

**Université de La Rochelle
UFR de Sciences**

Master 1 Environnement et Espaces Littoraux

Année Universitaire 2007/2008

**Cartographie de l'herbier de *Zostera marina* dans la zone
Nord du Bassin d'Arcachon dans le cadre de
la Directive Cadre sur l'Eau**

COLLI Géraldine



Stage réalisé au sein de l'association Scaph Pro, Groupe de recherche océanographique
22 avenue de la Dune Blanche
33950 PETIT PIQUEY
CAP FERRET

Responsable du stage : Jean-François MARAILHAC, président de la Scaph Pro



REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord remercier jean-François MARAILHAC, président de Scaph Pro, pour m'avoir accueillie au sein de son association et chez lui durant toute la durée du stage ainsi que de m'avoir encadré lors des plongées.

Je tiens à présenter mes sincères remerciements à tous les plongeurs qui ont permis la réalisation de cette étude et qui sont allés plongés dans des lieux impensables. Un merci particulier à Mathieu toujours présent pour barrer le bateau.

Je remercie également Isabelle AUBY, spécialiste de la zostère au sein d'Ifremer Arcachon, d'avoir répondu à toutes mes questions, ainsi que pour son aide lors de la recherche de bibliographie et de la rédaction de mon rapport.

Puis je voudrais enfin remercier La Palme Plaisiroise et plus particulièrement son président Gilles Spetifort, pour m'avoir prêté sans la moindre hésitation du matériel de plongée sans lequel je n'aurais pu mener à bien ce stage

SOMMAIRE

Présentation de l'organisme d'accueil.....	p.4
I. Introduction.....	p.5
II. Matériel et méthodes.....	p.7
1. Site d'étude.....	p.7
2. Stratégie d'échantillonnage.....	p.8
III. Résultats.....	p.10
1. Le recensement des herbiers.....	p.10
2. Le recensement de la faune.....	p.11
3. Le développement de <i>Crassostrea gigas</i>	p.12
IV. Discussion.....	p.14
V. Références bibliographiques.....	p.16
Annexes.....	p.18

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

L'ASSOCIATION SCAPH PRO, GROUPE DE RECHERCHE OCEANOGRAPHIQUE DE LEGE CAP-FERRET

L'association Scaph Pro a été créée en 1999 et est localisée sur la presqu'île du Cap-Ferret, dans le Bassin d'Arcachon. Cette association est gestionnaire de programme d'entretien et d'aménagements subaquatiques. Elle se définit comme une équipe de recherche professionnelle au service du monde sous-marin. Pour cela, elle est composée d'une équipe regroupant des professionnels de la mer (scaphandriers professionnels, scientifiques, océanographes, archéologues, photographes et architectes) et dispose de ressources matérielles importantes (zodiac, petit compresseur, sondeur, pompe, suceuse, parachutes, matériel de plongée, sondeur, appareil photos, caméra...)

Le but de l'association est de préserver et reconstruire le milieu sous-marin qui peut souvent être menacé, dévasté, surexploité, abandonné...

Son rôle est de développer l'aide à la recherche océanographique et archéologique. La présence de scaphandriers de classe B lui est donc nécessaire afin d'apporter aux chercheurs et aux collectivités une logistique de plongée professionnelle ainsi qu'une aide pour le montage des différents dossiers étudiés.

Les activités de Scaph Pro sont principalement orientées vers le suivi d'impacts environnementaux, les projets d'aménagements de zones marines, la conception et l'expérimentation de nouvelles structures sous-marines ou encore des constats sous-marins comme le suivi du trait de côte ou l'érosion sous-marine. Cependant, la principale activité de l'association est de pérenniser son action anti-érosion par le biais de la mise en place de récifs artificiels à la pointe de la presqu'île de Lège Cap-Ferret afin de lutter contre l'érosion. Dans la construction de ce projet, l'association intervient à plusieurs niveaux : le juridique, le budget, les médias, la conception architectural et le suivi biologique.

Scaph Pro travaille en relation avec plusieurs acteurs : les particuliers, les pêcheurs, les ostréiculteurs ou bien les acteurs régionaux comme le Conseil Général de Gironde et peut aussi collaborer avec Ifremer Arcachon.

La cartographie de l'herbier de *Zostera marina* dans le Bassin d'Arcachon a été effectuée au sein de l'association sous l'encadrement de Mr Jean-François MARAILHAC et s'inscrit dans le programme Directive Cadre sur l'Eau mené par Ifremer et notamment la station Ifremer Arcachon sous la tutelle de Isabelle AUBY et en collaboration avec le Conseil Général de Gironde.

I. INTRODUCTION

Le Bassin d’Arcachon, étendue d’eau salée située dans les Landes de Gascogne en Gironde (Auby,1996), fait preuve d’une très grande richesse faunistique et floristique avec notamment les herbiers de zostères. Cela fait de lui un Bassin hydrographique surveillé dans le cadre de la Directive Cadre sur l’Eau (DCE). Cette Directive, créée le 8 Mars 2004 et actualisée le 22 Février 2007, a été adoptée par le Conseil et le Parlement Européen dans le but d’une gestion et d’une protection des eaux des grands Bassins hydrographiques (Ministère de l’écologie et du développement durable, *sine data*) Elle a pour objectif de donner la priorité à la protection de l’environnement, en demandant de veiller à la non dégradation de la qualité des eaux afin d’atteindre d’ici 2015 un bon état général tant pour les eaux souterraines que pour les eaux superficielles, y compris les eaux côtières. Pour arriver à cet objectif, la Directive Cadre sur l’Eau doit effectuer un état des lieux des eaux afin de rendre compte des divers usages de l’eau et de leurs impacts sur l’état des eaux.

Les zostères sont des phanérogames marines qui se développent dans les sédiments sableux et sablo-vaseux et situées dans les zones intertidales et infralittorales (Hily, 2005). Deux espèces de zostères sont présentes dans les eaux côtières françaises: *Zostera noltii* et *Zostera marina* (Hily, 2006). Cette dernière se développe dans la zone infralittorale au sein des baies abritées (Weinberg, 1995), à des profondeurs de 3 à 4 m (Grall *et al*, 2006). Elle est le plus souvent répartie sous formes de taches isolées de quelques dizaines à quelques centaines de mètres carrées. En France, *Zostera marina* est essentiellement présente de la Hague au Bassin d’Arcachon (Anonyme, 2005).

Les *Zostera marina* ou zostères marines sont composées de feuilles vertes de 5 à 12 mm de large dressées sur des rhizomes formant de vastes étendues. L’herbier de *Zostera marina* induit l’établissement de communautés faunistiques et floristiques différentes et plus riches que les communautés établies dans les sédiments non végétalisés avoisinants (Grall *et al*, 2006). Ces herbiers jouent différents rôles dans le Bassin notamment en stabilisant le substrat ; les feuilles rubanées longues et souples atténuent la force des vagues protégeant de ce fait le rivage de l’érosion (Louisy & Attard, 2000).

Les zostères comptent aussi de nombreux intérêts écologiques. Ce sont des espèces structurantes des communautés benthiques créant une architecture complexe inférant une forte diversité faunistique et floristique (Hily, 1999). Ainsi, les herbiers engendrent une très forte diversité biologique ayant un rôle fonctionnel essentiel par la formation des zones de

reproduction, de nourricerie et abritent à la fois des espèces caractéristiques de cet habitat, ainsi qu'un grand nombre d'espèces des communautés environnantes et de nombreuses espèces d'intérêt économique en particulier sous forme de juvéniles et/ou d'adultes reproducteur (Hily, 2005). De plus, ces herbiers sont des zones de haute production primaire qui servent de nourriture à une faune spécifique de microbrouleurs (Hily *et al*, 2004). Les espèces les plus caractéristiques appartiennent à la famille des Syngnathidés (*Hippocampus ramulosus*) ou encore des Labridés (*Labrus bergylta*) et des Gobiidées (*Pomatoschistus microps*). Les herbiers forment donc un habitat de qualité exceptionnelle et sont de bons indicateurs de perturbation et d'évolution du domaine côtier (Grall *et al*, 2006). Cependant, ils sont très vulnérables aux stress ainsi qu'aux perturbations naturelles. Cela fût constaté en 1930 lors qu'ils furent totalement détruits par la maladie appelée « wasting disease » attribuée au protozoaire *Labyrinthula zosterae*. (Hily *et al*, 2001) Aujourd'hui, les zostères sont principalement menacées par les pressions anthropiques croissantes que sont les extractions de sédiments, les aménagements portuaires, les activités de loisir (Hily *et* Den Hartog, 1997) et surtout, à une plus vaste échelle, l'eutrophisation des eaux côtières qui réduisent l'accessibilité de la lumière (Hily *et* Le Hir, 2002). Dans le Bassin d'Arcachon, les zostères naines et les zostères marines semblent avoir régressées depuis quelques années. (Ifremer, 2008) La cartographie exhaustive des herbiers de zostères naines est en cours de réalisation (à partir du traitement d'orthophotographies aériennes et de vérités terrain réalisées à pied-Ifremer DCE). Celle des herbiers de zostères marines débutera en juin 2008 par la méthode du sonar latéral et de données "vérité terrain" par caméra vidéo (projet Ifremer- DCE). Dans ce cadre, l'étude présentée dans ce rapport constitue une aide au recueil de données de "vérité terrain" pour la zone Nord-Est du Bassin d'Arcachon. De plus, par l'intermédiaire de cette étude et à la demande du Conseil Général de Gironde, les lieux de développement de l'huître creuse dans cette partie du Bassin ont été définis.

II. MATERIEL ET METHODES

1. Site d'étude

Le Bassin d'Arcachon ($44^{\circ}40'N$ $01^{\circ}10'W$) est une lagune semi-fermée de 156 km² située au Sud Ouest de la France, sur le littoral Atlantique. 70% de la lagune soit 115 km² sont constitués d'une zone intertidale essentiellement recouverte par les herbiers de la zostère naine, *Zostera noltii* (Auby, 1996). La zone subtidale, quant à elle, correspond aux chenaux et couvre une surface de 44 km². Certaines bordures sont colonisées par la zostère marine, *Zostera marina*. La profondeur maximale est de 20 m lors des marées basses, mais la plupart des chenaux ont des profondeurs comprises entre 5 et 10 m.

L'ouverture sur l'océan Atlantique se fait par un accès unique que forme deux étroites passes. En période de vives eaux, 370 millions de m³ sont échangés avec l'océan contre seulement 130 lors des mortes eaux. A l'entrée du Bassin et dans les principaux chenaux, les vitesses de courant peuvent atteindre 2 m.sec⁻¹. Le marnage est de 4,95 m en vives eaux et de 1,10 m en mortes eaux. (Auby, 1996)

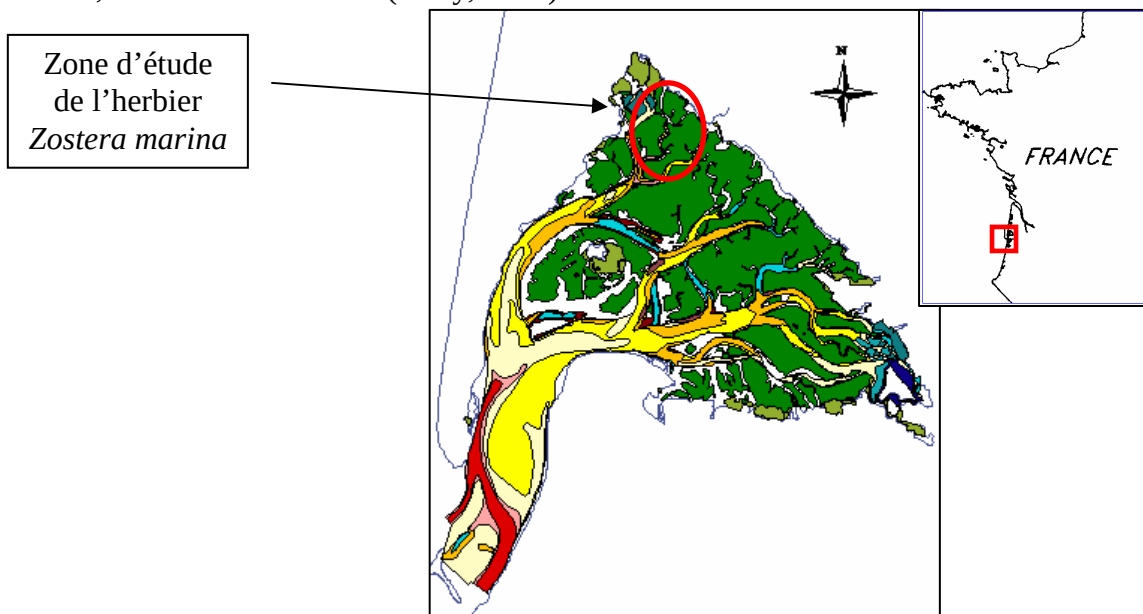


Figure 1: Carte du Bassin d'Arcachon (Source : Ifremer, 1998)

La cartographie de l'herbier de *Zostera marina* a été réalisée plus précisément sur la zone Nord-Est du Bassin dans les chenaux de Lège, de Graveyron et de Ville, cette zone n'offrant pas la possibilité d'accès au sonar latéral d'Ifremer.



Figure 2: Herbier de *Zostera marina* au sein du Bassin d'Arcachon (Photo : G.Berron)

2. Stratégie d'échantillonnage

Les observations ont été effectuées en Mai et Juin 2008 sur certains des chenaux de la zone Nord-Est du Bassin. Les herbiers de *Zostera marina* colonisent les bords des chenaux de profondeur de 2-3 m à marée basse (Auby, 1996), l'observation a donc été réalisée de chaque côté des chenaux étudiés. Ces recensements de zostères ont été accomplis de deux façons différentes : Tout d'abord une observation à l'œil nu lors de la marée basse pour les petits chenaux situés le plus au Nord et non accessible en bateau puis une observation en plongée sous-marine lors des marées basses dans les chenaux de 2 à 3 m de profondeur.

D'autre part, afin d'effectuer la cartographie de l'herbier de zostères du Bassin, différents paramètres ont été pris en compte : les surfaces occupées par l'herbier ainsi que la structure et la biodiversité des peuplements de faune et de flore associés. (Hily, 2004) Ce suivi a permis aussi de renseigner sur la densité et l'état général de la *Zostera marina* par l'intermédiaire d'un quadrat de un mètre carré posé au milieu des herbiers rencontrés. Ces densités sont définies selon le nombre de pieds compris dans le quadrat. (cf. tableau 1) (Cresson, 2007)

CLASSE	NOMBRE DE PIEDS OBSERVES DANS LE QUADRAT	DENSITE
0	Absence de pieds	Nulle
1	Moins de 10 pieds présents	Densité très faible
2	Entre 10 et 30 pieds présents	Densité faible
3	Entre 30 et 60 pieds présents	Densité moyenne
4	Plus de 60 pieds présents	Densité importante

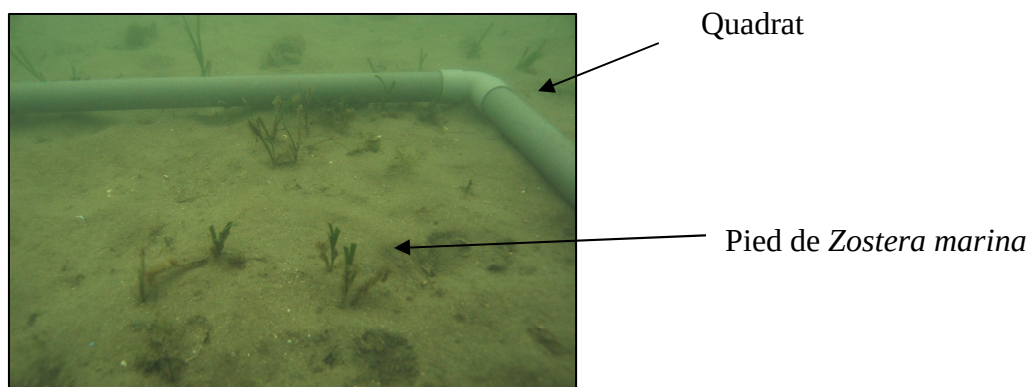
Tableau 1: Critère de classification de densité des zones d'herbiers

- *Les transects*

Les transect ont été effectués sur une ligne de points fixés le long du chenal (Eletheria et Mc Intyre, 2005). L'objectif a été de réaliser la cartographie la plus précise possible des chenaux afin d'observer la présence ou non de *Zostera marina* ainsi que de recenser la population faunistique présente. Le transect est effectué en descendant le chenal du point de départ jusqu'au point final du transect. A chaque remontée du plongeur, les coordonnées GPS (en WGS 84) du point de la ligne du transect est relevé et un état floristique, faunistique et sédimentaire est réalisé.

- *Méthode d'échantillonnage pour les quadrats*

Afin de définir la densité et l'état de l'herbier de zostères quand il est présent, un quadrat d'un mètre carré est placé au sein de l'herbier et le nombre de pieds positionnés au sein de ce cadre est dénombré. En fonction du nombre de pieds déterminé, la densité de l'herbier et son état ont été définis à partir du tableau 1.



**Figure 3: Réalisation d'un transect au sein d'un herbier de *Zostera marina* en régression
(Photo : J.F Marailhac)**

III. RESULTATS

1. Le recensement des herbiers

Le recensement de la population des herbiers de la zostère marine s'est effectué en 10 plongées soumises aux conditions météorologiques et aux marées. Les observations ont permis de mettre en évidence une régression importante des herbiers de *Zostera marina* dans la zone Nord-Est du Bassin d'Arcachon.

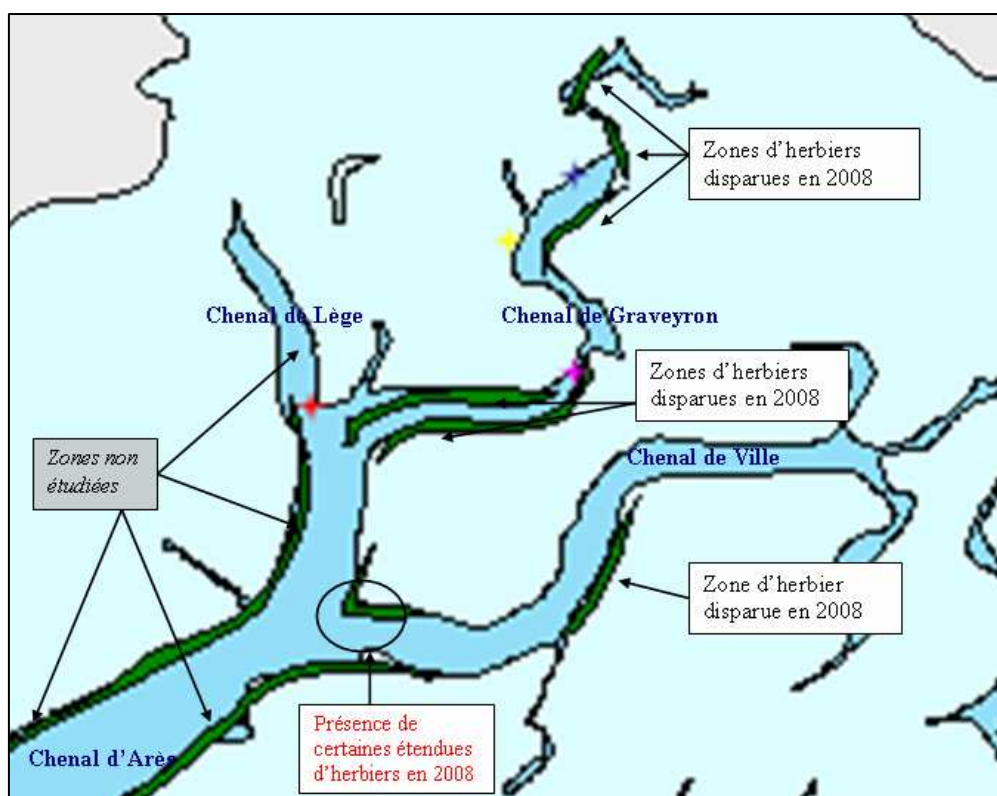


Figure 4: Répartition de *Zostera marina* en 1989 dans le Nord du Bassin et sa régression en 2008

Les canaux de La House et d'Arès situé au Nord du Bassin (non représentés sur la figure 3) ont fait l'objet d'observation à l'œil nu lors de la marée basse. Aucun pied n'a été observé. Les trois principaux chenaux (Graveyron, Ville et Lège) ont, quant à eux, fait l'objet d'une étude en plongée sous-marine lors des marées basses. Le chenal de Graveyron a pour coordonnées GPS N 44°45.154' / W 001°08.871' en amont et N 44°44.146' / W 001°09.643' en aval. Ce chenal contenait une superficie élevée de zostères marines lors de la cartographie du Bassin en 1989. Ces herbiers ont totalement disparu. Pour le chenal de Ville (N 44°44.098' / W 001°08.051' à N 44°43.596' / W 001°09.191'), en amont, les observations n'ont pas révélée la présence d'herbier. L'aval de ce chenal présentait en 1989, sur son côté

gauche en descendant (N 44°43.784'/W 001°08.983'), un grand herbier de zostères. Aujourd'hui, ces herbiers n'ont pas été retrouvés. C'est uniquement à la pointe de Hautebelle (N 44°43.743'/ W 001°09.685') que plusieurs zone de *Zostera marina* ont été observées ; une première zone de coordonnées N 44°43.912'/ W 001°09.567', de densité moyenne (50 pieds dans le quadrat) a été trouvé avec des zostères ayant une taille moyenne de 18 cm. La seconde zone a été observée sur une surface de 76 m de long et 10, 80 m de large et des coordonnées GPS N 44°43.743'/W 001°09.685' à l'Ouest de la superficie et N 44°43.729'/ W 001°09.612' à l'Est. Des feuilles cassées, recouvertes d'épiphytes mais aussi quelques jeunes pousses ont constitué cet herbier (figure 8). Le chenal d'Arès, quant à lui, n'a pas été observé en plongée lors de cette étude. Cependant, il fera l'objet d'une observation par le sonar latéral d'Ifremer.

Au niveau de la sédimentologie, les observations ont mis en avant une vase qui dans ses premiers mètres devient anoxique ainsi que des fonds sablo-vaseux sur lesquels se déposent de nombreux amas de coquilles d'huîtres, de palourdes, de coques et des tubes de vers tubicoles.

2. Le recensement de la faune

La faune présente dans les herbiers de la zostère marine est très caractéristique de ces biotopes. En l'absence de cette flore, ces espèces sont généralement absentes. La régression des herbiers dans la zone Nord- Est du Bassin a donc entraîné la forte raréfaction des espèces caractéristiques comme les Syngnathidés avec l'hippocampe moucheté (*Hippocampus ramulosus*), ou les Goobiidés avec le gobie (*Pomatoschistus microps*) qui n'ont été observés que dans les transect de la pointe de Hautebelle. Néanmoins, la seiche commune (*Sepia officinalis*), espèce caractéristique des herbiers, a pu être aperçue à plusieurs reprises dans les chenaux de Ville, de Graveyron.

Certaines espèces des embranchements des Spongiaires, d'Arthropodes et des Mollusques (cf. tableau 3) ont été les espèces les plus observées au sein des deux chenaux étudiés. Une espèce d'éponge de plus en plus présente au sein du Bassin a aussi été remarqué dans la zone. Cette espèce est en cours de détermination. De même, des tubes d'espèces d'Annélides ont été vus en grand nombre. Cependant, l'espèce la plus représentée dans ces zones est l'huître *Crassostrea gigas*.

	Nom vernaculaire	Nom scientifique
SPONGIAIRE		
Eponge	Non déterminé	<i>Non déterminé</i>
CNIDAIRE		
<u>Anthozoaires</u>	Anémone verte	<i>Anemonia sulcata</i>
MOLLUSQUES		
<u>Bivalves</u>	Huître creuse	<i>Ostrea edulis</i>
	Huître plate	<i>Cassostrea gigas</i>
	Palourde commune	<i>Ruditapes decussatus</i>
	Coque	<i>Cerastoderma edule</i>
<u>Gastéropodes</u>	Crépidule	<i>Crepidula fornicata</i>
	Grande nasse	<i>Hinia reticulata</i>
<u>Céphalopodes</u>	Seiche commune	<i>Sepia officinalis</i>
ARTHROPODES		
<u>Amphipodes</u>	Bernard l'ermite	<i>Clibanarius erythropus</i>

Tableau 2: Espèces présentes dans le Nord-Est du Bassin d'Arcachon

3. Le développement de *Crassostrea gigas*

Un développement d'huîtres sauvages a pu être constaté en grande quantité dans certaines zones des chenaux étudiés (cf. figure 4)

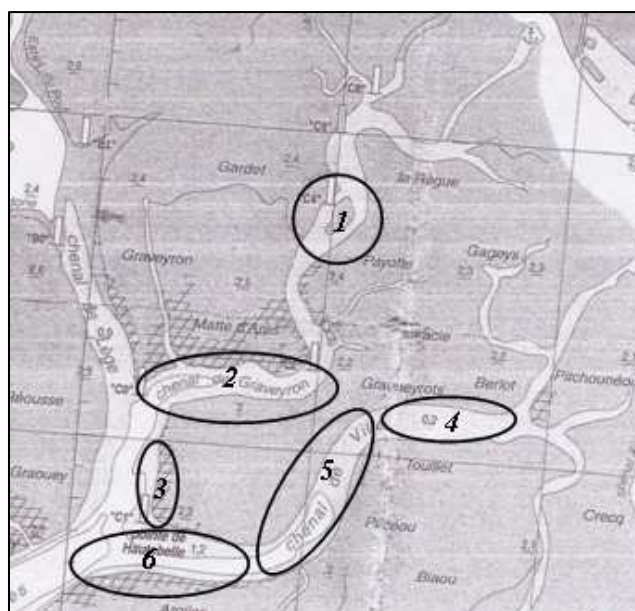


Figure 5: Zones de développement de *Crassostrea gigas* à l'état sauvage

La zone 1, de coordonnées GPS N 44°44.648' / W 001°09.045' (début du transect) à N 44°44.412' / W 001°09.000' (fin du transect), la zone 2 (N 44°44.399' / W 001°09.039' à N 44°44.225' / W 001°09.536'), la zone 3 (N 44°43.758' / W 001°09.678' à N 44°43.951' / W

001°09.648') située au-dessus de la Pointe de Hautebelle ainsi que les trois zones du chenal de Ville (N 44°44.230' / W 001°08.031' à N 44°43.596' / W 001°09.191') étaient soit des zones d'herbiers denses (zone 1, 2 et 5) soit des zones nues en 1989. Aujourd'hui ces zones sont entièrement recouvertes par des massifs de *Crassostrea gigas* qui se développent à l'état sauvage et envahissent les vasières découvertes à marée basses et colonisées par la *Zostera noltii*. (Figure 5 et figure 6)

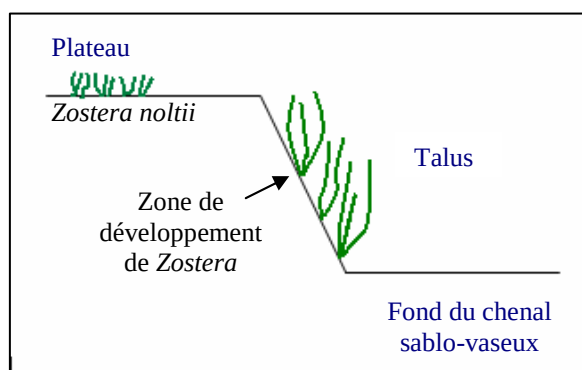


Figure 6: Schéma des talus des chenaux en 1989 recouvert par *Zostera marina*

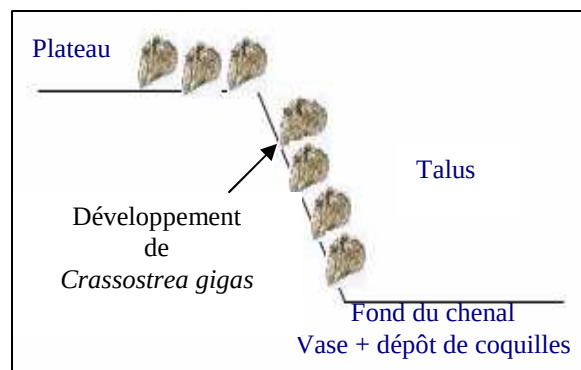


Figure 7: Schéma des talus des chenaux en 2008, recouvert par *Crassostrea gigas*

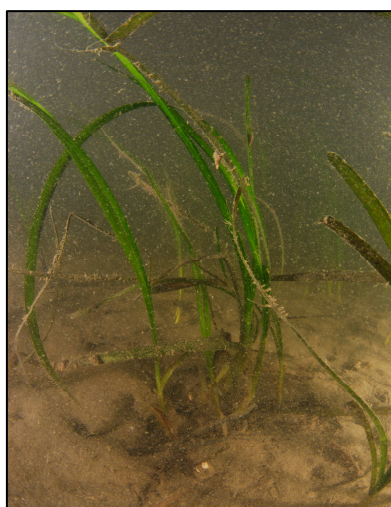


Figure 8 : Herbier de *Zostera marina* de la pointe de Hautebelle (photo : M. Barabes)



Figure 9 : Talus du chenal de Graveyron à marée basse (photo J.F Marailhac)

IV. DISCUSSION

Cette étude a permis de mettre à jour les données d'Ifremer datant de 1989 au sein du Bassin d'Arcachon. Les herbiers de *Zostera marina* y étaient très représentés et notamment dans le Nord-Est du Bassin où le sédiment, sablo-vaseux, était propice au développement de la zostère marine. Suite à l'étude effectuée au cours de ce stage, une régression très nette de la grande zostère a pu être constatée.

Le chenal de Graveyron dans lequel *Zostera marina* était présente jusque dans sa partie la plus en amont en est aujourd'hui totalement dépourvu. L'aval de ce chenal a vu sa population de zostère remplacée par des massifs d'huîtres creuses sauvages. Le sédiment sablo-vaseux à quant à lui fait place à une vase très molle et rapidement anoxique. Il en est de même pour la zone d'herbier du chenal de Ville où la zostère qui poussait en 1989 a totalement disparu aujourd'hui faisant place à des massifs de *Crassostrea gigas*. Seule la pointe de Hautebelle présente encore plusieurs zones d'herbiers comprenant des zostères abîmées et pour certaines couvertes d'épiphytes (figure 8). Ces régressions d'herbiers de zostères marines ont entraîné la raréfaction de leur faune caractéristique.

Plusieurs hypothèses peuvent être considérées afin d'expliquer les causes de la disparition des herbiers de zostères marines dans les chenaux du Nord-Est du Bassin d'Arcachon. Tout d'abord, une des premières raisons peut-être la sédimentologie. En effet, un envasement important des chenaux de plusieurs zones orientales du Bassin, dont le chenal de Graveyron, a été constaté dans les premiers mois de l'année 2007. Les vents particulièrement fort entre Novembre 2006 et Mai 2007 ont généré une remise en suspension des particules fines de sédiment (Ifremer 2008). Or les zostères marines sont sensibles aux conditions de sédimentation : une perte de sédiment peut déchausser l'herbier et une augmentation peut l'ensevelir. La zostère peut vivre dans différentes conditions d'hydrodynamisme et de turbidité mais supporte mal les changements rapides et prolongés de ces paramètres (Charpentier *et al*, 2005). Ensuite l'hydrographie peut elle aussi expliquer cette disparition, les teneurs en ammonium dans les eaux des chenaux orientaux du Bassin étant beaucoup plus élevés que la normale depuis le mois de Mars 2006 (Ifremer 2008). Or l'augmentation des sels nutritifs dans la colonne d'eau peut provoquer la prolifération d'épiphytes, ce qui serait plus ou moins bien toléré par la zostère selon l'intensité du microbroutage (Charpentier *et al*, 2005). De même, une disparition de *Zostera noltii* provoque des conséquences importantes sur la dynamique sédimentaire du Bassin car, sans le rôle protecteur des herbiers, on peut

s'attendre à une intensification de l'érosion des crassats. L'augmentation de cette érosion peut alors provoquer une augmentation de la turbidité de l'eau, et par conséquent, diminuer la transparence de l'eau et donc une baisse de la profondeur d'entrée de la lumière (source Ifremer 2008). Or la lumière, facteur limitant le développement de *Zostera noltii*, (Charpentier *et al*, 2005) en est aussi un pour *Zostera marina*. Un rôle important des oiseaux peut aussi être envisagé. Plusieurs espèces d'oiseaux dont le régime alimentaire est basé sur l'herbivorie (le cygne tuberculé et le canard colvert) sont présentes sur le Bassin toute l'année et consomment de la zostère. L'hypothèse d'un retour de la « wasting disease » est aussi évoquée. En Septembre 2007 sa présence a été constatée dans le chenal du Courbey. Cette zone étant la seule suivie pour ce paramètre dans le cadre de la DCE, la supposition que cette maladie a aussi atteinte les autres herbiers du Bassin peut-être émise. Une autre hypothèse pour expliquer cette régression touche à la contamination des eaux. Les zostères sont sensibles à la contamination des eaux et des sédiments par les molécules inorganiques (métaux) et organiques (hydrocarbures, pesticides). Cette contamination chimique littorale est souvent évoquée pour expliquer la régression des herbiers dans les zones côtières. De nombreux travaux concernant la contamination du Bassin d'Arcachon ont été réalisés au cours des décennies précédentes. Les résultats acquis mettent en évidence la présence dans le milieu de produits à propriété herbicide dont les niveaux peuvent nuire au développement des zostères. C'est notamment le cas d'un des biocides utilisé dans la formulation des peintures anti salissures, l'irgarol, qui se dégrade très lentement dans le milieu et dont la forte toxicité sur différentes algues et sur la zostère marine a été mise en évidence. Au moins depuis 1999, l'irgarol est détecté pendant l'été dans les eaux du fond du Bassin et a atteint, pendant l'été 2005, des concentrations plus élevées qu'au cours des étés précédents. Par ailleurs, des molécules à propriété herbicide, provenant de différents usages (agriculture, jardins amateurs et espaces verts, peintures antisalissures) ont également été mises en évidence dans les eaux (Ifremer 2008). La présence des ces produits dans les eaux du Bassin peut donc être une des raisons évoqués pour expliquer le déclin des herbiers de *Zostera marina*.

Ainsi, plusieurs facteurs peuvent être à la base de la disparition des herbiers à *Zostera marina* dans le Bassin d'Arcachon. Cela peut amené à s'interroger sur l'avenir du Bassin et sur ses conflits d'usages, protection de l'environnement ou anthropisation ?

V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ▶ Alloncle N., Guillaumont L., Levêque L., 2005. Fiche REBENT n°14. Cartographie des herbiers de Zostères. <http://www.ifremer.fr/rebent/> [page consultée le 21/05/08]
- ▶ Anonyme, 2005. Fiche REBENT n°6. Phanérogames, Herbiers à *Zostera marina*. <http://www.ifremer.fr/rebent/> [page consultée le 30/04/08]
- ▶ Auby I, Labourg P.J, 1996. Seasonal dynamics of *zostera noltii* hornem. In the bay of Arcachon (France). Journal of sea research 35(4):269-277.
- ▶ Charpentier A., Grillas P., Lescuyer F., Coulet E., Auby I., 2005. Spatio temporal dynamics of *Zostera noltii* dominated community over period of fluctuating salinity in a shallow lagoon, Southern France. Estuarine costal and shelf science. 9 p.
- ▶ Cresson P. 2007. Suivi de la colonisation de la grande zostère (*Zostère marina*) au niveau du Bassin d'Arcachon. 11p.
- ▶ Den Hartog C, Hily C, 1997. Les herbiers de Zostères. In: Dauvin J-C (ed) Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantiques Manche et Mer du Nord : synthèse, menaces et perspectives. MNHN, Paris, p 140-144
- ▶ Eletheria A, Mc Intyre A, 2005. Methods for study marine benthos. Blackwell publishing, United Kingdom. 440 p.
- ▶ Grall J, Hily C, Barnay A.S, Gauthier E, Guyonnet B, Maguer M, Guduff S, Lejart M, Dancie C, 2006. Suivi de la biodiversité, les herbiers de Zostère marine (*Zostera marina*). 17p.
- ▶ Hily C. et M. Bouteille, 1999. Modifications of the specific and feeding guild diversity in an intertidal sediment colonised by an eelgrass meadow (*Zostera marina*) (Brittany, France). C.R. Acad. Sc.Paris. Sci. De la vie/life sci.; 322 : 1121-1131.
- ▶ Hily C, Raffin C, Brun A, Den Hartog C, 2001. Spatio-temporal variability of wasting disease in eelgrass meadows of Brittany (France). Aquatic botany 72 (2002) : 37-53.
- ▶ Hily, 2004. Fiche REBENT n°4. Suivi des herbiers de Zostères. <http://www.ifremer.fr/rebent/> [page consultée le 30/04/08]
- ▶ Hily C, 2005. Lieux de surveillance du benthos, région Bretagne, Suivi stationnel des herbiers à *Zostera marina*. 27 p.
- ▶ Hily C., Sauriau P.G., Auby I., 2007. Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) - *Zostera marina* - *Zostera noltii*. Rapport LEMAR, CNRS, IFREMER, 10 p.
- ▶ Ifremer, Université Bordeaux I, CNRS – CEMAGREF, Institut des Milieux Aquatiques , Géo-Transfert, Ligue de Protection des Oiseaux , Association de Chasse Maritime du Bassin

d'Arcachon, Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne, Wetlands International, Fédération Départementale des Chasseurs de la Gironde, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 2008. Herbiers de Zostères du Bassin d'Arcachon, propositions pour un programme de recherche. 42 p.

► Kenworthy W.J, Wyllie-Echeverria S., Coles R.G, 2000. Seagrass conservation biology : An interdisciplinary science for protection of the seagrass biome In:Larkum A.W.D, Orth R.J, Duarte C.M (eds) Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer, Dordrecht, p 595- 630.

► Louisy P, Attard J, 2000. La vie sous-marine, guide du plongeur naturaliste. Ed. Les plaisanciers, Miribel. 144p.

► McKenzie L.J, Finkbeiner M.A, Kirkman H,2001. Methods for mapping seagrass distribution In: Short FT, Coles RG (eds) Global seagrass research methods. Elsevier, Amsterdam, p 101-120.

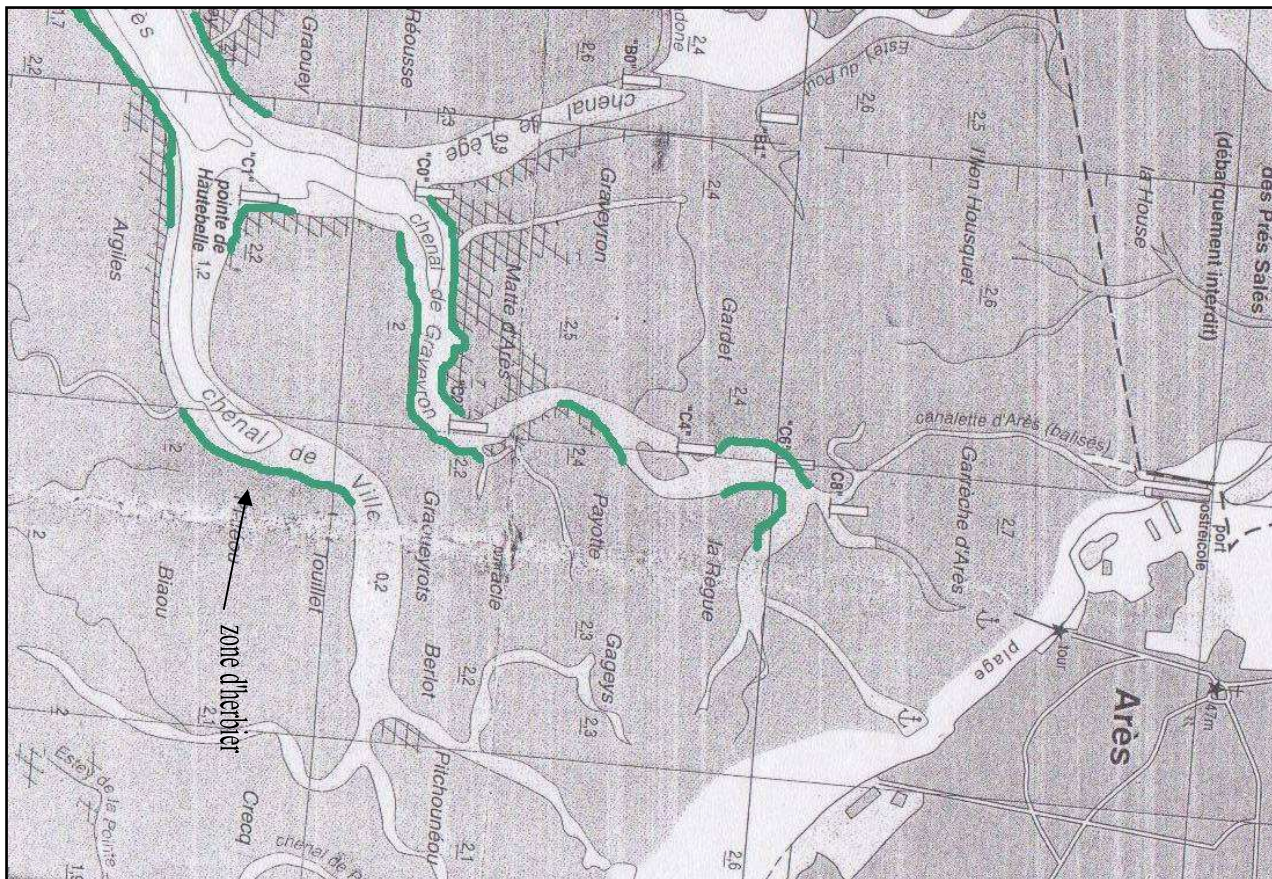
► Ministère de l'écologie et du développement durable, directions régionales de l'environnement, agences de l'eau, *sine data*. La directive cadre européenne sur l'eau, une nouvelle ambition pour la politique de l'eau. 13 p.[page consultée le 9/05/08]

► Moore A.K, Short F.T, 2006. *Zostera*: Biology, Ecology and Management. In:Larkum A.W.D, Orth R.J, Duarte C.M (eds) Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer, Dordrecht, p. 361-379.

► Weinberg S, 1995. Découvrir l'Atlantique, La Manche et la Mer du Nord. Ed. Nathan, Paris. 383 p.

ANNEXES

Carte du Nord-Est du Bassin d'Arcachon en 1989 et en 2008

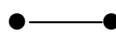


CARTE DES PLONGEES EFFECTUEES
DANS LE NORD DU BASSIN D'ARCACHON

Légende



: Zone observée à l'œil nu

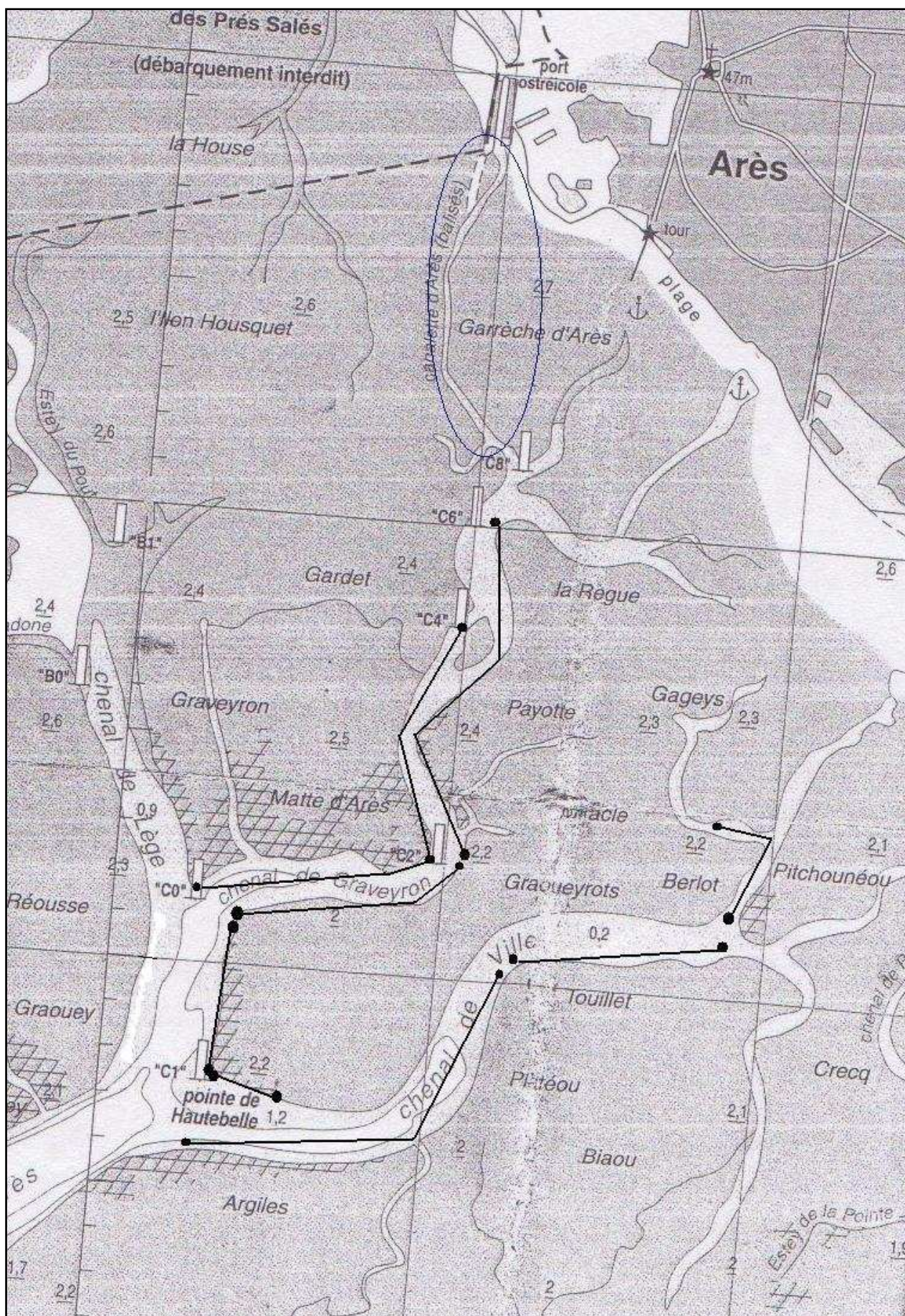


: Zone observée en une plongée

- Pour l'observation du Chenal de Graveyron il a nécessité 4 plongées
- Pour l'observation de la pointe de Hautebelle, il a nécessité 3 plongées (dont deux aux mêmes coordonnées GPS)
- Pour l'observation du Chenal de Ville, il a nécessité 3 plongées

Soit un total de 10 plongées d'environ 1h/1h30 chaque plongée

Remarque: Le Chenal de Lège ainsi que le côtés gauche en remontant le chenal d'Arès (partie du chenal située après la pointe de Hautebelle) et le côté droit en remontant le chenal de Ville n'ont pas été étudiées durant la période du sage par manque de temps et des conditions météorologiques difficiles et peu appropriées pour les plongées.



Légende

Classe de l'herbier

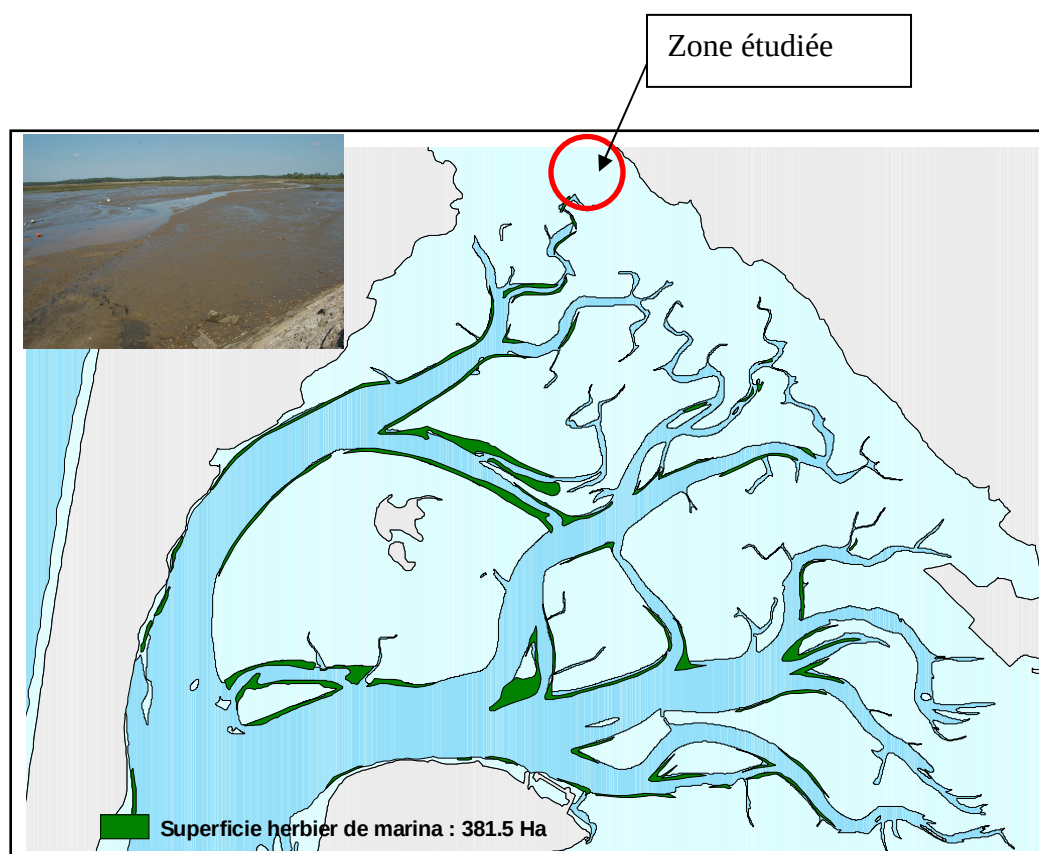
- 0 : Aucunes *Zostera marina*
- 1 : Moins de 10 pieds de *Zostera marina* au niveau du patch Densité NULLE
- 2 : Entre 10-30 pieds de *Zostera marina* au niveau du patch Densité FAIBLE
- 3 : Entre 30-60 pieds de *Zostera marina* au niveau du patch Densité MOYENNE
- 4 : Plus de 60 pieds de *Zostera marina* au niveau du patch Densité IMPORTANTE

Mode d'observation

Œil nu : Zostères observées à l'œil nu, à pied lors des marées basses qui permettent de dégager totalement le canal

En plongée : Zostères observées lors de plongées, la marée basse ne permettant pas une observation à l'œil nu.

RESULTATS (coordonnées données en WGS 84)

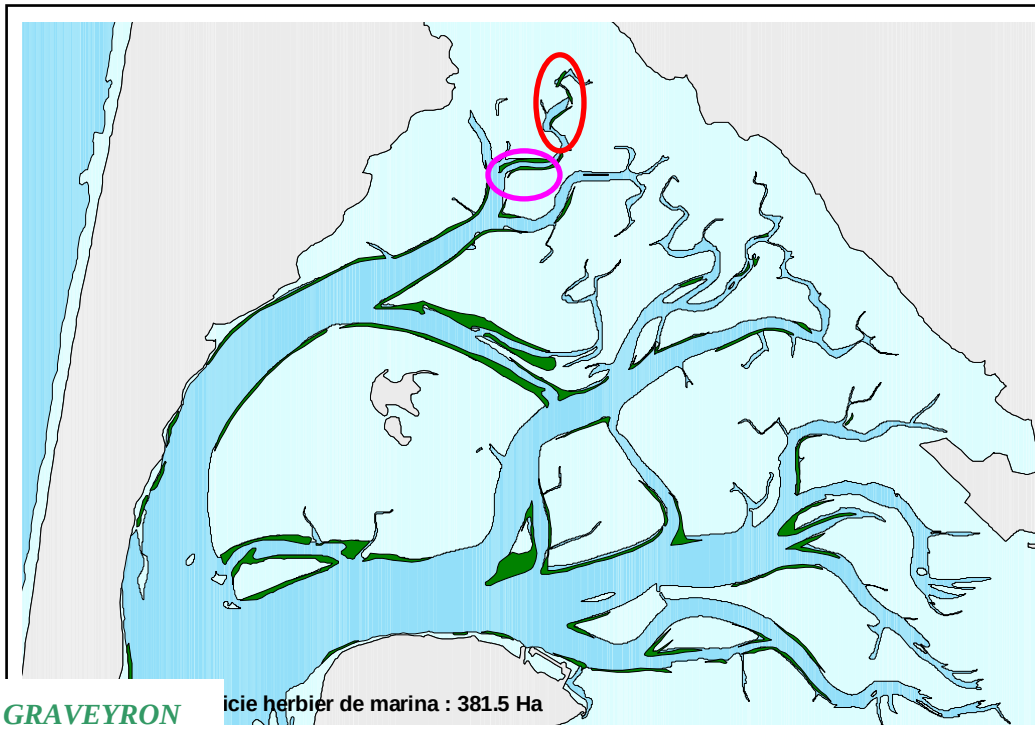


CANAL DE LA HOUSE

Point	Longitude	Latitude	Classe de l'herbier	Nombre de pieds par quadrat	Mode d'observation
1	N 44°46.000'	W 001°09.0594'	0	0	Œil nu

CANALETTE D'ARES

Point	Longitude	Latitude	Classe de l'herbier	Nombre de pieds par quadrats	Mode d'observation
1	N 44°45.840'	W 001°09.067'	0	0	Œil nu
2	N 44°45.847'	W 001°09.084'	0	0	Œil nu
3	N 44°45.828	W 001°09.049'	0	0	Œil nu



CHENAL DE GRAVEYRON

Superficie herbier de marina : 381.5 Ha

Point	Longitude	Latitude	Classe de l'herbier	Nombre de pieds par quadrats	Mode d'observation	Biotope
-------	-----------	----------	---------------------	------------------------------	--------------------	---------

8 Mai (côté gauche en descendant)

1 Borne C8	N 44°45.154'	W 001°08.871'	0	0	Plongée	
2	N 44°45.137'	W 001°08.876'	0	0	Plongée	
3	N 44°45.107'	W 001°08.870'	0	0	Plongée	
4	N 44°45.090'	W 001°08.868'	0	0	Plongée	
5	N 44°45.069'	W 001°08.880'	0	0	Plongée	- <i>Cerastoderma edule</i> - <i>Ruditapes decussatus</i>
6	N 44°45.040'	W 001°08.915'	0	0	Plongée	
7	N 44°45.007'	W 001°08.955'	0	0	Plongée	
8	N 44°44.991'	W 001°08.965'	0	0	Plongée	
9	N 44°44.945'	W 001°09.000'	0	0	Plongée	
10	N 44°44.909'	W 001°09.002'	0	0	Plongée	
11	N 44°44.891'	W 001°08.956'	0	0	Plongée	

12	N 44°44.843'	W 001°08.929'	0	0	Plongée	
13	N 44°44.784'	W 001°09.001'	0	0	Plongée	
14	N 44°44.648'	W 001°09.045'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
15	N 44°44.629'	W 001°09.075'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
16	N 44°44.412'	W 001°09.000'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>

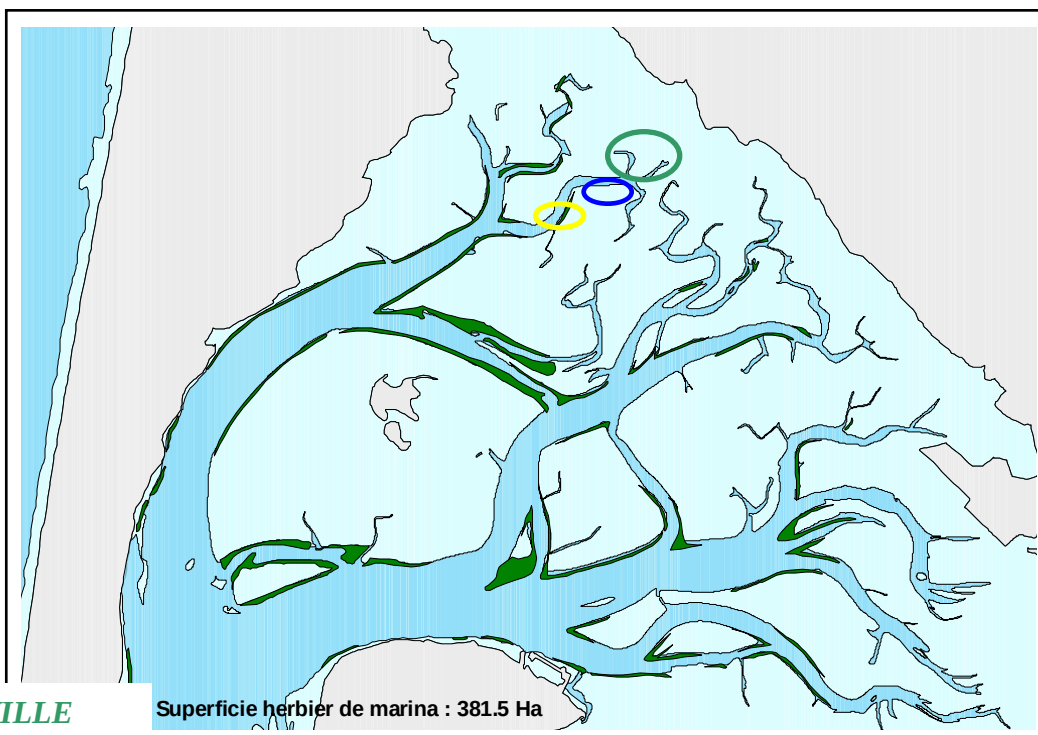
11 MAI (côté gauche en descendant) (**présence d'huîtres sauvages sur 75% du parcours**)

1	N 44°44.314'	W 001°08.924'	0	0	Plongée	
2	N 44°44.257'	W 001°08.958'	0	0	Plongée	-Eponge (nom à det.)
3	N 44°44.203'	W 001°09.025'	0	0	Plongée	- <i>Crepidula fornicata</i> - <i>Ruditapes descussatus</i> -tube du vers (à det.)
4	N 44°44.172'	W 001°09.139'	0	0	Plongée	- <i>Crepidula fornicota</i> -éponges (nom à det.)
5	N 44°44.169'	W 001°09.139'	0	0	Plongée	- <i>Sepia officinalis</i>
6	N 44°44.166'	W 001°09.275'	0	0	Plongée	
7	N 44°44.146'	W 001°09.643'	0	0	Plongée	

20 Mai (côté droite en descendant)

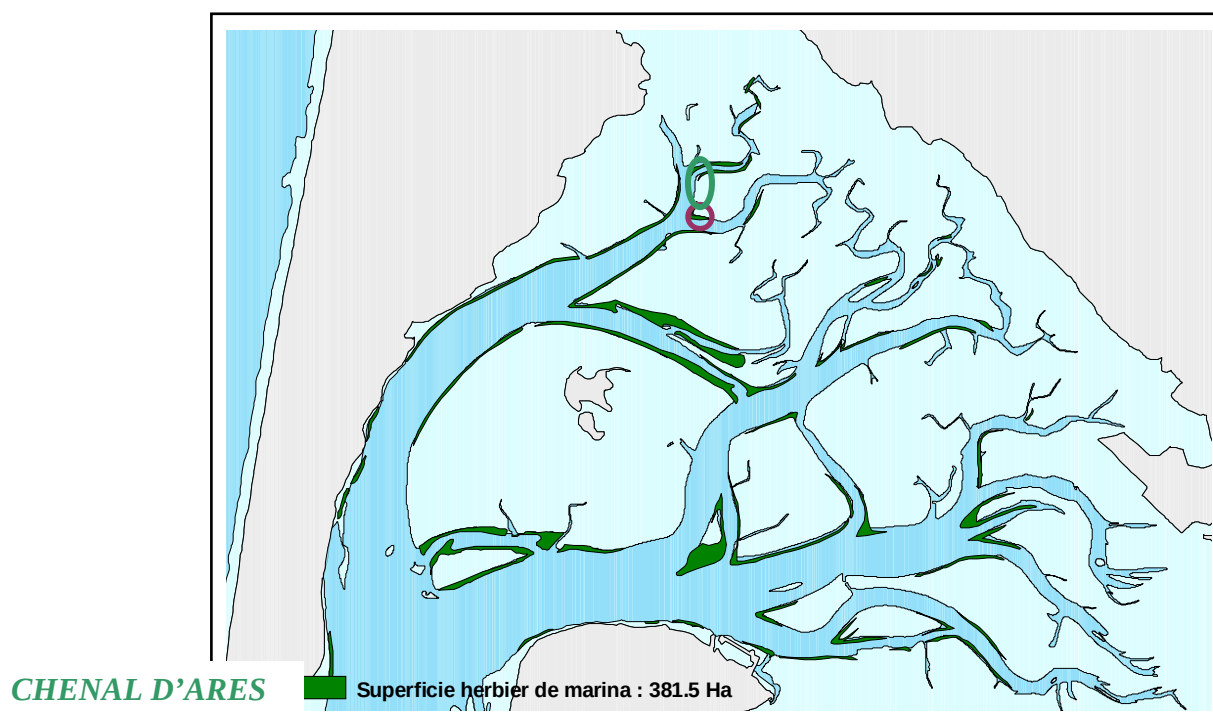
1	N 44°44.836'	W 001°08.980'	0	0	Plongée	Vase anoxique
2	N 44°44.777'	W 001°08.993'	0	0	Plongée	
3	N 44°44.720'	W 001°09.046'	0	0	Plongée	
4	N 44°44.704'	W 001°09.062'	0	0	Plongée	
5	N 44°44.615'	W 001°09.109'	0	0	Plongée	
6	N 44°44.545'	W 001°09.134'	0	0	Plongée	
7	N 44°44.486'	W 001°09.131'	0	0	Plongée	- <i>crepidula fornicata</i>

						- <i>Cerastoderma edule</i>
8	N 44°44.441'	W 001°09.120'	0	0	Plongée	
9	N 44°44.399'	W 001°09.039'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
10	N 44°44.283'	W 001°08.990	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
11	N 44°44.263'	W 001°09.003'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
12	N 44°44.215'	W 001°09.125'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
13	N 44°44.205'	W 001°09.255'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
14	N 44°44.228'	W 001°09.387'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
15	N 44°44.217'	W 001°09.497'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
16	N 44°44.225'	W 001°09.536'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>



Point	Longitude	Latitude	Classe de l'herbier	Nombre de pieds par quadrats	Mode d'observation	Biotope
12 Mai						
1	N 44°44.230'	W 001°08.031'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
	N 44°44.092'	W 001°08.340'	0	0	Œil nu	- <i>Crassostrea gigas</i>
14 Mai (à gauche en descendant)						
1	N 44°44.098'	W 001°08.051'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i> - <i>Mytilus edulis</i>
2	N 44°44.110'	W 001°08.125'	0	0	Plongée	
3	N 44°44.098'	W 001°08.223'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i> - <i>Crepidula fornicata</i> - <i>Chtalamus stellatus</i> - <i>Littorina littorea</i>

4	N 44°44.089'	W 001°08.395'	0	0	Plongée	
5	N 44°44.088'	W 001°08.389'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
6	N 44°44.079'	W 001°08.522'	0	0	Plongée	- tube d'Annelides
7	N 44°44.075'	W 001°08.605'	0	0	Plongée	
19 Mai (à gauche en descendant)						
1	N 44°43.986'	W 001°08.785'	0	0	Plongée	- <i>Crepidula fornicate</i> - <i>Cerastoderma edule</i> - <i>Crassostra gigas</i>
2	N 44°43.929'	W 001°08.814'	0	0	Plongée	- Eponge (nom à déterminer) - <i>Crassostra gigas</i>
3	N 44°43.855'	W 001°08.833'	0	0	Plongée	- <i>Anemonia scultata</i> - <i>Sepia officinalis</i> - <i>Chlamys varia</i> (coquille) - <i>Clibanarius erythropus</i>
4	N 44°43.786'	W 001°08.875'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
5	N 44°43.712'	W 001°08.922'	0	0	Plongée	- <i>Solens marginatus</i> (coquille)
6	N 44°43.674'	W 001°08.895'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
7	N 44°43.631'	W 001°09.077'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
8	N 44°43.596'	W 001°09.191'	0	0	Plongée	



Point	Longitude	Latitude	Classe de l'herbier	Nombre de pieds par quadrats	Mode d'observation	Biotope
12 Mai						
1	N 44°43.758'	W 001°09.678'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
2	N 44°43.823'	W 001°09.657'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i>
3	N 44°43.951'	W 001°09.648'	0	0	Plongée	- <i>Crassostrea gigas</i> - Eponge mie de pain
29 Mai (côte gauche en descendant)						
1	N 44°43.810'	W 001°09.627'	0	0	Plongée	-récif de <i>Crassostrea gigas</i>
2	N 44°43.886'	W 001°09.553'	0	0	Plongée	- <i>Clibanarius erythropus</i> - <i>Ocenebra erinacea</i> - <i>Anemonia sulcata</i> - <i>Solens marginatus</i>
3	N 44°43.912'	W 001°09.567'	3	50	Plongée	- <i>Zostera marina</i> - <i>Sepia officinalis</i> (œufs)

Moyenne de la longueur des feuilles : 18 cm Etat herbier : beaucoup de feuilles cassées, des épiphytes sur les feuilles mais quelques jeunes pousses						
4	N 44°43.909'	W 001°09.579'	0	0	Plongée	
5	N 44°43.954'	W 001°09.566'	0	0	Plongée	
31 Mai						
1	N 44°43.743' à N 44°43.729'	W 001°09.685' à W 001°09.612'	4	99	Plongée	- <i>Zostera marina</i> -hippocampe -œufs de <i>Sepia officinalis</i>
Longueur de l'herbier 76m Largeur 10,80 m Quelques longueurs de feuilles de zostère : 65 cm pour les plus longues, 35 cm pour les plus petites Etat herbier : beaucoup de feuilles cassées, des épiphytes sur les feuilles mais quelques jeunes pousses (cf photo ci-dessous)						

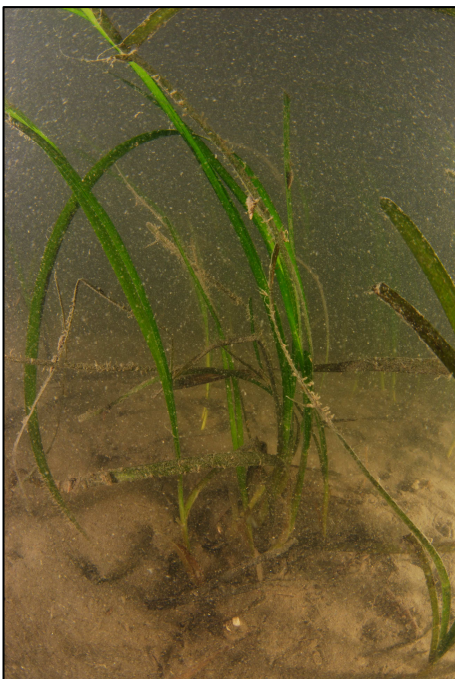


Photo : Michel Barabès

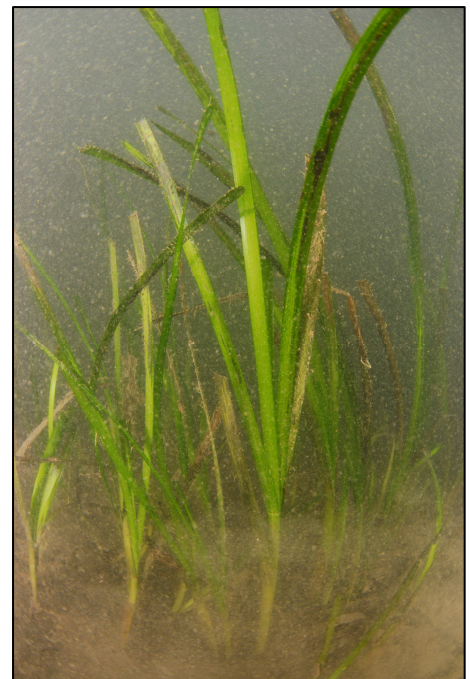


Photo : Michel Barabès



Photo : Michel Barabès

