

Université de la Méditerranée Centre d'Océanologie de Marseille  
Master professionnel « Environnement Marin »  
Année 2008-2009

## **Cartographie des bancs de crépidules dans le bassin de Marennes Oléron : analyse par imagerie acoustique et sondeur de sédiment**

Cécile CURTI



Sous la direction de  
Olivier LE MOINE  
Ifremer La Tremblade  
Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais  
et  
Pierre-Guy SAURIAU  
CNRS L' Houmeau  
Littoral Environnement et Sociétés, CNRS, Université de La Rochelle

Stage effectué du 1 mars 2009 au 31 août 2009

## SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUME</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>1. INTRODUCTION</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>2. MATERIEL ET METHODES</b> .....  | <b>7</b>  |
| 2.1. DONNEES HISTORIQUES.....   | 7         |
| 2.1.1. <i>Cartographie sonar à balayage latéral CREOCEAN 1994-1995</i> .....                                | 7         |
| 2.1.2. <i>Estimation du stock de crépidules 1995</i> .....  | 8         |
| 2.1.3. <i>Travail de la Trézence</i> .....  | 9         |
| 2.2. CAMPAGNE D'ACQUISITION 2008/2009.....  | 10        |
| 2.2.1. <i>Vedette océanographique Haliotis</i> .....  | 10        |
| 2.2.2. <i>Réalisation campagne 2008/2009</i> .....  | 12        |
| 2.3. TRAITEMENT DES DONNEES D'IMAGERIE :.....   | 14        |
| 2.3.1. <i>CARAIBES © version 3.5</i> .....  | 14        |
| 2.3.2. <i>Système d'information géographique</i> .....  | 15        |
| 2.4. INTERPRETATION DES DONNEES :.....  | 16        |
| <b>3. RESULTATS</b> .....   | <b>17</b> |
| 3.1. RESULTATS D'IMAGERIE ACOUSTIQUE.....   | 17        |
| 3.1.1. <i>Localisation des bancs présumés de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron</i> ..... | 19        |
| 3.1.2. <i>Localisation des bancs présumés de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron</i> .....  | 20        |
| 3.2. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE VALIDATION.....  | 21        |
| 3.2.1. <i>Validation des bancs présumés de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron</i> .....   | 21        |
| 3.2.2. <i>Validation des bancs présumés de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron</i> .....    | 22        |
| 3.3. RESULTATS DE LA COMBINAISON DES DONNEES D'IMAGERIE ET DE LA CAMPAGNE DE VALIDATION.....                | 23        |
| 3.3.1. <i>Localisation des bancs de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron</i> .....          | 23        |
| 3.3.2. <i>Localisation des bancs de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron</i> .....           | 24        |
| <b>4. DISCUSSION</b> .....  | <b>26</b> |
| 4.1. EFFICACITE DE LA METHODE.....  | 26        |
| 4.2. PROPAGATION DES COLONIES.....  | 27        |
| 4.3. INTERPRETATION DES DONNEES D'IMAGERIE.....   | 28        |
| 4.4. EVOLUTION DES COLONIES.....  | 29        |
| 4.4.1. <i>Conséquences de l'invasion</i> .....  | 30        |
| 4.4.2. <i>Méthodes de limitation des stocks</i> .....   | 31        |
| <b>5. CONCLUSION</b> .....  | <b>32</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....  | <b>34</b> |

## Résumé

La crépidule *Crepidula fornicata*, mollusque gastéropode introduit sur les côtes du Nord-Est Atlantique est aujourd'hui considérée comme une espèce invasive, en particulier dans les bassins de production conchylicole. Ses populations en baie de Marennes-Oléron ont fait l'objet, depuis les années 1980, de plusieurs estimations de stocks avec en particulier pour 1995 une cartographie au sonar à balayage latéral couplée à une estimation quantitative des stocks à la benne. Le but de la présente étude est de réactualiser la cartographie des bancs de crépidules de la baie de Marennes-Oléron en s'appuyant sur des relevés acoustiques validés par des prélèvements ponctuels. L'étude a mis en oeuvre une campagne de relevés acoustiques par la V/O Haliotis (Ifremer) à l'automne 2008 suivie d'un dépouillement des sonogrammes sous le logiciel CARAIBES. La calibration des images acoustiques a été réalisée suite à 130 prélèvements ponctuels à la benne précisément géolocalisés. Il est conclu de l'interprétation des 38 km<sup>2</sup> de relevés sonar que l'étendue des colonies de crépidules s'élève à 7,3 km<sup>2</sup>. La majeure partie des bancs se situe soit dans le nord de la baie, en particulier le nord du banc de Lamouroux, soit en son centre, banc d'Agnas, Courante d'Oléron, Mortanne-Juliar et Craze-Charret. Au sud de la baie, les colonies de crépidules sont uniquement localisées sur le banc de Bry mais il y a été mis en évidence un fort développement de moulières subtidales de *Mytilus edulis* d'environ 1.9 km<sup>2</sup>. La cartographie validée de 2008 révèle une extension de certains des bancs de crépidules connus de 1995, notamment dans les secteurs Lamouroux et Courante d'Oléron. Inversement, la forte diminution des surfaces couvertes par les crépidules sur les petits fonds des bouchots de Boyardville démontre l'impact positif des dragages réalisés en 2008 par la drague de la Trézence affrétée par le Conseil général 17. L'absence de propagation des crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron, est à mettre en relation avec le régime hydrodynamique et la topographie des fonds non favorables à la fixation des larves dans cette zone mais une compétition spatiale avec la moule ne peut être exclue.

## Abstract

The slipper limpet *Crepidula fornicata*, gastropod introduced on the North East Atlantic coasts, is considered as an invasive species, especially in shellfish farming areas in France. Slipper limpet populations have been estimated in Marennes Oléron Bay since 1980. In 1995, a sidescan sonar mapping associated to a quantitative estimation of the stocks by « grab » was carried out. This study aims to update the current mapping of slipper limpet beds in the Marennes Oléron Bay using acoustic reading techniques coupled to samples. In autumn 2008, an acoustic campaign was performed through the Ifremer boat named Haliotis and sonograms obtained during the campaign were then analysed using the software CARAIBES. Acoustic images were calibrated through 130 grab samples which had been geolocalized. The interpretation of the 38 km<sup>2</sup> sampled by the sonar suggests that the slipper limpet population increased to reach 7.3 km<sup>2</sup>. Most of the *C. fornicata* beds were located in the North of the bay, especially the Northern part of the « bed of Lamouroux » and in the middle of the Bay, « bed of Agnas », « Courante d'Oléron », « Mortanne-Juliar » and « Craze-Charret ». In the southern part of the Bay, sonograms indicated large *C. fornicata* populations while samples revealed that were only found in the « bed of Bry ». Indeed, it was found that mussel beds of *Mytilus edulis*, instead of *C. fornicata*, covered an area of 1.9 km<sup>2</sup> in the South of the Bay. Comparison between 1995 and 2008 showed an increase of several slipper limpet beds, especially in the bed of Lamouroux and in Courante Oléron. Conversely, the *C. fornicata* population located near the mussel farming area in Boyardville were strongly reduced showing the positive impact of dredging of the Trézence boat, chartered by the « Conseil Général 17 » in 2008. The lack of spreading of slipper limpets in the south of Marennes Oléron Bay can be explained by the hydrodynamics and the topography of the bottom in this area as both are unfavourable to larval settlement of *C. fornicata*. However, spatial competition between slipper limpets and mussels could not be excluded.

## 1. INTRODUCTION

Située au milieu de la côte Atlantique française au nord de l'estuaire de la Gironde, la baie de Marennes-Oléron est en relation directe avec l'océan par l'intermédiaire du pertuis d'Antioche au nord et du pertuis de Maumusson au sud. Ce bassin est l'un des principaux centres de production ostréicole et mytilicole en France (Héral *et al.*, 1989 ; Prou & Gouletquer, 2002). L'ostréiculture représente l'activité économique dominante sur le littoral de la région. Des travaux de recherche multidisciplinaire sur la capacité biotique de cet écosystème littoral ont été menés depuis 30 ans (Héral *et al.*, 1989) afin d'assurer une meilleure connaissance de son fonctionnement et de proposer aux professionnels de la conchyliculture des conditions plus optimales de production (Gouletquer & Le Moine, 2002).

Au début des années 70, la crépidule *Crepidula fornicata* (Linnaeus), fait son apparition dans la baie de Marennes-Oléron. Originaires de la côte Est d'Amérique du Nord (Blanchard, 1995), elle fait partie des 104 espèces introduites et/ou invasives recensées en 2000 sur les côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche (Gouletquer *et al.*, 2002). Ce mollusque gastéropode, introduit en Angleterre à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle avec le transfert d'huîtres américaines *Crassostrea virginica* (Thieltges, 2005), fait sa première apparition sur les côtes françaises lors des opérations navales du débarquement de juin 1944. Puis, suite à la crise de l'ostréiculture de 1967 due à la décimation de l'huître portugaise *Crassostrea angulata* par épizootie (Grizel & Héral, 1991), elle est propagée dans les principaux centres ostréicoles au cours du transfert massif de millions d'individus d'huîtres japonaises *Crassostrea gigas* (Blanchard, 1997).

D'une longueur de coquille de quatre à six centimètres, la crépidule vit en colonies (ou chaînes) formée d'une superposition de plusieurs individus, en moyenne moins d'une dizaine, fixés solidement les uns aux autres. Le support à la base peut être de différentes natures : sur un sédiment grossier, un substrat dur ou sur des coquilles vides ou pleines de crépidules mortes, d'huîtres ou de crustacés (Ehrhold & Blanchard, 1998). De l'apex à la base, la chaîne est constituée d'un juvénile immature, de mâles matures, d'hermaphrodites et de femelles. 80% des individus constituent la chaîne primaire, le reste correspond à des associations secondaires ou à des individus isolés (Deslous-Paoli, 1985). Ces colonies secondaires permettent de regrouper jusqu'à 30 individus. Une chaîne représente une unité reproductive autonome, en effet, *Crepidula fornicata* est hermaphrodite protandre (mâle puis femelle). Les

femelles peuvent être fécondées dès la deuxième année (Deslous-Paoli, 1985) et un accouplement donne lieu à plusieurs pontes successives pouvant aller jusqu'à la libération de 10 à 15000 œufs par ponte. La période de reproduction étant longue, de fin février à octobre, la crépidule possède une grande faculté de colonisation facilitée par l'existence d'un stade larvaire pélagique (Pechenik, 1984) de trois semaines favorisant la propagation de proche en proche de l'espèce.

Les colonies de crépidules sont considérées comme des populations compétitrices, au niveau trophique, des cheptels ostréicoles (Deslous-Paoli & Héral, 1985). Elles se nourrissent de particules organiques en suspension (Blanchard, 1999) et consomment ainsi une partie des ressources disponibles au détriment des autres filtreurs. La crépidule, de par l'absence de prédateurs spécifiques et sa grande faculté d'adaptation (Blanchard, 1995), entre également en compétition spatiale avec l'huître. Elle produit une quantité importante de biodépôts qui recouvrent le substrat. L'envasement engendré peut rendre les fonds impropres à l'ostréiculture et provoquer des entraves à la navigation (Deslous-Paoli & Héral, 1985). L'extension des colonies de crépidules génère des coûts supplémentaires pour les professionnels. Les concessions ostréicoles doivent être nettoyées régulièrement, de même que les coquilles d'huîtres avant commercialisation. Ces contraintes engendrent, de ce fait, un impact économique non négligeable. Le nom de « peste ostréicole » lui a ainsi été attribué par l'ensemble des professionnels des centres conchylicoles européens.

Dès 1981, une première campagne de reconnaissance des bancs de crépidules en baie de Marennes-Oléron a été réalisée (Deslous-Paoli & Massé, 1982). Les 110 prélèvements par drague ont permis de localiser une forte présence de crépidules principalement dans le centre du bassin. La première estimation des stocks a été effectuée en 1984 (Sauriau, 1987) et fut estimée à  $1800 \pm 900$  tonnes de crépidules avec une répartition géographique similaire à celle de 1981. En 1995, le couplage entre une cartographie de la baie de Marennes-Oléron au sonar à balayage latéral (CREOCEAN, 1995) et une campagne d'échantillonnage quantitatif (Sauriau *et al.*, 1998) réalisée après analyse des données sonar, a permis une estimation plus précise des stocks, soit  $2644 \pm 1137$  tonnes de crépidules, avec la mise en évidence d'une expansion géographique des populations vers le nord de la baie.

La présente étude vise à actualiser la première cartographie qualitative des populations de crépidules de 1995. Elle s'appuie pour cela sur l'exploitation des données acquises en 2008

lors d'une campagne d'imagerie acoustique réalisée à bord de la vedette océanographique Haliotis dans la baie de Marennes-Oléron (Fig. 1).

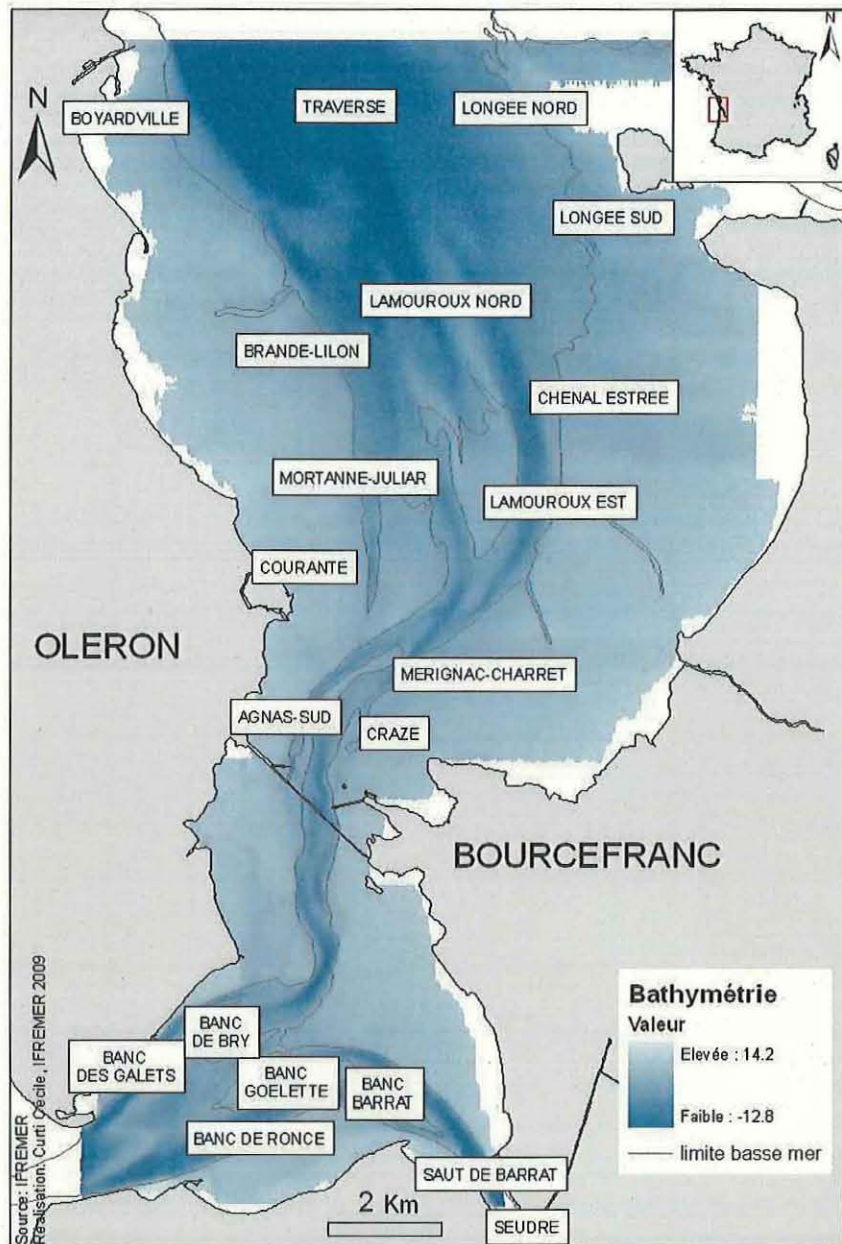


Figure 1 : Toponymie dans la baie de Marennes-Oléron selon terminologie SHOM

Cette étude répond alors à deux questions :

- La surface occupée par les colonies de crépidule du bassin de Marennes Oléron est-elle en extension depuis les derniers travaux réalisés en 1995 ?
- Les opérations de nettoyage de la Trézence sont-elles totalement efficaces ?

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Données historiques

#### 2.1.1. Cartographie sonar à balayage latéral CREOCEAN 1994-1995

Le bureau d'étude CREOCEAN a réalisé à l'automne 1994, une étude par sonar à balayage latéral sur la localisation des populations de crépidules dans le sud et le nord du bassin de Marennes-Oléron (Fig. 2). Il a réalisé une couverture complète des fonds sédimentaires à l'aide d'un sonar à balayage latéral (CREOCEAN, 1995). Les images acoustiques, après validation par des prélèvements ponctuels à la benne, ont été classifiées en deux catégories de colonies : les tapis et les tâches, de densités plus faibles en crépidules.

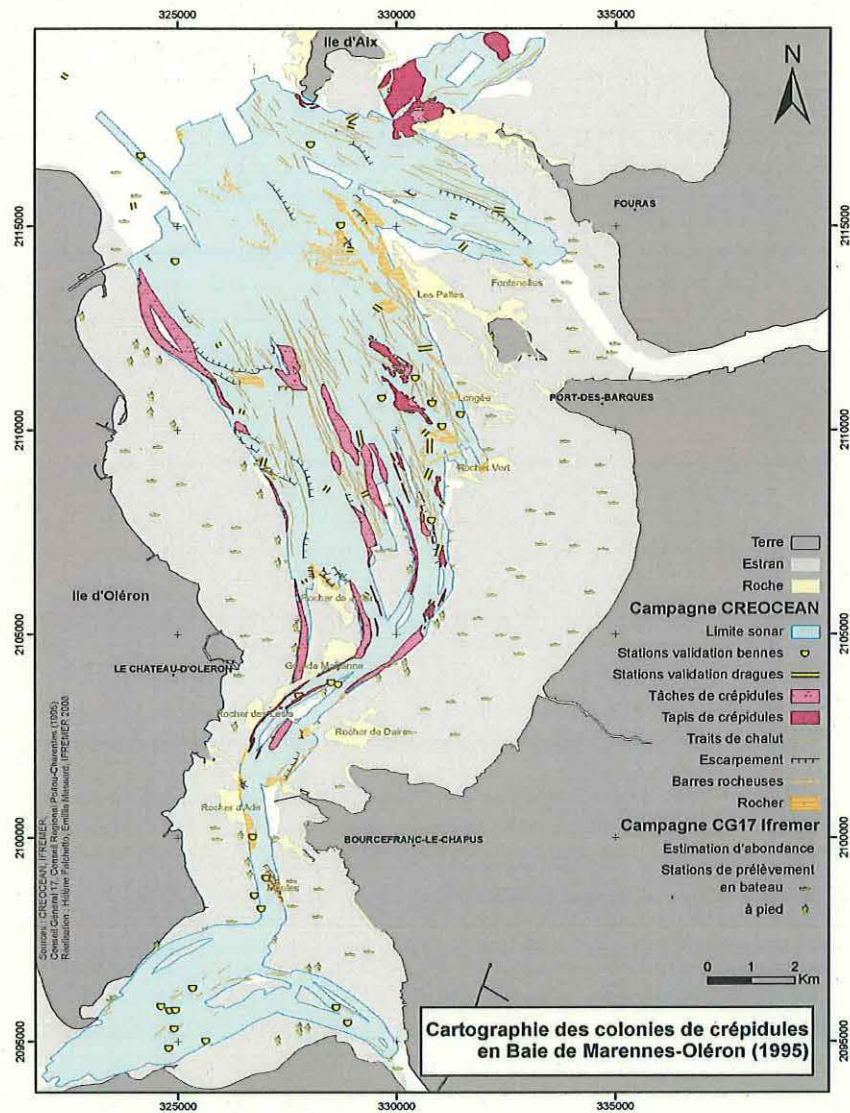


Figure 2 : Cartographie des colonies de crépidules en Baie de Marennes-Oléron (CREOCEAN, 1995) et position des points d'échantillonnage des stocks (Sauriau *et al.*, 1998)



### 2.1.2. Estimation du stock de crépidules 1995

Suite à l'exploitation des résultats de la cartographie sonar du CREOCEAN (1995), une campagne d'échantillonnage quantitatif à la benne Smith-Mc Intyre a été réalisée afin d'estimer le niveau des stocks de crépidules dans la baie de Marennes-Oléron (Sauriau *et al.* 1998) et d'évaluer l'hypothèse que cette population était en extension depuis la première estimation des stocks de 1984 (Sauriau, 1987).

Il ressort des estimations spatialisées des stocks que la population de crépidules était en expansion géographique sur la période 1985 -1995 pour le nord de la baie de Marennes-Oléron mais que son niveau de stock était équivalent à celui estimé en 1985 du fait des intervalles de confiances sur les estimations moyennes (Tableau 1).

Tableau I. Répartition des stocks de crépidules selon la terminologie de CREOCEAN (1995). Les chiffres indiqués sont le stock local avec son intervalle de confiance à 95%.

| Zone             | Surface (ha) | Nombre d'échantillons | Tonnage vivant | Tonnage mort | Tonnage total |
|------------------|--------------|-----------------------|----------------|--------------|---------------|
| Aix sud          | 6            | 2                     | 0              | 0            | 0             |
| Aix est          | 84           | 6                     | 1253 ± 2419    | 346 ± 591    | 1599 ± 2491   |
| Les Mannes sud   | 29           | 6                     | 0              | 1 ± 0.5      | 1 ± 0.5       |
| Fouras           | 63           | 4                     | 1242 ± 2314    | 3550 ± 5493  | 4792 ± 5960   |
| Longée nord      | 34           | 3                     | 0              | 1 ± 1        | 1 ± 1         |
| Longée sud       | 29           | 3                     | 119 ± 134      | 678 ± 1150   | 797 ± 1158    |
| Lamouroux nord   | 53           | 3                     | 909 ± 905      | 282 ± 265    | 1191 ± 943    |
| La Traverse      | 39           | 3                     | 41 ± 81        | 8 ± 11       | 50 ± 82       |
| Boyardville      | 132          | 8                     | 64 ± 86        | 34 ± 19      | 98 ± 88       |
| Lamouroux est    | 88           | 10                    | 177 ± 197      | 50 ± 32      | 227 ± 200     |
| Estree           | 24           | 5                     | 0              | <1 ± 0.5     | <1 ± 0.5      |
| Merignac Charret | 40           | 5                     | 488 ± 378      | 1154 ± 915   | 1642 ± 990    |
| Mortanne Juliar  | 60           | 4                     | 482 ± 316      | 975 ± 1388   | 1457 ± 1424   |
| Dagnas sud       | 35           | 6                     | 43 ± 82        | 11 ± 16      | 54 ± 84       |
| La Courante      | 38           | 5                     | 312 ± 393      | 842 ± 675    | 1153 ± 781    |
| Brande Lilon     | 10           | 2                     | 2 ± 5          | 5 ± 7        | 7 ± 9         |
| Banc Goelette    | 21           | 3                     | 2 ± 4          | <1 ± 1       | 2 ± 4         |
| Banc des Galets  | 12           | 2                     | 5 ± 8          | 14 ± 27      | 19 ± 28       |
| TOTAL            |              |                       |                |              |               |
| Marennes-Oléron  | 677          | 62                    | 2645 ± 1137    | 4054 ± 5872  |               |
| Aix-Fouras       | 119          | 18                    | 2494 ± 3344    | 3897 ± 5524  |               |
| TOTAL GENERAL    | 796          | 80                    | 5139 ± 3536    | 7951 ± 5928  | 13090 ± 6902  |

### 2.1.3. Travail de la Trézence

Le Conseil Général a mis à disposition de la Section Régionale Conchylicole (SRC) un bateau pour le dragage des crépidules. La Trézence (Fig. 3a) effectue ces opérations de nettoyage, chaque année depuis 1999, en remplacement des opérations annuelles de nettoyage organisées par les professionnels depuis 1985. La Trézence récolte les coquilles de crépidules et les rejette à terre sur des chemins ostréicoles comme à la Baudissière et au Doux (Fig. 3b).

Les informations relatives aux positions géographiques des zones de nettoyage des crépidules (Fig. 3c) sont indispensables pour estimer l'évolution de l'extension des colonies.

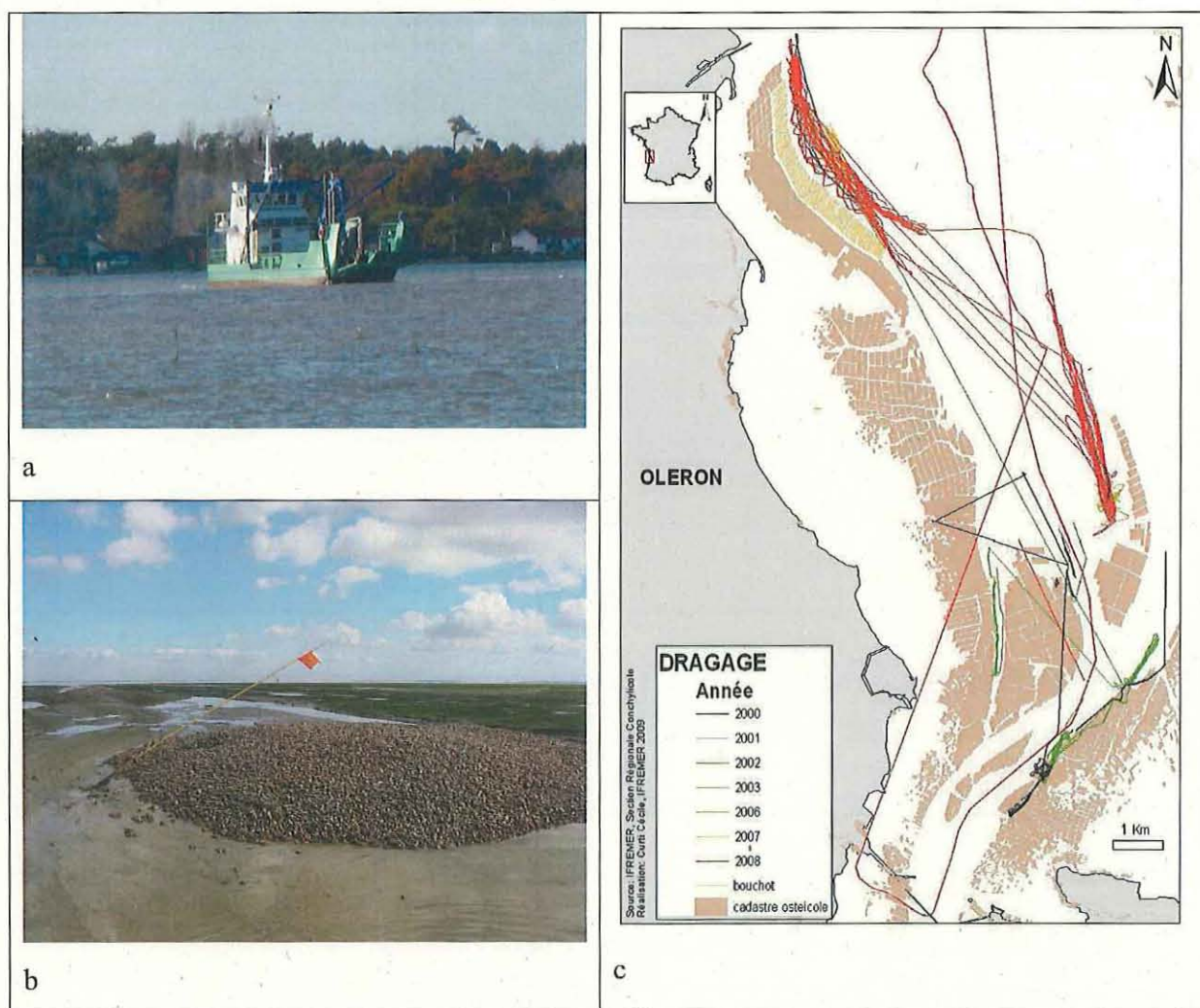


Figure 3 : Travail de la Trézence (a) : exemple de dépôt à terre (b) et cartographie des secteurs prospectés de 2000 à 2008 (c).

## 2.2. Campagne d'acquisition 2008/2009

### 2.2.1. Vedette océanographique Haliotis

Les données ont été acquises lors d'une campagne menée à bord de la vedette océanographique Haliotis (longueur : 10.32 m, largeur : 2.70 m) (Fig.4a), destinée à l'étude des zones littorales dont les fonds sont inférieurs à 15 mètres. L'Haliotis possède un équipement scientifique consacré à la cartographie de la nature et de la morphologie des petits fonds (Fig.4b). La vitesse du bateau pour l'acquisition des données doit être inférieure à cinq nœuds.

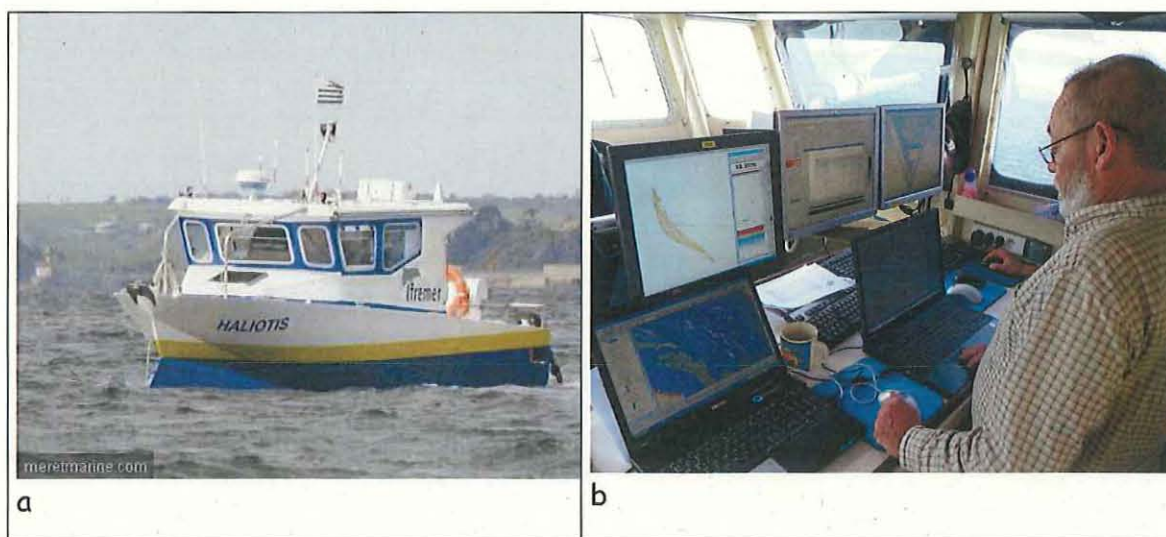


Figure 4 : Vedette Océanographique Haliotis (a), Ecrans de contrôle des différents outils nécessaires à l'acquisition des données (b)

- Positionnement GPS et centrale inertielle

La position du navire est donnée par un GPS différentiel (Global Positioning System) de précision centimétrique. Ce moyen de localisation utilise une station fixe de référence au sol. Une liaison radio est établie entre cette station et une station mobile située à bord de l'Haliotis. Utilisé en mode RTK (Real Time Kinematic), le système effectue immédiatement les corrections des erreurs de mesure avant d'effectuer le calcul de localisation du point échantillonné. La station fixe recalcule ses propres coordonnées grâce à un système de triangulation par satellites ; la différence entre cette valeur et la valeur de référence, indiquée par l'IGN, détermine la correction à envoyer à la station mobile pour l'estimation de son positionnement.

Les données sont acquises pendant le déplacement du bateau. De ce fait, une centrale inertielle est installée à bord de l'Haliotis afin d'acquérir les données de pilonnement, le roulis, le tangage, le cap et la position ; ces données varient tout au long de la période d'acquisition. Elles sont indispensables pour compenser les résultats des données brutes afin de les uniformiser pour les traitements futurs. Ces corrections s'effectuent automatiquement au moment de l'acquisition.

- Matériel scientifique

L'Haliotis est équipé de plusieurs instruments de mesure

- Un pénétrateur de sédiments : sub bottom profiler, utilisant le principe de sismique réflexion. Cet outil donne des informations sur la structure du sous-sol. Les ondes sismiques émises atteignent le fond et pénètrent le sédiment. Elles vont ensuite réfléchir en fonction des interfaces entre les diverses couches sédimentaires (Fig. 5 a).

- L'écho sondeur monofaisceau ER 60 associé au logiciel de caractérisation des fonds RoxAnn fournit des informations sur la nature des substrats. Il enregistre deux échos : le premier (E1) correspond à la rugosité du fond, le second (E2) à la dureté (Fig. 5 b).

- L'outil nécessaire à l'imagerie et à la bathymétrie des fonds de la baie de Marennes-Oléron est le sonar à balayage latéral GeoSwath (fournisseur : Kongsberg Geoacoustics (UK)) dont la fréquence acoustique est de 250 kHz. Placé sous l'Haliotis, il émet des ondes sonores obliques perpendiculairement au trajet du bateau avec une alternance bâbord/tribord. La largeur de fauchée (largeur d'émission) est ajustée à sept fois la hauteur d'eau pour l'imagerie acoustique. Lors de la campagne Haliotis 2008, la fauchée a varié entre 35 et 80 mètres en fonction de l'état de la marée. Une fois qu'il a atteint le fond, le faisceau sonore est réfléchi puis récupéré par le sonar. Les données sont ensuite stockées à bord du bateau en temps réel (Fig. 5 c).

- Un bathycélérimètre Valeport (bathysonde) : La célérité du son dans la colonne d'eau peut varier avec la profondeur, en fonction de la température et de la salinité. Or, lors des acquisitions en acoustique seule la célérité de surface sous la coque du bateau est acquise en continu. Il est donc indispensable de relever les variations de célérité en début et fin d'acquisition, chaque jour, afin de corriger d'éventuelles différences de célérité entre surface et fond.

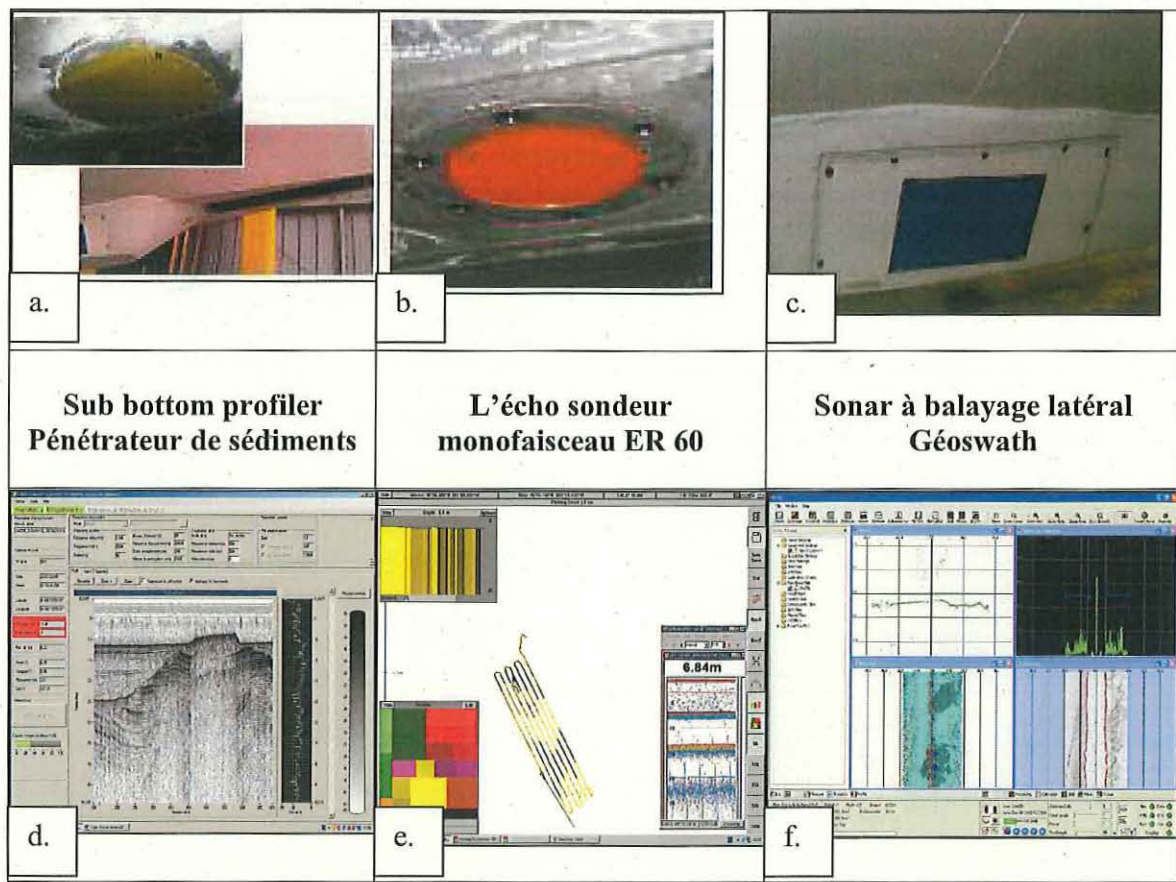


Figure 5 : Instruments de mesure installés à bord de l'Haliotis (a, b, c) et copies des différents écrans de contrôle pour le suivi de l'acquisition des données (d, e, f).

## 2.2.2. Réalisation campagne 2008/2009

### • Campagne d'acquisition de données

La première campagne d'acquisition des données a été réalisée entre le 22/10/08 et le 13/11/08 dans la baie de Marennes-Oléron. Les 20 jours d'échantillonnage ont permis d'obtenir 394 profils d'imagerie acoustique à partir du sonar à balayage latéral et 14 profils de célérité différents. Sont affectés aux journées sans profil de célérité réalisé, des profils de célérité géographiquement proches. (Fig. 6).

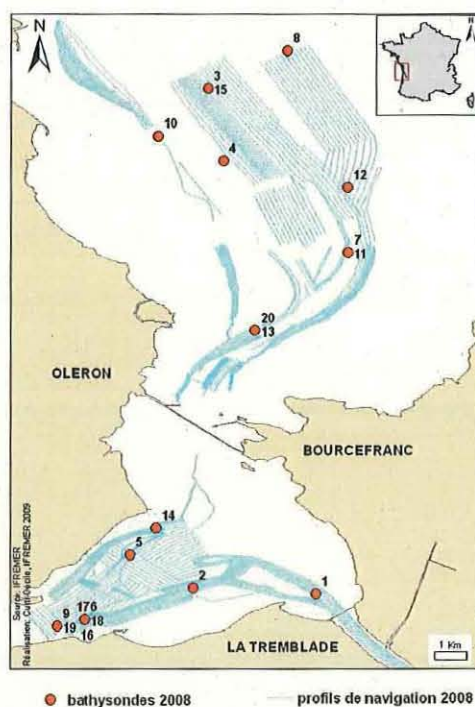


Figure 6 : Profils de navigation et localisation des bathysondes affectées à chaque journée de campagne.

### • Campagne de validation

Les tapis de crépidules correspondent au stade ultime de colonisation. Les colonies très denses ont une réponse acoustique caractéristique, très contrastée. Les taches sont des zones de colonisation moins intense. Les contours des taches et tapis de crépidules, réalisés dans cette étude, ont servi à cibler les échantillonnages effectués lors de la campagne de validation. Au sein de ces taches/tapis, des prélèvements sont exécutés afin de confirmer ou d'infirmer la présence de crépidules dans des zones où l'interprétation des informations ne permet pas de différencier les crépidules des autres « substrats » possédant une réponse acoustique similaire.

La campagne de validation a été réalisée le 28 et 30 juillet 2009 à bord du Mélosira. Les 130 prélèvements qualitatifs ont été effectués à l'aide d'une petite benne van Veen permettant une manipulation rapide et aisée à la main sans grue ni mat de charge. Les coordonnées géographiques des points de prélèvements ont été déterminées sous ArcMap et celles réellement relevées sur le terrain ont été notées. Pour chaque coup de benne, une photo du contenu a été prise, de plus, la nature sédimentaire ainsi que la présence de crépidules ont été relevés.

## 2.3. Traitement des données d'imagerie :

### 2.3.1. CARAIBES © version 3.5

Le logiciel CARAIBES © (CARTographie Appliquée à l'Imagerie et la Bathymétrie des Sonars et sondeurs multifaisceaux) est l'outil qui a servi à traiter les données issues du sonar GeoSwath. Le traitement des données d'imagerie s'effectue en 6 étapes (ou modules) auxquelles s'ajoute le module d'importation. La réalisation de mosaïques d'images acoustiques pour chaque profil, renseignant sur la réflectivité du fond échantillonné, est l'étape finale de la chaîne de traitements. Chaque pixel est représenté en niveau de gris exprimé en décibels.

- Module TGEOS : Avant de commencer la chaîne de traitement des profils d'imagerie, il est nécessaire d'importer les données dans le logiciel CARAIBES © en y combinant les données de célérité afin d'effectuer, préalablement au traitement, les corrections des variations de célérité sur la colonne d'eau. Cette étape permet également d'extraire la navigation (format NVI).
- Module IMISOL : La chaîne de traitement pour l'imagerie débute par l'importation des données pour convertir les données brutes issues du sonar (format RDF) au format CARAIBES © (format IMO). Ces données sont ensuite visualisées et traitées, profil par profil.
- Module EDIHOP : La seconde étape du traitement est l'élimination manuellement des données manquantes situées sous le bateau (fig. 7)
- Module CORIRE : La chaîne se poursuit par la correction d'obliquité. En effet, les ondes émises par le sonar sont de plus en plus obliques au fur et à mesure qu'elles se rapprochent du bord extérieur du sonogramme. Ce phénomène engendre une déformation de l'image. (fig. 7)
- Module IMASOL-THALO-TREGHA : A l'affichage des sonogrammes, un halo foncé situé de part et d'autre de la ligne de navigation apparaît. En effet, une discontinuité des amplitudes du signal est visible lorsque l'angle d'émission de l'antenne du sonar tend vers 0°. Cette discontinuité est liée à la forme propre des antennes. La moyenne d'amplitude du signal 30 à 60° d'un des sonogrammes les plus homogènes, constitue le modèle qui sera appliqué à un certain nombre de sonogrammes.

- Module SPREMO-SREAMO-ANALIM : La dernière étape du traitement est la réalisation de mosaïques d'images acoustiques. L'ajustement manuel du contraste s'effectue après visualisation de la mosaïque finale.
- Module MOSASC : Enfin, ces mosaïques sont exportées afin de convertir les données IMO au format FLT (float : désignant des nombres réels), nécessaire pour les traitements complémentaires.

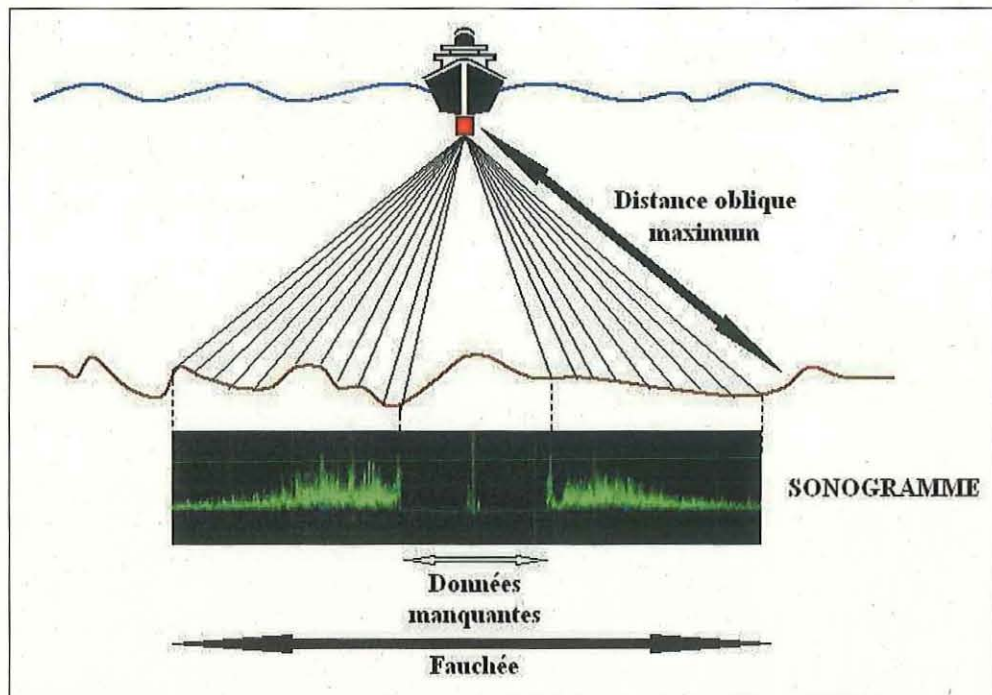


Figure 7 : Principe de fonctionnement d'imagerie acoustique : représentation des données manquantes à la verticale du sonar éliminées par le module EDIHOP de CARAIBES © et visualisation de la distance oblique maximum responsable de la correction d'obliquité avec CORIRE

### 2.3.2. Système d'information géographique

Le logiciel utilisé pour l'application SIG est ArcMap version 9.2. Cet outil informatique permet l'organisation et le traitement de données ainsi que la réalisation de cartes. Chacun des jeux de données (polygone, polyligne, maillage) appartient à des couches différentes. Les informations supplémentaires (nature du jeu de données, source, superficie) sont accessibles au niveau de la table attributaire.



Les données sortant de CARAIBES ©, constituées de nombres réels et d'en-têtes, sont importées dans ArcMap au format RASTER. Ce format correspondant à une image en niveau de gris ou chaque pixel possède une valeur en décibel et représente une surface sur le terrain similaire à un carré de 0.5 mètres de côté. Les mosaïques d'image acoustique sont géo-référencées, elles se superposent au plan de position du navire (trajet) dont les coordonnées géographiques sont exprimées en Lambert 93 (ellipsoïde : GRS 1980).

Les profils sont ainsi regroupés par zone d'échantillonnage afin d'améliorer l'interprétation.

## **2.4. Interprétation des données :**

Les mosaïques issues du sonar sont analysées dans le but de déterminer la présence ou non de crépidules dans le bassin de Marennes-Oléron.

Les nuances de gris des sonogrammes obtenus varient en fonction du type de fond. Afin d'améliorer l'interprétation et avec pour objectif d'établir un modèle de répartition préférentielle des crépidules, les profils d'imagerie sont confrontés à diverses variables :

### **Bathymétrie**

Le GPS différentiel est couplé au sonar GeoSwath pour l'acquisition des données bathymétriques, ces données sont relatives à la profondeur des fonds marins.

Leurs traitements s'effectuent sous CARAIBES © et les mosaïques obtenues sont importées dans ArcMap.

### **Nature des sédiments**

La Carte de Natures de fond – Partie sédimentaire des cartes G, 2003, réalisée par le SHOM, fournit des informations sur la nature des sédiments. Les données nécessaires à son élaboration sont issues de techniques acoustiques, de systèmes de prélèvements et de photographies aériennes.

### **RoxAnn**

Les informations provenant de l'écho sondeur Simrad E60 associé au logiciel RoxAnn, permettent d'actualiser les données concernant la nature des sédiments. Ce sondeur monofaisceau n'enregistre que les valeurs situées à la verticale du navire, il ne balaye pas la zone bâbord/tribord. Les données obtenues subissent alors un krigeage (méthode

d'interpolation spatiale) sous ISATIS (logiciel de géostatistique édité par Géovariances) afin de recouvrir l'ensemble de la zone étudiée.

### **Courantologie**

Les données relatives à la courantologie ont été utilisées pour l'interprétation des mosaïques. Elles sont issues du modèle hydrodynamique IFREMER Mars 2D. En baie de Marennes-Oléron, ces courants varient entre 0.2 m/s par coefficient 45 à près de 1m/s par coefficient 115.

De même, les informations provenant de la cartographie sonar du CREOCEAN, des zones de dragage de la Trézence, ainsi que les données cadastrales ostréicoles et mytilicoles, ont été indispensables pour la représentation des taches et tapis de crépidules 2008.

## **3. RESULTATS**

### **3.1. Résultats d'imagerie acoustique**

Après traitement sous CARAIBES © (fig. 8) et ArcMap, les taches et tapis présumés de crépidules sont cartographiés. Les tapis de crépidules correspondent au stade le plus avancé de la colonisation, en effet, la densité en compétiteur y est la plus importante. En imagerie acoustique, la présence de tapis de crépidules est visible par l'apparition de taches sombres homogènes (fig. 9). Les taches de crépidules sont représentées par des zones sombres, non homogènes, avec la présence de zones plus claires ( substrat visible). Certains bancs ne peuvent pas être classés dans ces deux catégories car la signature acoustique n'est pas satisfaisante ; ils correspondent aux zones notées « à vérifier ».

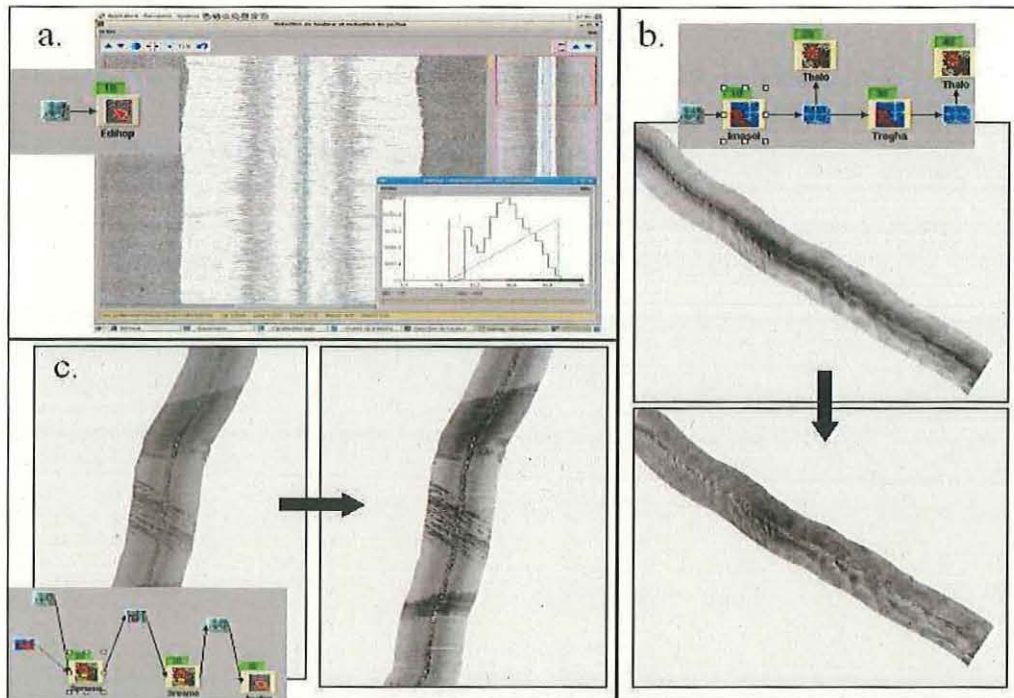


Figure 8: Traitements « imagerie acoustique » sous CARAIRES © : réduction manuelle de la hauteur (a), correction des diagrammes d'antenne (b), ajustement du contraste (c)

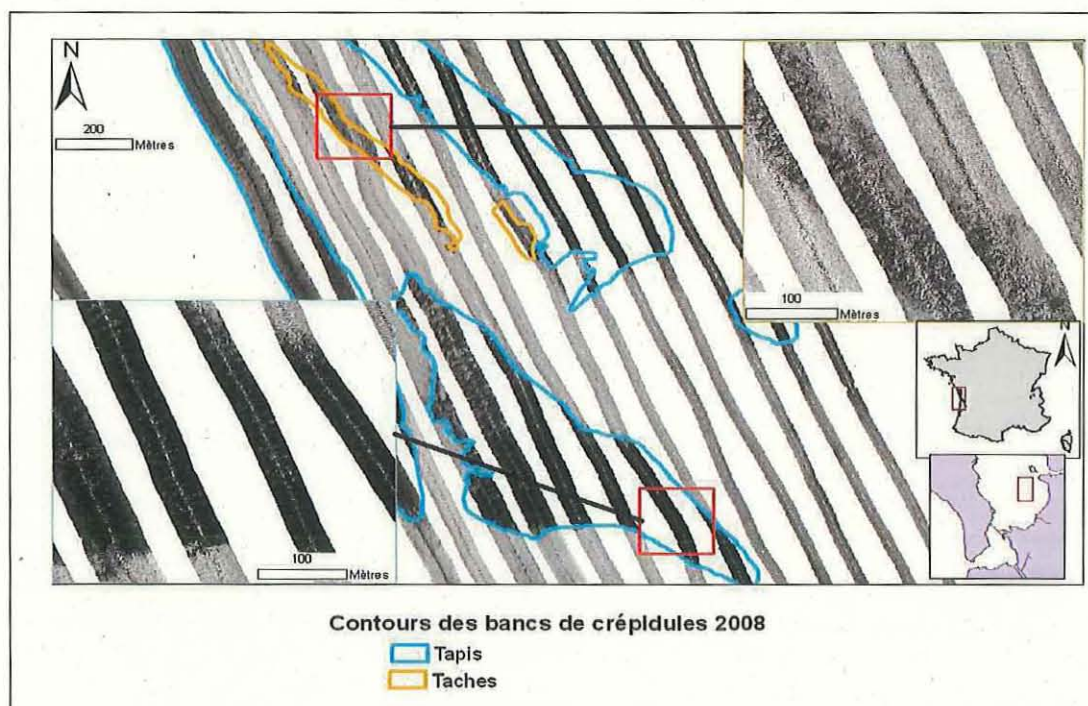


Figure 9 : Exemples de réponses acoustiques permettant de différencier taches et tapis de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron.(traitements sous ArcMap)

### 3.1.1. Localisation des bancs présumés de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron

Dans le nord du bassin, le repérage des bancs présumés de crépidules 2008 (Fig. 10) a été facilité par l'existence de la cartographie de 1995. L'interprétation des mosaïques d'imagerie acoustique révèle la présence de colonies au nord est et nord ouest du banc de Lamouroux, au niveau des bouchots de Boyard, le long du chenal de l'Estrée, dans la courante d'Oléron, le long du banc de d'Agnas sud, dans le secteur Merignac-Charret et le long du chenal de l'Ouest ( Juliard).

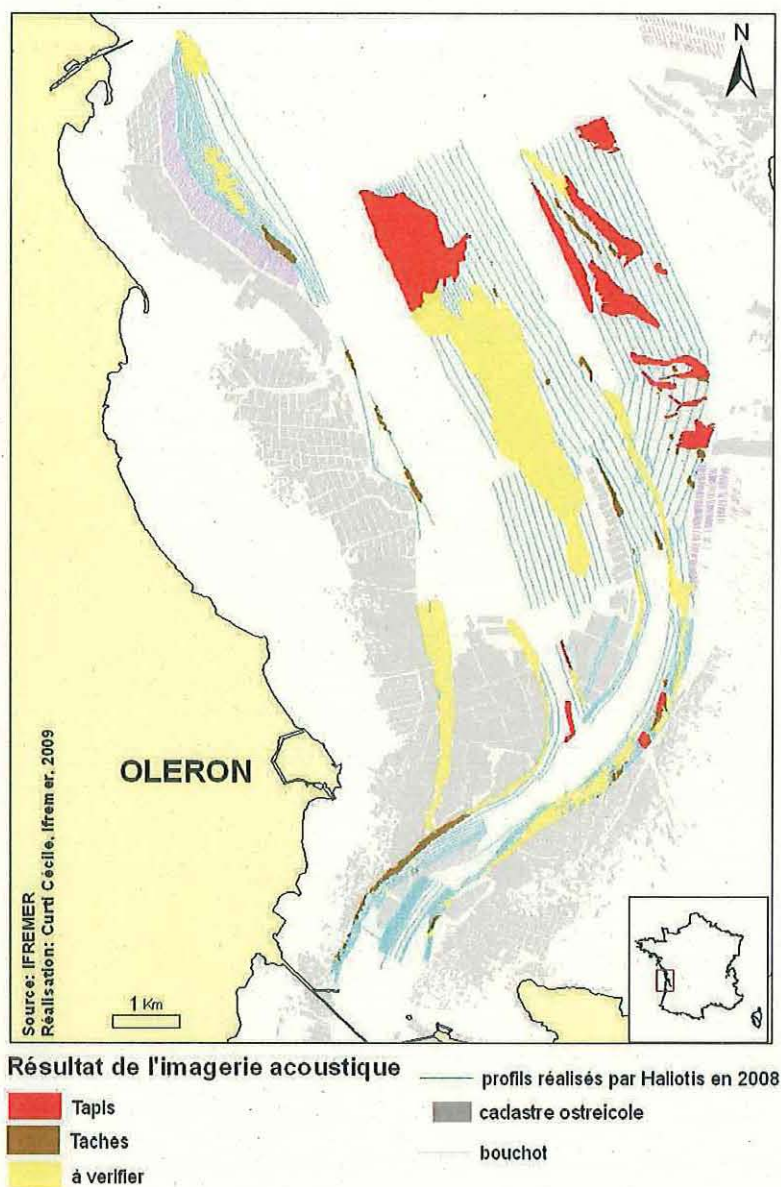


Figure 10 : Cartographie de localisation des bancs présumés de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron.

### 3.1.2. Localisation des bancs présumés de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron

Le repérage des bancs présumés de crépidules 2008 (fig. 11) s'est avérée plus complexe dans le sud de la baie de Marennes-Oléron étant donné qu'il n'existe aucune preuve cartographique de leur présence en 1995 (CREOCEAN, 1995). Cependant, l'analyse des sonogrammes 2008 suggère la présence de colonies de crépidules, notamment le long du banc des Galets et au nord du banc Goélette ( zones repérées en 1995 ). Des bancs seraient aussi identifiés dans la Seudre et le long des parcs ostréicoles de Ronce les Bains.

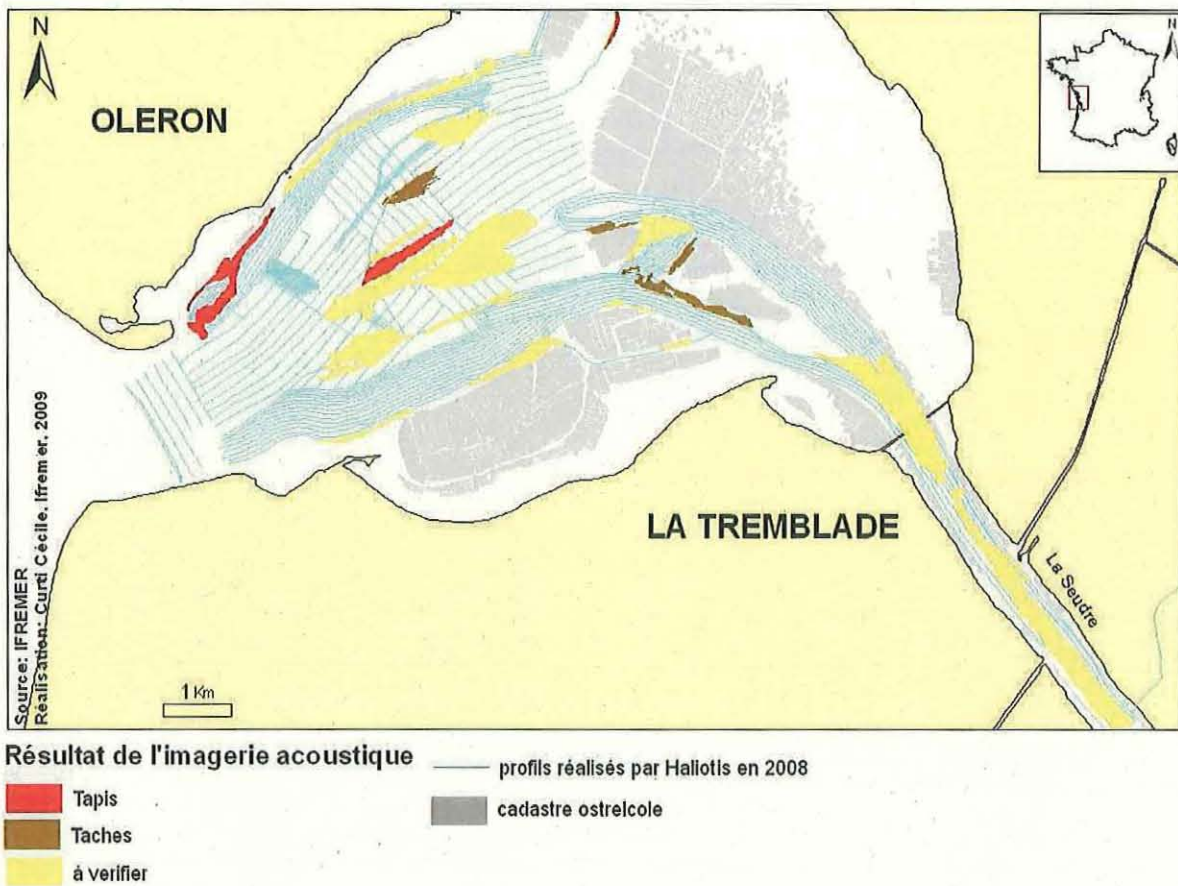


Figure 11 : Localisation des bancs présumés de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron

### 3.2. Résultats de la campagne de validation

#### 3.2.1. Validation des bancs présumés de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron

Dans le nord du bassin, 68 coups de bennes ont été réalisés au sein des taches et tapis déterminés par imagerie acoustique. Sur ces 68 prélèvements, 17 sont composés de crépidules vivantes, 10 des coquilles de crépidules (crépidules mortes) et 4 possèdent des crépidules vivantes et mortes. Les autres bennes sont composées de moules, huîtres, coquilles brisées, étoiles de mer, nasses, vers tubicoles et coques.(fig.12)

Exceptionnellement, des palourdes et des pétoncles ont été récoltés.

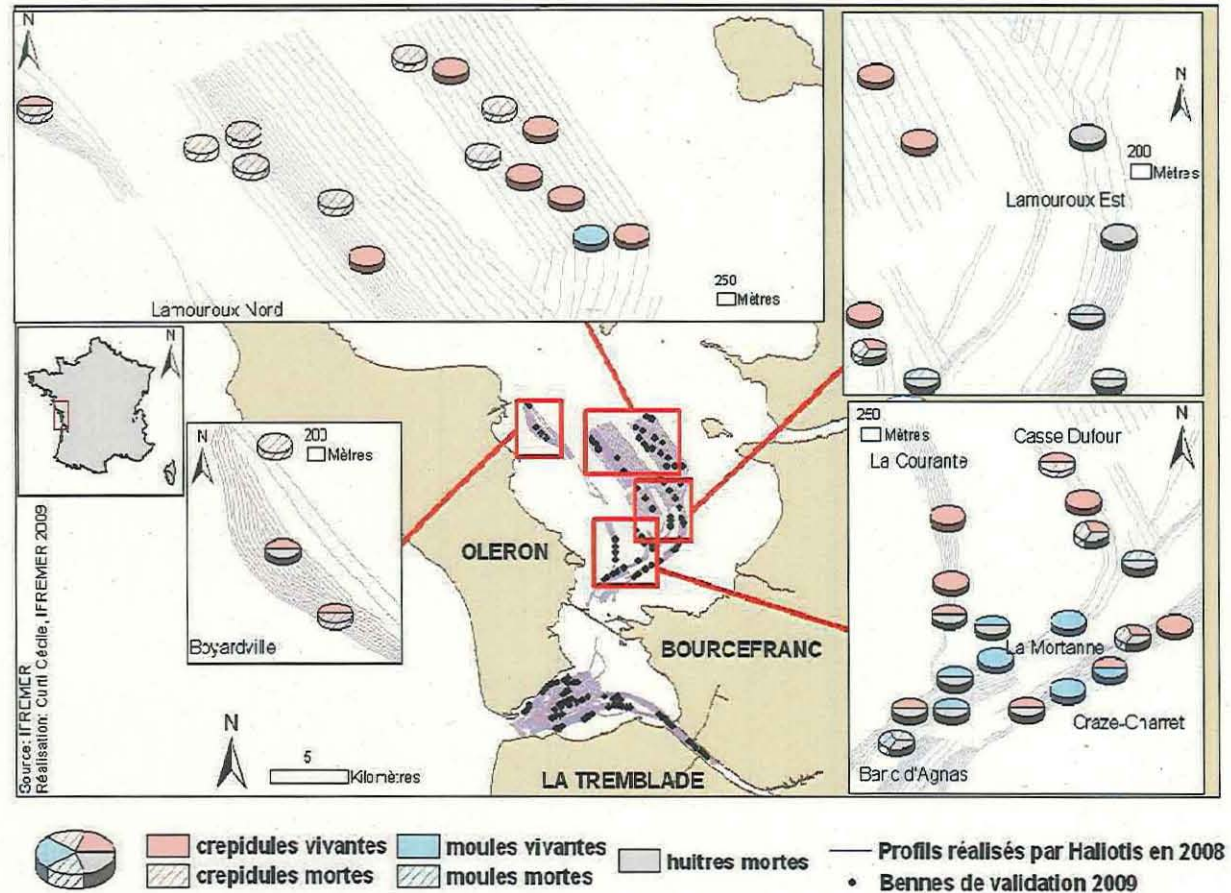


Figure.12 : Bennes de validation dans le nord du bassin de Marennes-Oléron

### 3.2.2. Validation des bancs présumés de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron

Dans le sud du bassin, 62 prélèvements à la benne van Veen ont été réalisés. Seulement 3 d'entre eux comportent des crépidules vivantes et 3 autres des crépidules mortes. La plupart des bennes du centre de cette zone et le long des parcs ostréicoles de Ronce les Bains contiennent des moules ainsi que des étoiles de mer. Au niveau de la Seudre, des coquilles brisées et des coquilles d'huître ont été récoltées.(fig. 13)

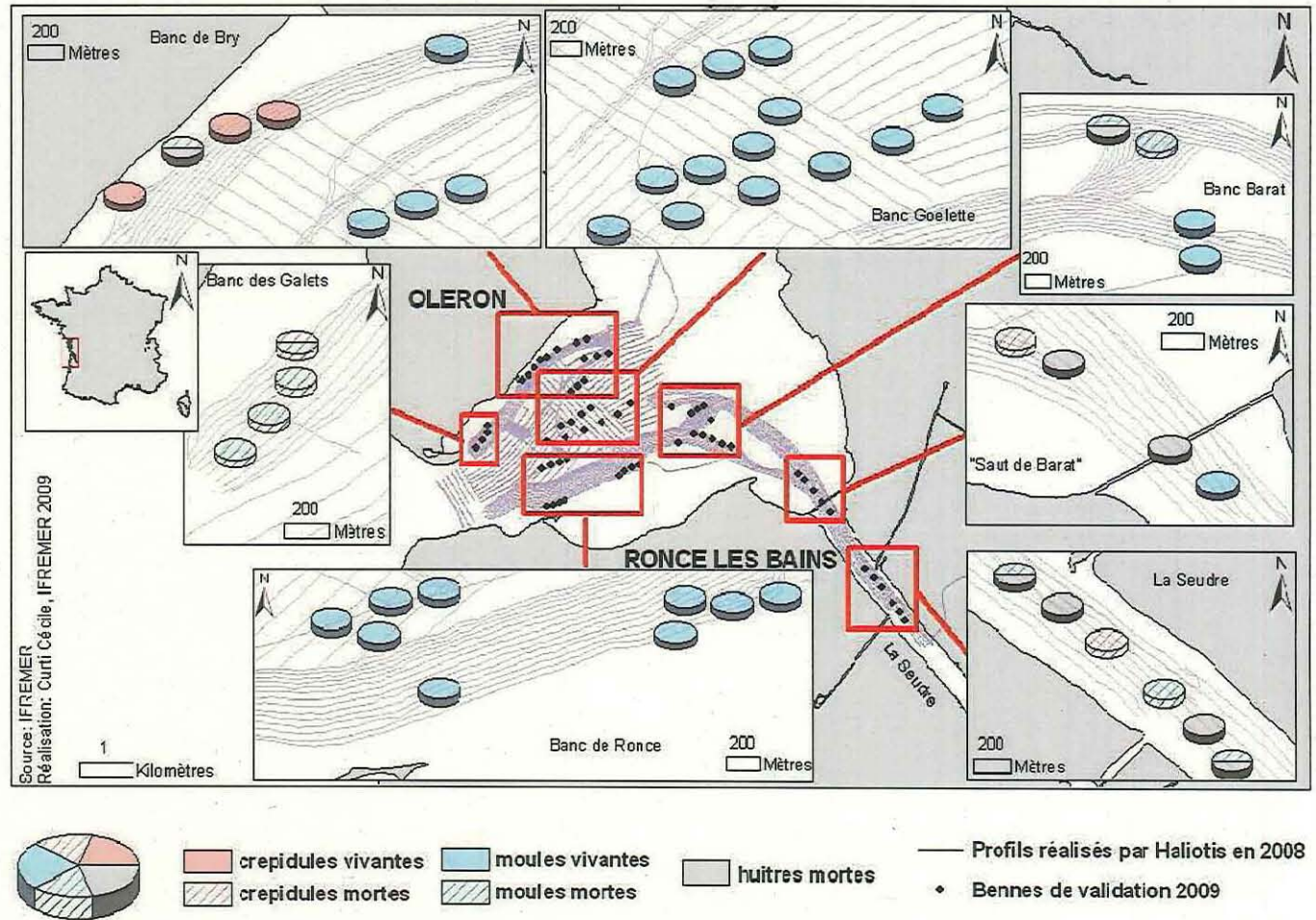


Figure.13 : Bennes de validation dans le sud du bassin de Marennes-Oléron

### 3.3. Résultats de la combinaison des données d'imagerie et de la campagne de validation

#### 3.3.1. Localisation des bancs de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron

La présence de crépidules a été confirmée pour les secteurs : nord ouest et nord est Lamouroux, au niveau des bouchots de boyard, le long de la courante d'Oléron, dans la partie ouest du chenal de l'Ouest (Juliar), au sud de Dagnas ainsi que dans la zone Craze-Charret.(fig. 14) Certaines taches au sein de ces zones n'ont pas été validées. Cependant, aucune crépidule n'a été prélevée au niveau du chenal de l'Estrée. Ce chenal fait partie des zones où CREOCEAN, en 1995, avait localisé des bancs de crépidules. De plus, le chenal de l'Estrée ne fait pas partie des zones qui ont été draguées par la Trézence.

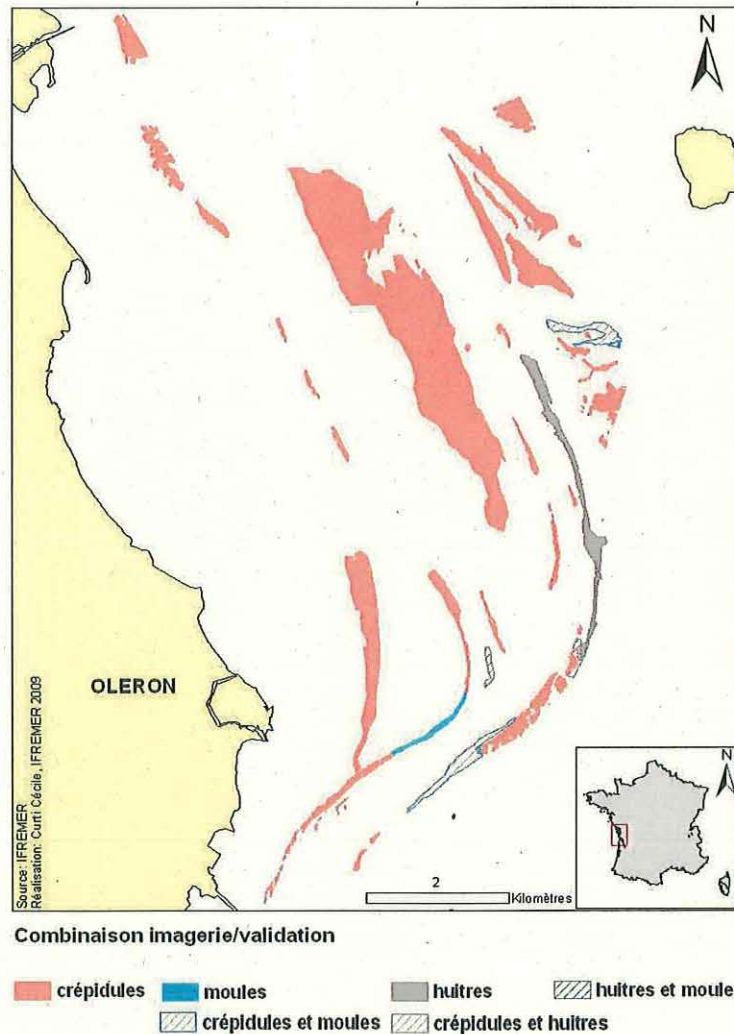


Figure.14 : Cartographie des bancs de crépidules dans le nord du bassin de Marennes-Oléron



### 3.3.2. Localisation des bancs de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron

La plupart des bancs de crépidules déterminés par imagerie acoustique dans le sud du bassin ont été invalidés lors de la campagne de prélèvements qualitatifs. Seule une partie du banc de Bry a été validée. Les contenus des bennes ont révélé la présence, en très grande quantité, de moules dans le sud du bassin.(fig. 15)

Ces résultats étaient prévisibles étant donné l'exposition de cette partie du bassin aux plus forts courants, défavorables à la fixation du compétiteur. De même, les études précédentes n'avaient répertorié la présence de crépidules qu'au niveau du banc des Galets et du banc Goélette.

La signature acoustique des coquilles de crépidules est donc similaire à celle des coquilles de moules. L'outil sonar à balayage latéral ne permet pas, dans cette étude, de différencier ces deux espèces.(fig. 16)

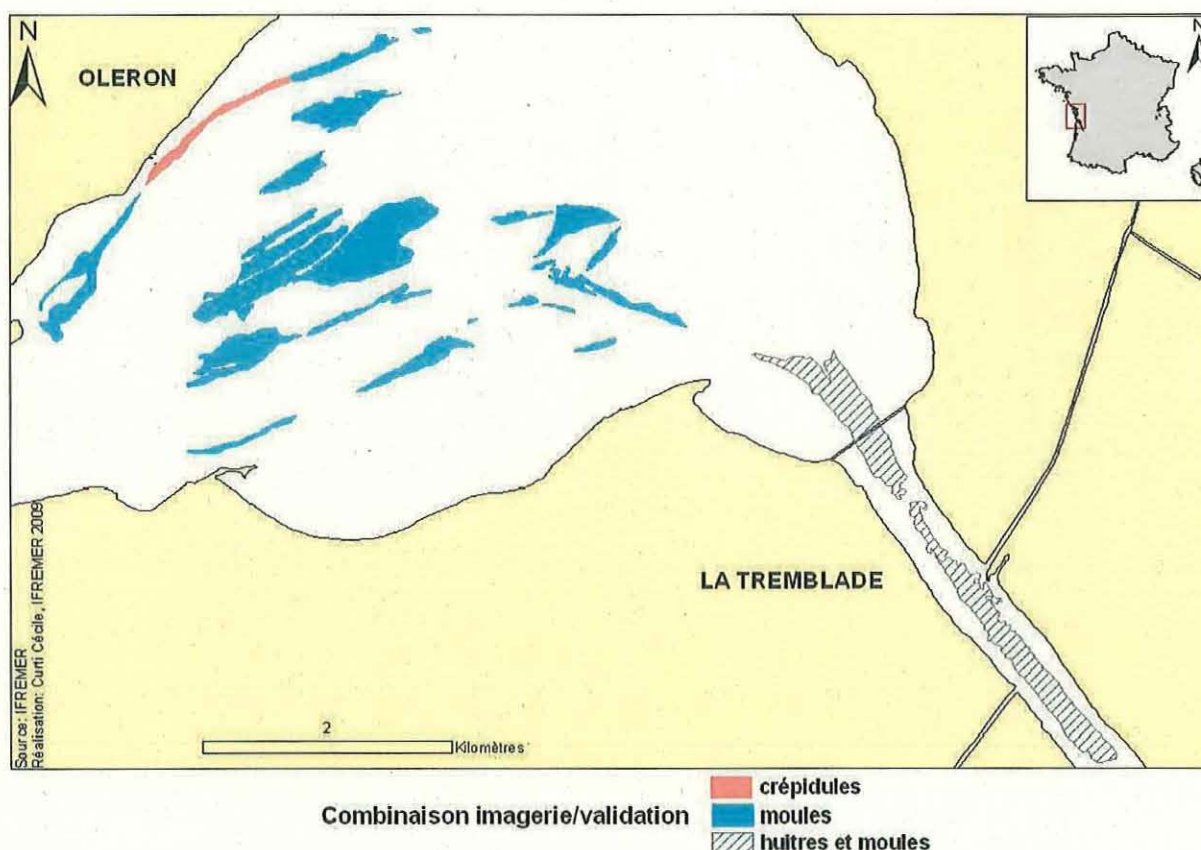


Figure.15 : Cartographie des bancs de crépidules dans le sud du bassin de Marennes-Oléron

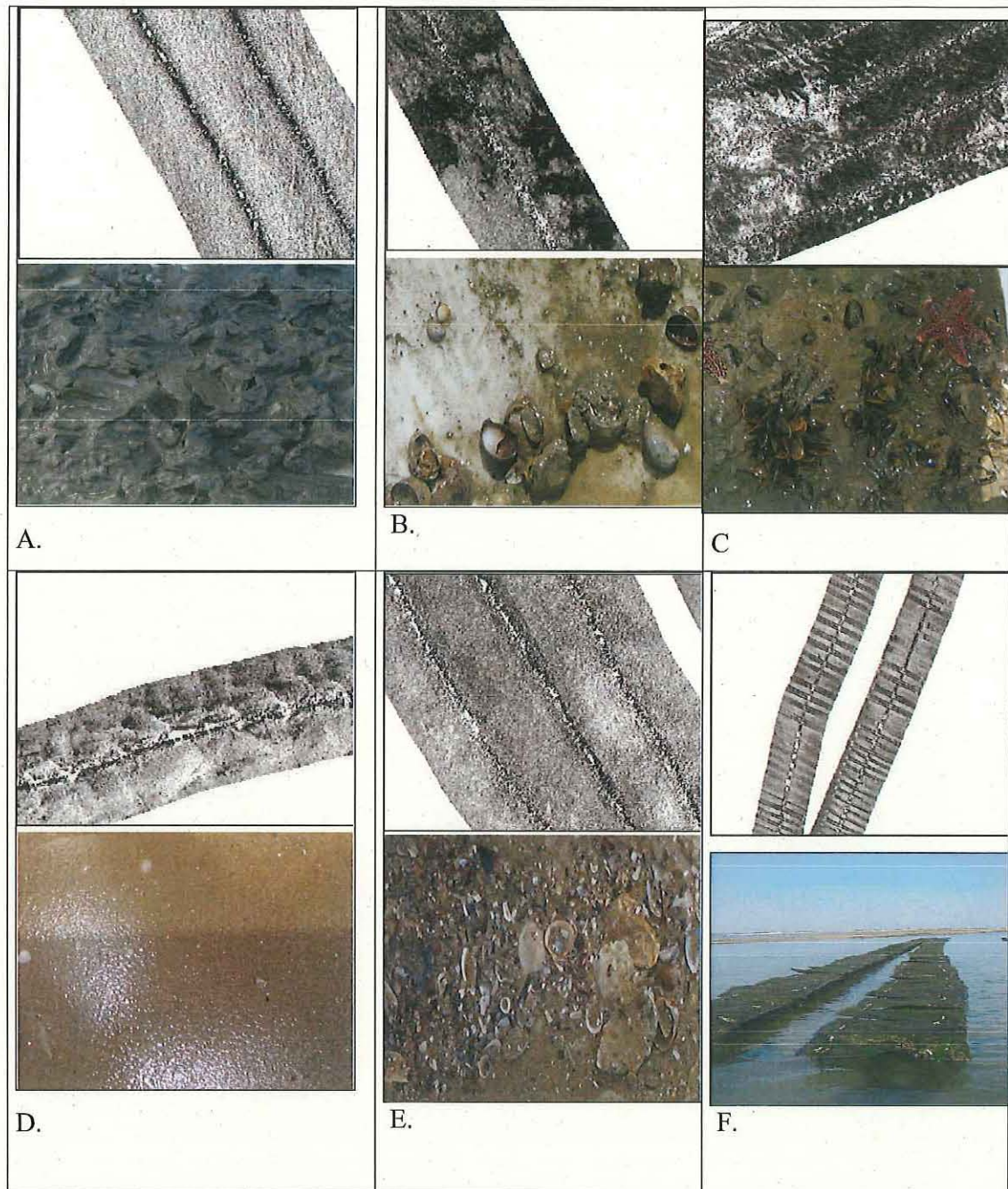


Figure 16 : Correspondance entre imagerie acoustique et prélèvements à la benne : vase (A) ; crépidules (B) ; moules (C) ; sable fin (D) ; débris coquilliers (E) . Les tables portant les poches à huîtres sont facilement discernables en imagerie (F) .

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Efficacité de la méthode

La méthode d'imagerie acoustique qui a servi dans la présente étude a été utilisée précédemment, en Bretagne, en baie de Saint-Brieuc (Hamon & Blanchard, 1994) et est utilisée depuis lors très communément en milieu côtier et littoral. L'utilisation du sonar à balayage latéral pour couvrir les petits fonds du bassin de Marennes-Oléron a été validée par l'étude de CREOCEAN en 1995. Cet outil de cartographie fournit des informations de nature qualitative qui doivent être cependant calibrées. La campagne Haliotis 2008 a couvert une surface d'environ 38 km<sup>2</sup>. L'analyse des sonogrammes a révélé la possible présence de crépidules sur une surface totale d'environ 10,4 km<sup>2</sup> soit 26,4% de la surface couverte par le sonar interférométrique. Les prélèvements à la benne van Veen (juillet 2009) ont permis de valider ces sonogrammes en terme de présence ou non de mollusque, en particulier en distinguant la crépidule et la moule des autres supports coquilliers. Sur la surface totale estimée par la couverture sonar, 7,3 km<sup>2</sup> sont réellement composés de crépidules, le reste, soit 3,1 km<sup>2</sup>, est composé de moules et d'huîtres. L'imagerie acoustique et la validation par prélèvements sont donc deux étapes complémentaires (Sauriau & Montaudouin, 1995).

Dans le nord du bassin, 68 prélèvements ont été réalisés et 31 contenaient des crépidules vivantes ou mortes soit environ 46%. Dans le sud, 62 prélèvements ont été réalisés et seulement 6 contenaient des crépidules vivantes ou mortes soit environ 10%. En comparant avec l'étendue des bancs de 1995, dont la plupart ont été validés (CREOCEAN, 1995) et les données relatives aux dragages de la Trézence, les résultats obtenus sont cohérents pour la plupart des secteurs. Cependant, certains bancs de crépidules n'ont pas été validés notamment celui de Ronces les Bains. Ce secteur fait pourtant partie des secteurs où la présence de crépidules a été signalée (Ph. Geairon, com. pers. 2009), lors de sorties à marée basse au sud du bassin. Ce banc a bien été répertorié par l'interprétation de la couverture sonar mais n'a pas été validé par les prélèvements qualitatifs. Ceci peut être expliqué par la méthode de prélèvements lors de la campagne de validation. En effet, la petite benne van Veen (10cm sur 20 cm) ne possède pas une capacité de prélèvements suffisante pour affirmer qu'il n'y a pas de crépidules dans ce secteur. Elle doit tomber à la verticale pour être réellement pleine et malgré les conditions météorologiques optimales lors de la campagne de prélèvements, la présence du courant a dévié la benne à plusieurs reprises. De plus, les crépidules rassemblées en taches ne facilitent pas les prélèvements car la probabilité de remonter des individus y est

plus faible qu'au sein des tapis. En effet, la benne a plus de chance de taper à côté et de ne remonter que du substrat.

La dernière opération, nécessaire pour compléter l'étude, est l'estimation des stocks par l'intermédiaire d'échantillonnages quantitatifs à la benne van Veen ou Smith McIntyre de 0,1 m<sup>2</sup> de surface unitaire. Les données récoltées permettront d'actualiser l'estimation des densités et des biomasses, pour une surface donnée, et de valider plus précisément la cartographie sonar. Cette campagne, qui aura lieu fin 2009 - début 2010, sera menée par P.G Sauriau (CNRS).

#### 4.2. Propagation des colonies

La colonisation du bassin de Marennes-Oléron s'explique non seulement par le fait que la crépidule a une préférence pour les fonds sablo vaseux (Blanchard, 1999), mais également grâce à la faible profondeur de la baie. En effet, la densité de crépidules est maximale pour les petits fonds, comme le montre Noël en 1995 dans son étude sur le Golfe Normano-Breton, avec une plus fortes concentrations de crépidules à l'intérieur de la ligne des 20 mètres. De plus, les crépidules s'installent préférentiellement dans des zones abritées, là où le courant est faible (Sauriau *et al.*, 1998). Leur propagation est donc facilitée par la présence d'un milieu favorable, où le transport naturel des larves pélagiques (Pechenik, 1984) s'effectue grâce au courant des marées et à la houle. Son mode de reproduction particulier ainsi que l'absence de prédateurs spécifiques augmentent les chances d'une colonisation rapide et efficace (Ehrold & Blanchard 1998).

L'addition de facteurs anthropiques favorise la dispersion des crépidules (Blanchard 1999) comme par exemple la pêche aux engins traînants, tels que les dragues et chaluts. En baie d'Arcachon, la propagation des colonies de crépidules est modeste par rapport aux baies de Marennes-Oléron, de Brest et de St Brieuc. Cette propagation limitée est liée à la mise en place d'une réglementation interdisant la pêche au chalut de fond dans la baie d'Arcachon. (Montaudouin *et al.*, 2001). De nombreuses traces de dragues sont visibles sur les sonogrammes et montrent l'importance de cette activité y compris dans le bassin de Marennes-Oléron. Cette technique de pêche, en plus de disperser les individus, creuse des sillons dans les fonds qui sont idéaux pour l'installation de nouvelles colonies (Hamon & Blanchard, 1994). Effectivement, l'hydrodynamisme y est plus faible. Les débris coquilliers, engendrés par l'action de ces dragues, sont propices à la colonisation des individus. De même,

il a été observé que la pêche aux pétoncles *Chlamys varia*, très active dans le nord du bassin de Marennes-Oléron et qui s'effectue par drague engendre une surdispersion des colonies de crépidules, les marins du bord profitant de la route vers le port d'attache pour trier leur pêche en rejetant par-dessus bord toutes les espèces non commercialisables. Cette action peut donc entraîner une dispersion à plus grande échelle (Sauriau *et al.*, 1998). Enfin, il ne peut être oublié que la forme et la surface de l'huître sont favorables à la fixation des juvéniles de la crépidule (Blanchard, 1999), le transfert de ces huîtres infestées pouvant favoriser la dispersion de cette dernière.

#### 4.3. Interprétation des données d'imagerie

La confrontation des mosaïques d'imagerie acoustique à diverses variables a permis le contournage des bancs de crépidules dans le bassin de Marennes-Oléron. Cette méthode d'interprétation doit servir à la réalisation d'un modèle de répartition préférentielle des crépidules, qui pourra être utilisé pour automatiser le contournage des bancs qui a été réalisé jusqu'à présent de façon manuelle.

Le travail d'interprétation réalisé dans la présente étude est basé sur la confrontation de données pouvant influencer la répartition des crépidules et sur des informations bibliographiques. Les informations relatives à la bathymétrie et à la courantologie permettent d'éliminer les hypothèses de présence de crépidules, respectivement dans les grands fonds et dans les secteurs à fort courant. ). L'installation de colonies au creux des mégarides de courant et des chenaux centraux est possible mais reste limitée par la mobilité du sable (Sauriau *et al.*, 1998). En baie de Marennes-Oléron, la crépidule se disperse sur tout type de sédiments (Sauriau *et al.*, 1998) : vase, sable et substrat rocheux. Les études précédentes révèlent une préférence particulière de la crépidule pour les fonds sablo-vaseux (Sauriau *et al.*, 1998, de Montaudouin & Sauriau 2000). L'analyse de la carte du SHOM sur la nature des sédiments et de ces informations bibliographiques permet d'éliminer des hypothèses de présence de crépidules. Ces données de nature du fond ont été actualisées lors de la campagne Haliotis 2008/2009. En effet, l'écho sondeur associé au logiciel de caractérisation des fonds « RoxAnn » fournit des données qui, après traitement sous Isatis, sont superposables aux mosaïques d'imagerie acoustique. Ces données se présentent sous la forme de deux variables E1 et E2 correspondant à la rugosité et à la dureté du fond. La superposition des données krigées de l'écho E1 avec les taches contournées à partir des mosaïques, révèle une nette correspondance. Le couplage imagerie/Roxann devrait permettre de réaliser la distinction

entre les moules et les crépidules. Cette piste sera intégrée dans le futur modèle de répartition préférentielle des crépidules. Les dernières informations qui ont servi à l'interprétation des données d'imagerie sont les trajets de la Trézence depuis l'année 2000. Les coordonnées géographiques des coups de drague, dans certains secteurs notamment à l'Est des bouchots de Boyardville, confirment l'hypothèse sur la présence de crépidule à cet endroit.

#### 4.4. Evolution des colonies

A Marennes-Oléron, l'extension des colonies de crépidules est connue pour être maximale dans le centre du bassin depuis d'Agnas jusqu'au nord de Lamouroux (Deslous-paoli, 1985 ; Sauriau *et al.*, 1998). L'interprétation des sonogrammes et du contenu des bennes de validation dans la baie de Marennes-Oléron en 2008 ont confirmé que le nord du bassin était colonisé par des bancs de crépidules. L'extension au nord du banc de Lamouroux est toujours d'actualité, de même que la présence de crépidules au niveau du banc d'Agnas, le long de la courante d'Oléron et au niveau de la zone Craze-Charret. Cependant, à proximité des bouchots de Boyardville, la colonisation a largement diminué. Cette observation s'explique par le passage à plusieurs reprises de la Trézence, bateau en charge du dragage des crépidules et du remembrement du cadastre conchylicole. Il ne reste que quelques taches en comparaison avec les données de 1995 qui affirmaient que ce secteur était largement colonisé. Ces actions de dragage ont donc une incidence sur l'évolution des colonies et sur la limitation de leur extension.

Depuis la cartographie sonar de 1995 (CREOCEAN, 1995), seules quelques populations de crépidules se sont implantées au sud de la baie de Marennes-Oléron. Cette observation est en accord avec l'étude précédente (Sauriau & Montaudouin, 1995), les crépidules sont présentes le long de l'île d'Oléron, au niveau du banc de Bry, mais la surface colonisée est faible. La colonisation du sud du bassin est en fait limitée par l'existence d'un hydrodynamisme plus fort que dans le nord générant par l'effet des houles d'Ouest des champs de dunes instables (Sauriau *et al.*, 1998). Les prélèvements à la benne ont montré que le centre de ce secteur est envahi par des moules sauvages. La présence de ces moules en grande quantité peut également entrer en jeu dans la limitation de l'extension des crépidules. En effet, l'étude de Thieltzes de 2005 montre qu'une compétition trophique entre les deux espèces ne peut pas être exclue. Cependant, les effets d'une telle compétition semblent avoir moins d'importance que ceux engendrés par le régime hydrodynamique du bassin.

#### 4.4.1. Conséquences de l'invasion

Du fait de son mode de vie et des caractéristiques de sa dynamique de population, l'accroissement démographique des populations de crépidules entraîne un recouvrement progressif des fonds par non seulement des apports coquilliers mais également des matériaux sédimentaires (Ehrhold *et al.*, 1998). La modification de la nature sédimentaire ainsi que l'exhaussement du fond lié à la production importante de biodépôts risque de modifier le régime hydraulique des fonds colonisés. Par exemple, en certains secteurs de la baie de Marennes-Oléron, sous les bancs de crépidules, un dépôt de vase d'une hauteur de 1 mètre à 1,5 mètres peut être observé. Cette perturbation peut probablement être à l'origine de la diminution des apports nutritifs, et indirectement, d'un rendement plus faible de la production ostréicole. Lorsque les apports nutritifs sont limités, l'huître et la crépidule entrent en compétition. Cette compétition s'installe au moment où la demande énergétique de l'huître est la plus importante, durant la préparation de la gamétogenèse (Decottignies *et al.*, 2006). Les bancs de crépidules sont plus importants au centre du bassin. Du fait de leur position bathymétrique inférieure et de leur situation en amont des élevages, les compétiteurs bénéficient d'un apport nutritif supérieur à celui des huîtres d'élevage. (Sauriau, 1988). L'accumulation des crépidules génère donc des nuisances vis à vis de l'activité économique première de la région. Elle occasionne également une gêne à la navigation, notamment au niveau des activités de dragage et chalutage pour la pêche aux engins traînants. Cependant, la colonisation des fonds par la crépidule, contrairement à ce que l'on pourrait penser, diversifie et enrichit localement la macrofaune benthique que ce soit pour l'endofaune comme montré en baie de Marennes-Oléron (de Montaudouin & Sauriau, 2000) ou de l'épifaune comme montré en baie de Saint-Brieuc (Blanchard & Hamon, 2006). Les populations d'épifaune sont composées de bryozoaires, ascidies, mollusques bivalves et de polychètes sédentaires. Des crustacés ainsi que des gastéropodes font partie de la faune vagile associée à la présence de crépidules. Au niveau du banc de Lamouroux, les populations de pétoncles sont associées à la présence de crépidules. Le dragage de nettoyage est donc interdit en raison de la pêche aux pétoncles dans ce secteur. C'est pourquoi les tapis et taches de crépidules sont toujours présents à Lamouroux depuis la dernière cartographie de 1995. La Trézence n'y passe pas et les populations sont en extension.

#### 4.4.2. Méthodes de limitation des stocks

L'éradication de la crépidule est aujourd'hui impossible (Soulas, 2001) étant donné l'importance de la surface colonisée et la vitesse de propagation de cette espèce, mais il est cependant nécessaire de limiter son extension. Dans la baie de Marennes depuis 1985, des campagnes de dragage de nettoyage sont réalisées par les pêcheurs professionnels notamment dans les secteurs les plus touchés (Charret, Juliar, Courante d'Oléron et Lamouroux). Par exemple, plus de 1500 tonnes de crépidules (vivantes et mortes y compris débris et galets) ont été draguées lors de la campagne de 1993, elles ont servi au pavage des chemins ostréicoles. Depuis 1999, la Trézence (bateau mis au service de la section régionale conchylicole par le Conseil Général) a pris le relais et traite chaque année des secteurs conchylicoles.

De nombreux autres moyens de limitation des stocks ont été tentés, mais aucun n'a été retenu. En 1995, le bateau Pierre Loti a été équipé pour « cuire » les crépidules à bord à 97° pendant deux minutes. (Blanchard 2008) Les individus étaient récoltés puis chargés dans une chaudière dont la capacité pouvait atteindre trente tonnes à l'heure. Les crépidules ainsi que leurs œufs étaient détruits puis rejetés en mer. Cette technique, dangereuse pour le milieu, a été abandonnée car les rejets engendreraient un apport de matière organique trop important. Leurs dégradations seraient responsables d'une diminution de la quantité d'O<sub>2</sub> dissous, d'une augmentation de la turbidité et feraient courir, de ce fait, un risque supplémentaire aux exploitations ostréicoles.

Des traitements chimiques se sont avérés efficaces, mais leur utilisation en milieu naturel est impossible. (Blanchard 2008)

En Bretagne, devant l'ampleur de la colonisation, des projets de valorisation de la crépidule ont été mis en place. Le projet Crepival, en 1993, consistait à séparer la chair de la coquille, la chair était utilisée pour l'alimentation animale et la coquille comme amendement calcaire. En 1998, le projet AREVAL (Association pour la Récolte et la Valorisation de la crépidule en Bretagne) prend la suite et vise à transformer les coquilles en poudre de carbonate de calcium, pour servir de complément alimentaire aux poules pondeuses (Blanchard, Hamon, 2006). La chair de crépidule est cependant comestible. Au Chili, l'espèce *Crepidula dilatata*, espèce proche de *Crepidula fornicata*, est consommée par les populations rurales côtières (Bahamondes-Rojas 2004). Des recettes à base de crépidules crues ou poêlées sont facilement trouvables sur internet. Des restaurants l'inscrivent même à leur carte malgré la mauvaise image de ce gastéropode.



## 5. CONCLUSION

L'utilisation du sonar à balayage latéral pour cartographier les bancs de crépidules dans la baie de Marennes-Oléron a déjà prouvé son efficacité dans l'étude menée par CREOCEAN (CREOCEAN, 1995). Cependant, la distinction entre des fonds à crépidules et des fonds composés de moules, huîtres ou débris coquilliers n'est pas évidente en raison de leurs signatures acoustiques proches. Cette difficulté est résolue lors d'étape de calibration des images, par la réalisation de prélèvements qualitatifs ponctuels au sein des bancs présumés.

Vis-à-vis de la cartographie de 1995, l'extension des populations de crépidules persiste dans le nord du bassin de Marennes-Oléron, notamment dans les secteurs nord Lamouroux, banc d'Agas, Courante d'Oléron et banc de Craze-Charret. Dans le sud du bassin, les colonies de crépidules sont faiblement représentées et très localisées sur le banc de Bry. Aucune extension de l'aire de répartition des bancs n'est observée en 2008.

L'éradication de la crépidule n'est pas possible dans l'état actuel, mais la limitation de son extension est nécessaire afin de répondre aux préoccupations des professionnels de la pêche et de la conchyliculture. Les campagnes de dragage de la Trézence menées depuis 1999 prouvent leur efficacité au nord de la baie. La faible présence de crépidules en 2008 dans le secteur des bouchots de Boyard est à mettre en relation directe avec les actions de nettoyage. Il est donc logique de poursuivre ces travaux de dragages et d'éventuellement de les orienter sur des secteurs en extension ou nouvellement colonisés. Le partage des connaissances entre les différents acteurs (Service Mer du Conseil Général, IFREMER, Section Régionale Conchylicole) doit être maintenu afin de promouvoir une réelle expertise sur l'efficacité des campagnes de nettoyage.

Une seconde campagne d'acquisition à bord de l'Haliotis, réalisée du 20 juillet au 9 août 2009, a permis de compléter les profils acquis à l'automne 2008. Le traitement des données permettra d'élargir la couverture sonar du bassin de Marennes-Oléron et de l'étendre, entre autre, autour de l'île d'Aix. Ce secteur fait partie des zones prospectées en 1995, il ne fait pas l'objet de campagne d'éradication (Sauriau, Montaudouin, 1995) malgré le recensement de populations de crépidules.

Le secteur du Pertuis Breton fait également partie de la campagne Haliotis 2008/2009. La réalisation d'un modèle de répartition préférentielle des crépidules, basé sur les

informations acquises dans le bassin de Marennes-Oléron, permettrait d'automatiser le travail manuel de contourage des bancs. Ce modèle est en cours de réalisation, il sera basé sur la combinaison de plusieurs variables entrant en jeu dans la répartition des crépidules. Les bennes de validations serviront de base à la création de ce modèle. A chaque point sera attribué une valeur d'intensité de pixel issue de l'imagerie, une profondeur provenant des données bathymétriques, une vitesse de courant ainsi que les données issues du sondeur Roxann (E1 et E2).

Il n'existe aucune information relative aux tonnages de crépidules dans la baie depuis les études de 1995. La réalisation de la cartographie des bancs de crépidules dans le bassin de Marennes-Oléron est l'étude préliminaire pour orienter la campagne d'acquisition de données quantitatives. Ces informations permettront d'actualiser les estimations de densités et biomasses de 1995 (Sauriau, Montaudouin, 1995) et in fine de statuer de l'influence des stocks de la crépidule sur les performances de croissance des huîtres à travers l'utilisation de la modélisation des transferts trophiques dans la baie de Marennes-Oléron.

### **Remerciements**

Cette action de recherche s'inscrit dans le Contrat de Projets Etat – Région Poitou-Charentes en partenariat avec le Conseil Général 17 et la Section Régionale Conchylicole Poitou-Charentes.

Je tiens à remercier Olivier Le Moine et Pierre-Guy Sauriau pour l'aide qu'ils m'ont apporté tout au long de mon stage, ainsi que Philippe Geairon pour avoir réglé un certain nombre de problèmes informatiques en lien avec Caraïbes et ArcMap.

Je remercie également l'équipage de l'Haliotis ainsi que Stéphane Robert, Jean-Luc Seugnet, Ismaël Bernard et Juliette Gaillard pour leur contribution lors de la campagne de validation à bord du Mélosira. Merci à Francis Bedis de nous avoir fourni les informations relatives aux trajets de la Trézence (SRC – CG17)

Je remercie enfin tous les membres du LER/PC pour m'avoir accueilli dans leur équipe.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bahamondes-Rojas I (2004) Valorisation des Crépidules. Rapport Dossier 16p
- Blanchard M (1997) Spread of the slipper limpet *Crepidula fornicata* (L. 1758) in Europe. Current state and consequences. *Scientia Marina* (Barcelona), 61(Supl. 2), 109-118.
- Blanchard M (1999) Répartition et évaluation du stock de la crépidule (*Crepidula fornicata*), entre le cap Fréhel et le Mont Saint-Michel (Manche Ouest) RST.DEL/99.05/Brest
- Blanchard M & Ehrhold A (1999) Cartographie et évaluation du stock de crépidule (*Crepidula fornicata* L.) en baie du Mont Saint-Michel. *Haliotis*, 28, 11-20.
- Blanchard M & Hamon D (2006) Bilan du suivi de l'exploitation industrielle de la crépidule en Bretagne Nord (baies de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel) 2002-2005 Rapport de fin de contrat AREVAL/IFREMER Dossier 43 p.
- Blanchard M (2008)  
[http://wwz.ifremer.fr/envlit/documents/dossiers/la\\_crepidule/version\\_francaise/qui\\_suis\\_je/crepidula\\_fornicata](http://wwz.ifremer.fr/envlit/documents/dossiers/la_crepidule/version_francaise/qui_suis_je/crepidula_fornicata) (Juillet 2009)
- CREOCEAN (1995) Cartographie des colonies de crépidules (*Crepidula fornicata*) dans le bassin de Marennes-Oléron. Rapport CREOCEAN-IFREMER, Dossier 42142 : 23p. + 4 cartes
- Decottignies P Beninger P-G Rincé Y & Riera P (2006) Trophic interactions between two introduced suspension-feeders, *Crepidula fornicata* and *Crassostrea gigas*, are influenced by seasonal effects and qualitative selection capacity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342, 231-241.
- Deslous-Paoli J-M (1985) *Crepidula fornicata* L. (gastéropode) dans le bassin de Marennes-Oléron: structure, dynamique et production d'une population. *Oceanologica Acta* 8 (4), 453-460.
- Deslous-Paoli J-M & Héral M (1985) *Crepidula fornicata* L. (Gastéropode, Calyptraeidae) dans le bassin de Marennes-Oléron : composition et valeur énergétique des individus et des pontes *Oceanologica Acta* 9 (3), 305-311.
- Deslous-Paoli J-M & Massé H (1982) Répartition géographique et structure de population de *Crepidula fornicata* Linné dans le bassin de Marennes-Oléron en 1981 et 1982. ICES Council Meeting Papers, 1982/F: 25 Mariculture Committee, 9 pp.
- Ehrhold A Blanchard M Auffret J-P & Garlan, T (1998) Conséquences de la prolifération de la crépidule (*Crepidula fornicata*) sur l'évolution sédimentaire de la baie du Mont-Saint-Michel (Manche, France). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences de Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences*, 327, 583-588.
- Gouletquer P Bachelet G Sauriau P-G. & Noël P (2002) Open Atlantic coast of Europe - a century of introduced species into French waters. In *Invasive aquatic species of*

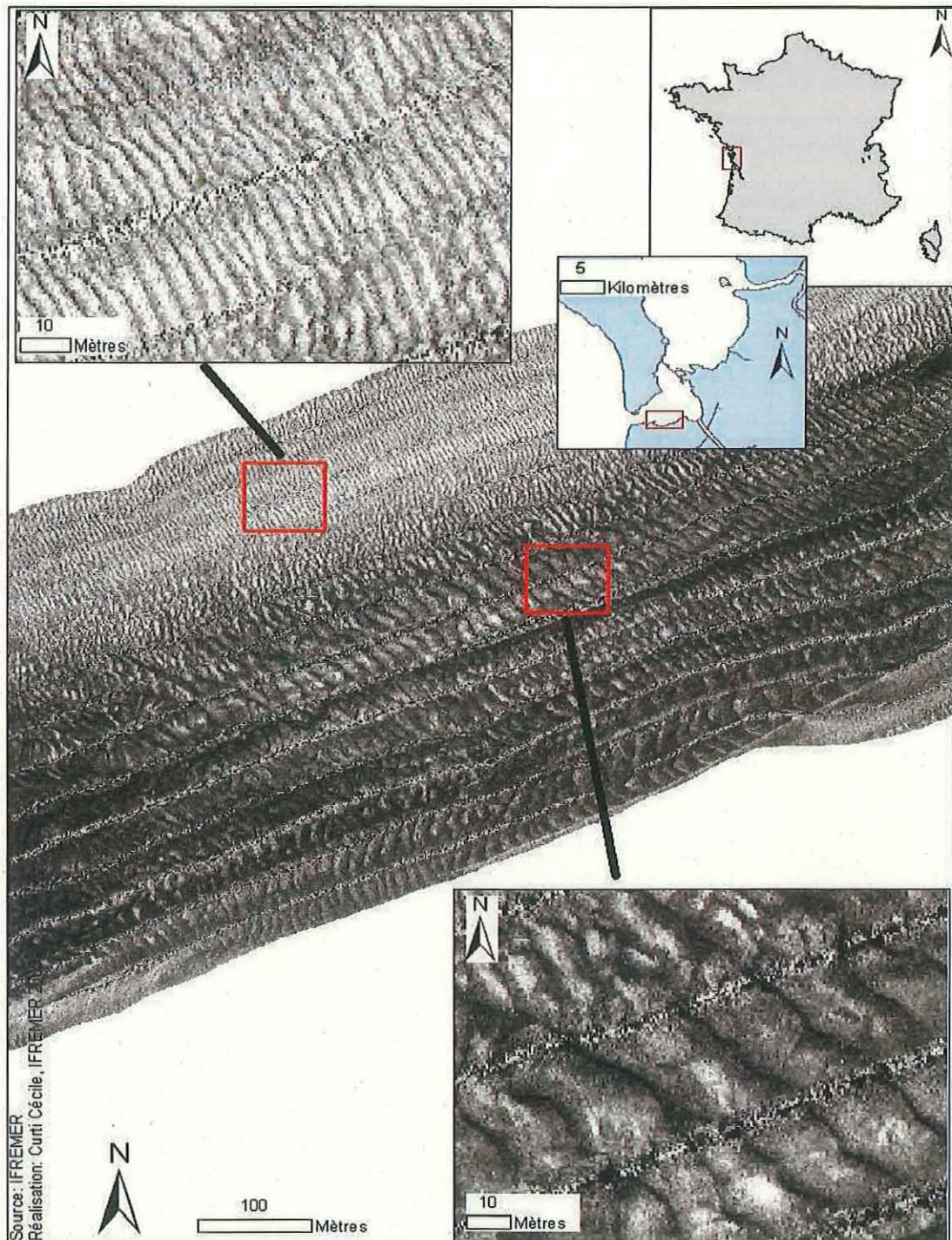
*Europe. Distribution, impacts and management*, (eds. E. Leppäkoski, S. Gollasch and S. Olenin), pp. 276-290. Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers

- Gouletquer P & Le Moine O (2002). Shellfish farming and Coastal Zone Management (CZM) development in the Marennes-Oleron (Bay and Charentais Sounds (Charente Maritime, France): A review of recent developments. *Aquaculture International* 10 (6), 507-525.
- Grizel H & Héral M (1991) Introduction into France of the Japanese oyster. *ICES Journal of Marine Science* 47 (9), 399-403
- Hamon D & Blanchard M (1994) Etat de la prolifération de la crépidule en baie de St Briec. Rapport IFREMER del 94.14, 29p+ annexes.
- Héral M Bacher C & Deslous-Paoli J-M (1989) La capacité biotique des bassins ostréicoles. In Troadec J.-P. (Ed.) *L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable*. Ifremer Plouzané, 225-259.
- Montaudouin X & Sauriau P-G (1999). The proliferating Gastropoda *Crepidula fornicata* may stimulate macrozoobenthic diversity. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79: 1069-1077.
- Montaudouin X Labarraque D Giraud K & Bachelet G (2001) Why does the introduced gastropod *Crepidula fornicata* fail to invade Arcachon Bay (France)? *Journal of the Marine Biological Association* 81, 97-104.
- Noel P Blanchard M & Berthou P (1995) Cartographie et évaluation des principaux mollusques filtreurs du Golfe Normano-Breton. Rapport Interne DEL/95.11 et Rapport du laboratoire côtier DRV/RH Brest, 61p
- Pechenik J-A (1984) The relationships between temperature, growth rate, and duration of planktonic life for larvae of the gastropod *Crepidula fornicata* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 14, pp. 241-257
- Prou J & Gouletquer P (2002) The French mussel industry: present status and perspectives. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 102 (3), 17-23.
- Sauriau P-G Pichocki-Seyfried C Walker P de Montaudouin X Palud C & Héral (1998). *Crepidula fornicata* (mollusque, gastéropode) en baie de Marennes-Oléron: cartographie des fonds par sonar à balayage latéral et estimation du stock. *Oceanologica Acta* 21 (2), 353-362.
- Sauriau P-G (1987) Les mollusques non cultivés du bassin de Marennes-Oléron. Quantification et répartition géographique des stocks. *Haliotis* 16, 527-541.
- Sauriau P-G & de Montaudouin X (1995) La crépidule (*Crepidula fornicata*) dans le bassin de Marennes-Oléron et la presqu'île de Fouras : cartographie et estimation des stocks. Rapport CNRS-IFREMER, Dossier 32p. + annexes

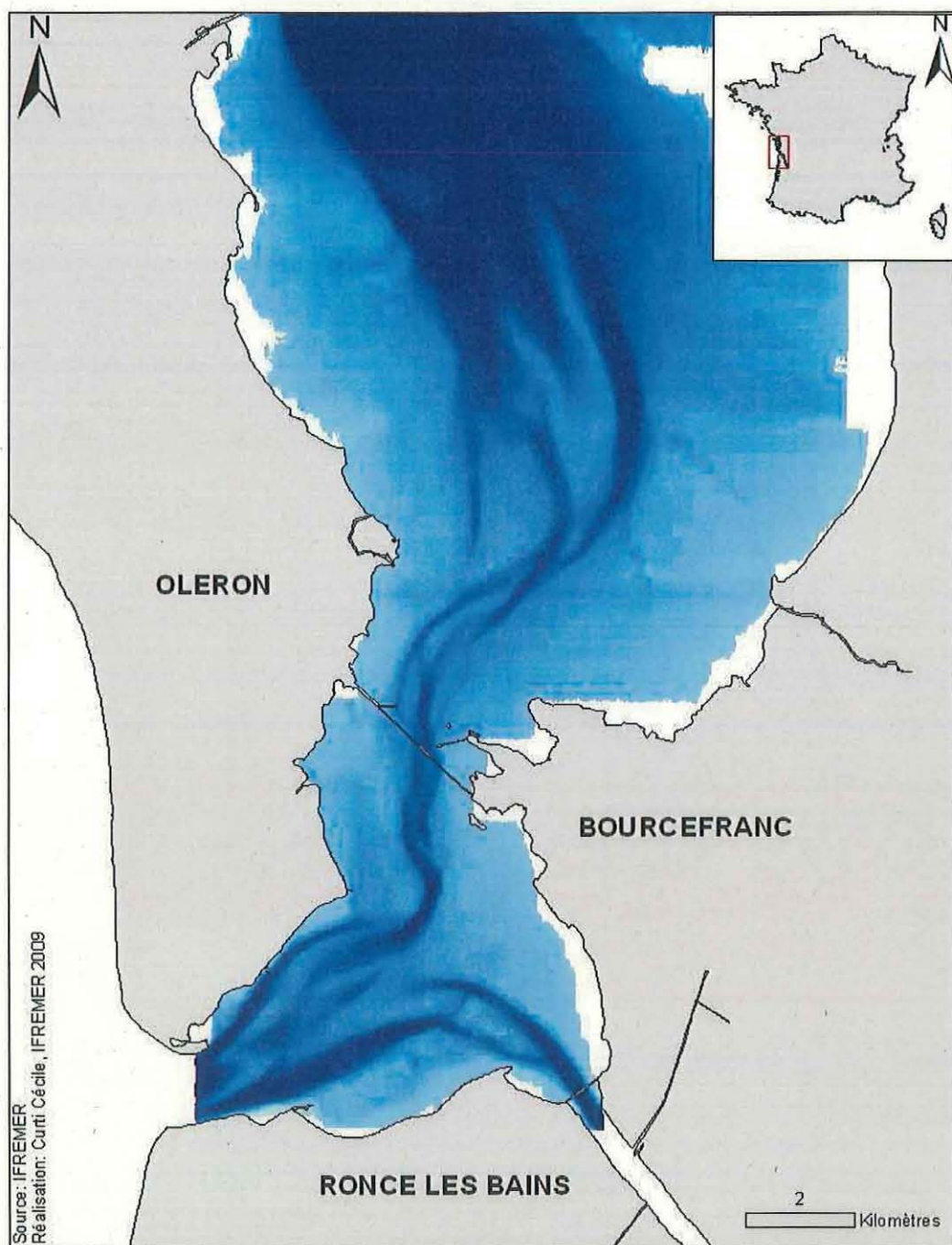
Soulas M., Blanchard M., Hamon D., Halary C., (2001). Projet d'exploitation de la crépidule en Bretagne Nord en vue de la restauration des fonds colonisés. Restauration des écosystèmes côtiers, DREVES LK., CHAUSSEPIED M. edit., Ifremer publ., Brest : 230-242.

Thieltges D-W (2005) Impact of an invader: epizootic American slipper limpet *Crepidula fornicata* reduces survival and growth in European mussels. Marine Ecology Progress Series Vol. 286: 13–19.

## ANNEXES



**ANNEXE 1: Mosaïque d'imagerie acoustique dans le sud du bassin de Marennes-Oléron : la signature acoustique est différente entre les petites et les grandes rides sous-marines. (traitement sous ArcMap)**

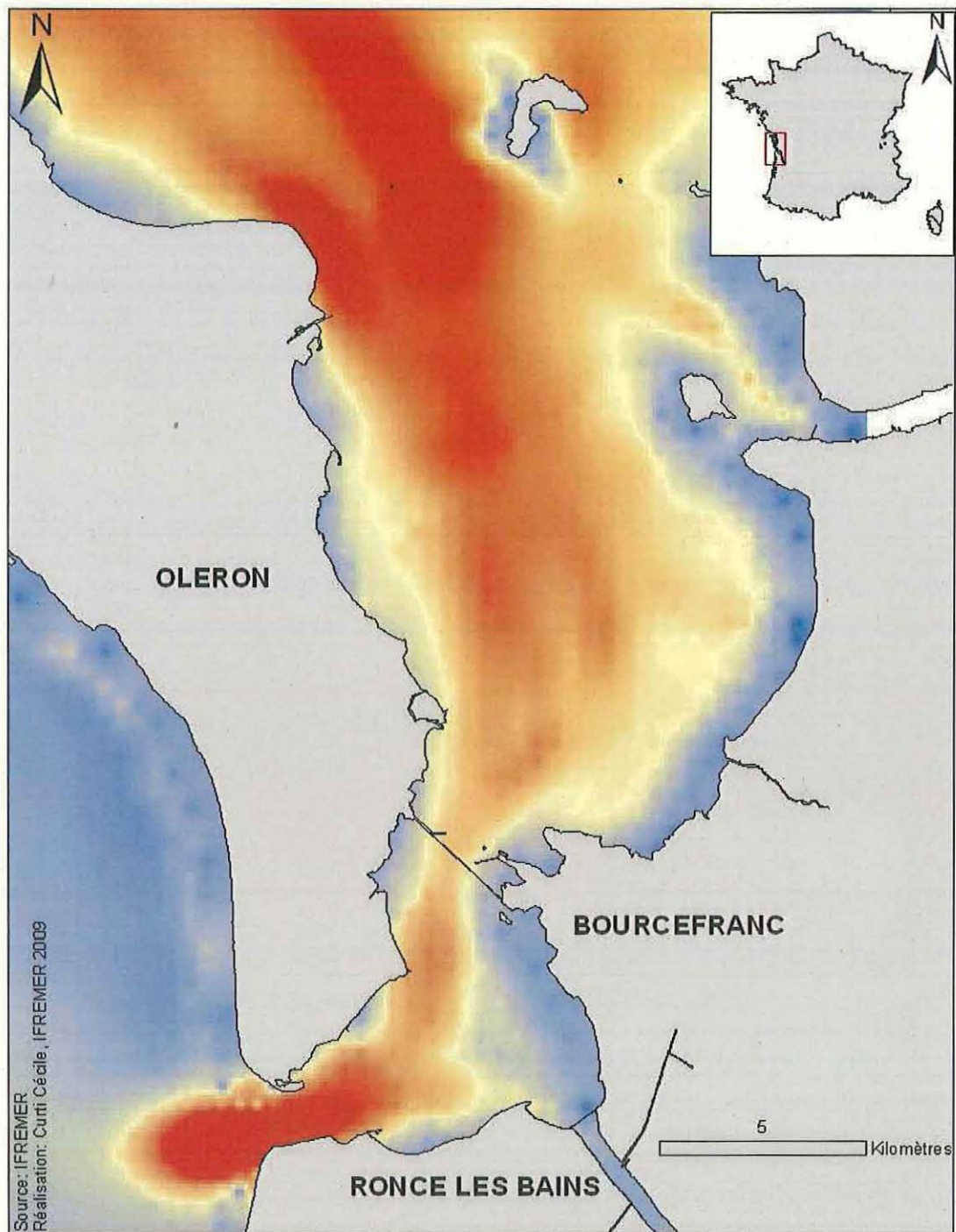


**Bathymétrie**



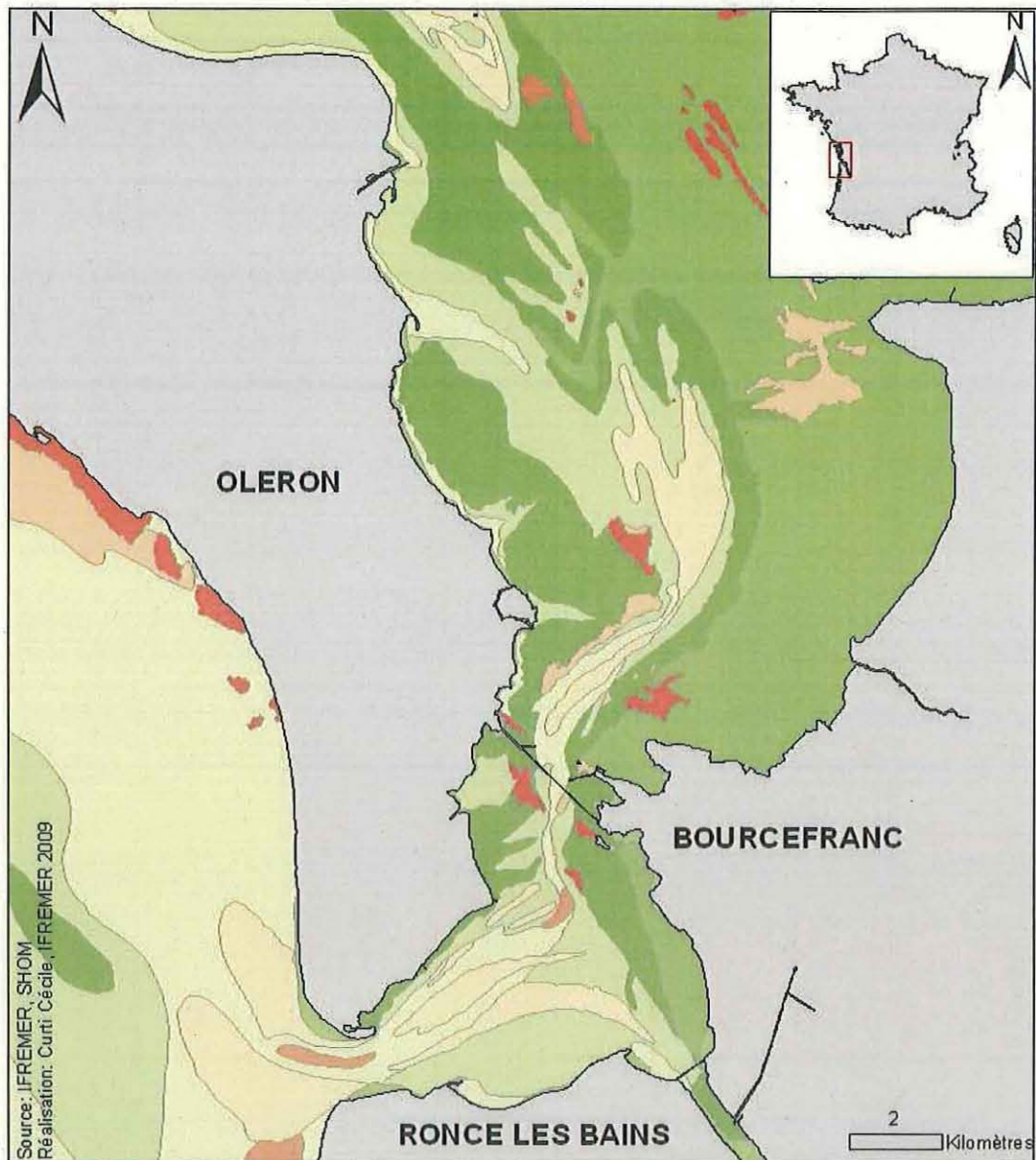
**ANNEXE 2 : Bathymétrie dans le bassin de Marennes-Oléron**

Cartographie des bancs de crépidules dans le bassin de Marennes-Oléron















ANNEXE 3 : Représentation des courants maximaux dans le bassin de Marennes-Oléron

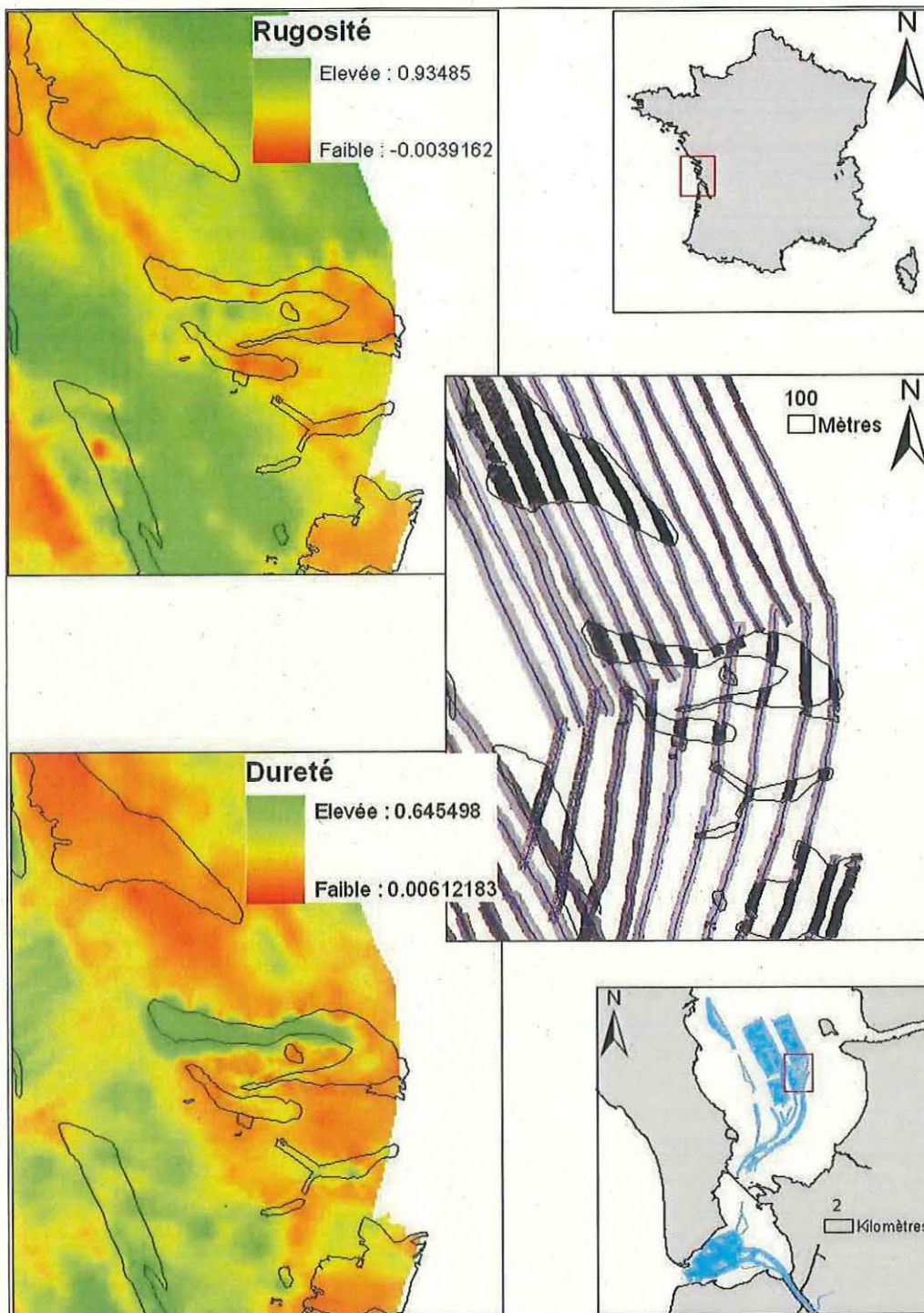




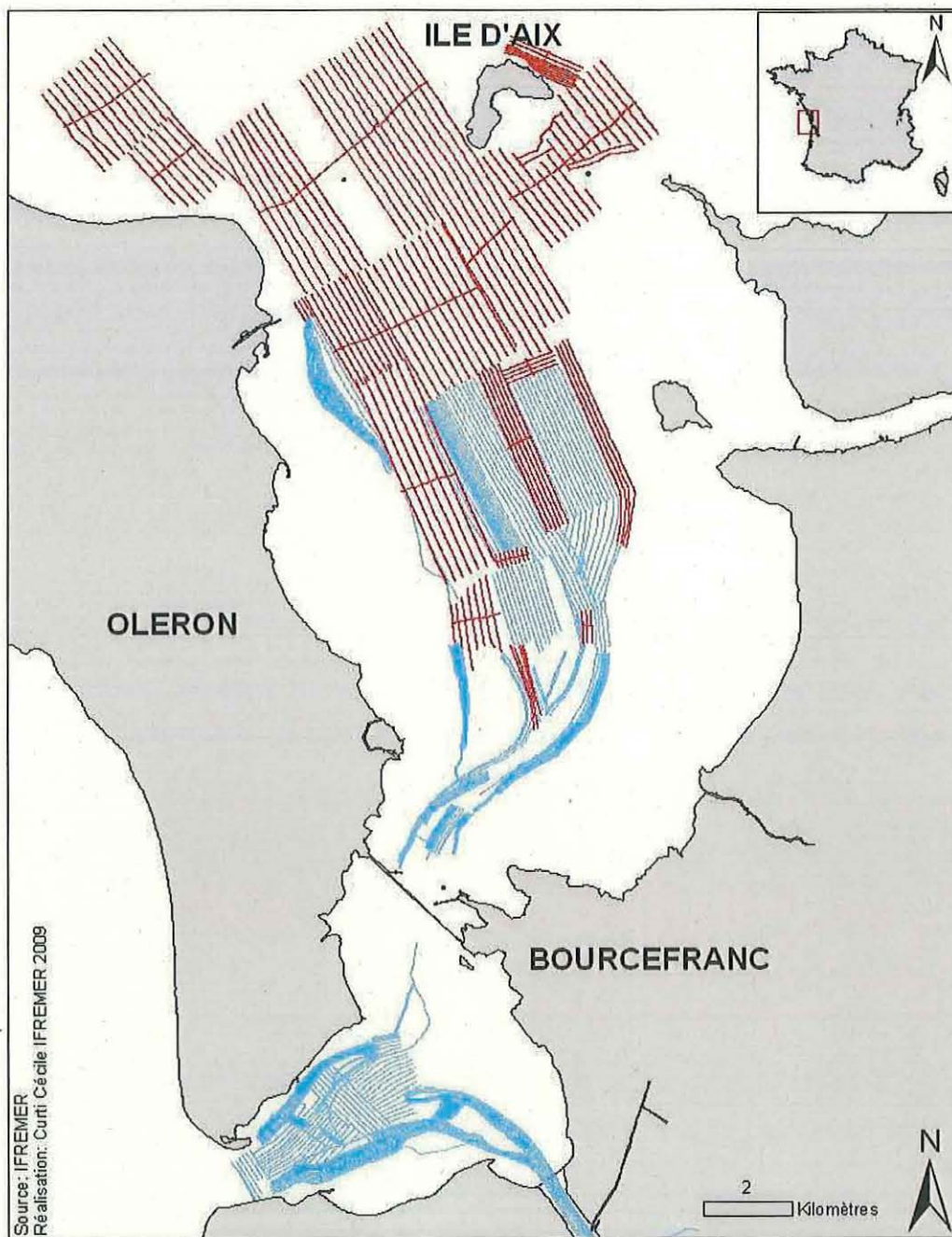
**Nature des sédiments**

- |   |                                       |   |                            |
|---|---------------------------------------|---|----------------------------|
|  | côtes rocheuses                       |  | sables dunaires calcaires  |
|  | graviers envasés calcaires            |  | sables fins                |
|  | graviers propres calcaires            |  | sables fins envasés        |
|  | graviers sableux hétérogènes          |  | sables grossiers calcaires |
|  | roches tertiaires (souvent calcaires) |  | terre                      |
|   |                                       |  | vases                      |
|   |                                       |  | vases sableuses            |

**ANNEXE 4 : Cartographie de la nature des sédiments dans le bassin de Marennes-Oléron.**



**ANNEXE 5 : Correspondance entre les données krigées du sondeur de sédiments Roxann embarqué à bord de l'Haliotis et les données d'imagerie acoustique.**

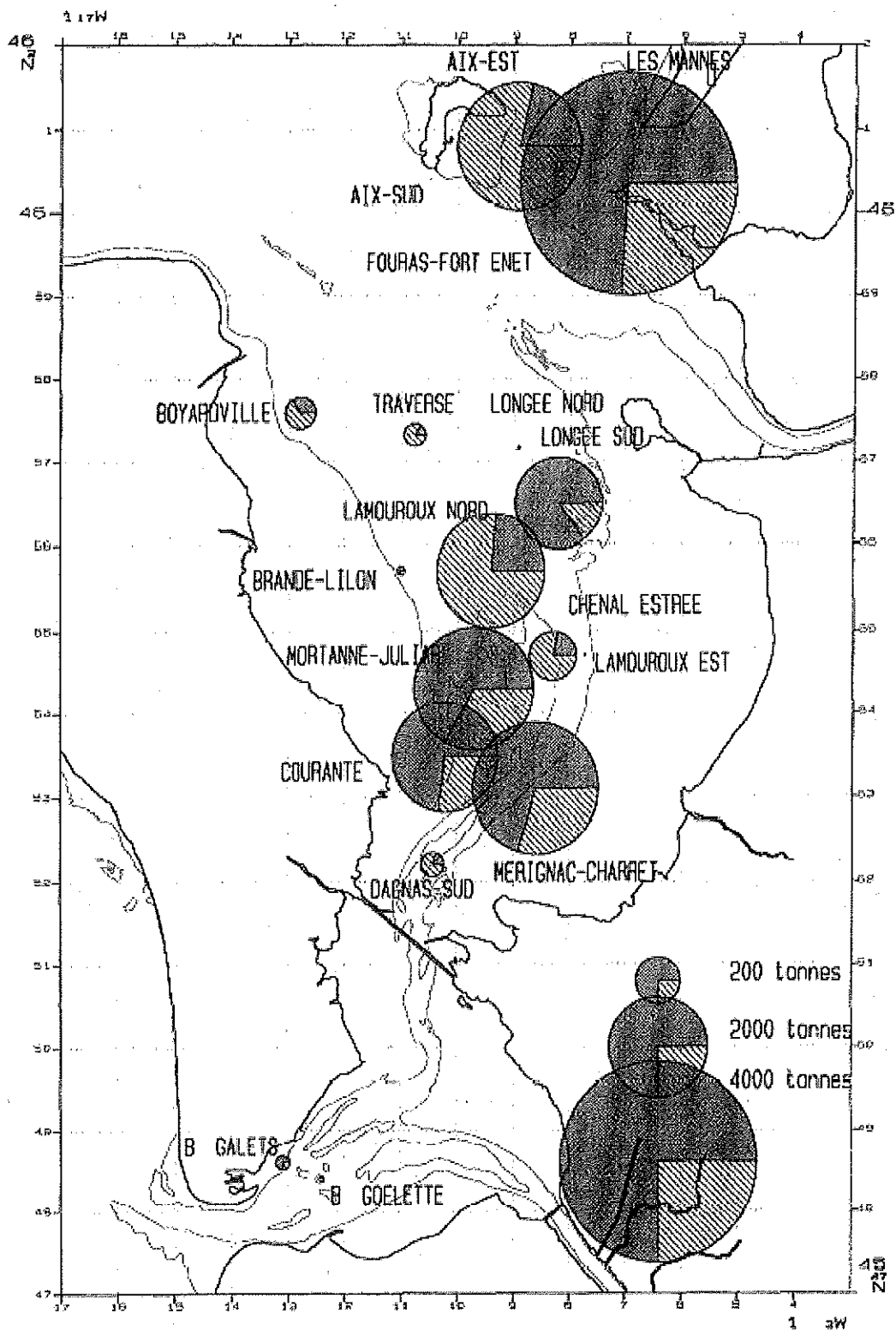


— Profils réalisés par Haliotis en 2008

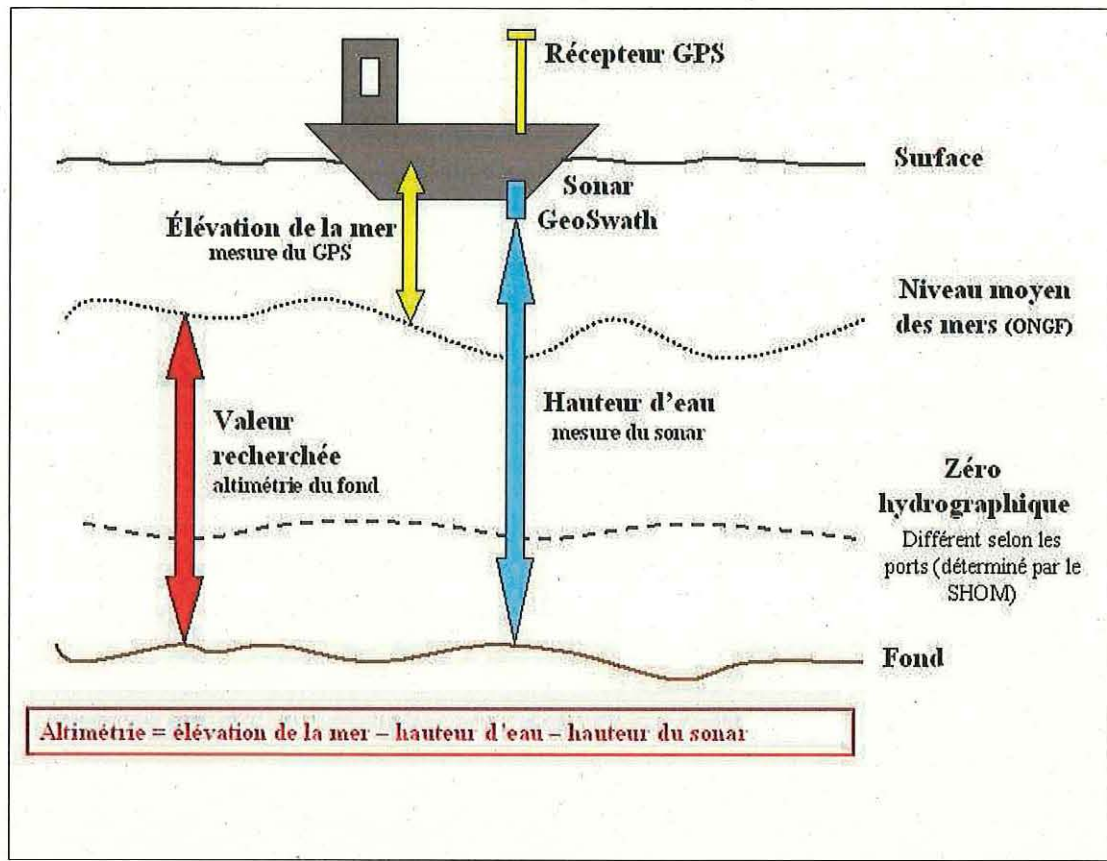
— Profils réalisés par Haliotis en 2009

**ANNEXE 6 : Profils de navigation de la vedette océanographique Haliotis réalisés lors des campagnes 2008 et 2009 dans le bassin de Marennes-Oléron**

Cartographie des bancs de crépidules dans le bassin de Marennes-Oléron



**Annexe 7 : Répartition géographique des stocks (tonnes) de crépidules sur les gisements de la presqu'île de Fouras, l'île d'Aix et en baie de Marennes-Oléron avec distinction des fractions coquilles vivantes (hachures) et coquilles mortes (trame foncée). (Sauriau *et al.*, 1998)**



ANNEXE 8 : Principe de détermination de la bathymétrie