement respectée. Les prés-salés attirent beaucoup de visiteurs. Cependant, certains d’entre eux ne tiennent pas compte des règles qui s’appliquent sur le site. Ces comportements sont en diminution depuis que l’ONCFS en a repris la gestion sont toujours observés. Encore en 2010, les actions de police [36] sanctionnent des activités nautiques, de la cueillette de végétaux, des balades hors des sentiers balisés et autres activités pratiquées sur la réserve (Figure 9). Viennent s’ajouter à celles-là, les problèmes de pollution des eaux littorales par les effluents urbains et agricoles qui sont amenés par les marées sur les slikkes [45]. Ceci entraîne des dégradations sur les herbiers du slikke ainsi que sur les espèces qui en dépendent.

Ces cas de pollution et de non-respect de la réglementation ont un impact négatif important sur ce milieu fragile.

Tableau 1. Matériel d'échantillonnage pour le lac d'Hossegor et la RNN d'Arès

ECHANTILLONNAGE		
Etapes	Matériel	Usage
Equipement terrain	GPS (Garmin Etrex)	Localiser les stations d'échantillonnage
	Wadders, marqueur, fiches terrain, appareil photo	
	Réfractomètre	Mesure de la salinité (en ‰)
	Thermomètre	Mesure de la température(en °C)
Quadrats	Pelle	Prélèvement dans le substrat
	Epuisettes d'aquarium (x 2)	Filtrage et élimination du surplus de sable
	Pots numérotés (x20)	Conservation des échantillons
	Benne à main	Etude comparative* avec échantillonnage à la pelle
Transects	Epuisette à cadre métallique	Prélèvements dans les herbiers
	Corde graduée (10m)	Détermine longueur et direction des transects
	Bacs numérotés (x 6)	Conservation des échantillons
	Sceaux (x2)	Utilisation en cas de grands volumes de substrat (T1)

Tableau 2. Matériel pour le traitement des échantillons prélevés

TRAITEMENT DES ECHANTILLONS	
Tri	Echantillons terrain
	Bacs de tri
	Tamis (x2) (2mm et 500µm)
	Alcool à 70°
Identification	Fiches espèces et guides d'identifications
	Loupes binoculaires
	Boîtes de pétri, pinces, piluliers
Abondance des algues	Etuve (60°C)
	Balance

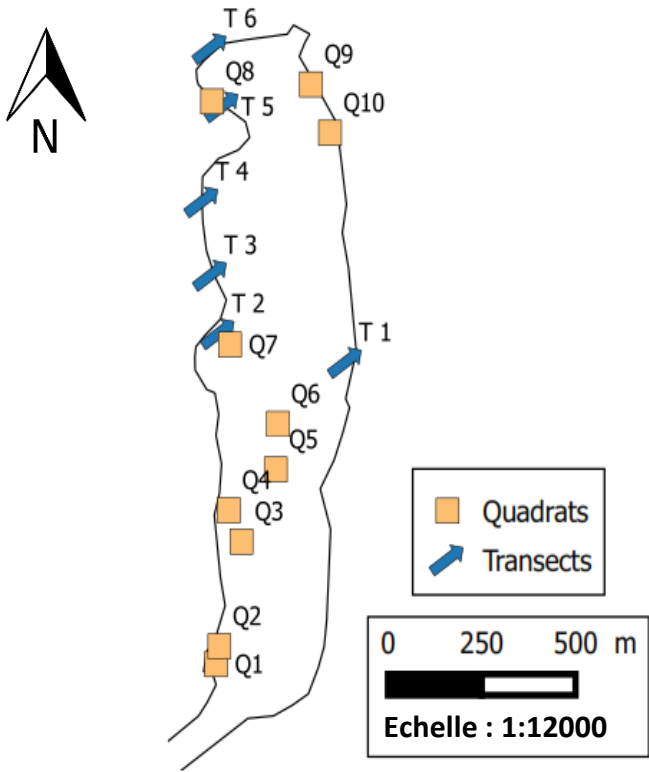


Figure 10. Localisation des quadrats et transects sur le lac marin d'Hossegor

2. Matériel et Méthodes

Les objectifs de cette étude étant la mesure de la diversité faunistique et l'évaluation de l'état écologique des milieux, nous avons par conséquent utilisé deux méthodes d'échantillonnage : les quadrats, qui nous permettent de recueillir la diversité au sein même du substrat et les transects, qui nous permettent d'évaluer la diversité de l'épibenthos vivant dans les herbiers. Nous obtenons ainsi un panel représentatif des organismes benthiques de la zone intertidale du lac d'Hossegor et des Prés-salés d'Arès.

Dans le cadre du protocole mis en place, deux grandes étapes se distinguent : les prélèvements sur site et le tri des échantillons en laboratoire. Une fois le protocole réalisé, les analyses statistiques amèneront à discuter les résultats obtenus pendant les périodes d'échantillonnage ([Tableau 1](#)).

2.1. Matériel

Le matériel nécessaire est référencé suivant : l'échantillonnage sur site ([Tableau 1](#)) et le tri /identification en laboratoire ([Tableau 2](#)).

L'étude comparative entre l'échantillonnage à la benne à main et à la pelle est menée de façon indépendante au suivi de la macrofaune benthique du lac d'Hossegor. Cependant, cette étude s'inscrit dans le but de préciser la méthode d'échantillonnage pour les quadrats la plus efficace.

2.2. Protocole d'échantillonnage du lac d'Hossegor

Le protocole d'échantillonnage a été mis en place en s'inspirant de REBENT (REseau BENThique) qui a pour but de recueillir des données sur les habitats et les biocénoses benthiques associées [28]. Le protocole initial réalisé en 2008 [31] s'est vu quelque peu modifié au fil des études : suppression des carottages (2009) et de deux quadrats géographiquement proches (2011). Depuis 2011, le protocole est resté inchangé et compte à présent un total de 16 stations d'échantillonnage dont 10 quadrats et 6 transects échantillonnés tous les quinze jours sur deux mois.

Chaque station d'échantillonnage est géolocalisée par des coordonnées GPS sous forme ([Figure 10](#)) de degrés décimaux (référentiel WGS84). Les coordonnées de chaque quadrats et transects sont conservées d'une année sur l'autre, ce qui fixe une constante spatiale permettant d'assurer un suivi temporel annuel de la biodiversité du lac d'Hossegor.

Depuis 2014, une étude complémentaire sur les herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) et de zostères naines (*Zostera noltei*) cherche à mettre en place un suivi régulier de leur périmètre réalisé par relevé GPS.



Figure 11. Echantillonnage des quadrats sur le lac d'Hossegor

Source : E. Milon



Figure 13. Prélèvements dans les herbiers par méthode des transects au lac d'Hossegor

Source : E. Milon



Figure 12. Nettoyage, tri et identification en laboratoire

Source : S. Itoiz

2.2.1. Echantillonnage dans le substrat : méthode des quadrats

L'échantillonnage du substrat se fait par quadrats lors de la marée basse quand les stations sont totalement émergées (Figure 11). Le volume d'un quadrat est déterminé par les dimensions suivantes : 20 cm de largeur, 20 cm de profondeur et 50 cm de longueur. Ce qui équivaut à un volume de $0,02\text{m}^3$ prélevé à l'aide d'une pelle. Il est à noter que la majorité des organismes se retrouve dans les 15 premiers centimètres, en effet, au-delà de cette profondeur, la zone anoxique n'est pas favorable à la vie [30].

Le volume recueilli se voit débarrassé des éléments grossiers à l'œil nu et du surplus de sable à l'aide d'épuisettes d'aquarium, puis conservé dans des pots.

2.2.2. Echantillonnage dans les herbiers : méthode des transects

L'échantillonnage des herbiers se fait à marée descendante à l'aide d'une corde flottante graduée de 10m tendue perpendiculairement à la rive et orientée vers le centre du lac (Figure 13). L'épuisette métallique de 50 cm de côté et d'un maillage de 1,3 mm à la sortie permet de capturer le macrobenthos résidant dans les herbiers immergés. Le passage se fait le long de la corde, offrant une surface d'échantillonnage de 5m^2 .

Les éléments grossiers sont éliminés tandis que l'épibenthos est conservé dans des bacs.

Les espèces menacées tels que les hippocampes, civelles et autres organismes de grandes tailles, tels que les crabes verts adultes, sont répertoriés sur la feuille terrain, identifiés puis relâchés.

2.2.3. Le tri et l'identification des organismes benthiques

Une fois les échantillons ramenés au laboratoire, ces derniers vont être triés dans le but de débarrasser les prélèvements d'un maximum de débris (racines, cailloux, coquilles vides) et ainsi faciliter le travail d'identification (Figure 12).

La première étape est de nettoyer chaque échantillon à l'aide de tamis de différentes tailles. Ceci nous permet de récupérer uniquement ce qui est retenu par le tamis le plus fin, là où se retrouvent les organismes, et ainsi de les conserver dans une boîte numérotée contenant de l'alcool à 70°.

La dernière étape est d'identifier les espèces présentes dans le substrat obtenu dans les tamis, pour cela la loupe binoculaire, les fiches espèces et les guides d'identification sont requis [24] [25]. Lorsque l'espèce est difficilement identifiable, le genre est privilégié.

Complémentairement à l'étude de la macrofaune, les algues présentes dans les transects 1 et 3 sont isolées puis passées à l'étuve afin d'obtenir leur masse sèche.



Source : I. Castège



Source : E. Milon

Figure 14. Prélèvements pour l'étude comparative pelle et benne à main sur le lac d'Hossegor

2.3. Protocole d'échantillonnage sur la RNN des Prés-Salés d'Arès

Le protocole pour les Prés-salés d'Arès est identique à celui du lac d'Hossegor. La campagne s'étend sur deux jours. Le même matériel est utilisé et les échantillons sont traités de la même façon. Les seules différences reposent sur le fait que les quadrats sont au nombre de six et les transects au nombre de deux. De plus, il est à noter que le site d'Arès ne compte que deux réplicats prélevés le même jour contre quatre réplicats prélevés à quinze jours d'intervalle pour Hossegor.

2.4. Etude comparative : méthode d'échantillonnage à la pelle et à la benne à main

Actuellement, les prélèvements sont réalisés à l'aide d'une pelle. Le volume d'échantillonnage est évalué à trois pelletées. Ceci pourrait être un biais induisant une surestimation ou une sous-estimation des abondances et de la diversité taxonomique.

Des essais avec une benne à main sont alors réalisés tout autour du lac (Figure 14). Le volume de la benne à main est de 0,0035 m³ (*i.e* 16,5 cm de hauteur, 14,5 cm longueur et profondeur). Il faut donc prélever à six reprises avec la benne pour parvenir au volume total du quadrat en tenant compte du fait que la benne ne peut être remplie au maximum selon le type de substrat. L'échantillonnage par benne à main est reconnu comme étant une des meilleures techniques en écologie permettant de caractériser quantitativement les peuplements subtidiaux de substrats meubles [20].

Le travail ultérieur consiste à comparer statistiquement les données des quadrats obtenues avec la pelle et avec la benne à main. L'objectif étant d'évaluer de possibles différences entre ces deux méthodes d'échantillonnage.

2.5. Traitement de données

2.5.1. Evaluation de la biodiversité

Afin d'interpréter les informations recueillies sur le terrain, quatre indices sont utilisés [19] pour évaluer la diversité faunistique et floristique. La méthode d'analyse univariée est appliquée aux deux sites d'échantillonnages.

Il est à noter que par soucis de précision, nous utilisons le terme « taxon » et non « espèce ». Dans certains cas, nous avons identifié au plus près du genre, de la famille, de l'ordre voire même de la classe. Malgré ce désagrément, nous décidons d'utiliser l'indice de Shannon-Weaver et du M-AMBI en sachant que leur cadre d'application se restreint essentiellement au traitement des espèces. Cela limite partiellement l'interprétation de la richesse taxonomique réelle dont dépendent ces deux indices.

○ *Richesse taxonomique*

La richesse taxonomique, notée S, représente le nombre total de taxons différents présents dans la zone d'étude. Cet indice permet d'estimer la diversité d'un écosystème. Cependant, il reste fortement dépendant de l'effort d'échantillonnage car il est difficile d'obtenir l'ensemble des taxons sur un milieu ouvert. De plus, il présente l'inconvénient de ne pas renseigner sur la structuration des abondances des taxons d'une station [19].

La richesse taxonomique peut s'exprimer en richesse totale ou en richesse moyenne :

- La richesse totale correspond au nombre de taxons présents lors de l'échantillonnage d'une station
- La richesse moyenne fait référence au nombre moyen de taxons dans une station par nombre d'échantillonnages réalisés

○ *Abondance moyenne, au m² et relative*

L'abondance est un indice permettant de déterminer la structure et la composition des peuplements dans chacune des stations de prélèvement [19]. On peut distinguer trois types d'abondance :

- L'abondance moyenne, résultant de la moyenne de l'effectif de chaque taxon par station suivant le nombre de réplicats. Elle est exprimée en nombre d'individus/campagne de prélèvement.
- L'abondance moyenne au m² pour les transects et au m³ pour les quadrats, correspondant à l'abondance moyenne sur la surface ou le volume d'échantillonnage (5m² pour les transects et 0,1m³ pour les quadrats). Elle s'exprime en nombre d'individus/m² ou nombre d'individus/m³.
- L'abondance relative, calculée en comparant l'abondance moyenne à l'abondance totale de la station. Elle est souvent exprimée en pourcentage.

○ **Indice de Shannon-Weaver (H') et Régularité de Piélou (J)**

Cet indice noté H' permet de quantifier l'hétérogénéité et la biodiversité d'un milieu. L'indice de Shannon est compris entre 0 et $\ln(S)$. Il est sensible aux variations d'importances des espèces les plus rares. Plus la valeur est faible plus un taxon est prédominant. Au contraire, une forte valeur signifie que les taxons sont codominants [21].

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i)$$

Avec i = espèce étudiée
 P_i = proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèce (S)

L'indice de Shannon sera complété avec l'indice d'équitabilité de Piélou :

$$J' = H' / H'_{max}$$

avec $H'_{max} = \ln(S)$

La valeur de cet indice varie entre 0 et 1 et permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces (des taxons dans notre cas) indépendamment de la richesse spécifique [37].

2.5.2. Statistique inférentielle

Les tests statistiques utilisés sont réalisés à partir des données issues de l'échantillonnage des stations. C'est au moyen du logiciel R que les différents tests sont appliqués : Analyse en Composante Principale (ACP), Student apparié, régression linéaire, corrélation de Pearson (paramétrique) et Spearman (non paramétrique).

2.5.3. Cartographie

Le logiciel QGIS a été utilisé pour réaliser toutes les cartographies illustrant les abondances, richesses taxonomiques et indices M-AMBI sur les stations d'échantillonnage. De plus, il fut utilisé pour le suivi des herbiers à *Zostera noltei* et à *Zostera marina*, illustrant leur étendue année après année.

² $P_i = \frac{n_i}{N}$ avec n_i : effectif de l'espèce i et N : effectif total de l'échantillon. P_i est une abondance relative de l'espèce i .

Tableau 3. Groupes de polluosensibilité selon le modèle de Hily, 1984 [33]

<i>Groupe</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>
<i>Espèces</i>	sensibles	indifférentes	tolérantes	Opportunistes de 1 ^{er} ordre	Opportunistes de 2 nd ordre

Tableau 4. Etat écologique d'un milieu suivant la classe de l'indice M-AMBI (0 à 1) [13]

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

2.5.4. Indice d'état écologique : M-AMBI

De nombreux indices sont basés sur la succession, la présence ou l'absence d'espèces indicatrices. Toutefois cela ne permet pas d'avoir une indication de l'évolution du benthos. L'utilisation de groupes d'espèces indicatrices présentes au sein de la communauté est préférable, tel est le cas du coefficient benthique M-AMBI [19].

Le M-AMBI (Modified – AZTI Marine Biotic Index) est un indice représentatif de la qualité écologique du benthos. L'AMBI serait actuellement l'indice le plus utilisé au niveau européen. Cet indicateur est qualifié de multimétrique. En effet, ce dernier dépendant des trois composantes suivantes :

- la richesse spécifique (S) : symbolisant le nombre de taxa trouvés
- l'indice de Shannon- Weaver (H')
- l'indice AMBI³ (développé par Borja *et al.* 2000 pour l'AZTI) qui repose sur la pondération des groupes d'espèces classés selon leur polluosensibilité au sein de communautés benthiques [33] (Tableau 3). Les différences entre les groupes se traduisent par des variations en termes d'abondance, de biomasse et de diversité spécifique au sein des peuplements.

Pour s'assurer de la robustesse de l'indice AMBI, de nombreux tests ont été réalisés à la fois dans les estuaires et les habitats côtiers avec des perturbations environnementales. Ceux-ci se sont révélés valides.

L'indice AMBI est moins fiable dans les zones à faible salinité. Une étude a également permis de mettre en évidence une surface minimale de prélèvement de 0,25 m² pour une estimation fiable de l'AMBI [33]. C'est pourquoi le M-AMBI a été développé. Pour le calcul du M-AMBI et de l'AMBI, il est essentiel de connaître tous les individus jusqu'à l'espèce et de bien les classer dans les différents groupes.

Le résultat obtenu par l'analyse multifactorielle du M-AMBI permet de définir l'état écologique du benthos suivant la classe où il se situe. (Tableau 4).

Cet indice biotique est obtenu à partir des données récupérées sur le terrain. Ces dernières sont ensuite traitées via le logiciel AMBI MARINE BIOTIC INDEX développé par AZTI – Tecnalia [48].

³ $AMBI = [(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)] / 100$

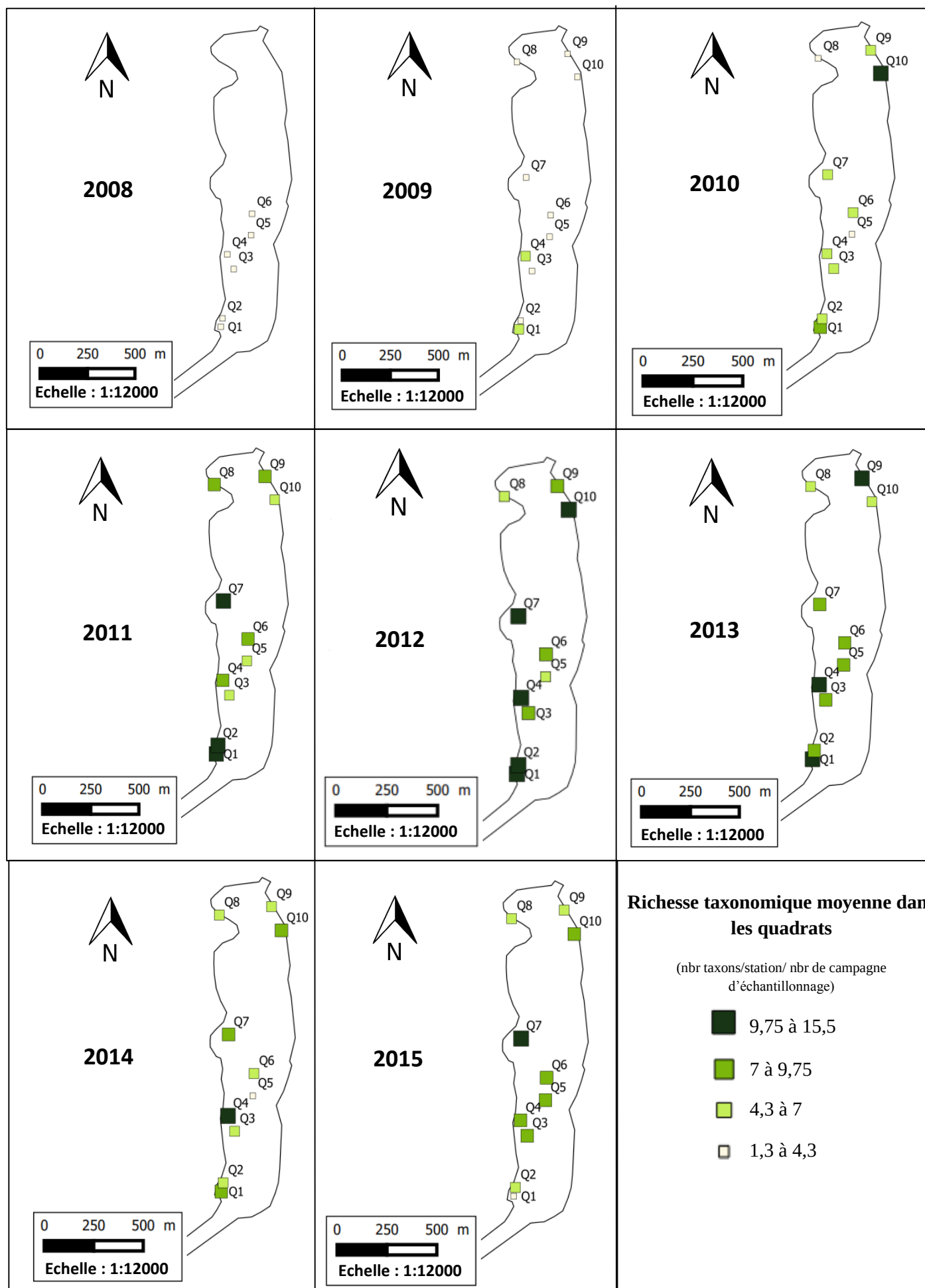


Figure 15. Suivi de la richesse taxonomique des quadrats de 2008 à 2015

3. Résultats et discussion

3.1. Le lac d'Hossegor

Pour cette année 2015, le suivi du lac d'Hossegor s'est effectué via quatre campagnes d'échantillonnage. Chaque campagne était espacée de quinze jours et mise en place lorsque le coefficient des marées était le plus important possible. Ceci nous a permis d'avoir des marées basses et marées hautes optimales pour la réalisation de transects et quadrats (Tableau 5).

Tableau 5. Organisation des échantillonnages

Date	Coefficient de marée
20-23 mars 2015	115-111
7-8 avril 2015	87-85
20 avril 2015	112
4 mai 2015	88

3.1.1. Etude spatio-temporelle (2008-2015)

Sur le total des 4 campagnes d'échantillonnage, 77 123 individus sont comptabilisés. Les hydrobies (*Hydrobia ulvae*) sont estimées à 69827 individus et représentent 91% de l'effectif total. De par leur forte abondance, les hydrobies sont volontairement exclues des indices de diversité pour éviter de masquer l'évolution discrète de certaines espèces moins abondantes ou plus rares qui pourraient se révéler intéressantes.

○ Suivi interannuel de la richesse taxonomique

L'évolution de la richesse taxonomique au cours des huit dernières années concernant les quadrats est représentée ci-contre (Figure 15). De 2008 à 2009, les richesses taxonomiques sont très faibles. En 2008, une seule personne s'occupait de l'identification des individus, l'effort d'échantillonnage était donc différent de celui fourni par un binôme. De manière générale, les quadrats restent stables au fil des ans. Ceci indique que les fluctuations de 2008 à 2015 pourraient être le reflet de la variabilité interannuelle. Toutes ces fluctuations d'une année sur l'autre pourraient être en partie expliquées par la modification des bancs de sables, la pluviométrie ou encore la fluctuation d'échantillonnage. Seuls les quadrats 3,4 et 6 ont une évolution croissante de leur richesse taxonomique (Annexe 3).

A partir de 2011, la richesse taxonomique des quadrats 1 et 2 diminue petit à petit (Annexe 4). Ces deux stations, à proximité de l'embouchure sont très exposées aux courantstidaux pouvant causer un ensablement progressif au fil des années. Ceci pourrait expliquer pourquoi de moins en moins de taxons y sont présents.

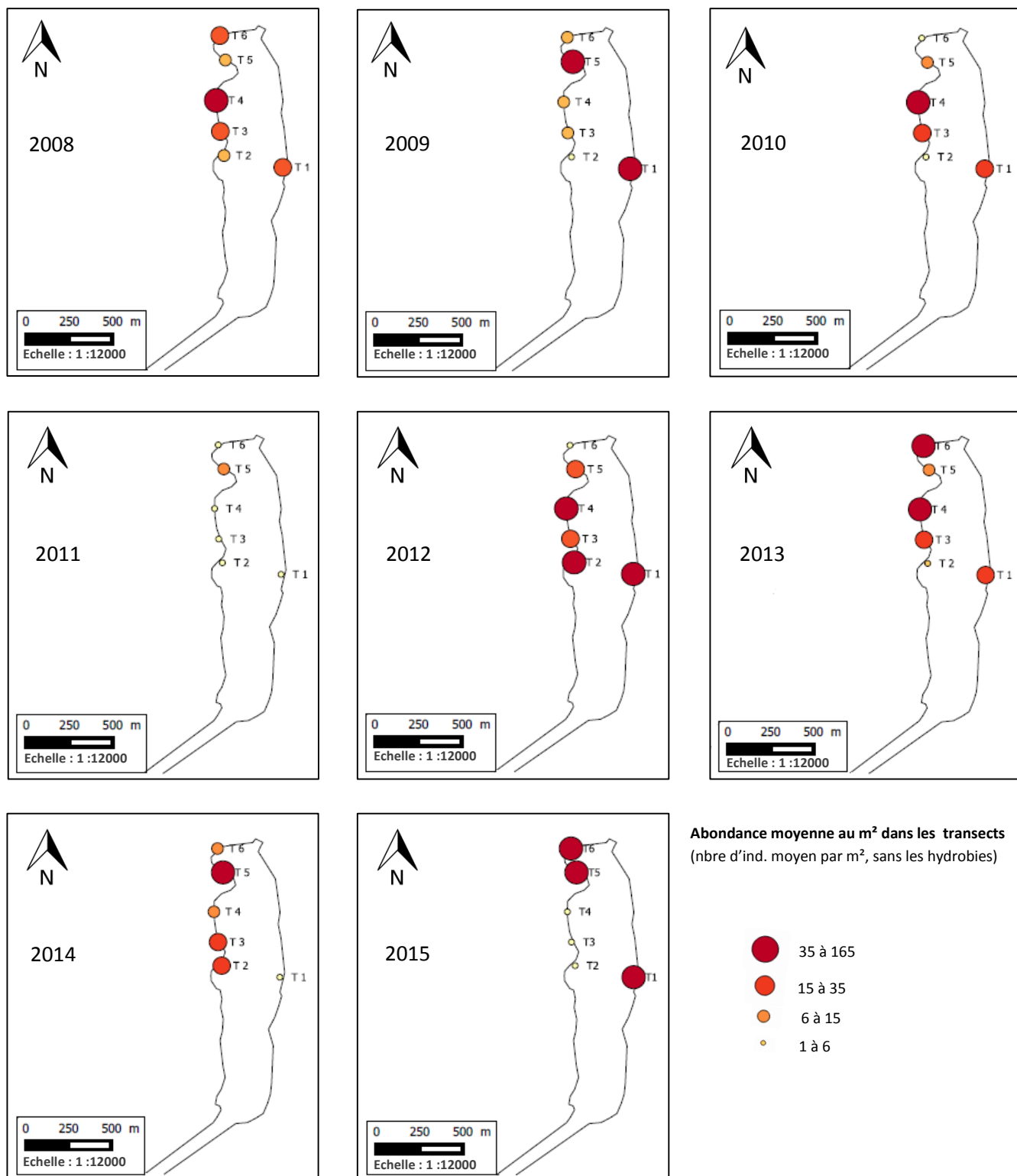


Figure 16. Suivi de l'abondance moyenne au m² dans les transects de 2008 à 2015

De même pour les transects (Annexe 2), entre 2008 et 2015, une stabilité de la richesse taxonomique est observée sur un grand nombre d'entre eux. Seul le transect 5 a tendance à l'augmentation.

Certains taxons comme les amphipodes sont absents de certains transects comme le T1, cependant de nombreuses autres espèces trouvent résidence dans ce substrat riche en matière organique (Annexe 9). L'échantillonnage des transects se fait exclusivement dans les herbiers où sont présentes de nombreuses algues opportunistes telles que les ulves et les gracilaires. Ces milieux offrent une protection et une ressource en nourriture pour de nombreux organismes benthiques mobiles dont les gastéropodes brouteurs, les syngnathes et les amphipodes. Toute cette faune peut donc bouger au gré des marées.

○ Suivi interannuel de l'abondance des taxons

D'un point de vue abondance, les quadrats 5, 6 et 8 ont une évolution croissante positive (Annexe 1). Sinon, l'abondance dans les autres quadrats présente une certaine stabilité (Annexe 5). Il n'y a pas de très fortes abondances durant cette année 2015, celles-ci ne dépassent pas les 5 250 individus par m³.

Dans l'intégralité des transects, l'abondance moyenne reste stable au fil des ans (Figure 16) (Annexe 5). Il est possible de retrouver des faunes spécifiques à chaque type de transects : le T1 étant vaseux, de nombreux Chironomidae (larve de diptère), *Bittium reticulatum* et *Scrobicularia plana*, sont échantillonnés. Le transect 6 au Nord du lac est plus sableux et regroupe des taxons plus spécifiques de ces fonds : *Palaemon elegans*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Owenia sp.* (Annexe 7). Il est possible de mettre en évidence que certains taxons comme les larves de Chironomidae sont plus spécifiques du substrat que de l'herbier en lui-même. La présence de certains taxons dépend bien souvent du type de substrat comme les larves de Chironomidae (ou « vers de vase ») que l'on retrouve en abondance dans le transect 1 ainsi que le quadrat 8 dépourvu d'herbier (Annexe 6)

Il est possible d'observer, en confrontant les cartographies des abondances et celles des richesses taxonomiques de 2015, que les stations où les abondances sont les plus fortes sont généralement celles qui comptent des richesses fortes supérieures à 9,75.

Notons que les conditions d'application de la régression linéaire ne sont pas remplies et que ce travail reste à titre expérimental.

Tableau 6. Masse sèche des algues dans les transects 1 et 3

Date	Masse totale (en g)	<i>Gracilaria verrucosa</i> (en g)	<i>Ulvae sp.</i> (en g)
20 mars	190,1	174,4	15,7
7 avril	305,2	295,8	9,4
20 avril	246,3	222,5	23,8
4 mai	199	164,7	34,3

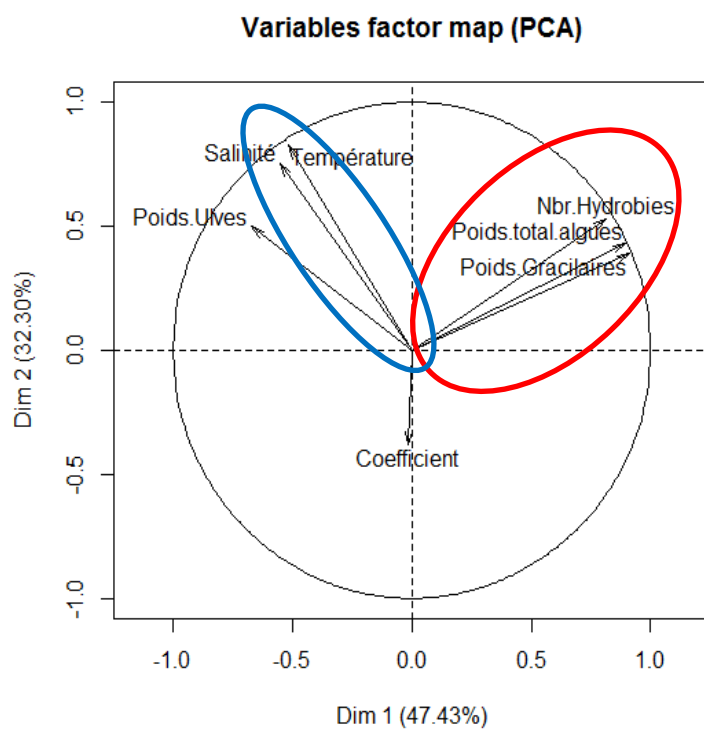


Figure 17. Cercle de corrélation des paramètres de l'étude de l'abondance des hydrobies et de la masse sèche des algues

3.1.2. Suivi des populations d'*Hydrobia ulvae* et d'algues en 2015

Au cours de cette étude, les hydrobies représentaient 91% de l'effectif total. Il serait donc intéressant de pouvoir constater quels facteurs environnementaux ou physico-chimiques pourraient influencer l'abondance de ces populations. Il est essentiel de rappeler que les individus de l'espèce *Hydrobia ulvae* sont des brouteurs et des sub-dépositivores fouissant dans les milieux vaseux riches en biomasse microphytobenthique. Les hydrobies rampent à travers le substrat dans le but de se nourrir et se meuvent grâce aux courants tidaux par flottaison dans la colonne d'eau [35].

Une ACP regroupant des paramètres physico-chimiques, le poids des algues et le nombre d'hydrobies a été réalisée dans le but de déterminer une possible relation entre ces variables. Cette analyse révèle l'existence d'une corrélation entre les variables « nombre d'hydrobies », « poids des algues » et « poids des gracilaires » ([Figure 17](#)). Dans ce cercle de corrélation, il est visible que le poids des ulves n'est pas corrélé avec le poids total des algues, ceci pourrait s'expliquer par une masse trop faible comparée à celle des gracilaires. Il en va de même pour les variables « salinité » et « température ». De plus, une mise en relation de la température et du nombre de d'hydrobies est observable, cependant, l'interprétation directe entre ces deux variables n'est pas évidente ([Figure 17](#)).

Une relation entre l'abondance des hydrobies et le poids des algues est mise en évidence l'application du test non paramétrique de Spearman (p-value = 0.03676) ([Annexe 8](#)). Cependant, le nombre d'échantillons reste faible (n=8) pour obtenir un résultat définitif.

D'un point de vue biologique, il est possible d'émettre une hypothèse sur la relation entre algues et hydrobies en se basant sur l'écologie de cette espèce. Le nombre d'hydrobies semble être lié avec la masse d'algues et notamment avec celle des gracilaires. Les microalgues, base de l'alimentation des hydrobies, se développant sur les algues et à proximité pourraient également expliquer l'abondance du gastéropode.

Il est à remarquer que la masse des algues n'est pas linéaire au cours de l'échantillonnage ([Tableau 6](#)). Les variations de température, de pluviométrie et d'ensoleillement au fil des semaines pourraient expliquer ces variations.

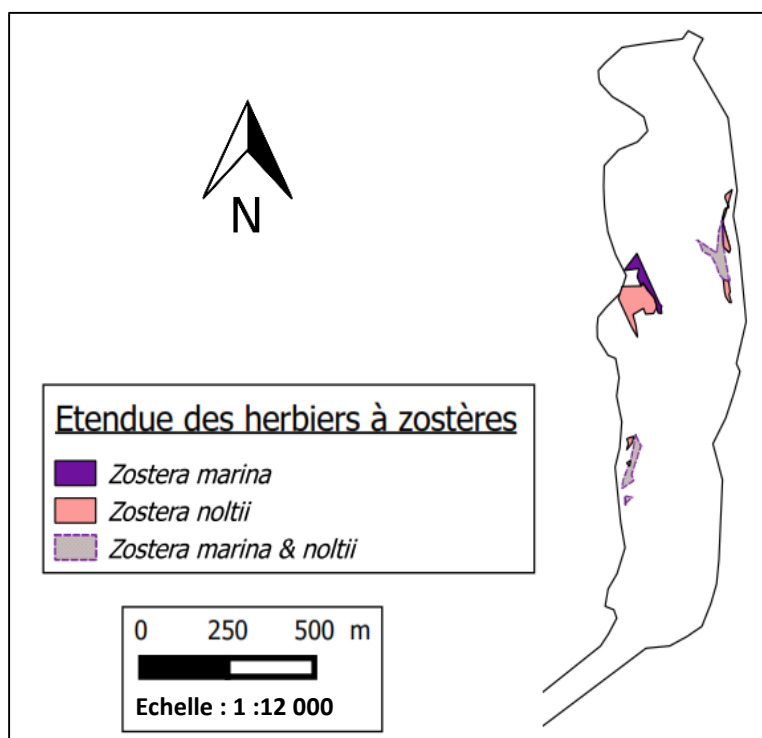
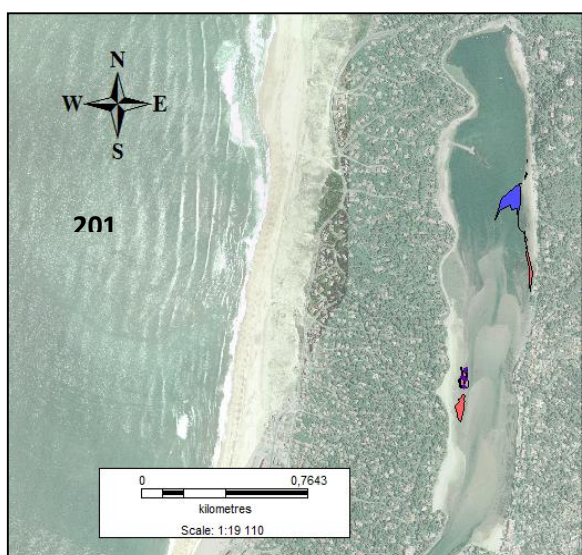
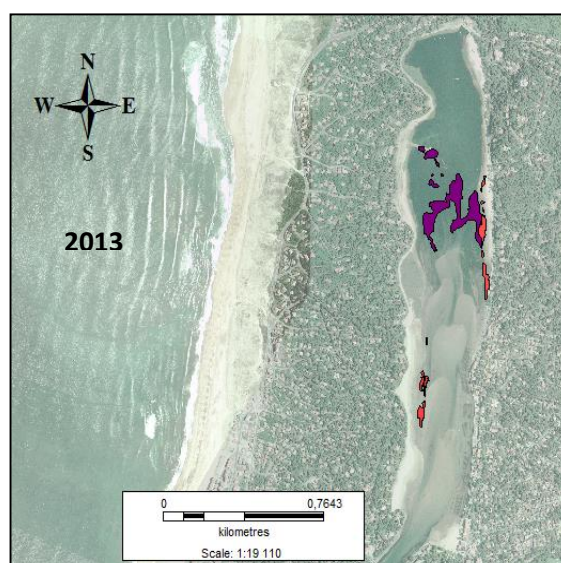
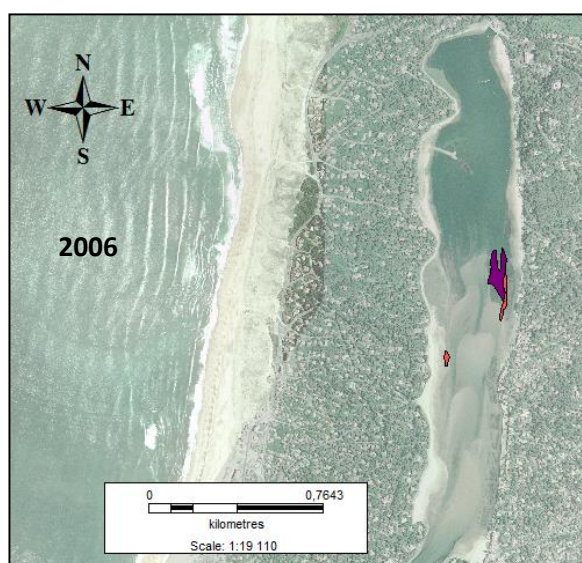


Figure 19. Etendue des herbiers à zostères en 2015



Légende



Figure 18. Evolution des zones à zostères au fil des années (2006,2013 et 2014)

Source : Rapport F. Candelier et M. Bosc [8]

3.1.3. Surface des herbiers à zostère

Pour la deuxième année consécutive, la répartition des herbiers à zostère est réalisée sur deux espèces : la Zostère marine (*Zostera marina*) et la Zostère naine (*Zostera noltei*). Le relevé de point GPS est effectué sur le contour des herbiers à zostère. Une partie des herbiers en zone subtidale reste immergée même avec un fort coefficient de marée, elle est donc difficile d'accès avec l'équipement de terrain. Par conséquent, ces derniers ne sont pas référencés.

Les herbiers forment des écosystèmes d'un grand intérêt écologique. Ils constituent un habitat privilégié pour de nombreuses espèces de faunistiques et floristiques. Il est donc intéressant au fil des ans de comparer les tendances d'évolution des principales zones d'herbier en terme de distribution spatiale.

Tableau 7. Aires des herbiers à zostères

Herbiers	Aire (en m ²)	Aire (en ha)
Zostère naine	18 469,438	1, 847
Zostère marine	6 168,761	0, 617
Zostère naine & marine	12 366, 044	1,237

Le suivi stationnel des herbiers à zostères a été réalisé pour la première fois en 2006 et réitéré en 2013 par l'Ifremer [4]. A parti de ces données, il a été possible de poursuivre ce projet en se basant sur les localisations référencées ([Figure 18](#)).

Les résultats des relevés de 2015 sont présentés ci-contre ([Figure 19](#)). Les données recueillies cette année viennent compléter le suivi de 2014 réalisé par l'ERMMA ([Figure 18](#)). De manière générale, on observe une même implantation des herbiers. Une surface de répartition de plus d'un hectare a été observée pour la zostère naine et du mélange zostère marine et naine ([Tableau 7](#)). La zostère marine est quant à elle, moins abondante sur la zone d'échantillonnage intertidale. Ces herbiers présentaient une forte étendue vers le centre du lac, là où le niveau de l'eau ne permettait pas de progresser. A noter que l'herbier de zostère naine sur la rive Ouest est parsemé d'algues opportunistes comme les ulves et présente une plus grande étendue que les années 2006 et 2014.

En plus de l'étude sur l'étendue des zostères, l'IFREMER analyse les sédiments et les macroalgues. En 2013, l'indicateur « angiosperme » indique un bon état des zostères [4].

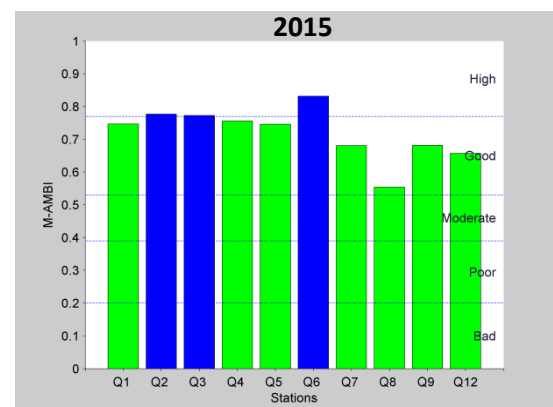
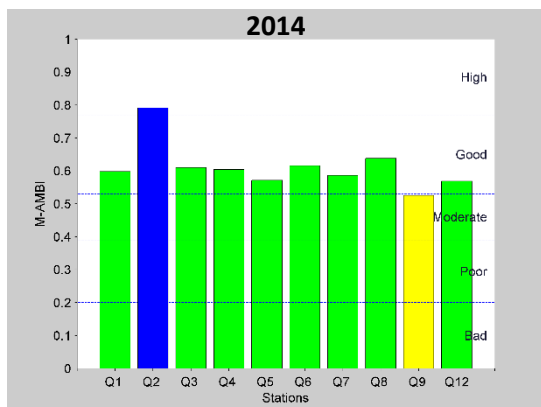
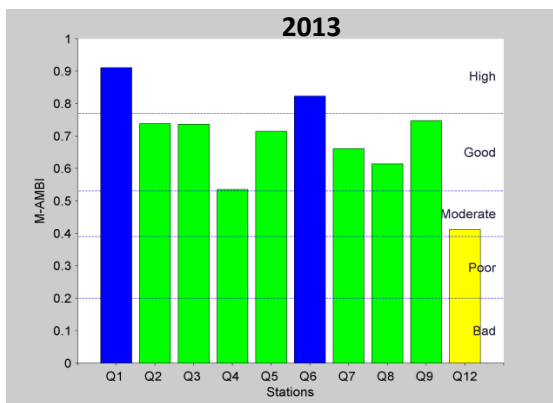
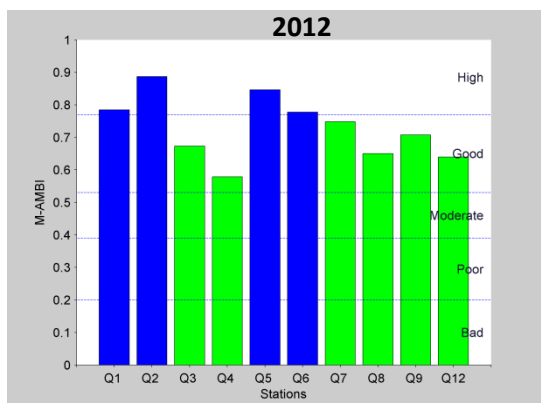
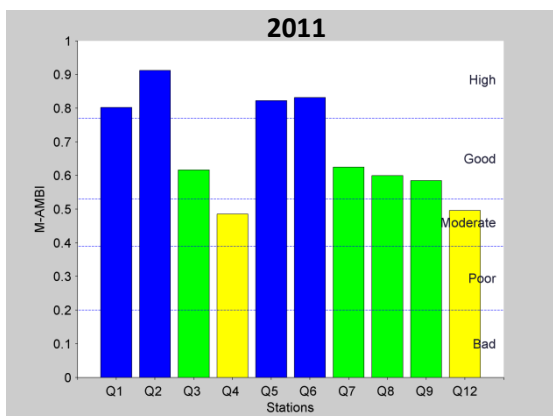
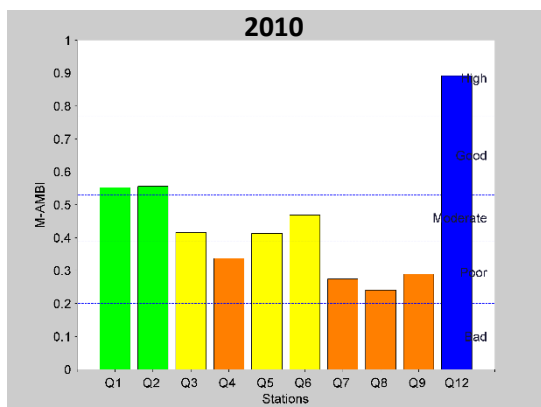
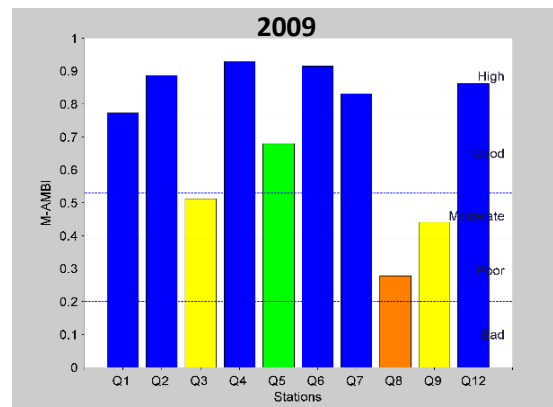
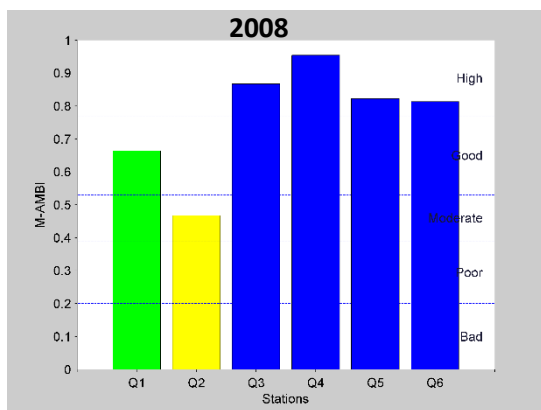


Figure 20. Etat écologique des quadrats via l'indice M-AMBI de 2008 à 2015

3.1.4. Indice M-AMBI

L'indice M-AMBI étant applicable aux prélèvements de substrats meubles, seuls les quadrats rentrent dans ce cadre d'application. Les résultats obtenus ([Figure 20](#)) représentent l'évolution de l'indice M-AMBI depuis 2008 calculé à partir du logiciel de l'AZTI [48]. Ces résultats donnent une idée de l'état écologique du milieu. Ils permettent de décrire la réponse des communautés benthiques face à des perturbations qu'elles soient d'ordre naturel ou anthropique.

Les valeurs du M-AMBI révèlent une forte baisse de la qualité écologique en 2010. Les quadrats présents au Nord du lac (Q8, Q9, Q12) ont souvent un indice qualifié de moyen sur les années 2009, 2008, 2011, 2013 et 2014. Ceci pourrait s'expliquer par la présence d'un cours d'eau dans cette zone. Ces apports d'eau douce ajoutés à des pluviométries importantes accentuent le lessivage des sols. La salinité diminue et le pH de l'eau devient plus acide, réduisant ainsi la disponibilité en éléments nutritifs. Certaines espèces marines ne supportent pas des changements importants dans la salinité, laissant la place à des espèces plus résistantes. De 2011 à 2015 la qualité du lac présente un état écologique bon qui semble être assez stable.

Depuis 2009, un suivi DCE (Directive Cadre sur l'Eau) est effectué tous les 3 ans par Ifremer sur le lac d'Hossegor. L'Ifremer prélève 7 échantillons en zone intertidale à l'aide d'un carottier avec une dimension de 0,04 m². Pour l'année 2012, l'Ifremer constate un état écologique qualifié de modéré pour ces échantillons [6]. Un bilan provisoire de la DCE fin 2013 à néanmoins décrété un état chimique mauvais par la présence de polluants industriels et contaminants chimiques dans l'eau, les sédiments et la matière vivante [2]. Par ailleurs, les huîtres du lac d'Hossegor ont été interdites à la vente suite à la présence de norovirus l'hiver dernier [29].

Toutefois, le M-AMBI est initialement développé pour les invertébrés benthiques des zones côtières et n'est donc pas parfaitement adapté au lac d'Hossegor. La diversité spécifique entre les deux milieux n'est pas la même. De ce fait, certaines espèces présentent dans le lac ne sont pas prises en compte car absentes des listes du logiciel. Pourtant leurs abondances et leurs répartitions ne devraient pas être négligées.

Le manque de précision dans l'identification a probablement un impact sur les résultats puisque seuls les individus identifiés jusqu'à l'espèce et parfois au genre sont conservés et listés par l'AZTI. Toutefois les valeurs des indices M-AMBI obtenus avec la méthode ERMMA sont semblables de celles obtenues par l'Ifremer, sans être totalement identique [8].

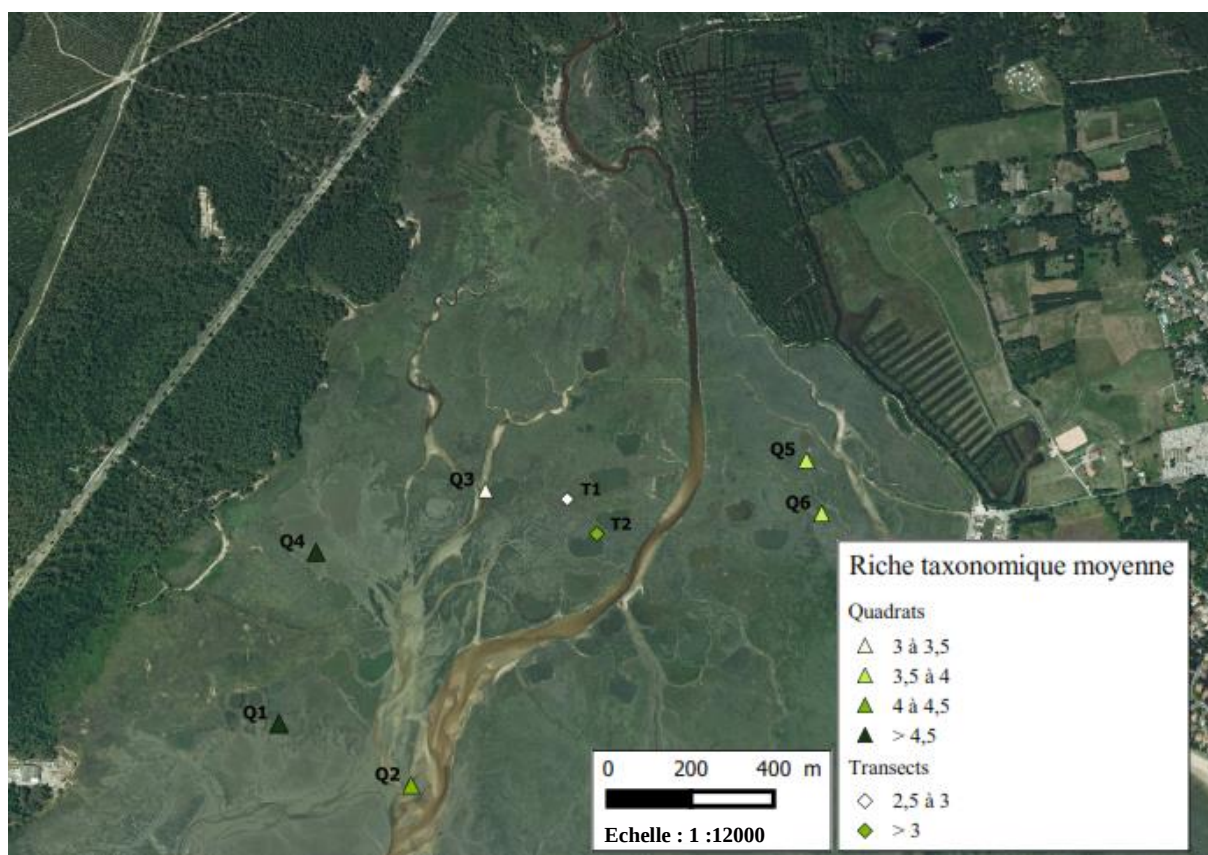


Figure 21. Riche taxonomique moyenne des Prés-salés d'Arès en 2015

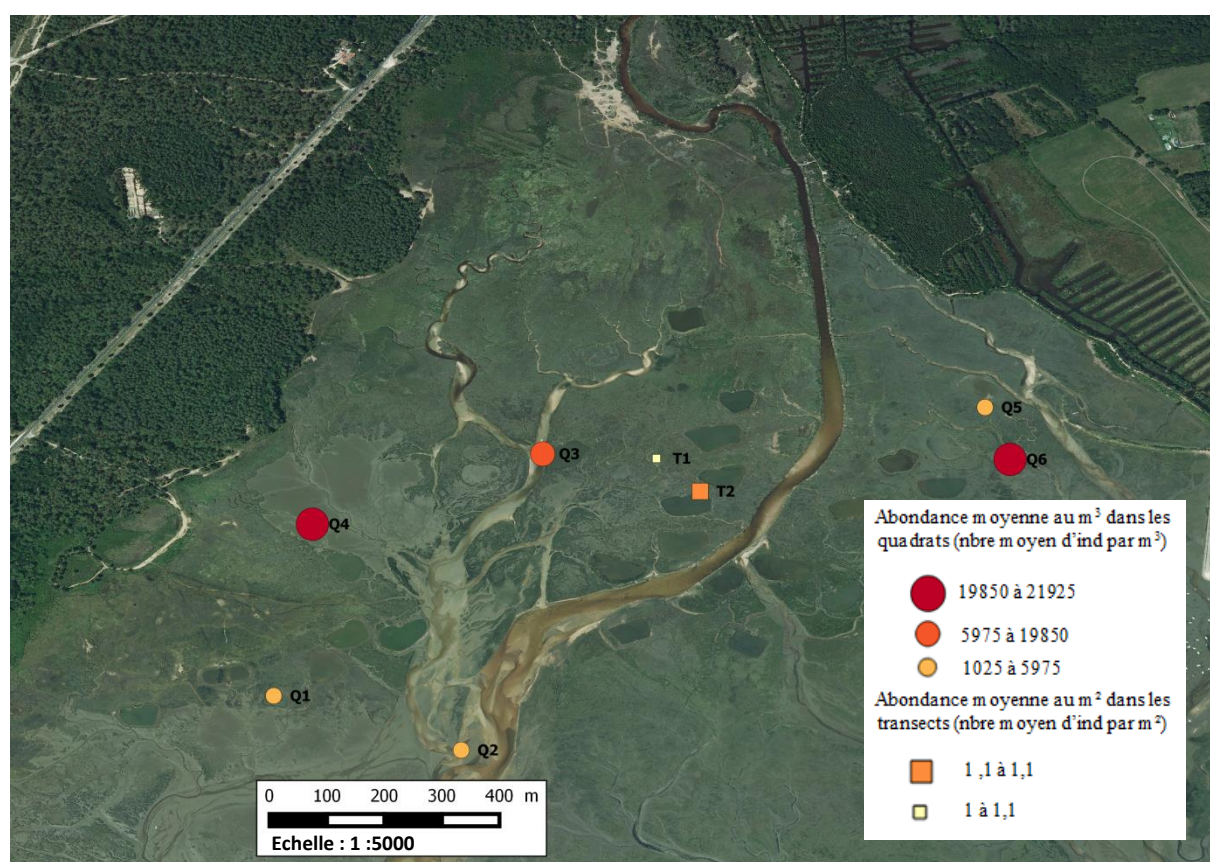


Figure 22. Abondance moyenne au m³ des Prés-salés d'Arès en 2015

3.2. La réserve nationale naturelle des Prés-salés d'Arès

3.2.1. La diversité au sein des Prés-salés

Les mêmes indices qu'Hossegor ont été utilisés dans l'étude de la faune benthique des prés-salés d'Arès. Deux réplicats ont été répétés par station le même jour.

○ La richesse taxonomique des stations

La richesse taxonomique présentée ci-contre ([Figure 21](#)) montre que les quadrats 1 et 4 présentent les valeurs les plus élevées des stations, supérieures à 4,5. Les substrats y sont très vaseux. Le quadrat 3 est le quadrat possédant la richesse la plus faible. Ce dernier se trouvant dans un estey (*i.e.* cours d'eau) où le substrat est sableux pourrait se révéler sélectif pour les espèces y vivant.

Les transects présentent cependant une richesse taxonomique extrêmement basse allant de 2,5 à 3 taxons par station. Cela est sans doute dû au fait que l'échantillonnage se soit produit à marée montante plutôt qu'à marée descendante.

○ L'abondance moyenne des stations

Pour l'abondance dans les stations, présentée ci-contre ([Figure 22](#)), il est à noter que les quadrats 4 et 6 possèdent les plus fortes valeurs. Il s'agit aussi des quadrats les plus vaseux, le Q4 étant une partie du slikke. Une grande partie de ces abondances allant jusqu'à 21 925 individus par m³ est induite par des populations très importantes de *Nereis sp.* Au total, ces annélides représentent 93% du Q4, 97 % du Q6 et 91% de l'abondance totale des quadrats ([Annexe 6](#)).

Comparés aux quadrats, les transects présentent des abondances au m² comprises entre 1 et 1,1, ce qui est extrêmement faible. En effet, lors de l'échantillonnage dans les herbiers, très peu d'individus ont été capturés. Ce qui peut être expliqué, comme pour la richesse taxonomique, à un échantillonnage réalisé à marée montante et à un raclage trop superficiel étant donné du très haut niveau de l'eau.

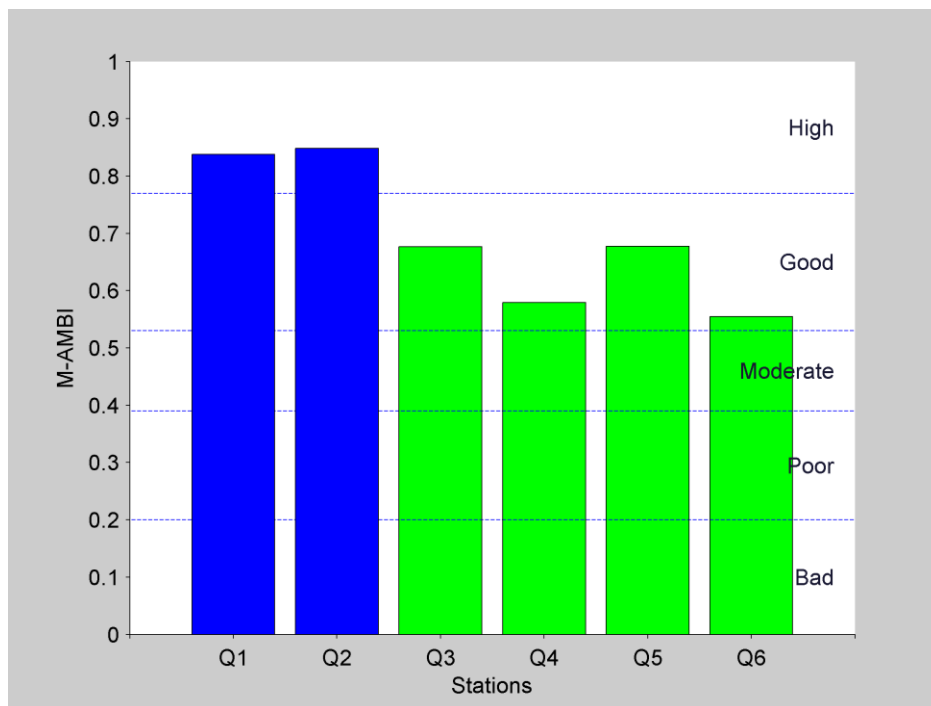


Figure 24. Indice M-AMBI de chaque quadrat des prés-salés d'Arès en 2015

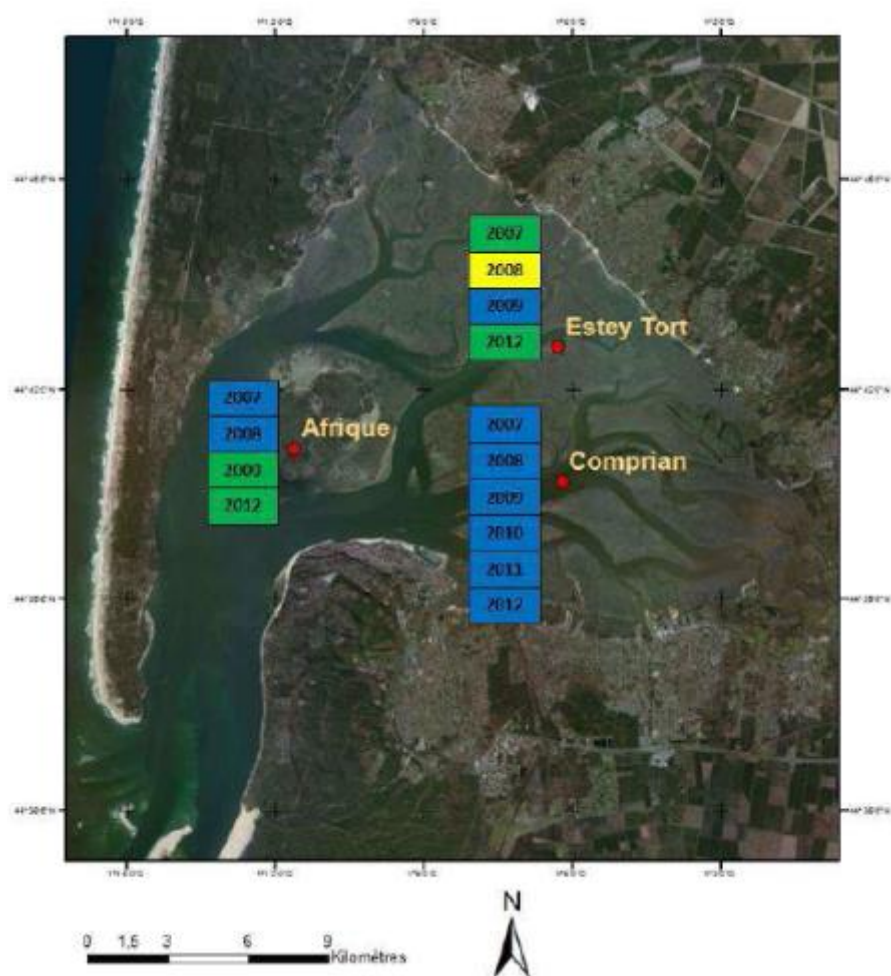


Figure 23. Etude de trois stations du bassin d'Arcachon par l'Ifremer de 2007 à 2012 [6]

3.2.2. La qualité écologique du milieu

L'indice M-AMBI a été calculé pour les quadrats des prés-salés d'Arès ([Figure 24](#)). Cet échantillonnage compte peu de taxons mais l'ensemble de ces derniers a été assigné dans la bibliothèque d'espèces créée par l'AZTI. Seuls les oligochètes ont été exclus, correspondant à une sous-classe de l'embranchement des annélides.

Les quadrats 1 et 2 présentent un très bon état écologique. Les autres quadrats présentent aussi un bon état écologique. Il est possible de remarquer que deux des quadrats sont à la limite entre le bon état écologique et l'état écologique moyen, il s'agit des quadrats 4 et 6. Ces deux quadrats présentent une forte abondance en néréides comparés à l'abondance des autres espèces présentes, ce qui explique une baisse de l'indice M-AMBI. Le quadrat 4 est une vasière ou slikke, il est en permanence recouvert par l'eau à marée haute en provenance du bassin d'Arcachon. La qualité de cette eau peut donc influencer les populations benthiques se trouvant dans ce milieu très exposé.

Pour le quadrat 6, il s'agit d'un des quadrats au niveau du port d'Arès. Il est lui aussi recouvert par l'eau à marée haute et peut se retrouver impacté lui aussi par la qualité de l'eau et les polluants qu'elle contient.

L'Ifremer réalise un suivi sur trois stations au milieu du bassin d'Arcachon [6]. Sur ces stations, l'indice M-AMBI indique un très bon état écologique depuis 2007 avec une richesse taxonomique en légère augmentation chaque année ([Figure 23](#)).

Globalement, il est possible de dire que l'état écologique de cette réserve est bon. Ce qui est en partie dû aux efforts de protection et de conservation mis en place par les gestionnaires et l'ONCFS, permettant ainsi une cohabitation respectueuse entre visiteurs et chasseurs dans ce milieu naturel protégé.

3.3. Etude comparative d'échantillonnage à la pelle et à la benne à main

L'analyse de comparaison entre les méthodes pelle et benne, n'a pas révélé de différences significatives entre ces deux méthodes d'échantillonnage. Le test de Student a permis de comparer deux à deux les quadrats sur les deux lots « pelle » et « benne à main ». Ce dernier a été appliqué sur l'abondance moyenne totale au m³ (p-valeur = 0,2829) et la richesse taxonomique (p-valeur = 0,7063) montrant que les deux méthodes sont équivalentes dans le cadre de l'échantillonnage du lac d'Hossegor ([Annexe 6](#)). L'échantillonnage des quadrats peut donc se poursuivre à l'aide d'une pelle.

4. Perspective

Nos relevés sur la salinité et la température ont été pris une fois à chaque campagne de façon aléatoire sur le lac et par conséquent ne sont pas des données exploitables. En effet, de par la présence d'une source d'eau douce au Nord du lac, les salinités au Nord et au Sud ne sont pas les mêmes. De ce fait, il serait plus intéressant de faire ces relevés au Sud et au Nord ainsi que sur chaque rive du lac. Ces deux paramètres permettraient de mettre en relation la répartition Nord-Sud des espèces en se basant sur les propriétés de l'eau et des substrats et pas seulement à l'orientation. La détermination du pH de l'eau et une étude granulométrique des substrats pourraient également s'avérer utile pour accompagner la salinité et la température.

La quantité d'algue prélevée dans seulement deux transects est limitée pour tester une corrélation entre la présence de certaines espèces et la masse d'algue. Il faudrait donc récolter les algues sur plus de stations voire même des stations hors des points GPS référencés.

Enfin, un autre indicateur serait intéressant à envisager : l'indicateur « Angiosperme ». Celui-ci, élaboré en 2010 se repose sur trois métriques : la composition taxonomique, l'abondance et l'extension des herbiers à zostères. Il apporte un statut écologique sur la qualité de l'angiosperme selon les codes de la DCE [3].

Concernant Arès, 2015 est sans doute la dernière année du suivi des prés-salés. L'étude ne se verra vraisemblablement pas reconduite pour des raisons de gestion. En effet, aujourd'hui l'ONCFS ne désire plus maintenir les contrats des gardes de cette réserve. Les efforts mis en place auparavant pourraient se voir anéantis par ce désengagement. L'avenir de ce site naturel est alors préoccupant.

Conclusion

Pour cette année 2015, nous pouvons dire que le lac d'Hossegor est dans sa globalité en bon état écologique. Au cours de ce suivi il est possible de remarquer que depuis 2012, cet état est relativement stable. En revanche les quadrats du fond du lac ont tendance à connaître une diminution de leur qualité écologique. L'abondance de certains taxons fluctue mais reste régulière depuis 2012. Comme chaque année les hydrobies restent prédominantes dans les transects dépassant les 90% de l'abondance totale sur de nombreuses années (2010, 2014, 2015).

Les résultats obtenus pour les prés-salés d'Arès montrent une bonne qualité écologique du milieu avec de fortes abondances dominées par le genre *Nereis*. Même si la diversité taxonomique du benthos reste faible dans les quadrats et les transects.

Etant donné que l'indice de Shannon et du M-AMBI se calculent essentiellement au rang d'espèce, le fait d'identifier souvent des individus au rang de genre, de famille ou de classe aurait pour conséquence une sous-estimation ou une surestimation de la richesse taxonomique réelle de la faune présente au sein des stations. Cependant, la cohérence des résultats obtenus dans nos suivis et ceux d'autres équipes (Ifremer) en particulier sur les indices AMBI conforte notre approche.

Les résultats mettent en évidence une bonne qualité écologique des milieux étudiés. En attendant une standardisation sur le protocole de l'AMBI aux eaux de transitions et saumâtres, nos résultats sont une première analyse qui pourra être ultérieurement modifiée et améliorée.

Bibliographie

- [1] ALLOU J., DUHAZÉ B., CHAPELLE R., JOUANDOUDET F., PAGEAULT D., « Contribution à la connaissance de l'écologie et de la répartition de l'Oedipode des salines *Epacromiustergestinustergestinus* (CHARPENTIER, 1825) en Gironde [Insectes Orthoptères] » Bull. Soc. Linn. Bordeaux, Tome 145, (N.S.) n° 38 (4) 2010: 425-436.
- [2] Atlas DCE Adour-Garonne, *Bilan des résultats par masse d'eau FRFC09 lac Hossegor*, 2013. IFREMER.
- [3] AUBY I., OGER-JEANNERET H., SAURIAU P.-G., HILY C., BARILLE L. 2010. *Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité*. 72 p + annexes.
- [4] AUBY, I., and TRUT G., June 2014. "Suivi Stationnel (2007-2013) de L'herbier de Zostères Naines (*Zostera Noltei*) et Calcul de L'indicateur « Angiospermes » (2013) Dans La Masse D'eau Côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor" Rapport RST/ODE/UL/LER/AR/14-007, 25 p.
- [5] BAJJOUK T. et Al, 2010. *Fiche de Synthèse Habitat "Herbier"- Mars 2010*. Convention Ifremer-DIREN-Bretagne. 14p.
- [6] BLANCHET H., GOUILLIEUX B., BACHELET G., LECONTE M., LAVESQUE N., VILLEDIEU A., PRINCE F., 2013. *Echantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre « faune invertébrée benthique »*. Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers, Université Bordeaux 1-CNRS, IFREMER.
- [7] 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 environments*. Marine Pollution Bulletin 40 (12):1100-1114.
- [8] BOSC M. et CANDELIER F., 2014. *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. 35p.
- [9] BRUN S., Aout 2011. « Première approche spatiotemporelle de la biodiversité aquatique d'un marais littoral », 55 p.
- [10] Commission Lac, Qualité des eaux, Assainissement, Février 2014. *Les problèmes du lac marin, ensablement et pollution*. Société des Propriétaires à Soorts-Hossegor (S.P.S.H), Hossegor, France. 10p.
- [11] DAUER D, 1993. *Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure*. ARTICLE in MARINE POLLUTION BULLETIN.
- [12] "Décrets, Arrêtés et Circulaires RNN Arès." Journal officiel de la République Française, , September 13, 198, 33 p.

- [13] DESROY N. et al, 2010. *Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE): état écologique des masses d'eau - Année 2007*. RST.LER/FBN-10-011-DN. 20p.
- [14] HETCHEGOYEN N. et JO R., 2010. *Etude de la faune benthique du lac d'Hossegor. Mise en place d'un plan d'échantillonnage pour la Réserve Naturelle Nationale d'Arès*. Institut des milieux aquatiques, Bayonne, France. 21p.
- [15] Evaluation au titre de Natura 2000 du plan de gestion 2010-2014 de la réserve naturelle nationale des prés salés d'Arès et de Lège Cap Ferret.
- [16] FRANCO J., 2003. *Le lac marin d'Hossegor, un écosystème original*. Société des Propriétaires à Soorts-Hossegor (S.P.S.H), Hossegor, France. 31p.
- [17] GES X., April 28, 2015. "*Le Lac d'Hossegor, Un Joyau À Sauver*." Sud-Ouest.
- [18] GES X., January 16, 2015. "*Landes : Les Huîtres Du Lac d'Hossegor Interdites À La Vente*." Sud-Ouest.
- [19] GRALL J. COIC N., 2006. *Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier*. IFREMER, DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT.
- [20] GRALL J., HILY C., 2003. *Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles*. REBENT.7p.
- [21] GRALL J., HILY C., 2003. *Traitement des données stationnelles (faune)*. FT-10-2003-01.doc (pdf) <http://www.rebent.org/>
- [22] GOUILLIEUX B., VILLEDIEU A., and BLANCHET H., Février 2013. "*Contrôle de Surveillance 2012 Evaluation de L'amplitude Des Blooms de Macroalgues Opportunistes Dans La Masse D'eau « Lac d'Hossegor »* [FRFC 09]." Rapport UMR 5805 EPOC, 22 p.
- [23] GOUILLIEUX B., BLANCHET H., CORNET M., Juin 2014. "*Contrôle de Surveillance 2013 Evaluation de L'amplitude Des Blooms de Macroalgues Opportunistes Dans La Masse D'eau « Lac d'Hossegor »* [FRFC 09]." UMR 5805 EPOC, 24 p.
- [24] HAYWARD P., NELSON-SMITH T., SHIELDS C., *Guide des bords de mer*, HarperCollinsPublishers, aout 2009, 351 p.
- [25] HAYWARD P., RYLAND J., *Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe*, OUP Oxford, juin 1995, 816 p.
- [26] HILY C., juillet 2006. *Fiche de synthèse sur les biocénoses : les herbiers de Zostères marines*.
- [27] HILY C. & BAJJOUK T., Mars 2010. « *Fiche de Synthèse 5 Habitat "Herbiers"* »

- [28] HILY C., Dèc. 2004: *Suivi des Herbiers de Zostères*. Fiche Technique REBENT n°4 (V2), 6p.
- [29] LAMAISON C., *Un arrêté préfectoral interdit depuis le 16 janvier la vente des huîtres provenant du lac marin*, SUDOUEST. 26/01/2015.
- [30] McINTYRE A.D., HOLME N.A., 1984. *Methods for the study of marine benthos*. IBP Handbook n°16, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 334p.
- [31] MILON E., 2008. *Etude de la faune benthique du lac d'Hossegor. Plan d'échantillonnage et analyses*. Institut des milieux aquatiques, Bayonne, 22p.
- [32] Ministère de l'Ecologie/IFEN/Service du Patrimoine Naturel – MNHN. *Inventaire Des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique Et Floristique*. Lac d'Hossegor, 19/04/2012.
- [33] MUXIKA I. IBAIBARRIAGA L. SAIZ JI. BORJA A., 2007b. *Minimal sampling requirements for a precise assessment of soft-bottom macrobenthic communities, using AMBI*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 349 (2):323-333.
- [34] PLAN DE GESTION DE LA RESERVE NATURELLE DES PRES SALES D'ARES ET DE LEGE ET DES « ABBERTS » 2010-2014 - Tome II : Objectifs de gestion et plan opérationnel par ONCFS, Biotope, Conservatoire du littoral.
- [35] ORVAIN F., SAURIAU P.G., June 2002. *Environmental and behavioural factors affecting activity in the intertidal gastropod Hydrobia ulvae*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volume 272, 191 p.
- [36] Rapport d'activité 2010, RNN des Prés salés d'Arès, ONCFS
- [37] VANPEENE BRUHIER S., MOYNE M.L., Brun J.J., 1998. *La richesse spécifique : un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace - Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie)*. Ingénieries - E A T, p. 47 - p. 59.

Webographie

- [38] <http://inpn.mnhn.fr>
- [39] <http://www.hossegor.fr>
- [40] <http://fr.climate-data.org>
- [41] <http://www.reserve-naturelle-pres-sales.org/>
- [42] <http://www.reserve-naturelle-pres-sales.org/-Oiseaux-hivernants-.html>
- [43] <http://www.reserve-naturelle-pres-sales.org/Les-Pres-sales-une-richeesse-bien.html>
- [44] <http://www.reserve-naturelle-pres-sales.org/-La-flore-.html>
- [45] http://www.forum-zones-humides.org/iso_album/pres-sales-zones-humides.pdf
- [46] <http://doris.ffessm.fr/>
- [47] <http://www.marinespecies.org/>
- [48] <http://ambi.azti.es/>

Liste des annexes

Annexe 1 : Suivi de l'abondance moyenne au m³ dans les quadrats de 2008 à 2015

Annexe 2 : Suivi de la richesse taxonomique moyenne des transects de 2008 à 2015

Annexe 3 : Régressions linéaires de la richesse taxonomique des quadrats et transects de 2008 à 2015

Annexe 4 : Régressions linéaires de la richesse taxonomique des quadrats 1 et 2 de 2011 à 2015

Annexe 5 : Régressions linéaires de l'abondance moyenne au m³ et au m² des quadrats et transects de 2008 à 2015

Annexe 6 : Abondances relatives de chaque taxon par quadrat

Annexe 7 : Abondance relative de chaque taxon par transect

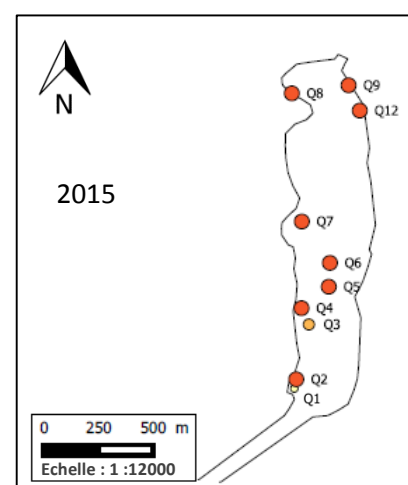
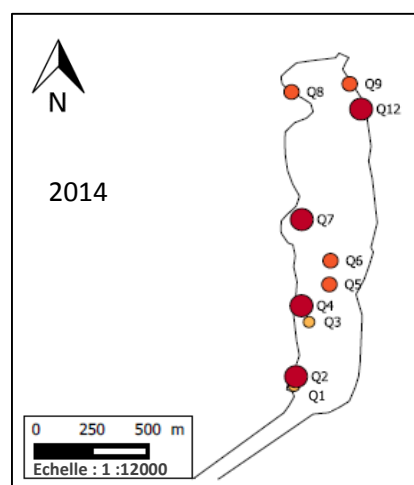
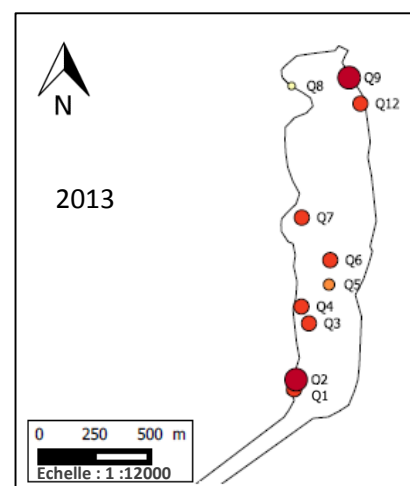
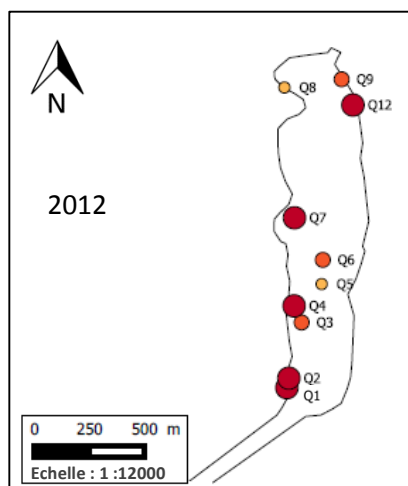
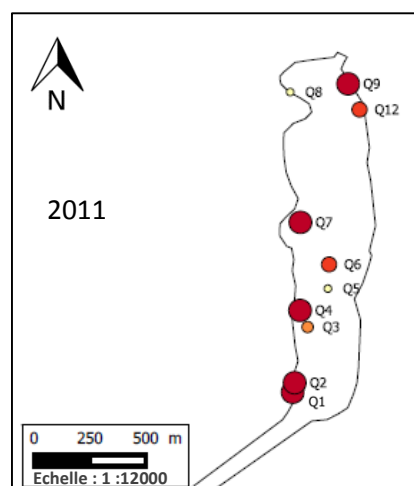
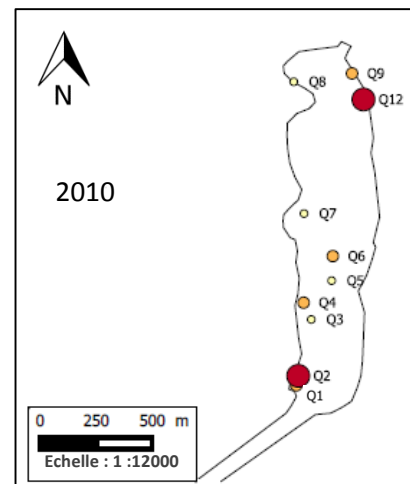
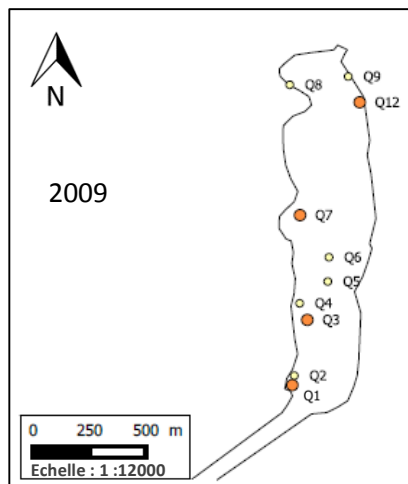
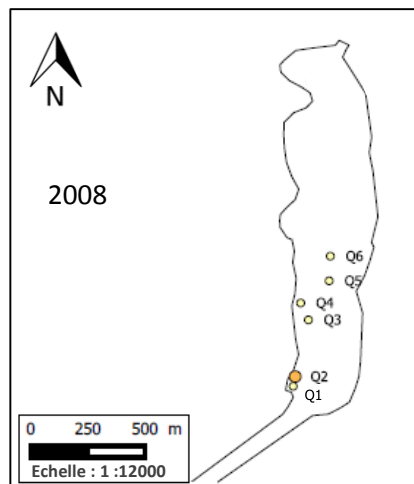
Annexe 8 : Etude des populations d'*Hydrobia ulvae* et de la masse sèche des algues du T1 et T3

Annexe 9 : Abondance moyenne au m³ dans les quadrats

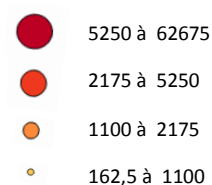
Annexe 10 : Etude comparative d'échantillonnage pelle et benne à main

Annexe 11 : Photos de quelques taxons échantillonnés

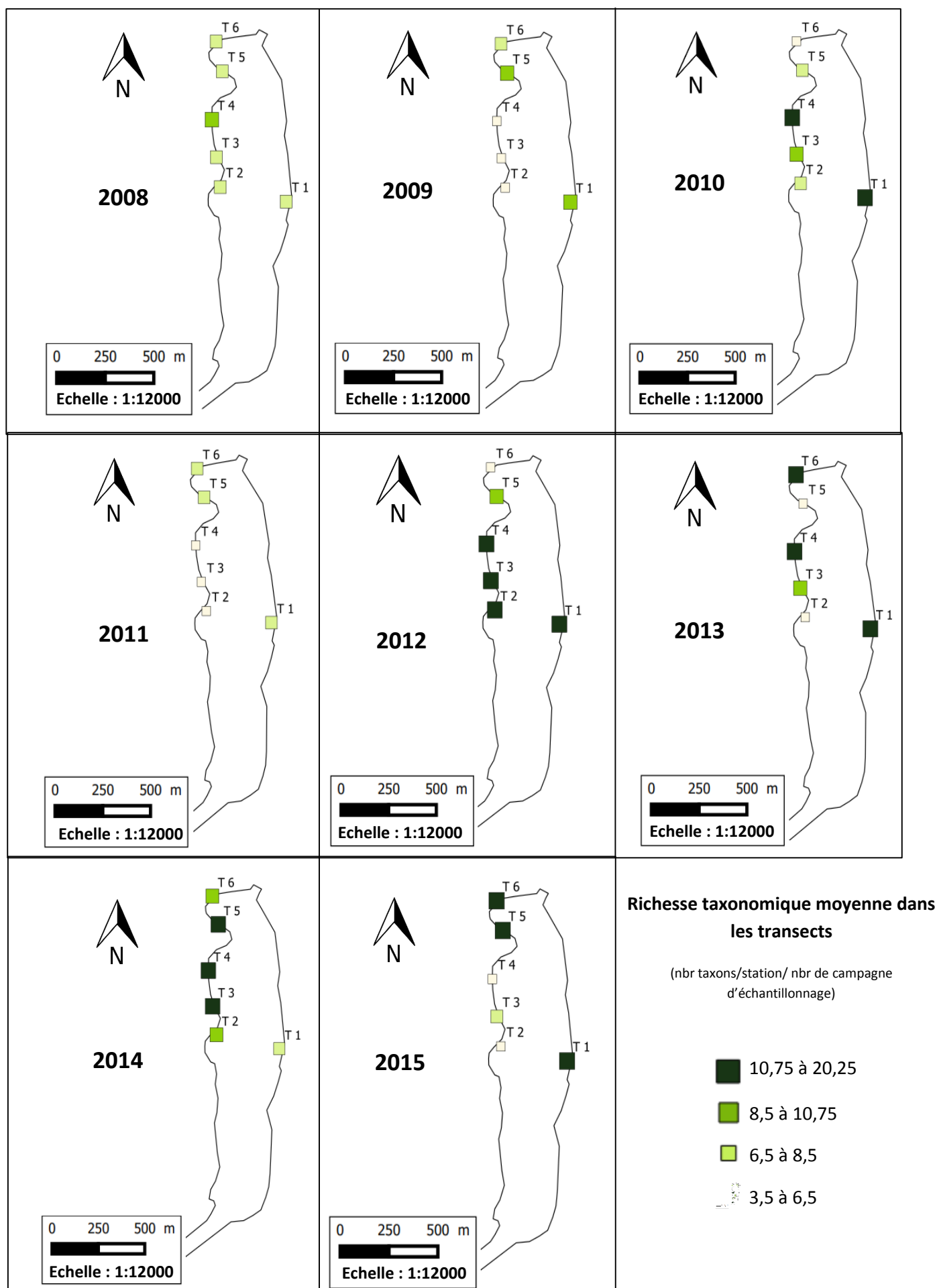
Annexe 1 : Suivi de l'abondance moyenne au m³ dans les quadrats de 2008 à 2015



Abondance moyenne au m³ dans les quadrats
(nbre d'ind. par m³, sans les hydrobies)



Annexe 2 : Suivi de la richesse taxonomique moyenne des transects de 2008 à 2015



Annexe 3 : Régressions linéaires de la richesse taxonomique des quadrats et transects de 2008 à 2015

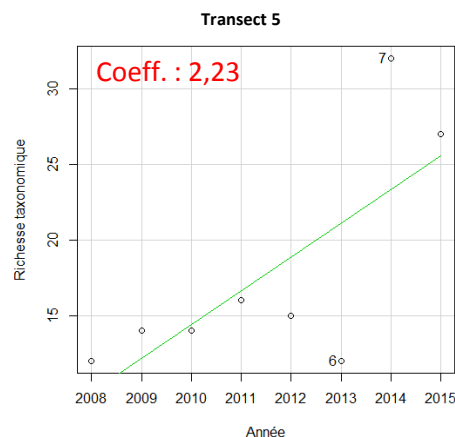
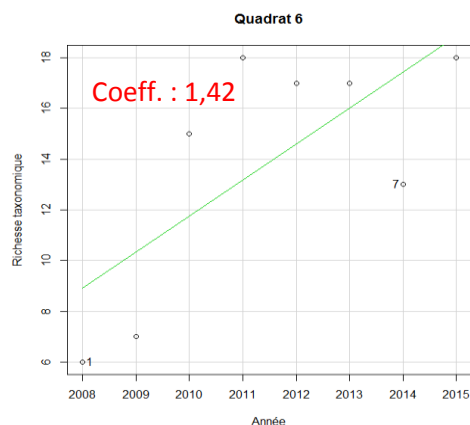
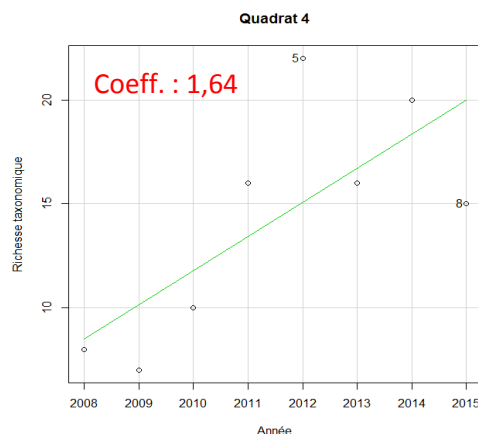
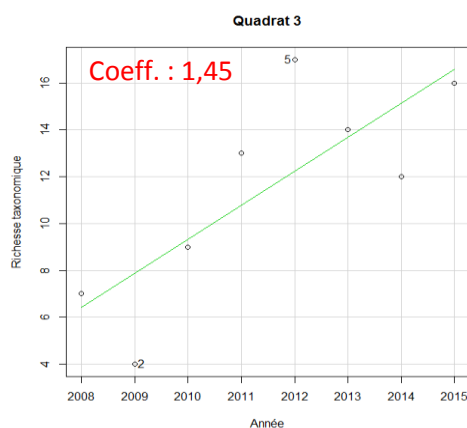
Test de régression linéaire ($y = ax+b$) pour la richesse taxonomique moyenne de 2008 à 2015

H0 : $a=0$

H1 : a différent de 0

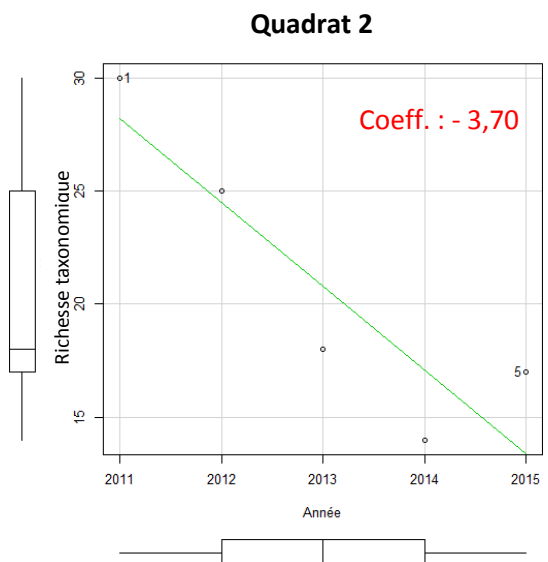
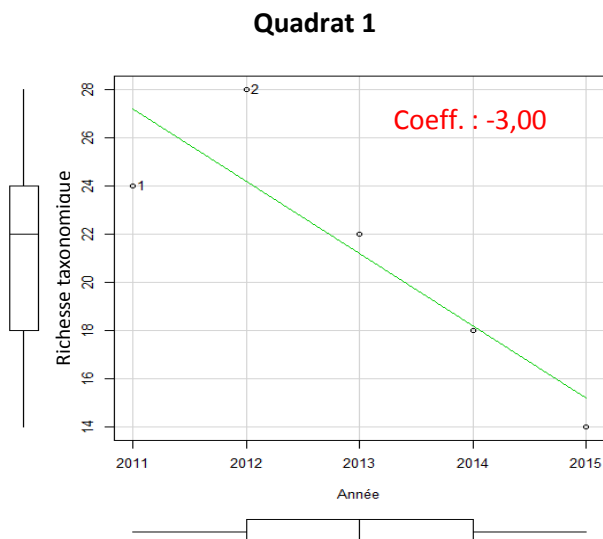
$\alpha = 0,05$

Station	p-valeur	décision
Q1	0,181	H0 acceptée
Q2	0,288	H0 acceptée
Q3	0,0197	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
Q4	0,0375	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
Q5	0,0971	H0 acceptée
Q6	0,0462	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
Q7	0,117	H0 acceptée
Q8	0,088	H0 acceptée
Q9	0,229	H0 acceptée
Q12	0,729	H0 acceptée
T1	0,209	H0 acceptée
T2	0,588	H0 acceptée
T3	0,193	H0 acceptée
T4	0,378	H0 acceptée
T5	0,0393	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
T6	0,0660	H0 acceptée



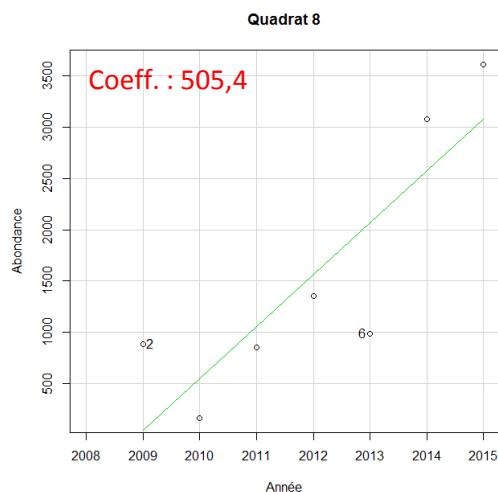
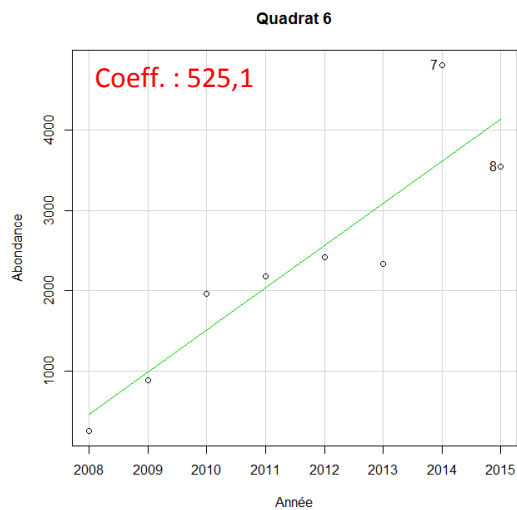
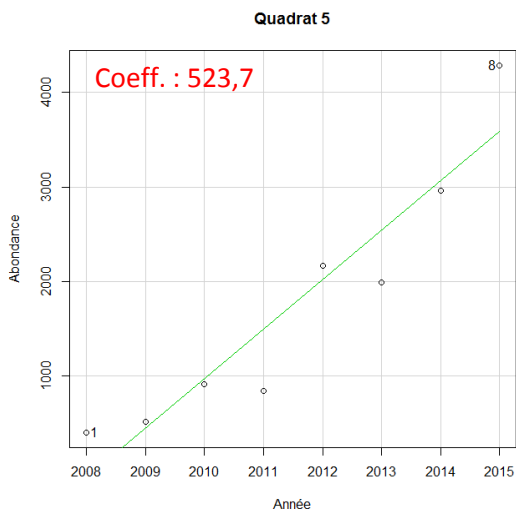
Annexe 4 : Régressions linéaires de la richesse taxonomique des quadrats 1 et 2 de 2011 à 2015

Test de régression linéaire ($y = ax+b$) pour la richesse taxonomique des quadrats 1 et 2 de 2011 à 2015		
H0 : $a=0$		
H1 : a différent de 0		
$\alpha = 0,05$		
Station	p-valeur	décision
Q1	0,0499	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
Q2	0,0400	Rejet de H0, a est significativement différent de 0

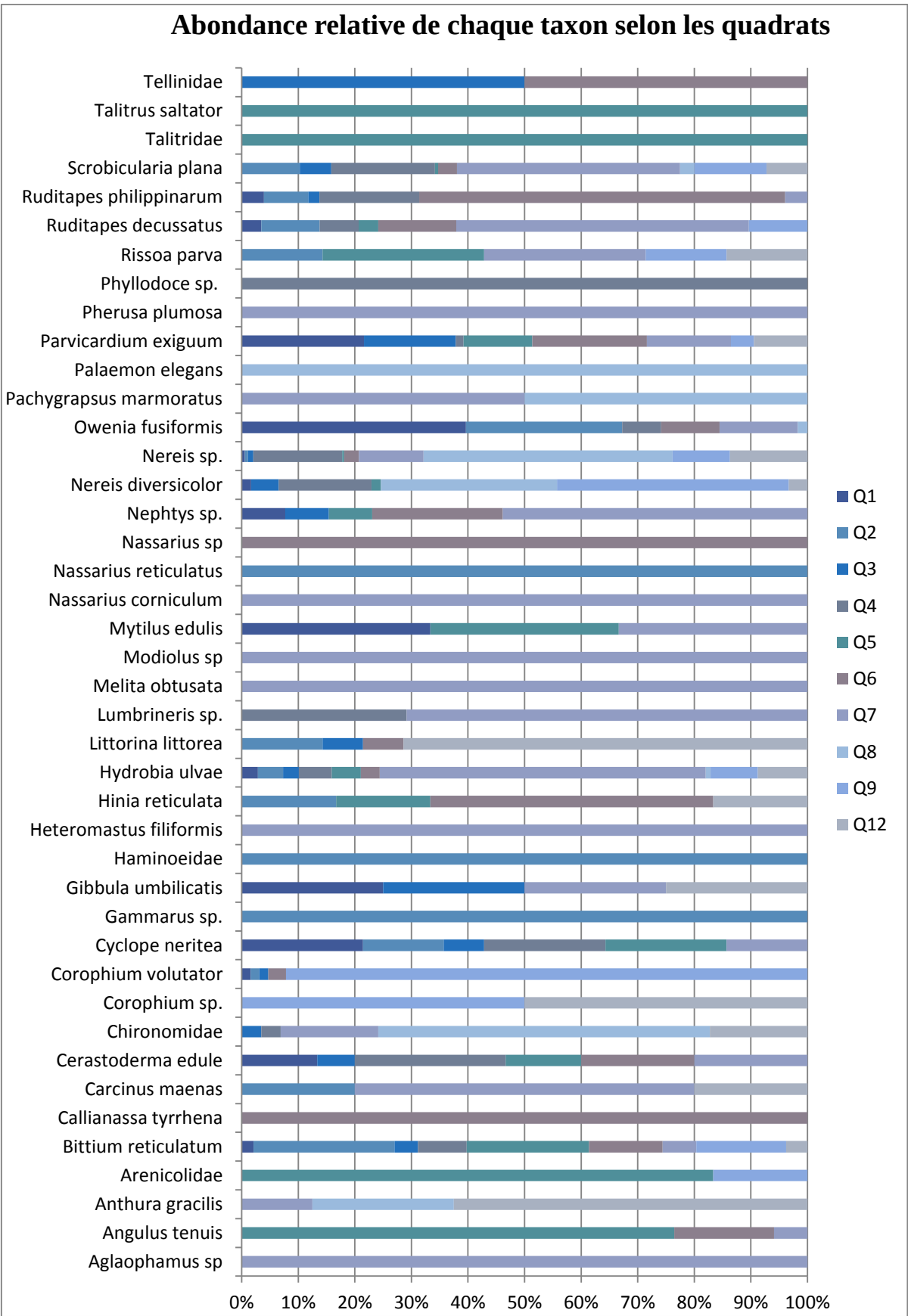


Annexe 5 : Régressions linéaires de l'abondance moyenne au m³ et m² des quadrats et transects de 2008 à 2015

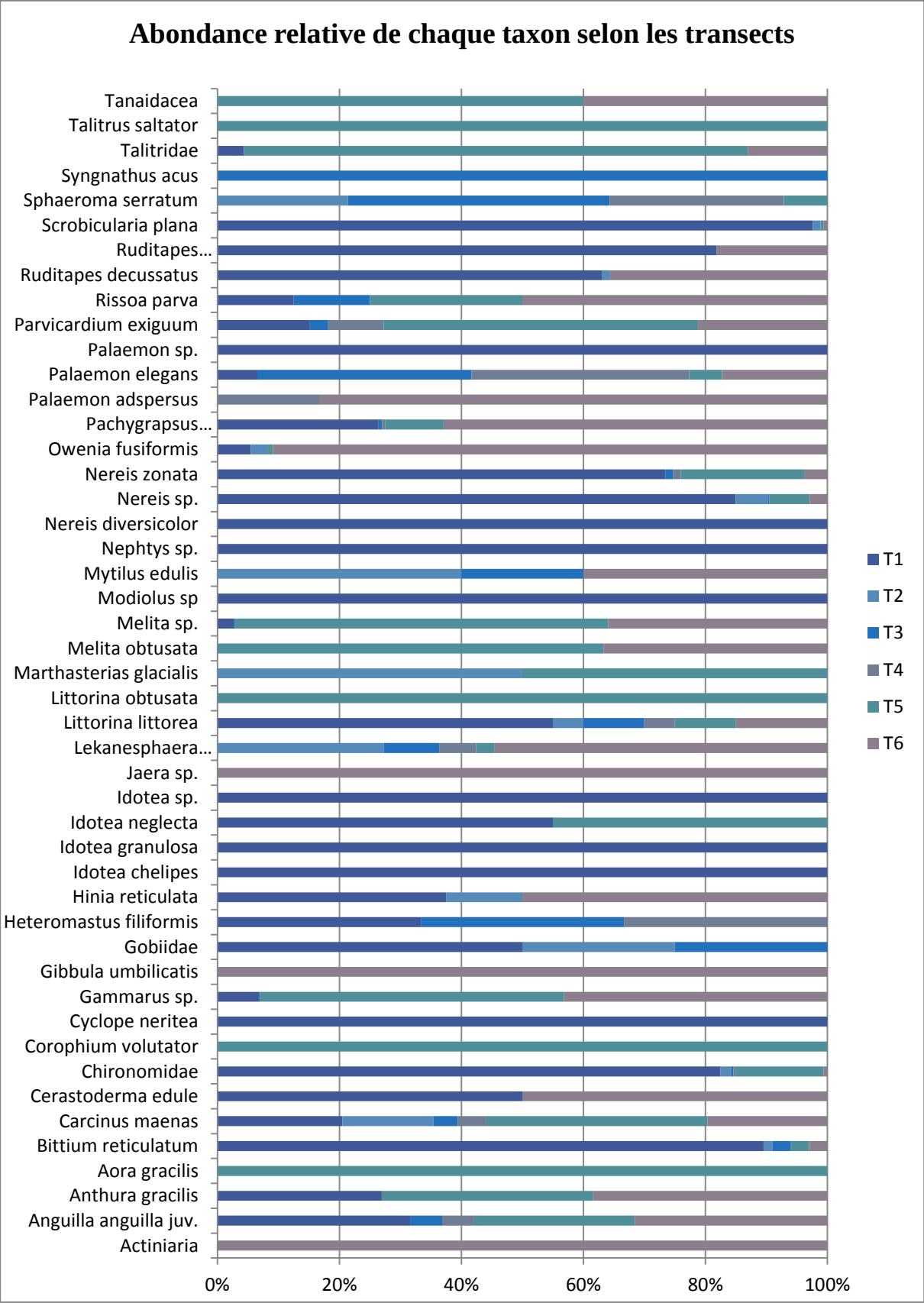
Test de régression linéaire (y = ax+b) pour la l'abondance moyenne au m ³ et m ² de 2008 à 2015		
H0 : a=0		
H1 : a différent de 0		
$\alpha = 0,05$		
Station	p-valeur	décision
Q1	0,970	H0 acceptée
Q2	0,118	H0 acceptée
Q3	0,0885	H0 acceptée
Q4	0,0763	H0 acceptée
Q5	0,000494	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
Q6	0,00217	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
Q7	0,836	H0 acceptée
Q8	0,0143	Rejet de H0, a est significativement différent de 0
Q9	0,253	H0 acceptée
Q12	0,405	H0 acceptée
T1	0,470	H0 acceptée
T2	0,762	H0 acceptée
T3	0,267	H0 acceptée
T4	0,567	H0 acceptée
T5	0,223	H0 acceptée
T6	0,142	H0 acceptée



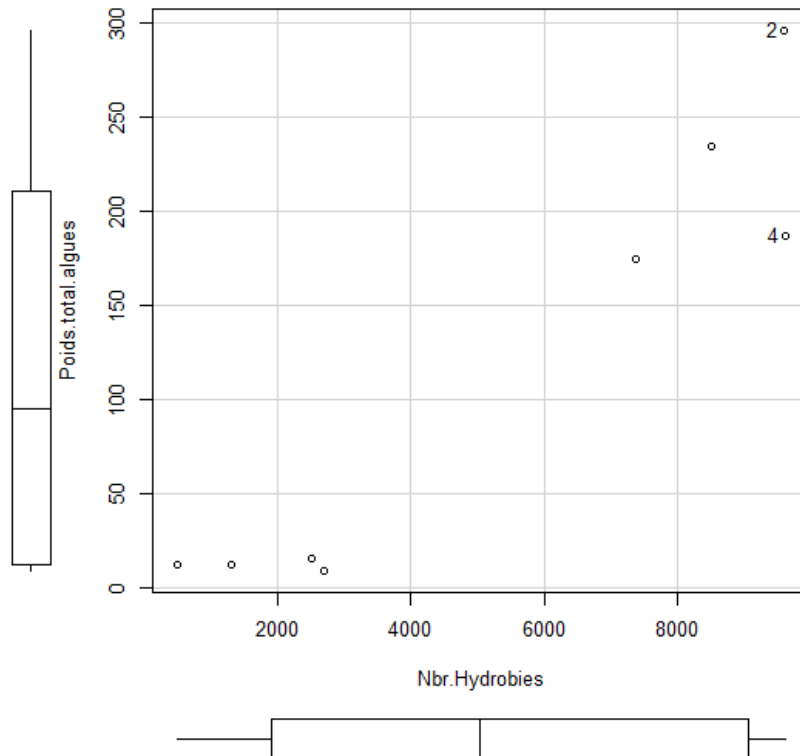
Annexe 6 : Abondances relatives de chaque taxon par quadrat



Annexe 7 : Abondance relative de chaque taxon par transect



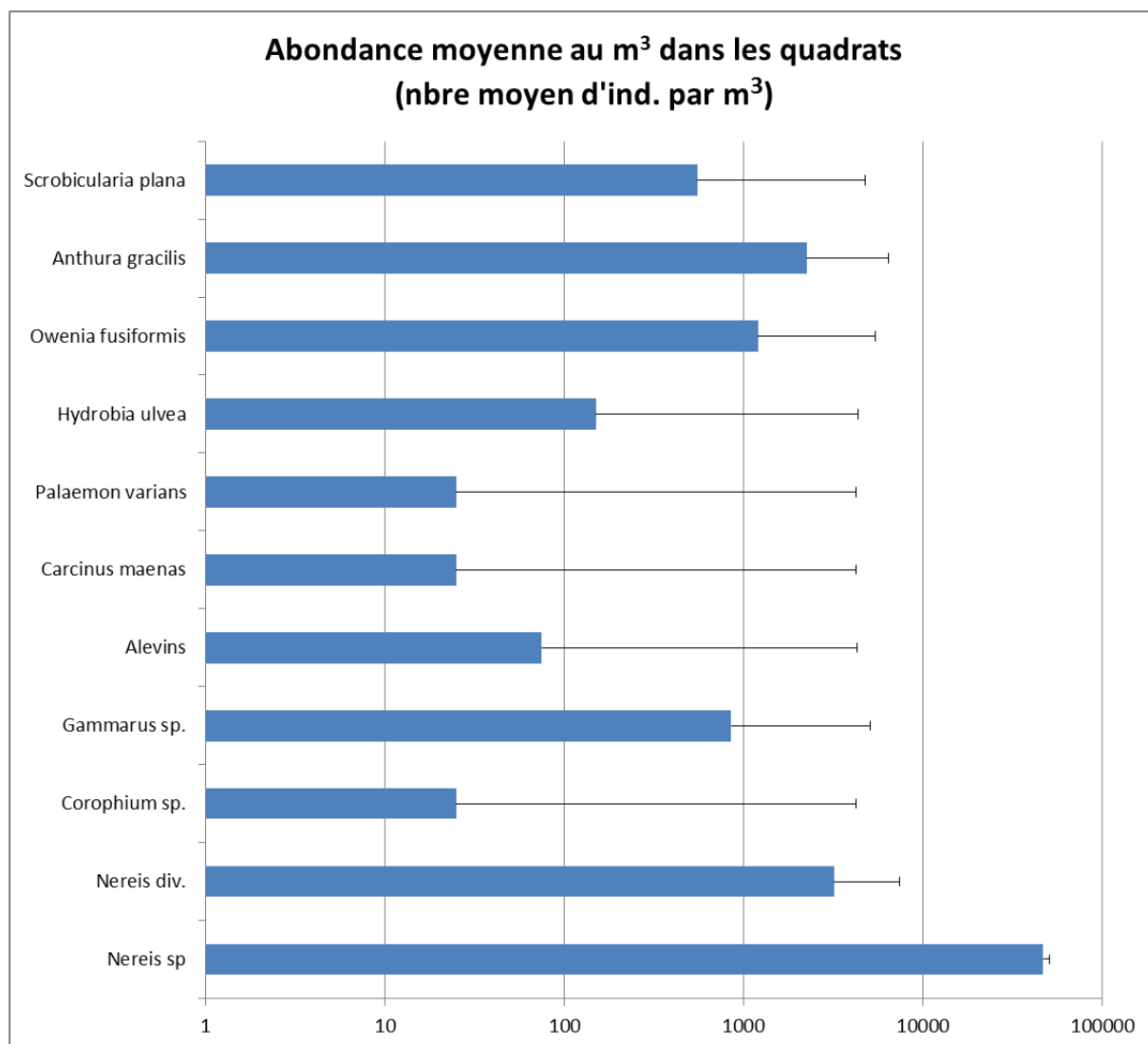
Annexe 8 : Etude des populations d'*Hydrobia ulvae* et de la masse sèche des algues du T1 et T3



Test de normalité de Shapiro-Wilk			
Variables	p-valeur	α	Suit une loi normale
Nombre d'hydrobies	0.09381	0,05	Oui
Poids total des algues	0.04701	0,05	non

Test de Spearman			
Variables	p-valeur	α	Existence d'un lien
Nombre d'hydrobies	0.03676	0,05	Oui
Poids total des algues			

Annexe 9 : Abondance moyenne au m³ dans les quadrats (échelle logarithmique)



Annexe 10 : Etude comparative d'échantillonnage pelle et benne à main

1. Test Shapiro-Wilk : richesse taxonomique

Shapiro-Wilk normality test	
data: Richesse.taxo.Benne	data: Richesse.taxo.Pelle
W = 0.9527, p-value = 0.5687	W = 0.9123, p-value = 0.147

2. Test Shapiro-Wilk : abondance

Shapiro-Wilk normality test	
data: Abondance.moy.tot.m3.Benne	data: Abondance.moy.tot.m3.Pelle
W = 0.9309, p-value = 0.2812	W = 0.9174, p-value = 0.1757

3. Test-t Student : richesse taxonomique

Test-t Student apparié
data: Richesse.taxo.Benne and Richesse.taxonomique.Pelle t = -0.3846, df = 14, p-value = 0.7063 alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0 95 percent confidence interval: -1.753601 1.220268 sample estimates: mean of the differences -0.2666667
H0 : les moyennes sont identiques H1 : les moyennes sont différentes α : 0,05 p-valeur = 0.7063 H0 est acceptée au risque de 5%. H1 rejetée. Les moyennes sont identiques.

4. Test-t Student : abondance

Test-t Student apparié
data: Abondance.m3.Pelle and Abondance.m3..Benne t = 1.1168, df = 14, p-value = 0.2829 alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0 95 percent confidence interval: -656.5852 2083.2519 sample estimates: mean of the differences 713.3333
H0 : les moyennes sont identiques H1 : les moyennes sont différentes α : 0,05 p-valeur = 0.2829 H0 est acceptée au risque de 5%. H1 rejetée. Les moyennes sont identiques.

Annexe 11 : Photos de quelques taxons échantillonnés

Source : S. Itoiz, H. Baille



Syngnathus acus



Anthura gracilis



Talitridae



Owenia sp.



Lekanesphaera rugicauda



Corophium volutator



Nephtys sp.



Melita sp.



Pagurus bernhardus



Gibbula umbilicatis



Nassarius incrassatus



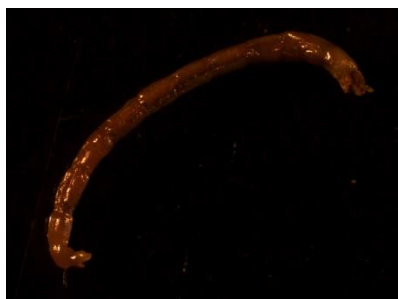
Idotea chelipes



Idotea neglecta



Littorina littorea



Larve de Chironomidae

Résumé

L'étude sur l'évolution des populations benthiques se poursuit depuis 2008 sur le lac d'Hossegor et depuis 2010 sur la Réserve Naturelle des prés-salés d'Arès. Dans le cadre du programme régional de l'ERMMA, ce suivi apporte chaque année de nouvelles connaissances sur la qualité écologique des benthos via l'indice M-AMBI. La richesse taxonomique et l'abondance des taxons permettent également d'évaluer l'évolution et la répartition des taxons dans les différentes stations d'échantillonnage. En complément de ce suivi, l'étendue des herbiers de zostères sur le lac d'Hossegor est cartographiée.

Au fil des ans, la qualité écologique pour les deux sites est décrite comme bonne et relativement stable. L'abondance moyenne par station présente également une certaine stabilité depuis 2012.

Mots clés : Lac d'Hossegor, RNN d'Arès, benthos, qualité écologique, indice M-AMBI, suivi, herbiers à zostère.