Agence des Aires Marines Protégées

INVENTAIRES BIOLOGIQUES ET ANALYSE ECOLOGIQUE DE L'EXISTANT NATURA 2000 en mer

Lot n°9 Sites DHFF Périmètre du Parc Naturel Marin Golfe du Lion

Février 2013
Rapport final

Mandataire :

ASCONIT Consultants

Laurent THIEULLE (chef de projets)
laurent.thieulle@asconit.com

Alexandre SOFIANOS (chef de projets)
alexandre.sofianos@asconit.com

Cotraitants :

ADENA

Sylvain BLOUET
sylvain.blouet@gmail.com

SEANEO

Nicolas DALIAS
nicolas.dalias@seaneo.com

UPVD – CEFREM

Philippe LENFANT
lenfant@univ-perp.fr

Soustraitants :

COPETECH-SM

Jérôme SIALIELLI
jerome.sialelli@copetechsm.fr

LECOB

Céline LABRUNE
labrune@obs-banyuls.fr

Ce document correspond à un ensemble non dissociable qui doit être cité sous une des deux formes suivantes :

- ASCONIT Consultants, UPVD-CEFREM, ADENA, SEANEO, 2012. Diagnostic scientifique des habitats marins du PNM Golfe du Lion. Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant Natura 2000 en mer. Lot n°9 Sites DHFF Périmètre du Parc Naturel Marin Golfe du Lion. Agence des Aires Marines Protégées. publ. Fr. : 448 pages.
- ASCONIT Consultants, UPVD-CEFREM, ADENA, SEANEO, 2012. Diagnostic scientifique des habitats marins du PNM Golfe du Lion. Programme CARTHAM. Agence des Aires Marines Protégées. publ. Fr. : 448 pages.

Réalisation des différentes parties

Problématique générale
Rédacteurs :
Alexandre Sofianos (ASCONIT Consultants), Nicolas Claisse (ASCONIT Consultants), Laurent Thieulle (ASCONIT Consultants)

Zones profondes
Responsables de l'étude :
Philippe Lenfant (CEFREM), Alexandre Sofianos (ASCONIT Consultants)
Rédacteurs :
Philippe Lenfant, Romain Crec'Hriou (CEFREM), Nicolas Claisse (ASCONIT Consultants)
Participants aux missions de terrain :
Romain Crec'Hriou (CEFREM), Reda Neveu (CEFREM), Nicolas Claisse (ASCONIT Consultants), Reda Neveu (CEFREM)
Crédits photographiques :
Reda Neveu, Crec'Hriou Romain, Nicolas Claisse, LECOB, ASCONIT Consultants

Substrats meubles
Macrofaune benthique
Responsables de l'étude :
Céline Labrune (LECOB), Jean-Michel Amouroux (LECOB)
Rédacteurs
Céline Labrune (LECOB), Jean-Michel Amouroux (LECOB)
Participants aux missions de terrain :
Céline Labrune (LECOB), Jean-Michel Amouroux (LECOB)

Gravelles à amphioxus
Responsables de l'étude :
Céline Labrune (LECOB), Jean-Michel Amouroux (LECOB), Elodie Colao (LECOB)
Rédacteurs
Céline Labrune (LECOB), Jean-Michel Amouroux (LECOB)
Participants aux missions de terrain :
Jean-Michel Amouroux (LECOB), Elodie Colao (LECOB), Martin Desmalades (LECOB), Céline Labrune (LECOB)

Vasières
Responsables de l'étude :
Céline Labrune (LECOB), Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA)
Rédacteurs
Céline Labrune (LECOB), Sylvain Blouet (ADENA), Jean-Michel Amouroux (LECOB) Nicolas Dalias (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Mathieu Foulquié (SEANEO)
Participants aux missions de terrain :
Céline Labrune (LECOB), Sylvain Blouet (ADENA), Edouard Chéré (ADENA), Eric Fabre (SEANEO)
Crédits photographiques :
Sylvain Blouet (ADENA), Nicolas Dalias (SEANEO)

Herbiers de Magnoliophytes

Responsables de l'étude :
Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA)
Rédacteurs :
Sylvain Blouet (ADENA), Nicolas Dalias (SEANEO), Mathieu Foulquié (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Renaud Dupuy De La Grandrive (ADENA)
Participants aux missions de terrain :
Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA), Mathieu Foulquié(SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Renaud Dupuy de la Grandrive (ADENA), Eric Fabre (SEANEO), Alexandre Sofianos (ASCONIT Consultants), Gilles Saragoni (CEFREM)
Crédits photographiques :
Mathieu Foulquié, Nicolas Dalias, Sylvain Blouet, Edouard Chéré

Substrats durs

Cartographie des Récifs 1170

Responsables de l'étude :
Philippe Lenfant (CEFREM), Thierry Courp (CEFREM), Sylvain Blouet (Adena)
Rédacteurs
Philippe Lenfant (CEFREM), Thierry Courp (CEFREM), Romain Crec'hriou (CEFREM)
Participants aux missions de terrain :
Philippe Lenfant (CEFREM), Gilles Saragoni (CEFREM), Romain Crec'hriou (CEFREM), Anthony Caro (CEFREM), Reda Neveu (CEFREM), Thierry Courp (CEFREM) , Patrick Barthe (CEFREM), Alexandre Sofianos (ASCONIT Consultants), Nicolas Claisse (ASCONIT Consultants). , Sylvain Blouet (ADENA), Mathieu Foulquié (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Nicolas Dalias (SEANEO)
Crédits photographiques :
Gilles Saragoni (CEFREM)

Analyse structurelle des « Récifs » 1170

Responsables de l'étude :
Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA)
Rédacteurs
Sylvain Blouet (ADENA), Nicolas Dalias (SEANEO), Mathieu Foulquié (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Renaud Dupuy de la Grandrive (ADENA)
Participants aux missions de terrain :
Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA), Mathieu Foulquié (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Renaud Dupuy de la Grandrive (ADENA), Eric Fabre (SEANEO), Alexandre Sofianos (ASCONIT Consultants), Nicolas Claisse (ASCONIT Consultants).
Crédits photographiques :
Nicolas Dalias (SEANEO), Mathieu Foulquié (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA)

Epaves

Responsables de l'étude :
Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA)
Rédacteurs
Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA), Mathieu Foulquié (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Renaud Dupuy de la Grandrive (ADENA)
Participants aux missions de terrain :
Nicolas Dalias (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA), Mathieu Foulquié (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Renaud Dupuy de la Grandrive (ADENA)
Crédits photographiques :
Nicolas Dalias (SEANEO), Mathieu Foulquié (SEANEO), Sylvain Blouet (ADENA)

Bilan global
Rédacteurs
Alexandre Sofianos (ASCONIT Consultants), Laurent Thieulle (ASCONIT Consultants)
Le bilan global a été rédigé à partir des parties présentées précédemment et rédigées par (dans l'ordre des chapitres) : Alexandre Sofianos (ASCONIT Consultants), Nicolas Claisse (ASCONIT Consultants), Laurent Thieulle (ASCONIT Consultants), Philippe Lenfant, Romain Crec'Hriou (CEFREM), Céline Labrune (LECOB), Jean-Michel Amouroux (LECOB), Sylvain Blouet (ADENA), Jean-Michel Amouroux (LECOB) Nicolas Dalias (SEANEO), Edouard Chéré (ADENA), Mathieu Foulquié (SEANEO), Thierry Courp (CEFREM), Renaud Dupuy de la Grandrive (ADENA)

Cartographie et mise en page
Les données cartographiques concernant les substrats durs et la compilation des données relatives aux substrats meubles du large ont été réalisées par le CEFREM.
Les données cartographiques concernant les zones profondes ont été réalisées par COPETECH.
Les données cartographiques concernant les vasières et les gravelles ont été réalisées par le laboratoire LECOB.
Les données cartographiques concernant les Magnoliophytes ont été réalisées par SEANEO et l'ADENA.
L'ensemble des données du SIG a été compilé et corrigé par Fabien Pezzato et Alexandre Sofianos d'ASCONIT Consultants.
Les rapports ont été fusionnées et mis-en-page par Alexandre Sofianos d'ASCONIT Consultants.

Sommaire

PARTIE I : PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE 21

1 INTRODUCTION 22
2 LE PARC NATUREL MARIN DU GOLFE DU LION 26
2.1 Zone terrestre 26
2.2 Zone Maritime 33
2.3 Etagement du littoral 42
2.4 Habitats marins 44
2.5 Natura 2000 en mer : Sites d'Interet Communautaire 47
2.6 ZNIEFF marines 49
2.7 Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls 51
2.8 Les usages 52

PARTIE II : ETUDE DES ZONES PROFONDES 58

1 CONTEXTE GÉNÉRAL ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE 59
2 MATÉRIEL ET MÉTHODES 60
2.1 Navire support, l'ESSOR 60
2.2 Localisation du site d'étude 61
2.3 Equipement et acquisition des données 62
3 ANALYSE BATHYMÉTRIQUE 72
3.1 Contexte de l'étude 72
3.2 Résultats/Discussion 72
4 ANALYSE DES FACIÈS SÉDIMENTAIRES 77
4.1 Contexte de l'étude 77
4.2 Moyens techniques et humains spécifiques aux faciès sédimentaires 77
4.3 Résultats / Discussion 80
5 ANALYSE DES IMPACTS ANTHROPIQUES 87
5.1 Contexte et objectifs de l'étude 87
5.2 Méthode d'evaluation de l'impact de la pêche professionnelle proposee par le MNHN - SPN / MEDDE - DPMA 88
5.3 Analyses de l'activité côtière (pêche artisanale dans la bande des 3 milles 90
5.4 Analyses des traits de chaluts 92
5.5 Analyses de la présence d'engin de pêche (filets fantômes et palangres) 96
6 ANALYSE DES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES PROFONDES 98
6.1 Contexte et objectifs de l'étude 98
6.2 Périodes d'échantillonnage et transects réalisés 98
6.3 Moyens techniques et humains 100
6.4 Résultats 101
6.5 Discussion et conclusion 111

PARTIE III : ETUDE DES SUBSTRATS MEUBLES 115

1 INVENTAIRE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE 116
1.1 Caractéristiques générales et localisation des points de prélèvements 116
1.2 Méthodologie 118
1.3 Résultats de l'inventaire 119
2 ÉTUDE DES GRAVELLES À AMPHIOXUS AU LARGE DU RACOU (ARGELÈS-SUR-MER) 146
2.1 Introduction 146
2.2 Matériel et méthode 147
2.3 Résultats 154
2.4 Discussion 162
2.5 Conclusions et perspectives 164
3 VASIÈRES 166
3.1 Contexte et objectifs de l'étude 166
3.2 Diagnostic scientifique des vasières 167
3.3 Résultats 172
3.4 Discussion et Conclusion 183

PARTIE IV : ETUDE DES HERBIERS À MAGNOLIOPHYTES 185

1 HERBIERS À *CYMODOCEA NODOSA* 186
1.1 Introduction *186*
1.2 Objectifs de l'étude *194*
2 MATÉRIEL ET MÉTHODES 195
2.1 Période d'échantillonnage *195*
2.2 Moyens humains et techniques *195*
2.3 Cartographie des herbiers *196*
2.4 Analyse de l'état de vitalité *197*
3 RÉSULTATS 199
3.1 Cartographie des herbiers à cymodocées *199*
3.2 Etude phénologique *207*
4 DISCUSSION ET CONCLUSION 209
5 EVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION 212
5.1 Etat de conservation *212*
5.2 Complément pour l'inventaire faunistique et floristique en région Languedoc-Roussillon (ZNIEFF -LR) 213

PARTIE V : ETUDE DES SUBSTRATS DURS ET DES STRUCTURES ARTIFICIELLES 215

1 HABITAT « RÉCIFS » (1170) 216
1.1 Contexte et objectifs de l'étude *216*
1.2 Cartographie de l'habitat Récifs 1170 ..... *221*
1.3 Discussion et conclusion sur la cartographie de l'habitat « Récifs » *245*
1.4 Analyse structurelle et biodiversité des « Récifs » 1170 ..... *249*
1.5 Complément pour l'inventaire faunistique et floristique en région Languedoc-Roussillon (ZNIEFF-LR) 286
2 EPAVES 288
2.1 Contexte et objectifs de l'étude *288*
2.2 Diagnostic scientifique des épaves *288*
2.3 Choix de la méthode *292*
2.4 Le diagnostic de la colonisation des épaves *293*
2.5 Période d'échantillonnage *294*
2.6 Méthodologie *295*
2.7 Résultats *298*
2.8 Discussion *306*
2.9 Conclusion *311*

PARTIE VI : BILAN GLOBAL 313

1 ANALYSE ÉCOLOGIQUE ET FONCTIONNELLE GLOBALE 314
1.1 Au niveau du PNM du Golfe du Lion *314*
1.2 Au niveau des Sites d'Interêts Communautaires *327*
2 ETAT DE CONSERVATION GLOBAL 350
3 CONCLUSION 353

PARTIE VII : ANNEXES 355

1 PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE 356
2 ETUDE DES ZONES PROFONDES 367
3 ETUDE DES SUBSTRATS MEUBLES : INVENTAIRE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE 372
4 ETUDE DES SUBSTRATS MEUBLES : ÉTUDE DES GRAVELLES À AMPHIOXUS AU LARGE DU RACOU 374
5 ETUDE DES SUBSTRATS DURS ET DES STRUCTURES ARTIFICIELLES : HABITAT « RÉCIFS » (1170) 389
6 ETUDE DES SUBSTRATS DURS ET DES STRUCTURES ARTIFICIELLES : EPAVES 404

PARTIE VIII : BIBLIOGRAPHIE 412

1 PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE 413
2 ETUDE DES ZONES PROFONDES 418
3 ETUDE DES SUBSTRATS MEUBLES : INVENTAIRE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE 422
4 ETUDE DES SUBSTRATS MEUBLES : ÉTUDE DES GRAVELLES À AMPHIOXUS AU LARGE DU RACOU 424
5 ETUDE DES SUBSTRATS MEUBLES : VASIÈRES 426
6 ETUDE DES HERBIERS À MAGNOLIOPHYTES 427
7 ETUDE DES SUBSTRATS DURS ET STRUCTURES ARTIFICIELLES : HABITAT « RÉCIF » (1170) 436

8 ETUDE DES SUBSTRATS DURS ET STRUCTURES ARTIFICIELLES : ÉPAVES 443

Liste Figures

Figure 1 : Périmètre du Parc Naturel Marin (PNM) du Golfe du Lion. 25
Figure 2 : Moyennes mensuelles de précipitations – Stations de Leucate, Perpignan et Béar. 28
Figure 3 : Ensoleillement à Perpignan sur la période 1981 – 2012. 29
Figure 4 : Températures moyennes à Perpignan – période 1981 – 2012. 29
Figure 5 : Rose des vents, période du 1er janvier 1997 au 31 décembre 2006, source Météo France. 31
Figure 6 : Courantologie générale dans le Golfe du Lion (Lenfant et al., 2001). 35
Figure 7 : Représentation schématique de la définition de la qualité d'une masse d'eau au titre de la DCE. 40
Figure 8 : Masses d'eau côtières et de transition du PNM du Golfe du Lion. 41
Figure 9 : L'étagement benthique en Méditerranée (d'après Bellan-Santini, 1994). 42
Figure 10 : Natura 2000 en mer dans le PNM du Golfe du Lion. 47
Figure 11 : Carte de situation des ZNIEFF marines en Languedoc-Roussillon (source : Programme de modernisation et actualisation des ZNIEFF marines en Languedoc-Roussillon, ADENA/CEN LR-DIREN LR, 2007 ; 96p.). 50
Figure 12 : Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls. 52
Figure 13 : Navire support l'Essor à quai dans le port de Port-Vendres. 60
Figure 14 : Localisation des deux zones de prospections Sondeur multifaisceaux / Sonar latéral / Validation ROV en vue de la caractérisation des faciès sédimentaires. 61
Figure 15 : Sonar Klein 3000. 62
Figure 16 : IXSEA GAPS. 62
Figure 17 : Principe de l'organisation des profils pour l'obtention d'une zone de recouvrement (redondance des données) de 30% minimum. 63
Figure 18 : Profils de célérité, de température et de salinité du 23 septembre 2010 à 03h00 locale. 66
Figure 19 : De gauche à droite Résultats : Latence / Tangage / Roulis / Lacet. 68
Figure 20 : Illustration calcul de la précision des mesures bathymétrique. 69
Figure 21 : Vérification du positionnement acoustique. 69
Figure 22 : Vues générales du ROV Super Achille (© Nicolas Claisse). 71
Figure 23 : Carte bathymétrique globale et détail de la tête de Canyon (zone 1). 73
Figure 24 : Carte bathymétrique de la zone 1, vue 3D et zoom sur un secteur de déclivité importante (10 à 15%) (isobathe à 1 m). 74
Figure 25 : Vue 3D de la tête de Canyon sur la zone 1. 75
Figure 26 : Carte bathymétrique de la zone 2, vue 3D et zoom sur un secteur de déclivité importante (10 à 15 %) (isobathe à 1 m). 76
Figure 27 : Déroulement du prélèvement à l'aide d'une benne Van Veen (© Neveu Reda). 78
Figure 28 : Micro-granulomètre laser (gauche) et tamiseuse par vibration droite (© LECOB). 79
Figure 29 : Carte des faciès sédimentaire identifiés par le sonar. 81
Figure 30 : Localisation des prélèvements de sédiments sur A : le Sud de la zone 2, B : le Nord de la zone 1 et C : le Sud de la zone 1. 82
Figure 31 : Résultats de la granulométrie classique pour les échantillons 7 (bleu clair) et 8 (bleu foncé). 83

Figure 32 : Résultat de la granulométrie laser pour chaque faciès identifié grâce au sonar (1 à 6). 84
Figure 33 : Représentation graphique des résultats granulométrique d'après la classification de Folk, 1954. 85
Figure 34 : Pourcentage cumulé des résidus de tamis en fonction de la taille des particules. 86
Figure 35 : Distribution spatiale de l'activité halieutique (SIH IFREMER 2009). . 88
Figure 36 : Répartition de l'effort de pêche pour les 5 métiers principaux sur le territoire du Parc naturel marin du Golfe du Lion (longueurs de filets cumulées par carré de 1 km²). 91
Figure 37 : Zoom sur la zone des 7 km autour du canyon. 94
Figure 38 : Répartition spatiale des traces de chalut identifiées sur la base de la mosaïque sonar. 95
Figure 39 : Engins de pêche abandonnés. 97
Figure 40 : Carte des zones prospectées. La zone 1 au Nord et la zone 2 au Sud. La couleur verte du fond de carte représente le sédiment sablo vaseux et en noir le sable graveleux. Les couleurs de transect indiquent en rouge les fortes densités en Leptometra phalangium, en orange les densités moyennes, en vert les densités faible et en bleu l'absence d'individus de cette espèce. 99
Figure 41 : Exemple de remonté à bord du ROV (© Crec'hriou Romain). 100
Figure 42 : Exemple de fine couche de dépôt sur le sédiment, en présence d'un cérianthe et d'une crinoïde. 100
Figure 43 : De haut en bas : Leptometra phalangium en présence d'un grondin, Stichopus regalis, Cerianthus membranaceus en compagnie d'un macropode..105
Figure 44: Différents poissons observés. De haut en bas : petite roussette (Scyliorhinus canicula), bécasse de mer (Macroramphosus scolopax) et chinchard (Trachurus sp.), congre bec-fin (Gnathophis mystax). 107
Figure 45 : Densités de Leptometra phalangium associées aux traces anthropiques. 108
Figure 46 : Leptometra phalangium, individu isolé. 111
Figure 47 : Leptometra phalangium, individu en densité élevée. 112
Figure 48 : Madrepora oculata. 114
Figure 49 : Localisation des stations. 117
Figure 50 : Richesse spécifique de la macrofaune benthique récoltée à chaque station. 120
Figure 51 : Densité (en ind/m²) de la macrofaune benthique récoltée à chaque station. 121
Figure 52 : Diversité de la macrofaune benthique récoltée à chaque station (indice de Shannon H'log2). 122
Figure 53 : Richesse spécifique moyenne et écart-type aux stations échantillonnées groupées par profondeur. 124
Figure 54 : Non metric MDS effectué à partir des données d'abondances transformées par racine carrée. Les labels des stations sont indiqués et les symboles correspondent à la profondeur de la station. Les cercles délimitent les groupes de 30% de similarité basés sur la composition faunistique des stations. 125
Figure 55 : Non metric MDS effectué à partir des données d'abondances transformées par racine carrée. Les labels des stations sont indiqués et les symboles correspondent à la granulométrie médiane mesurée à la station. Les cercles délimitent les groupes de 30% de similarité basés sur la composition faunistique des stations. 126

Figure 56 : Contenu organique du sédiment (en % de poids sec). 127
Figure 57 : Granulométrie Médiane (D50). 128
Figure 58 : Granulométrie : Pourcentage de pélite (fraction inférieure à 40 µm). 129
Figure 59 : Granulométrie : Pourcentage de la fraction 40 µm-200 µm. 130
Figure 60 : Granulométrie : Pourcentage de la fraction 200 µm-2000 µm. 131
Figure 61 : Carte d'abondance de Ditrupa arietina (en ind/m²). 134
Figure 62 : Carte d'abondance de Myriochele heeria (en ind/m²). 135
Figure 63 : Carte d'abondance de Sternapsis scutata (en ind/m²). 135
Figure 64 : Carte d'abondance de Ampelisca sarsi (en ind/m²). 136
Figure 65 : Carte d'abondance de Leptocheirus mariae (en ind/m²). 136
Figure 66 : Carte d'abondance de Turritella communis (en ind/m²). 137
Figure 67 : Carte d'abondance de Aspidosiphon mulleri (en ind/m²). 137
Figure 68 : Biomasse totale de la macrofaune benthique en (g/m²). 138
Figure 69 : Valeurs de l'indice AMBI calculé à chaque station. 139
Figure 70 : Relation entre le pourcentage de matière organique contenu dans le sédiment et l'indice AMBI aux stations échantillonnées. 139
Figure 71 : 6. Stations échantillonnées lors de la campagne REDIT 1 en 1998 (en rouge) et stations échantillonnées en 2010 au cours de la présente étude (en jaune). 140
Figure 72 : Comparaison des abondances (A), richesses spécifiques (B) et diversités (C) aux stations échantillonnées en 1998 et 2010. 141
Figure 73 : Analyse de groupement effectuée sur le jeu de données global. Les abondances sont transformées par racine carrée. 142
Figure 74 : Comparaison de l'abondance des 3 taxa dominants aux stations 10, 20, 30 m en 1998 avec leur abondance en 2010. 144
Figure 75 : Comparaison de l'abondance des 3 taxa dominants aux stations 40, 50 m en 1998 avec leur abondance en 2010. 145
Figure 76 : Carte de la zone d'étude. 148
Figure 77 : Benne Van Veen. 149
Figure 78 : Stations échantillonnées à la benne, à la suceuse et à la drague. ..150
Figure 79 : Plongeur effectuant les prélèvements à l'aide de la suceuse à air et du cylindre métallique (A) et du filet attaché au bout du tuyau de la suceuse permettant de récolter le sédiment prélevé (B). 151
Figure 80 : Prélèvements en plongée sous marine : le tamisage. 151
Figure 81 : Faune récoltée lors d'un dragage. 152
Figure 82 : Moyenne des granulométries cumulées des stations échantillonnées à la suceuse et des stations échantillonnées à la benne Van Veen avec (en jaune) et sans (en vert) Amphioxus. 155
Figure 83 : Semi-variogramme des données D0,5 155
Figure 84 : Carte de la granulométrie du Racou. 156
Figure 85 : Contenu organique du sédiment sec aux stations échantillonnées à la suceuse en pourcentage de poids sec. 157
Figure 86 : Extrapolation de la granulométrie et présence d'Amphioxus. 158
Figure 87 : Cartographie de la gravière à Amphioxus. 159
Figure 88 : Somme cumulée du nombre d'espèces prélevées à la suceuse. 160
Figure 89 : Biomasse de chaque groupe trophique (en g) à chaque station échantillonnée à la suceuse. 161
Figure 90 : Biomasse de chaque groupe embranchement (en g) à chaque station échantillonnée à la suceuse. 161

Figure 91 : Vasières échantillonnées en 2009 par Blouet et al., dans le secteur de Valras. 166
Figure 92 : Préparation du matériel pour les prospections et les échantillonnages 168
Figure 93 : Localisation des sites de prospection et d'échantillonnage. 170
Figure 94 : Carottier. 171
Figure 95 : Zone A, Embouchure de l'Agly 172
Figure 96 : Zone B, Embouchure du Bourdigou. 173
Figure 97 : Zone C, Embouchure de la Têt. 173
Figure 98 : Zone D, Embouchure du Tech 174
Figure 99 : Zone F, Plage du Racou. 175
Figure 100 : Superposition des données issues de la campagne vasière et de la campagne Amphioxus des stations R01_1 (en rose) et R00_2 (en bleu) localisées de part et d'autre de la station prospectée en plongée (en jaune). 176
Figure 101 : Zone E, Embouchure de la Riberette. 177
Figure 102 : Profil sismique et imagerie multifaisceaux et sonar de la Station V4 (données CEFREM). 178
Figure 103 : Courbes granulométriques des stations du Tech V4 et de La Riberette V5. 181
Figure 104 : Courbes granulométriques en passant cumulé des stations échantillonnées en 2009 (V1, V2 et V3), et 2011 (V4 et V5). 182
Figure 105 : Analyse de groupement effectuée sur les données d'abondance non transformées des stations échantillonnées en 2009 (V1, V2, V3) et en 2011 (V4 et V5). 182
Figure 106 : Rhizome plagiotrope de Cymodocea nodosa dans l'herbier du Barcarès. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO) 188
Figure 107 : Plongeur équipé du pointeur de réception du télémètre D100. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO). 197
Figure 108 : Quadrat de 1 m² subdivisé en 25 carrés de 20 cm x 20 cm. (© Edouard CHERE / ADENA). 198
Figure 109 : Localisation de l'herbier à cymodocées de Banyuls-sur-Mer. 200
Figure 110 : Plongeur scientifique réalisant le diagnostic de l'herbier de cymodocée. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO). 201
Figure 111 : Herbiers de cymodocée de Banyuls-sur-Mer. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO). 201
Figure 112 : Cartographie des herbiers de cymodocée de Banyuls-sur-Mer. 202
Figure 113 : Faisceaux de Cymodocea nodosa sur l'herbier Sud de Le Barcarès. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO). 203
Figure 114 : Cartographie de l'herbier de cymodocée au Sud du Barcarès. 204
Figure 115 : Cartographie des herbiers de cymodocée du Barcarès. 206
Figure 116 : Rhizome plagiotrope au niveau de l'herbier Nord du Barcarés. (© Sylvain BLOUET / ADENA). 210
Figure 117: Trigloporus lastoviza dans l'herbier Nord du Barcarés. (© Sylvain BLOUET / ADENA). 211
Figure 118: Proposition de ZNIEFF : herbiers à cymodocées du Barcarès. 214
Figure 119: Roches du circalittoral d'Agde, à 35 m de profondeur. 220
Figure 120 : Coralligène de plateau de Canadell à 30 m de profondeur. 221
Figure 121 : Emprise des surfaces prospectées par le sonar sur les secteurs Barcarès - Leucate. UPVD 2012. 222
Figure 122 : Sonars à balayage latéral CM2-Modèle EDF. 222

Figure 123 : Déploiement du Sonar à balayage latéral. © Saragoni Gilles, CNRS. 223
Figure 124 : Exemple d'une image acoustique haute résolution obtenue avec un sonar CM2-Modèle EDF sur un fond à rides de sable et affleurement rocheux (Roche de Leucate). 224
Figure 125 : ROV (Remotely Operated Vehicle) utilisé lors des vérités terrain.© Saragoni Gilles, CNRS. 225
Figure 126 : Cartographie du Coralligène du Racou au Cap Béar. 228
Figure 127 : Cartographie du Coralligène du Cap L'Abeille. 229
Figure 128 : Cartographie du Coralligène des Cap Rédéris et Peyrefitte. 230
Figure 129 : Cartographie du Coralligène du Cap Cerbère. 231
Figure 130 : Cartographie des habitats des roches Tavac, Fayté et Traversière. 234
Figure 131 : Cartographie des habitats des roches Tavac et localisation d'un objet ovoïde non identifié. 235
Figure 132 : Cartographie des habitats des roches Sorcières et Falaise Leucate. 237
Figure 133 : Description des « ripple-mark » observé sur le plateau rocheux de la falaise de Leucate. Les flèches orange indiquent le sens du courant. 238
Figure 134: Image Sonar des bords Nord (A) et Sud (B) de la Roche de Terre. 241
Figure 135: Cartographie des habitats des roches de Terre et Toreilles. 242
Figure 136 : Description des « ripple-mark » observées sur le plateau rocheux de la Roche de Toreilles. Les flèches orange indiquent le sens du courant. 244
Figure 137 : Postes de pêche de loisir et artisanale sur le PNM du Golfe du Lion. Source UPVD. 248
Figure 138 : Carte de localisation des sites rocheux au Cap Leucate. 249
Figure 139 : Faciès à Halimeda tuna. Petits blocs rocheux au pied de la falaise de Leucate. 252
Figure 140 : Abondance cumulée (%) pour l'ensemble des sites de la faille, de la sorcière et de la falaise. 254
Figure 141 : Faciès à Corallina elongata et à Halopteris scoparia. Petits fonds rocheux au pied de la falaise de Leucate. 254
Figure 142: Fonds rocheux de Leucate, sur la station de la Sorcière (en haut), et sur le surplomb de la station de la Faille (en bas). 257
Figure 143 : Filets présents sur le Coralligène de Leucate. 259
Figure 144 : Carte de localisation des sites rocheux du Barcarès. 260
Figure 145 : Flore et faune du Grand Roc du Barcarès (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO). 264
Figure 146 : Carte de localisation des sites à Coralligène (Source : Google earth). 267
Figure 147 : Degré d'exposition des espèces étudiées (d'après Francour et Koukouras, 2000, modifié). 268
Figure 148 : Mesure des colonies de Bryozoaires (Gauche : Pentapora fascialis, droite : Myriopora truncata). 268
Figure 149 : Calcul du volume théorique d'une colonie de Bryozoaires : Volume d'une demi ellipsoïde avec b pour la hauteur et a,c pour la largeur de la colonie. 268
Figure 150 : Evaluation visuel du taux de nécrose sur des gorgonaires (Francour et Koukouras, 2000). 269
Figure 151 : Flotteur de repérage. 270

Figure 152 : Quadrat photographique. 271
Figure 153 : Schéma du positionnement des quadrats le long des transects. ..271
Figure 154 : Indice de Shannon et d'équitabilité sur les peuplements de poissons présents sur le coralligéne. 274
Figure 155 : Abondance relative des cinq Phylums mis en évidence sur les différents sites d'étude. 281
Figure 156 : Densité sur les transects permanents. 282
Figure 157 : Cliona viridis sous forme gamma. 283
Figure 158 : Proposition de ZNIEFF : Roches de Leucate. 287
Figure 159 : Localisation des épaves étudiées. (© Google Earth). 289
Figure 160 : Représentation schématique de la première phase du comptage, les espèces mobiles et difficiles d'approche. (© Nicolas DALIAS / SEANEO). 296
Figure 161 : Représentation schématique de la deuxième phase du comptage, les espèces à proximité immédiate de l'épave. (© Nicolas DALIAS / SEANEO). 296
Figure 162 : Représentation schématique de la troisième phase du comptage, les espèces vivant à l'intérieur de l'épave. (© Nicolas DALIAS / SEANEO). 296
Figure 163 : Indice d'équitabilité en vertébrés sur chacune des épaves. 302
Figure 164 : Abondance totale en fonction des classes de taille (cm). 304
Figure 165 : Abondance de Sparidae présents sur les épaves, en fonction des classes de taille (cm). 305
Figure 166 : Abondance de sar à tête noire présents sur les épaves, en fonction des classes de taille (cm). 306
Figure 167 : Données historiques. 315
Figure 168 : Observations terrain CARTHAM. 318
Figure 169 : Carte fiabilité PNM. 320
Figure 170 : Habitats EUR27. 322
Figure 171 : Habitats CH2004. 323
Figure 172 : Habitats MNHN. 325
Figure 173 : Habitats EUR27 SUR FR9101482. 328
Figure 174 : Habitats CH2004 SUR FR9101482. 330
Figure 175 : Habitats MNHN sur FR9101482. 331
Figure 176 : Indices de confiance sur FR9101482 334
Figure 177 : Habitats EUR27 sur FR9101493. 336
Figure 178 : Habitats CH2004 sur FR9101493. 337
Figure 179 : Habitats MNHN sur FR9101493. 339
Figure 180 : Indice de confiance sur FR9101493. 341
Figure 181 : Habitats EUR27 sur FR9102012. 343
Figure 182 : Habitats CH2004 sur FR9102012. 344
Figure 183 : Habitats MNHN sur FR9102012. 346
Figure 184 : Indice de confiance sur FR9102012. 349

Liste Tableaux

Tableau 1 : Cours d'eau et graus sur le PNM du Golfe du Lion. 32
Tableau 2 : Synthèse de l'état écologique des masses d'eau (campagne 2009). 40
Tableau 3 : Localisation des points GPS (en système longitude / latitude WGS84) des quatre côtés des deux zones étudiées. 61
Tableau 4 : Précision liée au positionnement du navire. 63
Tableau 5 : Précision liée au positionnement du poisson tracté. 64
Tableau 6 : Précision liée à la correction inertielle. 64
Tableau 7 : Précision du DGPS NAV. 64
Tableau 8 : Précision du IXSEA GAPS. 64
Tableau 9 : Planning général d'intervention des levés hydrographiques. 65
Tableau 10 : Planning général d'intervention vérité terrain. 65
Tableau 11 : Offsets de montage. 67
Tableau 12 : Offsets transpondeur. 67
Tableau 13 : Résultats de calibration. 68
Tableau 14 : Résultats de qualification. 69
Tableau 15 : Localisation GPS (en système Longitude / Latitude WGS84) des prélèvements effectués. 80
Tableau 16 : Pourcentage de vase, sable et gravier dans les échantillons et qualification du sédiment. 84
Tableau 17 : Synthèse des résultats observés par zone (VS : vase sableuse, SV : sable vaseux, SLG : Sable légèrement graveleux, SG : Sable graveleux). 85
Tableau 18 : Caractéristiques des traits de chaluts observés par zone (L Tot : longueur totale en m, Nb : nombre de chalut, L Moy : longueur moyenne en m, L Max : longueur maximale en m, L Min : longueur minimale en m). 92
Tableau 19 : Surface impactée sur la zone. 93
Tableau 20 : Récapitulatif des longueurs de traits, des sédiments rencontrés et de la durée d'enregistrement vidéo (min). 101
Tableau 21 : Nombre de taxa rencontrés sur le plateau et sur le canyon. Le % exprime la proportion de taxa de cet embranchement sur l'ensemble des taxas recensées. 102
Tableau 22 : Taxa rencontrés sur les transects du plateau. Le % exprime la proportion de ce taxa sur l'ensemble des transects effectués. 103
Tableau 23 : Estimation des densités observées en Leptometra phalangium sur le plateau. Elevée : environ 20 individus / m², Moyenne : entre 2 et 15 individus / m², Faible : moins de 2 individus / m². 106
*Tableau 24 : Taxa rencontrés sur les transects « canyon ». Les espèces en gras sont présentes dans 75 % des stations. * et X indique une espece présente lors des transects de la campagne medseascan du canyons Lacaze duthiers: *sur les roches isolés et X sur les canyons.* 110
Tableau 25 : Richesse spécifique, Densité et Indice de Shannon calculés aux 55 stations échantillonnées, classées par ordre décroissant de richesse spécifique. 123
Tableau 26 : Nombre d'individus observés, dominance (%) et nombre de stations auxquelles ont été observées les 10 espèces les plus dominantes du jeu de données. 132
Tableau 27. Nombre de stations auxquelles les 10 espèces les plus répandues ont été échantillonnées. 132

Tableau 28 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone A, Embouchure de la l'Agly. 172
Tableau 29 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone B, Embouchure du Bourdigou. 173
Tableau 30 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone C, Embouchure de la Têt. 174
Tableau 31 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone C, Embouchure du Tech......174
Tableau 32 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone E, Embouchure de la Riberette. 177
Tableau 33 : Liste faunistique des abondances par stations. 179
Tableau 34 : Biomasses (en g de poids sec sans cendre - A et en pourcentage - B) pour chaque embranchement et groupe trophique des espèces échantillonnées aux vasières 4 et 5. 180
Tableau 35 : Classification de Cymodocea nodosa. 186
Tableau 36 : Liste des statuts de protection de Cymodocea nodosa. 194
Tableau 37 : Analyse phénologique de l'herbier de Banyuls sur Mer. 207
Tableau 38 : Analyse phénologique de l'herbier du Barcarès secteur Nord. 208
Tableau 39 : Analyse phénologique de l'herbier du Barcarès secteur Sud. 208
Tableau 40 : Habitats déterminants programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines de la région Languedoc-Roussillon. 213
Tableau 41 : Surface et pourcentage par habitat et par année sur la côte rocheuse. 226
Tableau 42 : Surface et pourcentage par habitat et par année sur la côte rocheuse. 226
Tableau 43 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Tavac)...232
Tableau 44 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Fayté). ..232
Tableau 45 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Sorcière). 236
Tableau 46 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Leucate). 239
Tableau 47 : Surface et pourcentage par Biocénose de la zone Sondée (Leucate). 239
Tableau 48 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Terre). ..240
Tableau 49 : Surface et pourcentage par Biocénose de la zone Sondée (Roche de Terre). 241
Tableau 50 : Surface et pourcentage des substrats de la zone sondée (Toreilles). 243
Tableau 51 : Surface et pourcentage par Biocénose (substrat meuble) de la zone sondée (Toreilles)......243
Tableau 52 : Surface et pourcentage pour le Substrat dur de la zone sondée (Toreilles). 243
Tableau 53 : Surface et pourcentage par Biocénose (substrat dur) de la zone Sondée (Toreilles). 245
Tableau 54 : Localisation des sites prospectés de la roche infralittoral à algues photophiles (WGS84)......249
Tableau 55: Richesse spécifique des vertébrés et invertébrés vagiles observée des différentes stations rocheuses. 253
Tableau 56 : Indice de Shannon et Equitabilité sur les peuplements ichtyques. 255

Tableau 57 : Richesse spécifique en invertébrés benthiques sessiles et macro-algues observés sur les différentes stations rocheuses. 256
Tableau 58 : Liste des espèces déterminantes ZNIEFF marines du Languedoc-Roussillon inventoriées pour la roche infralittorale au niveau de Leucate. 259
Tableau 59 : Localisation des sites prospectés des roches au large du Barcarès (WGS84)......260
Tableau 60 : Richesse spécifique observée en vertébrés et invertébrés vagiles sur les roches du Barcarès. 262
Tableau 61 : Richesse spécifique observée en invertébrés benthiques sessiles sur les roches du Barcarès. 263
Tableau 62 : Liste des espèces déterminantes et complémentaires ZNIEFF marines du Languedoc-Roussillon inventoriées pour les roches du Barcarès....266
Tableau 63 : Localisation des sites à Coralligène prospectés (WGS84). 267
Tableau 64 : Richesse spécifique par station. 273
Tableau 65 : Indice de Shannon et d'équitabilité sur les peuplements de poissons présents sur le coralligéne......274
Tableau 66 : Nombre d'oursins comptés sur les différents sites d'étude. 276
Tableau 67 : Nombre de gorgones dénombrées sur les différents sites d'étude 276
Tableau 68 : Nombre de Bryozoaires dénombrés sur les différents sites d'étude. 278
Tableau 69 : Richesse spécifique observée sur les différents sites d'étude. 280
Tableau 70: Abondance des individus dénombrés sur les différents sites d'étude. 281
Tableau 71 : Habitats déterminants programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines de la région Languedoc-Roussillon. 286
Tableau 72 : Synthèse des avantages et inconvénients des méthodes par pêche et par plongée pour l'évaluation des peuplements de poissons sur les structures artificielles (in Charbonnel et al., 1995, 1997)......292
Tableau 73 : Richesse spécifique des invertébrés présents sur les épaves. 298
Tableau 74 : Abondance totale des invertébrés présents sur les épaves. 298
Tableau 75 : Abondance des invertébrés présents sur les épaves en fonction des classes de taille......299
Tableau 76 : Vertébrés observés sur les épaves 300
Tableau 77 : Richesse spécifique des vertébrés présents sur les épaves. 301
Tableau 78 : Indice de Shannon-Weaver en invertébrés sur chacune des épaves. 301
Tableau 79 : Abondance des vertébrés présents sur les épaves......302
Tableau 80 : Observations de type ponctuel. 317
Tableau 81 : Observations de type linéaire. 317
Tableau 82 : Levés hydrographiques sur le PNMGL dans le cadre de CARTHAM. 317
Tableau 83 : Indice de confiance des Habitats sein du PNM du Golfe du Lion...319
Tableau 84 : Habitats marins EUR27 au sein du PNM du Golfe du Lion. 321
Tableau 85: Habitats marins CH2004 au sein du PNM du Golfe du Lion. 324
Tableau 86: Répartition des substrats au sein du PNM du Golfe du Lion. 326
Tableau 87 : Habitats marins (typologie MNHN) au sein du PNM du Golfe du Lion. 326
Tableau 88 : Habitats marins EUR27 du SIC « Posidonies de la côte des Albères ». 329

Tableau 89: Habitats marins CH2004 du SIC « Posidonies de la côte des Albères ». 329
Tableau 90 : Répartition des substrats au sein du SIC « Posidonies de la côte des Albères ». 333
Tableau 91: Habitats marins (typologie MNHN) du SIC « Posidonies de la côte des Albères »......333
Tableau 92 : Indice de Confiance des Habitats marins du SIC « Posidonies de la côte des Albères »......333
Tableau 93: Habitats marins EUR27 du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane......335
Tableau 94: Habitats marins CH2004 du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane......338
Tableau 95 : Répartition des substrats au sein du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane......338
Tableau 96: Habitats marins (typologie MNHN) du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane......338
Tableau 97 : Indice de confiance des habitats du SIC « Embouchure du Tech et grau de la Massane »......340
Tableau 98 : Habitats marins EUR27 du SIC Prolongement en mer des cap et étang de Leucate......342
Tableau 99 : Habitats marins CH2004 du SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate »......345
Tableau 100 : Répartition des substrats au sein SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ». 345
Tableau 101 : Habitats marins (typologie MNHN) du SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ». 347
Tableau 102 : Indice de confiance des Habitats marins SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate »......347
Tableau 103 : Etat de Conservation des Habitats marins du PNM du Golfe du Lion......351

Partie I : Présentation de la problématique générale

1 Introduction

Initialement prévue en 2010, le Parc Naturel Marin (PNM) du Golfe du Lion a été créé en octobre 2011. Le PNM a pour principal objectif la connaissance et la protection du milieu marin en favorisant le développement raisonné et la pérennité des activités maritimes du secteur.

Le PNM du Golfe du Lion (Figure 1) s'étend de la limite communale entre La Palme et Leucate (Aude) au Cap Cerbère (Pyrénées Orientales) sur plus de 100 km de linéaire côtier (35 km de côte rocheuse et 65 km de côte sableuse). Il inclut 3 Sites d'Intérêt Communautaire (SIC) et 2 Zones de Protection Spéciale (ZPS). Le PNM du Golfe du Lion comprend 12 communes littorales et représente environ 4 019 km².

Faisant écho à plusieurs engagements communautaires et internationaux, la Commission Européenne a adopté un plan d'action qui prévoit la finalisation d'un réseau de sites marins d'intérêt écologique communautaire pour 2008 et la réalisation d'un document de gestion avec mesures de conservation pour chacun de ces sites d'ici 2012. Cette politique s'appuie sur deux directives européennes, la Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages (DHFF) et la Directive 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages (DO).

En matière de Natura 2000 en mer, la France a souhaité élargir son réseau de sites en 2008, après une large concertation avec tous les acteurs et usagers, une consultation réglementaire et un passage via la Commission Européenne. Au final, une quinzaine de sites Natura 2000 ont été étendus ou créés.

La zone d'étude comporte:

- 3 Sites d'Intérêt Communautaire (SIC) :
  - FR9101482 "Posidonies de la côte des Albères" ;
  - FR9101493 "Embouchure du Tech et grau de la Massane" ;
  - FR9102012 "Prolongement en mer des cap et étang de Leucate".
- 2 Zones de Protection Spéciale (ZPS) :
  - FR9112034 "Cap Béar - Cap Cerbère" ;
  - FR9112035 "Côte languedocienne".

Ces sites présentent essentiellement des habitats marins de type bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (code UE : 1110), herbiers à posidonies (code UE : 1120, habitat prioritaire), récifs (code UE : 1170) et grottes marines submergées ou semi-submergées (code UE : 8330).

Le présent marché a permis de réaliser, dans les meilleures conditions techniques du moment, la base cartographique nécessaire à la gestion des sites Natura 2000 en mer.
Une attention toute particulière a été apportée à l'usage de typologies nationales et/ou européennes validées, de méthodes de prospection éprouvées et aisément reproductibles permettant le suivi comparatif à long terme, et de techniques homogènes de prospection et d'analyse de manière à permettre la comparaison pertinente entre les différents sites et le rapportage efficace à la Commission Européenne.
Plusieurs références techniques pour la réalisation des états initiaux de sites marins sont aujourd'hui disponibles. Les guides méthodologiques réalisés par l'IFREMER pour la DREAL Bretagne (Bajouk, 2009) et l'Agence des Aires MArines Protégées (AAMP) (2012) pour le programme CARTHAM ont été considérés à ce titre comme les références méthodologiques.
Les cahiers des charges pour la réalisation des Documents d'Objectifs (DOCOB) Natura 2000 et pour les inventaires biologiques rédigés par la DREAL PACA ainsi que ceux réalisés par la DREAL Languedoc-Roussillon ou la DREAL Corse ont été utilisés pour répondre aux spécificités méditerranéennes. Les états des lieux Natura 2000 Mer déjà réalisés en Languedoc-Roussillon ont apporté de précieuses leçons d'expérience.
Enfin, toujours dans le but de rationnaliser les moyens et d'optimiser l'investissement, les prospections ont été étendues, partout où cela s'avérait pertinent, aux nécessités de connaissance du Parc Naturel Marin, ainsi qu'à l'identification de Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) telles que définies dans le guide actualisé pour l'inventaire des ZNIEFF en milieu marin (Simian, 2009).

Une cartographie des biocénoses benthiques en adéquation avec les objectifs de conservation des sites Natura 2000 a été élaborée par le groupement.
L'inventaire et la description biologique ont consisté à étudier sur le site les habitats naturels et habitats d'espèces d'intérêt communautaires pour renseigner le formulaire standard des données (FSD) dont l'exemplaire initial a été envoyé à la Commission Européenne dans le cadre de la proposition de site.
Le groupement a inventorié et décrit tous les habitats et sous-habitats d'intérêt communautaire quel que soit leur faciès ou leur état de conservation. Cette phase a pour but de dresser un état initial de l'existant. Elle ne fait intervenir aucun processus de choix ou de hiérarchisation de priorités.
Le groupement a cartographié, illustré et décrit :

- Pour les habitats et sous-habitats naturels de l'Annexe I de la DHFF : différents faciès observés sur le site, intérêt vis-à-vis de la présence de certaines espèces, dynamiques naturelles, etc.;
- Pour les espèces d'intérêt communautaire (Annexe II, IV et V de la DHFF1992): localisation d'observation, lieux de reproduction, dépendance écologique avec des milieux particuliers, etc.

Ces descriptions se sont obligatoirement faites sur la base méthodologique proposée par la note explicative au remplissage des FSD.
En plus des espèces Natura 2000 précitées, le groupement a également mentionné dans son rapport, les espèces des Annexes II et III du protocole concernant les aires spécialement protégées et la diversité biologique de la Convention de Barcelone.

Enfin, le groupement a cartographié et compilé toutes les autres données utiles pour cerner les caractéristiques écologiques (Valentin-Smith *et al*., 1998; Souheil *et al*., 2009).
Les analyses et prospections conduites ont identifié les modifications d'origines anthropiques et/ou naturelles déterminantes pour la conservation des habitats et/ou des espèces cibles.
Le bilan a été suffisamment précis concernant les espèces patrimoniales, la répartition, la qualité et l'état de conservation des habitats et des espèces marines pour renseigner les FSD. Il permettra d'adapter par secteur(s) la prise de décision en matière de gestion du site et de suivre l'évolution des habitats et espèces Natura 2000 afin d'apprécier l'efficacité des mesures de gestion. Une évaluation par secteur de la qualité et l'état de conservation des habitats a donc été effectuée à chaque fois que cela a été possible en combinant une acquisition de paramètres sur des points représentatifs du secteur (stratégie d'échantillonnage mise en place) et une évaluation à dire d'expert.
L'étude a également porté une attention toute particulière pour les espèces et paysages d'intérêt patrimonial :

- Les espèces protégées ou rares avec un niveau d'intérêt à définir pour chacune d'entre elles, en se basant notamment sur la méthode de hiérarchisation des enjeux mise au point par le CSRPN Languedoc–Roussillon ;
- Les espèces ayant une valeur économique (pêche, plongée, etc.) ;
- Les espèces indicatrices de la qualité du milieu, de sa sensibilité, de son état d'équilibre ou déséquilibre (espèces allochtones - introduites, envahissantes, lessepsiennes - et proliférantes - méduses, algues filamenteuses), les indicateurs bio-DCE ;
- Les peuplements sous-marins remarquables ;
- La prise en compte de la méthodologie ZNIEFF marines et la description de périmètres pouvant faire l'objet d'inscription de ZNIEFF de type I ou II.

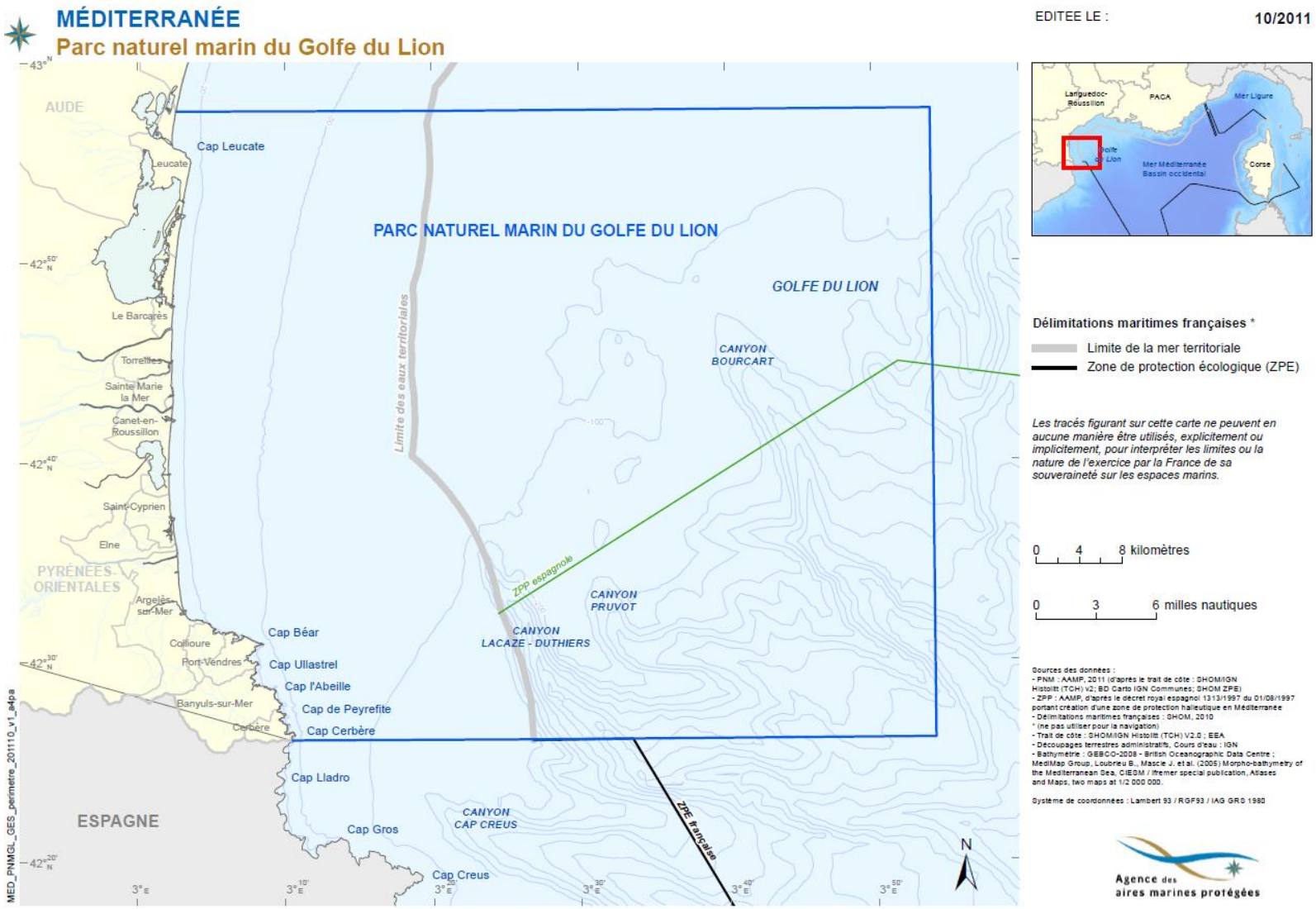


Figure 1 : *Périmètre du Parc Naturel Marin (PNM) du Golfe du Lion.*

2 Le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion

Source (majorité partie I) : LICARI M.L., LENFANT P., AMOUROUX J.M., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., 2004. Document d'objectifs site Natura 2000 « Posidonies de la côte des Albères ». Phase I : Inventaire et analyse de l'existant ; Volume 1 : Caractéristiques générales et cahiers d'habitats ; 82 p

Ferrari B., Forissier M., Teillol F., Claisse N., Rivas E., Ghiglione M., (sous presse). Caractérisation des activités humaines et du patrimoine naturel dans le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion. Rapport Parc Naturel Marin du Golfe du Lion - Agence des Aires Marines Protégées : 384 p.

2.1 ZONE TERRESTRE

2.1.1 Caractéristiques géographiques

La zone d'étude débute à terre dans le département de l'Aude, à la limite communale entre La Palme et Leucate et s'étend vers le Sud sur l'ensemble du littoral des Pyrénées-Orientales jusqu'à la frontière Espagnole. En mer, cette zone s'étend à plus de 70 km de la côte au droit du littoral décrit précédemment.

Le littoral concerné par cette étude s'allonge sur 100 km environ, offrant la particularité d'associer une côte sableuse, dite « côte Radieuse » depuis Leucate jusqu'à la plage du Racou (Sud du port d'Argelès-sur-Mer), entourée de deux côtes rocheuses : au Nord, la falaise de Leucate qui marque la bordure Est des Corbières maritimes et au Sud, la côte Vermeille (extrêmité des Pyrénées), de 35 km qui se poursuit en Espagne.

La plaine du Roussillon est enclavée entre les Fenouillèdes à l'Ouest, les Corbières et la Salanque au Nord, les Aspres, le massif des Albères et la côte Vermeille au Sud, la Mer Méditerranée à l'Est. Elle se termine sur le littoral par une côte sablonneuse le long de laquelle se sont formées les lagunes saumâtres

de Canet / Saint-Nazaire et de Salses-Leucate. La commune de Leucate accolée à cette dernière, forme un promontoire rocheux faisant suite aux rivages sableux des Pyrénées-Orientales.

L'attrait de la côte des Albères résulte directement des côtes rocheuses cernant les villages, de la présence d'un vaste arrière-pays montagneux, de l'opposition entre la mer et la montagne et des vignobles. Elle allie des caractères montagneux et littoraux qui, associés à un climat clément expliquent la richesse et l'originalité des milieux naturels, terrestres comme marins.

Trois unités géomorphologiques sont à distinguer :
- Le littoral rocheux, entaillé par l'érosion marine en falaises abruptes ;
- Les plaines littorales, réduites à l'embouchure des lits majeurs des cours d'eau. Elles ont pu comporter dans le passé un complexe littoral de dunes et lagunes propice à une grande diversité biologique. Aujourd'hui, ces complexes sont effacés par l'extension de l'urbanisation ;
- Les versants des coteaux.

2.1.2 Caractéristiques climatiques

Globalement, le climat est de type méditerranéen avec une pluviosité concentrée sur l'automne et le printemps. Les pluies d'été sont rares, irrégulières, violentes et mal exploitées par la végétation. Les étés sont chauds et secs, les hivers généralement doux avec seulement quelques rares journées de gel sur le littoral. L'ensoleillement est important et les vallées abritées bénéficient de températures plus douces. Le régime de vent particulier affectant le Roussillon avec la dominance de la Tramontane et du Marin fait de cette région une des plus ventées de France (l'étang de Leucate étant la zone la plus ventée de l'hexagone).

2.1.2.1 Précipitations

Le régime des précipitations atteint des maxima de pluviométrie en automne et au printemps. La pluviométrie est aussi largement influencée par l'altitude avec des valeurs variant du simple au double entre la façade maritime et les contreforts étagés.

La Figure 2 synthétise les données de pluviométrie sur la période 1981 – 2012 pour les stations de Perpignan et Béar et sur la période 1995 – 2012 pour la station de Leucate (source : meteo-climat-bzh.dyndns.org).

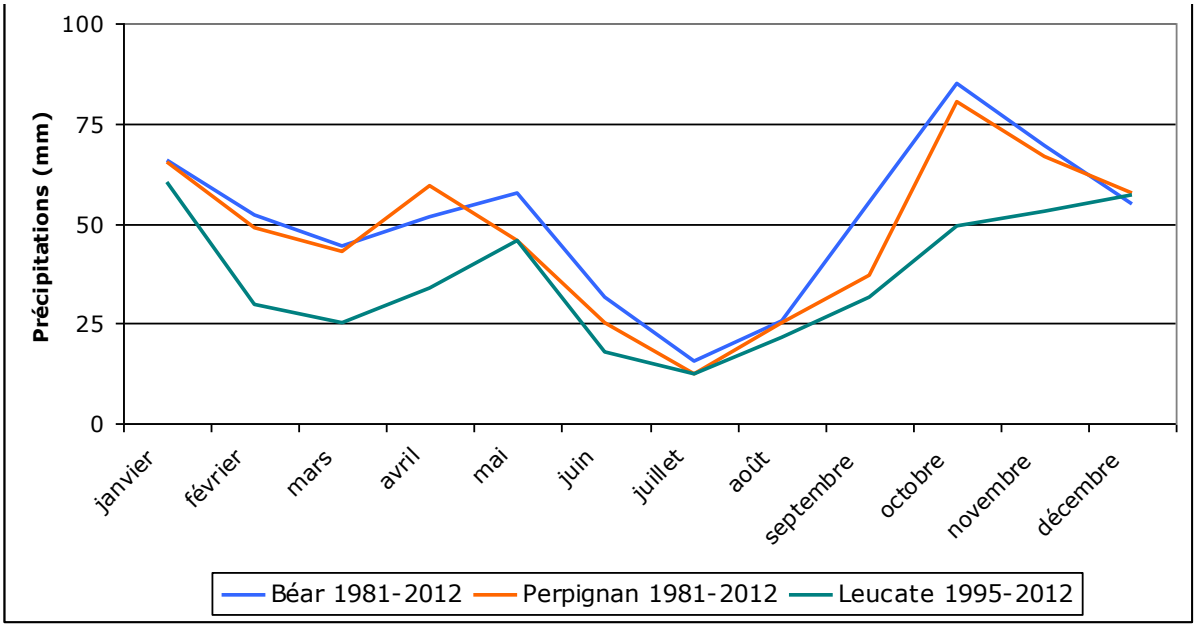


Figure 2 : Moyennes mensuelles de précipitations – Stations de Leucate, Perpignan et Béar.

La pluviométrie présente de fortes séquences orageuses avec des pics pouvant aller jusqu'à 250 mm en 24 h. Durant la saison estivale (juin à août), les Pyrénées-Orientales subissent une sécheresse importante. Toutefois, la côte Vermeille fait partie des secteurs méditerranéens bénéficiant de la plus importante pluviosité (600 à 700 mm par an en moyenne) avec 70 jours de pluie en année moyenne. Paradoxalement, les pluies exploitables par la végétation sont faibles et celle-ci ne bénéficie de précipitations suffisantes que de septembre à avril. Durant la saison « humide », 9 jours de pluie sont enregistrés par mois en moyenne. Il s'agit de pluies intenses et brèves qui ravinent les sols. Le ruissellement, aggravé par les importants dénivelés des bassins versants provoque souvent les crues des principaux cours d'eau et engendre une érosion intense sur les versants schisteux en amenant des sédiments sur le littoral.

2.1.2.2 Ensoleillement

Avec une moyenne annuelle de 2474 heures d'ensoleillement sur la période 1981 – 2012, les Pyrénées-Orientales font partie des départements métropolitains les plus ensoleillées de France. La Figure 3 représente les moyennes mensuelles d'ensoleillement sur la station de Perpignan entre 1981 et 2012 (source : meteo-climat-bzh.dyndns.org). L'ensoleillement est minimal en décembre et maximal en juillet.

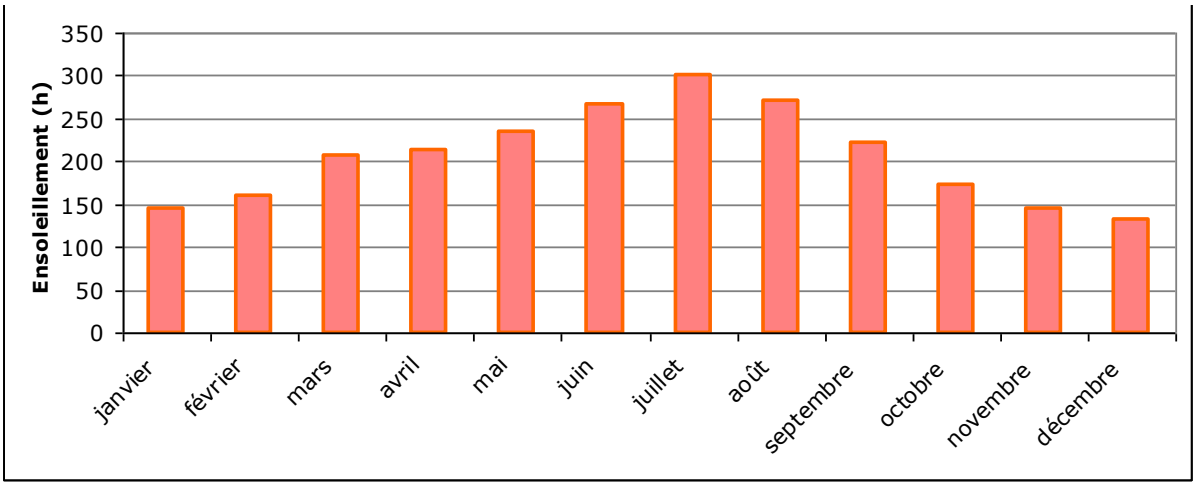


Figure 3 : Ensoleillement à Perpignan sur la période 1981 – 2012.

2.1.2.3 Températures

La Figure 4 synthétise les valeurs moyennes de températures relevées ainsi que les minimales et maximales pour la station de Perpignan sur la période 1981 – 2012. Ces graphiques étant très proches pour les stations de Leucate et Béar, ils ne seront pas présentés ici.
Le régime thermique est marqué par des écarts annuels de température de faible amplitude alors que les écarts quotidiens sont souvent importants. Le climat est également caractérisé par la douceur des hivers et des étés chauds et secs. Au mois d'avril, les températures moyennes s'élèvent rapidement et restent supérieures à 20°C de juin à septembre.

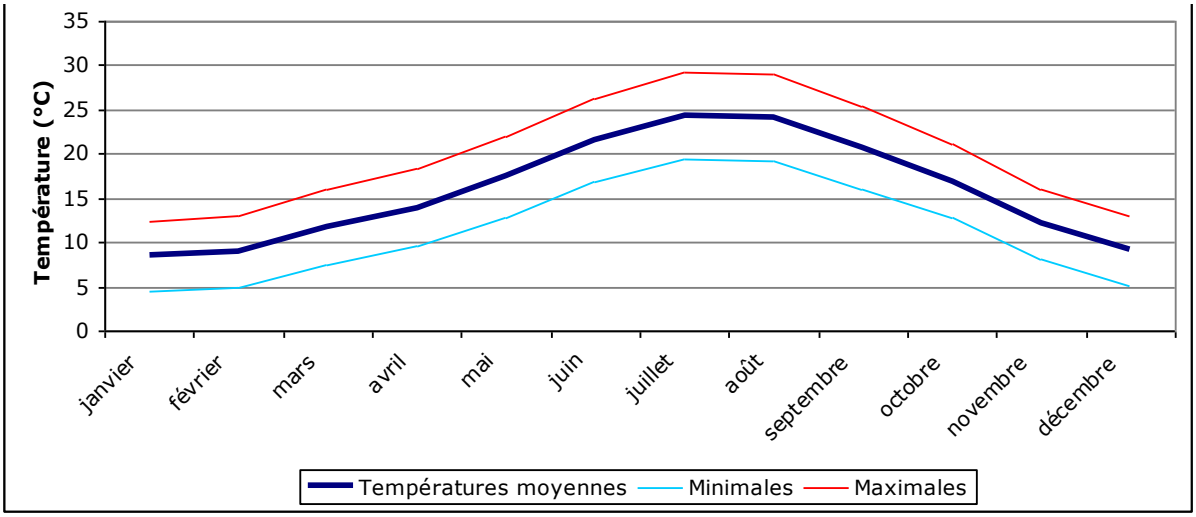


Figure 4 : Températures moyennes à Perpignan – période 1981 – 2012.

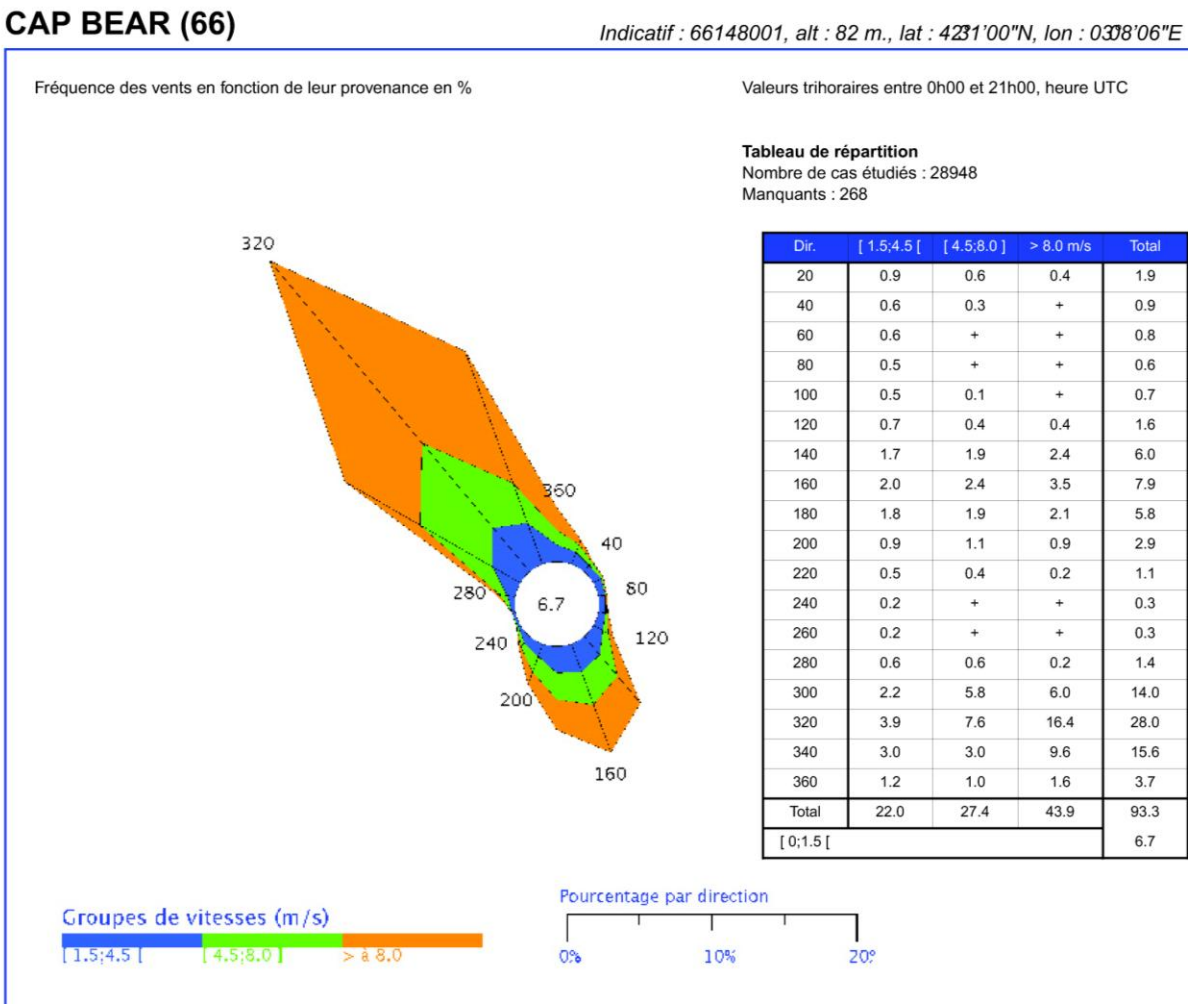
2.1.2.4 Vents

Le vent est une caractéristique clé du climat du secteur d'étude, dans la mesure où il souffle près de 200 jours par an. Trois vents dominants sont à distinguer :

- Le Marin ou vent de la mer : vent de secteur Nord-Est à Sud-Est, généralement vecteur d'humidité et de fortes précipitations. Il est lié aux basses pressions centrées sur la péninsule ibérique ;
- Le vent d'Espagne (vent chaud et humide) ou vent du Sud-Est, provoquant des effets de foehn ;
- La Tramontane (vent de secteur Nord-Ouest). Elle représente un facteur important de l'ensoleillement hivernal et printanier. Sa fréquence et son intensité sont particulièrement élevées. Elle souffle en moyenne 130 jours par an (70 % des jours ventés) et peut enregistrer des pointes très élevées (plus de 100 km/h) avec une moyenne supérieure à 50 km/h. Les mois suivant les solstices (janvier et juillet) sont des mois à Tramontane, ceux d'équinoxe (mars et septembre) des mois de moindre Tramontane (Casanobe, 1966). La situation météorologique à l'origine de la Tramontane correspond au creusement d'une dépression sur le Golfe de Gênes (Rouault, 1971). Ce vent, par sa force et sa fréquence, a une grande importance sur le climat de la région. Il tend à réduire les précipitations, à augmenter l'insolation de surface (>140 heures entre novembre et février) et entraîne une évaporation superficielle importante (Jacques *et al*., 1968; 1969).

Parmi les autres vents, les brises solaires représentent 50 % des vents en été. Ce sont les brises de terre (soufflant le matin du Nord/Nord-Ouest) et les brises de mer (soufflant l'après-midi du Sud/Sud-Est). Les vents de secteur Nord-Est sont de faible intensité. Ils se manifestent toute l'année mais surtout l'été. Les vents de secteur est sont fréquents au printemps et à l'automne. Ils s'accompagnent de précipitations parfois très abondantes et d'une forte houle (Panouse, 1977).

Des enregistrements effectués au Cap Béar indiquent une situation venteuse exceptionnelle : 1 jour sur 3 de vents supérieurs à 50 km/h, 1 jour sur 22 de vents supérieurs à 100 km/h (Jacques *et al*., 1971). Ces relevés sont liés en partie à la Tramontane et au Marin. Pour l'année 1997, Météo France a enregistré une légère diminution du nombre de jours de vents supérieur ou égale à 57,6 km/h (111 jours) en comparaison à la moyenne établie entre 1950 et 1996 (132 jours) (Météo France, 1997). Le vent possède une action écologique non négligeable au niveau des caps les plus exposés car il aggrave l'aridité de l'air et dessèche le sol.



Dir.	[1.5;4.5 [	[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	0.9	0.6	0.4	1.9
40	0.6	0.3	+	0.9
60	0.6	+	+	0.8
80	0.5	+	+	0.6
100	0.5	0.1	+	0.7
120	0.7	0.4	0.4	1.6
140	1.7	1.9	2.4	6.0
160	2.0	2.4	3.5	7.9
180	1.8	1.9	2.1	5.8
200	0.9	1.1	0.9	2.9
220	0.5	0.4	0.2	1.1
240	0.2	+	+	0.3
260	0.2	+	+	0.3
280	0.6	0.6	0.2	1.4
300	2.2	5.8	6.0	14.0
320	3.9	7.6	16.4	28.0
340	3.0	3.0	9.6	15.6
360	1.2	1.0	1.6	3.7
Total	22.0	27.4	43.9	93.3
[0;1.5 [				6.7

Figure 5 : Rose des vents, période du 1er janvier 1997 au 31 décembre 2006, source Météo France.

2.1.3 Caractéristiques hydrologiques

Le réseau hydrographique du secteur étudié est dense et très hiérarchisé sur la côte rocheuse en raison de la géomorphologie des massifs constitués de roches schisteuses donc plutôt imperméables et de pentes souvent fortes notamment dans le Sud du département des Pyrénées-Orientales, alors que le réseau est peu dense et plutôt linéaire dans la plaine du Roussillon.

Sur la côte sableuse, trois fleuves se jettent dans la Méditerranée : l'Agly au Sud de la commune du Barcarès, la Têt dont l'embouchure se situe à Canet-en-Roussillon et Tech qui se jette à Argelès-sur-Mer. Entre ces deux premiers fleuves, il existe également d'un ruisseau côtier, Le Bourdigou, se jetant dans la Méditerranée au niveau de la commune de Torreilles et le Réart, rivière « Oued » se jetant dans l'étang de Canet et de Saint-Nazaire au Sud du village de Saint-Nazaire. De nombreuses « agouilles », voire canaux de très faibles débits, traversent par ailleurs la plaine.
Il existe deux lagunes sur le site d'étude : l'étang de Salses-Leucate d'une superficie d'environ 5 400 ha et l'étang de Canet / Saint-Nazaire d'une superficie d'environ 1 000 ha. Tous deux sont des exutoires de divers cours d'eau et

communiquent directement avec la mer par des graus : 3 graus équipés de portes pour l'étang de Salses-Leucate et un seul pour l'étang de Canet / Saint-Nazaire.
Ce système hydrologique entraîne parfois des crues violentes qui s'expliquent par une conjonction de différents facteurs :

- La violence des précipitations ;
- La morphologie des bassins versants, fait de sols schisteux peu perméables, d'une végétation pauvre souvent remplacée par la vigne, de pentes importantes entraînant un régime torrentiel, et de superficies faibles réagissant aux averses les plus courtes.

Les cours d'eau et graus arrivant à la côte sont présentés succintement dans le Tableau 1 :

Tableau 1 : Cours d'eau et graus sur le PNM du Golfe du Lion.

Commune	Graus	Cours d'eau
Leucate	Graus de l'étang de Leucate	
Le Barcarès	Grau de l'étang de Leucate	L'Agly
Toreilles		Le Bourdigou
Canet-en-Roussillon	Grau de l'étang de Canet / Saint-Nazaire	La Têt Le Réart
Argelès-sur-Mer		Le Tassio Le Tech La Massane La Gué Noguera L'Agulla Cabdal La Ribera de les Conques L'Agulla d'en Salleres Rec de l'Abat Coma Fosca
Collioure		Le Ravaner Le Douy La Coma Chéric
Port-Vendres		Le ruisseau de Val Pintas Le ruisseau de Cosprons
Banyuls-sur-Mer		La Baillaury
Cerbère		Le Ribeiral Le ravin de Peyrefite

2.2 ZONE MARITIME

Le Golfe du Lion est une marge continentale à construction deltaïque. Il forme un plateau continental incise par de nombreux canyons sous-marins. Ce plateau, particulièrement large sur son ensemble, avec un maximum proche de 60 km au large des côtes du Languedoc (Mear *et al*., 1992), se réduit à proximité du Roussillon. Le plateau continental roussillonnais situé au Sud-Ouest du Golfe du Lion, est marqué par une pente faible (4 ‰) au Nord de la zone en face de l'embouchure de l'Agly. Ce plateau se rétrécit ensuite vers le Sud avec une pente beaucoup plus accentuée a partir de la zone rocheuse du Racou (Muller et Wilke, 1999b) et maximale (20 ‰) en face du canyon du Cap de Creus. Au niveau de la côte des Albères, il prend fin à une dizaine de milles nautiques du rivage (Giona, 1963 ; Rouault, 1971 ; Jouvenel, 1997b). Les fonds du plateau continental sont occupés par des masses sédimentaires ayant formé autrefois une plaine côtière et dont l'âge s'échelonne de l'épisode glaciaire du Würm à l'époque actuelle (Got et Monaco, 1966, 1967 ; Monaco 1967, 1971 ; Cauwet et Gadel, 1971 ; Cawet *et al*., 1971 ; Got 1973 ; Gadel *et al*., 1974). Sa quasi-totalité est recouverte de sédiments vaseux, mais aux abords de la côte sa constitution diffère (Muller et Wilke, 1999a). Il présente un littoral sableux au Nord et rocheux au Sud du Tech. La côte sableuse est assez homogène, interrompue seulement par les entrées des lagunes littorales et les embouchures des rivières et quelques plateaux rocheux ou rocs épars.

2.2.1 Bathymétrie

Dans le périmètre du PNM, la topographie des fonds sous-marins reflète la morphologie aérienne. La répartition bathymétrique s'étend de 0 à -100 m dans l'ensemble avec une incursion plus profonde à environ 400 m de profondeur au niveau de la tête du canyon Lacaze-Duthiers.

Sur la côte sableuse, le plateau continental est en pente douce jusqu'au talus à environ 30 milles de la côte pour une profondeur maximale de 100 m. Dans cette zone, la bathymétrie est relativement uniforme et des remontées rocheuses au niveau de Barcarès brisent cette homogénéité.
Sur la côte rocheuse, la profondeur maximale du talus continental est atteinte aux environs de 12 milles et est beaucoup plus hétérogène.
D'une façon générale cette zone peut être divisée en trois zones :

- Entre Argelès-sur-Mer et le Cap Béar, la bathymétrie augmente très rapidement avec environ 30 m à 300 m des côtes ;
- Entre le Cap Béar et le Cap l'Abeille, les fonds n'excédent pas 15 m en face des baies et 25 m au niveau des caps ;
- Au delà du Cap l'Abeille, les profondeurs avoisinent 30 m dans la bande littorale des 300 m. Les variations bathymétriques les plus importantes se situent au large du Cap Rédéris. En effet, le Sec de Rédéris qui est situé à environ 600 m du bord remonte de -40 à -5 m.

2.2.2 Marnage

La Mer Méditerranée est une mer à marées d'amplitudes limitées. En 1900, Pruvot a étudié les variations du niveau de la mer à Banyuls-sur-Mer qui se sont échelonnées de **+**0,89 m (17 octobre 1898) à **+**0,12 m (14 avril 1900), mais les niveaux inférieurs à +0,25 m sont exceptionnels. A Banyuls-sur-Mer l'amplitude de la marée est, en moyenne, de 0,3 m (Boudouresque, 2005).

2.2.3 Agitation

L'agitation hydrodynamique est intense en période de vents dominants (Tramontane et Marin).
Lorsque la Tramontane souffle, les vagues sont serrées. Les déferlantes viennent du secteur Nord-Ouest (à l'exception de la partie sous le vent du Cap Béar). Les zones au Nord des caps sont directement influencées par l'agitation due à la Tramontane. Les zones au Sud des caps sont elles bien protégées de la Tramontane.
Le Marin entraîne une houle ample, profonde et génératrice de courants très turbides qui perturbent l'ensemble de la côte du début de l'automne à la fin du printemps.

Des épisodes catastrophiques sont à noter lorsque des tempêtes d'Est se déchaînent sur les côtes du département. En plus d'apporter une houle importante avec des vagues de plusieurs mètres de hauteur, les vents violents entraînent une hausse du niveau de la mer responsable d'inondations et d'érosion des plages.

2.2.4 Courantologie

Le Golfe du Lion et la Mer Catalane sont sous l'influence du courant liguro-provençal issu du courant venant de détroit de Gibraltar ayant buté sur la Corse et fait demi tour dans le Golfe de Ligure (Italie) (Figure 6). Au passage du Rhône, ce courant se charge en particules qu'il transporte sur le reste de sa course, ce qui explique l'importante turbidité des eaux de la région. Mais la situation reste complexe du fait de l'existence d'un courant estival dirigé vers le Nord-Est (Fieux, 1971, 1972) qui correspondrait à un courant cyclonique propre au Golfe du Lion. Parfois, la nappe de dilution rhodanienne est ramenée vers les rivages du Roussillon par un contre-courant dirigé du large vers la côte.

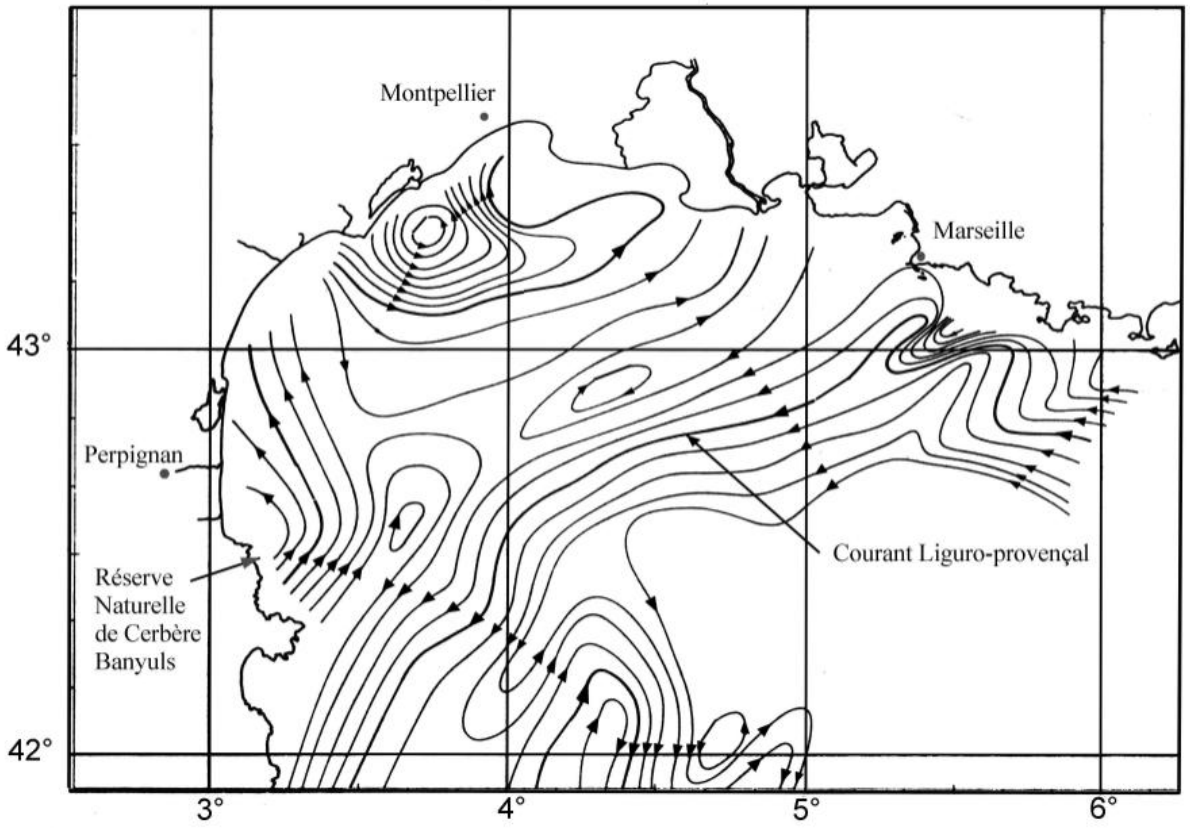


Figure 6 : Courantologie générale dans le Golfe du Lion (Lenfant et al., 2001).

Ce schéma se complexifie lorsque l'influence des vents est intégérée à l'échelle de la côte rocheuse des Albères. En régime de Tramontane (secteur Nord-Ouest), le courant liguro-provençal tend à être renforcé. La situation est inversée en régime de Marin (Sud-Est) avec la formation de contre courant. Du fait de la violence des vents et de leurs changements rapides, des phénomènes de gyres et d'upwelling peuvent apparaître par forte Tramontane (Nozais, 1995).

Sur la côte sableuse (d'Argelès-sur-Mer à Leucate / La Franqui), dont l'orientation est Nord-Sud, les vents de secteur Sud-Est engendre une houle arrivant obliquement sur cette dernière. Cette obliquité entraîne un transport des sédiments (fins comme grossiers) vers le Nord. En plus de ces mouvements dûs aux vagues, les vents entraînent un courant parallèle à la côte et dirigé lui aussi vers le Nord. Ce courant accentue le transport vers le Nord des particules fines (sables). Au niveau de la côte sableuse il est généralement observé une dérive littorale du Sud vers le Nord. Sur la côte vermeille, la dominante annuelle des courants de surface est cependant d'orientation Nord-Sud (Panouse *et al*., 1975 ; Dubreuil et Rat, 2005).

La présence d'une thermocline marquée réduisant les échanges dans la colonne d'eau induit des courants horizontaux propres à chaque couche (Planes *et al*., 2000c). Du fait de la violence des vents et de leurs changements rapides, des phénomènes de gyres peuvent apparaître (Nozais, 1995). Au niveau de la côte des Albères, le courant est, dans 64 % des cas, un courant de pente portant au Sud (Sud/Sud-Est). Sa structure est cependant variable et complexe dans le temps et l'espace. Aux faibles profondeurs, la morphologie de la côte influe sur sa direction et conduit à l'apparition de contre courants locaux. Les mouvements

d'eau superficiels sont dépendants de la force et de la direction des vents mais l'action des vents principaux de Nord-Ouest est réduite au voisinage des côtes par l'orientation du relief (le fetch du vent est court, seuls les vents supérieurs à 15 m/s ont une influence directe) (Planes *et al.,* 2000c). À proximité du rivage, le vent peut donner naissance à des courants ascendants, dits upwelling (effet de vents de reflux), lorsqu'il souffle de la terre vers le large (Tramontane) et à des courants descendants, dits cascading (effet de vent d'afflux), quand il souffle de la mer vers le rivage. Les upwellings se manifestent par un abaissement important de la température des eaux superficielles qui sont remplacées par les eaux profondes plus froides. En plein mois d'août, si la tramontane se lève, l'eau peut baisser de 5 à 7 °C très rapidement. Les upwellings ont un rôle écologique important puisqu'ils permettent un apport d'éléments nutritifs (les eaux du fond sont riches en éléments nutritifs) vers la surface ce qui favorise le développement du phytoplancton.

Les têtes de canyons permettent des phénomènes de remontées d'eaux qui se situent en moyenne à 200 m de profondeur. Des descentes de masses d'eau peuvent aussi avoir lieu et sont particulièrement intenses à certaines périodes. Ces phénomènes de « mégacascades » se déroulent lorsque les eaux sont particulièrement denses au niveau des zones côtières (Bougis et Ruivio, 1954). Un phénomène de ce type a été enregistré en 2005 au niveau du Canyon du Cap de Creus, déplaçant 750 km^3 d'eau de mer en 40 jours (soit autant qu'en transporte le Rhône en 14 ans) et emportant une importante quantité de sédiments et de matière organique vers le fond (Canals *et al.,* 2006).

2.2.5 Turbidité

Les particules en suspension dans l'eau de mer sur l'ensemble du littoral sont apportées essentiellement par le Rhône via le courant liguro-provençal mais les fleuves de la région, les eaux de ruissellement et les vents peuvent amplifier le phénomène. Ces particules proviennent de l'érosion tellurique ou sont des débris d'origine organique (animale ou végétale). L'ensemble constitue le seston qui a une grande influence sur certaines propriétés optiques de l'eau de mer (Geistdoerfer, 1972 ; 1973).
Les animaux benthiques, planctoniques et les bactéries trouvent dans ce seston un milieu riche et favorable à leur développement (Jacques, 1970 ; Neveux *et al.,* 1975 ; Razouls, 1975 ; Tito de Morais, 1983 ; Fiala Médioni *et al*., 1987 ; Planes *et al*., 2000c).
Les éléments minéraux dissous jouent un rôle capital dans la production phytoplanctonique. Les deux sources principales de sels nutritifs pour les eaux superficielles sont les apports terrigènes et les remontées d'eau profonde. Les éléments nutritifs d'origine rhodanienne sont très rapidement consommés par le phytoplancton le long des côtes depuis l'embouchure du Rhône. Ces apports correspondent donc à l'arrivée d'eaux anciennes dont les réserves minérales ont été épuisées (eaux oligotrophes). Les teneurs les plus fortes en sels nutritifs sont associées à des eaux à haute salinité et à faible pourcentage de saturation en oxygène (moins de 90 %) correspondant aux remontées d'eaux profondes.

Dans la région, la transparence de l'eau est l'une des plus faibles de la Méditerranée. Le gradient de ces particules s'atténue de la côte vers le large le long de la côte rocheuse (Landais, 1955 ; de Bovée *et al*., 1977).

2.2.6 Température

Quatre saisons hydrologiques se succèdent en Méditerranée (Tournier, 1969 ; Panouse, 1977).

- L'été (mi-juin à fin octobre) est caractérisé par un maximum thermique des eaux diluées superficielles au environ de 23°C (24°C en 1967 ; Panouse *et al*., 1975 b), une thermocline marquée (stratification verticale des eaux marines avec brusque diminution de la température avec la profondeur) (Jacques *et al*., 1969 ; Jacques, 1974) et une progression sur le fond des eaux du large vers la côte.
- L'automne (fin octobre à fin novembre) voit un refroidissement des eaux côtières entraînant une rapide disparition de la thermocline (homogénéisation « chaude ») ;
- L'hiver (fin novembre à début mars) présente un minimum thermique au environ de 10°C (9,75°C en janvier 1967, Jacques *et al*., 1968) qui provoque la formation d'une eau dense tendant à "plonger" le long du plateau continental (homogénéisation « froide ») ;
- Le printemps (début mars à mi-juin) voit un réchauffement des eaux superficielles avec la réapparition de la thermocline.

Sur le secteur, les températures sont inférieures aux valeurs moyennes méditerranéennes, ceci tout au long de l'année, qu'il s'agisse de relevés en zone côtière à 0,5 m de profondeur (Jouvenel, 1997), à 5 m de profondeur (Nozais, 1995) ou des eaux superficielles du large sur l'isobathe 55 m (Jacques *et al*., 1971). Par contre, les amplitudes hydrothermiques sont typiques. En effet, dans la zone superficielle côtière, des écarts de 3°C dans la même journée ont été enregistrés par suite de coups de vents. Sur de plus longues périodes, une chute de 9°C, en moins d'un mois (août à septembre inclus) a été relevée par Jouvenel (1997).

La thermocline limite les échanges entre les eaux superficielles (plus chaudes) et les eaux du fond (Saint-Guily, 1968 ; Jacques, 1974). La profondeur à laquelle se situe la thermocline est lié au régime des vents. En l'absence de vent, les eaux superficielles et de fonds ne se mélangent pas et la thermocline tend à être profonde. Par forts vents, les masses d'eau se mélangent, soit par brassage dû à une mer agitée (vent de secteur Sud-Est), soit par phénomène d'upwelling (remontée d'eau profonde froide) dans le cas de la Tramontane (vent de secteur Nord-Ouest) qui chasse l'eau superficielle vers le large. Ce mélange provoque la disparition de la thermocline (Bhaud *et al*., 1967, Nozais, 1995).

2.2.7 Salinité

La Méditerranée est, dans son ensemble, un bassin de concentration (Tchernia, 1960). L'évaporation excède les apports d'eau douce dus aux précipitations et au débit des fleuves. Mais les fleuves qui se déversent dans le Golfe du Lion en font un bassin de dilution (Jacques *et al.,* 1969), avec des valeurs de salinité globalement faibles.

Un des caractères originaux de la région est la fréquence des dessalures, expliquées par les apports rhodaniens et des rivières locales en liaison avec des périodes de pluies. La valeur minimale de la salinité de surface est de 31,17 ‰, la valeur maximale de 38,08 ‰ (38,39 ‰ à - 50 m) (Bhaud *et al.,* 1967). Bien qu'il n'y ait pas de cycle saisonnier régulier des variations de salinité le long de la côte rocheuse, 3 périodes de basses salinités sont en général observées (Boutière *et al.,* 1974 ; de Bovée *et al.,* 1977):

- En automne, les précipitations et crues des fleuves locaux provoquent cette dilution très marquée (35 à 31 ‰). Cette dilution n'affecte que les 10 premiers mètres d'eau et se limite à une bande côtière étroite ;
- En hiver, les eaux du Rhône poussées vers la côte par l'avancée des eaux du large ont tendance à plonger (salinité voisine de 37 ‰ sur l'ensemble de la colonne d'eau et sur une bande côtière de 10 à 20 milles de large) ;
- Au printemps et en été, des eaux à salinité relativement basse (37,05 ‰) apparaissent au-dessus de la thermocline. Cette dilution recouvre une grande partie du Golfe du Lion. Elle est souvent rabattue vers la côte par le contre courant languedocien dans la région du Cap Creus (Cerbère) (Furnestin, 1960a). Sous la thermocline, il s'observe remontée d'eau de fond ayant une salinité plus élevée (38,30 ‰) (Panouse *et al.,* 1975).

Au niveau de la côte des Albères, la salinité oscille entre 35,5 ‰ (juin) et 38,5 ‰ (Août) dans la couche de 0 à 30 m pour l'année 1993 (Nozais, 1995). La couche superficielle (0 - 15 m) présente les plus grandes variations dues au fait des apports d'eau douce lors des fortes précipitations et de la mise en place de la thermocline. Il existe peu de fleuve côtier et le régime des eaux est lié aux fortes précipitations atmosphériques locales. La zone plus profonde est quant à elle plus stable (environ 38 ‰) sauf en période hivernale, lorsque la thermocline disparaît et qu'il y a homogénéisation des eaux profondes et de surface.

2.2.8 QUALITÉ DES EAUX

La qualité des eaux côtières est essentiellement liée aux rejets des eaux usées, de l'activité portuaire et des eaux de ruissellement qui drainent les résidus des traitements agricoles.

2.2.8.1 Teneurs en polluants

Les teneurs en Zinc, Cadmium, Cuivre, Plomb, détergents, P.C.B. (polychlorures de biphénile) et hydrocarbures (synthèse Réseau National d'Observation - Ifremer, 1974-1984 ; Lenwood et Ronald, 1999 ; Andral et Tomasino, 2004 ; Laugier *et al.,* Edition 2009) sont en général supérieures aux teneurs normales des eaux mais restent inférieures aux seuils de toxicité admis. Mais certains de ces polluants, les polychlorobiphényles (PCB) en particulier, peuvent être concentrés par des animaux de consommation courante: invertébrés (moules, crevettes, etc.) et poissons mangeurs de vers et petits crustacés enfouis dans le sédiment (rougets) ou détritivores (muges). Ces types de polluants sont essentiellement liés aux activités portuaires.
Outre les rejets induits par les stations d'épuration, une pollution liée aux nitrates induite par l'activité viticole est envisageable par ruissellement en période de fortes pluies. Etant donné le caractère intermittent des cours d'eaux débouchant sur la côte des Albères, elle est difficilement quantifiable.

2.2.8.2 Qualité des eaux de baignade

Les Annexe 1 et Annexe 2 récapitulent la qualité des eaux de baignade entre les communes de Cerbère et du Barcarès entre 2007 et 2010. Sur ces trois années, il est recensé :

- 46 plages classées en « qualité excellente » ;
- 3 plages classées en « bonne qualité » ;
- 1 plage classée en « qualité suffisante ».

La qualité des eaux de baignade est donc très satisfaisante sur l'ensemble du site d'étude (source : baignade.gouv.fr).

2.2.8.3 Qualité des masses d'eaux côtières

Source : Directive Cadre Eau, Contrôles de surveillance/opérationnel, Résultats de la campagne 2009, District « Rhône et côtiers méditerranéens »

Les résultats de la seconde campagne de contrôles DCE de 2009 permettent d'avoir une bonne vision d'ensemble de la qualité des eaux littorales à l'échelle du district. Outre le suivi de la contamination chimique dans la matière vivante, cette campagne s'est enrichie d'un suivi dans la colonne d'eau avec l'utilisation d'échantillonneurs passifs.
L'objectif principal de la DCE consiste en une cartographie de l'état chimique actuel et de l'état biologique actuel de chaque masse d'eau pour les eaux côtières et les eaux de transition du district "Rhône et côtiers méditerranéens", selon les modalités suivantes (Figure 7) :

- L'état chimique est "agrégé" à partir de 41 substances prioritaires et dangereuses prioritaires, avec une représentation en deux classes d'état chimique ;
- L'état biologique est "agrégé" à partir des différents éléments de qualité, avec une représentation en cinq classes d'état biologique.

Le bon état écologique d'une masse d'eau est alors, pour la DCE, défini comme étant le moins bon de ces deux états, avec identification du paramètre déclassant.
Afin d'établir l'état général des masses d'eau, la directive s'appuie sur l'évaluation d'un certain nombre d'éléments de qualité qui peuvent différer selon la catégorie de masse d'eau considérée : eaux de transition et eaux côtières.

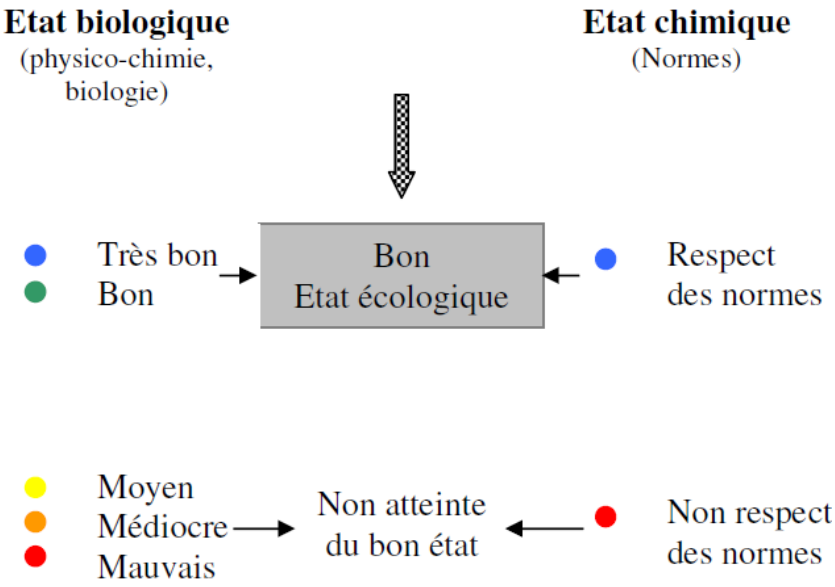


Figure 7 : Représentation schématique de la définition de la qualité d'une masse d'eau au titre de la DCE.

Le Tableau 2 synthétise les résultats obtenus pour les masses d'eau côtières FRDC01 (Frontière espagnole – Racou plage) et FRDC02a (Racou plage – Embouchure de l'Aude) et les masses d'eau de transition FRDT01 (Etang de Canet) et FRDT02 (Etang de Salses-Leucate) (Figure 8).

Tableau 2 : Synthèse de l'état écologique des masses d'eau (campagne 2009).

Masse d'eau	Etat de la masse d'eau	Paramètre déclassant
FRDC01 (Frontière espagnole – Racou plage)	Moyen	Macroalgue
FRDC02a (Racou plage – Embouchure de l'Aude)	Mauvais	Eau
FRDT01 (Etang de Canet)	Mauvais	Phytoplancton et macrophyte
FRDT02 (Etang de Salses-Leucate)	Moyen	Macrophyte

Les tableaux de synthèse DCE sont présentés en Annexe 3 à Annexe 5.

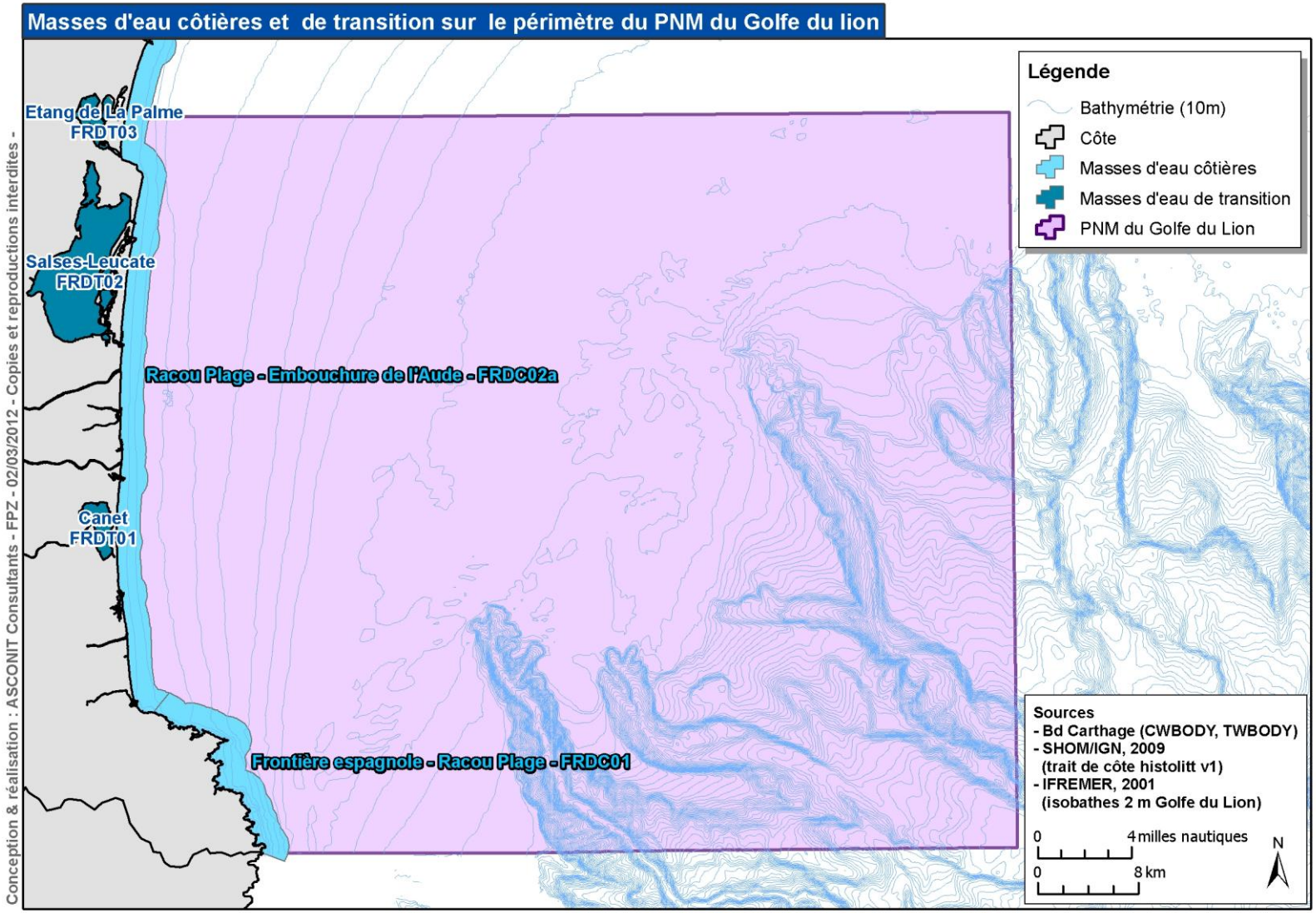


Figure 8 : Masses d'eau côtières et de transition du PNM du Golfe du Lion.

2.3 ETAGEMENT DU LITTORAL

La description des biocénoses et habitats marins se fait selon l'étagement du littoral. Ce dernier est présenté succinctement ci-dessous pour l'ensemble du rapport et de futures références aux différents étages.

Le système de classement des différents étages du littoral se fait en fonction de facteurs abiotiques (lumière, profondeur) et permet de reconnaître quatre étages. Ces étages traduisent globalement des conditions de vie et sont bien définis biologiquement, ils ne peuvent donner qu'une indication toute relative quant au niveau marégraphique (Figure 9).

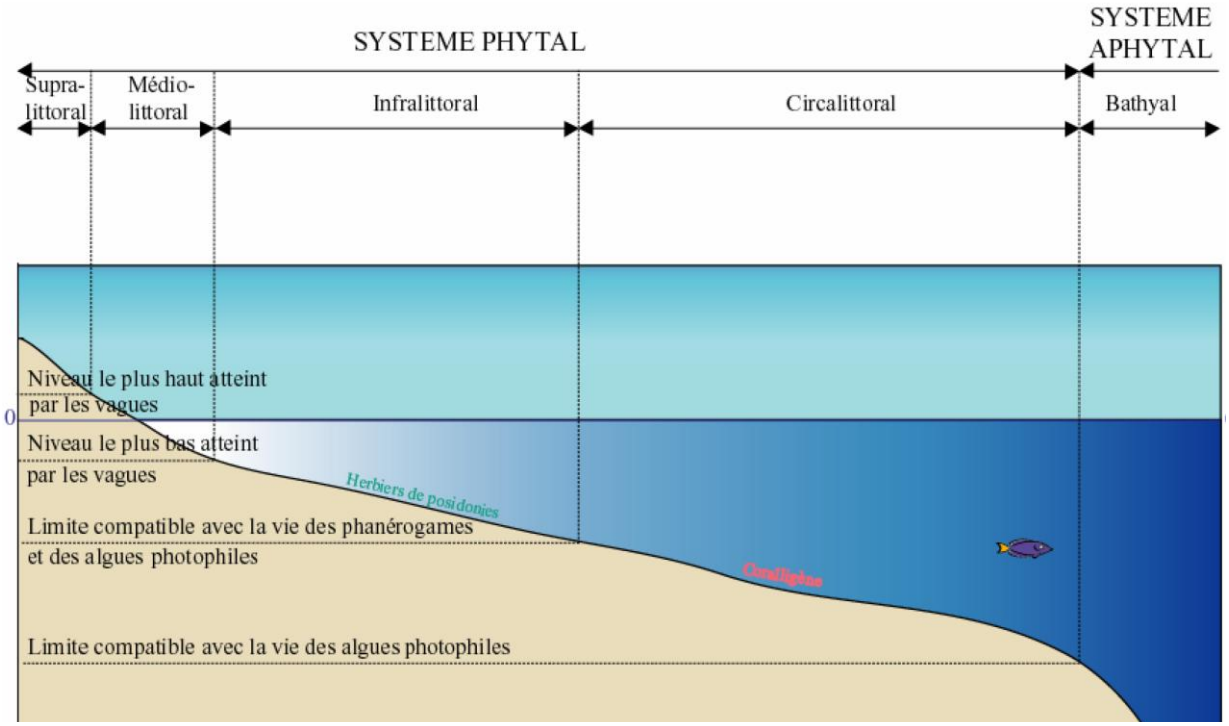


Figure 9 : L'étagement benthique en Méditerranée (d'après Bellan-Santini, 1994).

L'étage supralittoral, situé à la limite du domaine maritime, représente des conditions de vie drastiques étant donné que la roche n'est humectée que par les embruns lors des tempêtes. La vie végétale y est représentée par des lichens encroûtants ou gazonnants et des cyanobactéries épi et endolithes. La vie animale benthique y est très peu diversifiée (2 à 3 espèces). Inversement, l'avifaune y est bien implantée, certains oiseaux nicheurs étant strictement dépendants de ce milieu. Sur les substrats sableux, la vie animale est plus diversifiée et l'humidité plus constante induit un milieu moins hostile du fait également de l'absence de marées de forte amplitude.
L'étage médiolittoral correspond globalement à la zone de balancement des marées entre le niveau moyen des basses mers (BMm) et le niveau moyen des hautes mers (HMm). Il héberge des organismes qui supportent mal la

dessiccation, mais peuvent s'accommoder des conditions écologiques éprouvantes étant donné l'amplitude des variabilités des facteurs écologiques, la dessalure notamment. Pour les animaux le couvert végétal, le plus souvent abondant, vient tamponner ces fluctuations écologiques. En Méditerranée cet étage est d'amplitude très réduite mais présente deux horizons bien distincts définis par les variabilités d'humectation.
L'étage infralittoral est toujours immergé. Le facteur lumière régit essentiellement la répartition des espèces photophiles puis sciaphiles (ombrophiles). Dans l'ensemble des mers à marée de milieu tempéré, cet étage est occupé par un grand cortège d'algues et de magnoliophytes, la plus connue étant la posidonie (*Posidonia oceanica*). Au sein de ces herbiers protecteurs, qui peuvent être très denses jusqu'à 15-20 mètres (herbiers généralement épars en languedoc-roussillon en corrélation avec la forte turbidité), les organismes vivants trouvent des fluctuations écologiques très atténuées, les faunes peuvent y être très diversifiées. Toujours dans cet étage la présence de particules fines (turbidité) ou la présence de sable en suspension dans l'eau peuvent façonner les peuplements en faciès particuliers.
L'étage circalittoral s'étend jusqu'à la limite de survie des algues pluricellulaires autotrophes. Il présente en Méditerranée un peuplement particulier de haute valeur patrimoniale, et de grande diversité, le Coralligène, habitat dans lequel les algues calcaires constituent des formations biogènes de grande importance.
L'étage bathyal correspond à la pente continentale depuis le rebord du plateau continental jusqu'au début de l'étage abyssal (vers 2000 m). La limite supérieure du bathyal se définit à la fois avec des caractéristiques biologiques, physiques et géologiques. Le rebord du plateau continental représente une véritable "ligne de rivage" marquant l'entrée dans le domaine marin profond. Longtemps inconnu du monde scientifique, car difficile à interpréter à causes de sa grande variabilité faunistique et topographique. Il aura fallu des plongées en submersible pour enfin pourvoir analyser et expliquer l'originalité du bathyal supérieur.
L'étage abyssal correspond en Méditerranée (Pérès, 1984 ; Bellan-Santini, 1985 ; Laubier et Emig, 1993) à l'immense plaine qui s'étend au-delà de 2000 m. Il est observé un renouvellement faunistique, dont les raisons sont encore mal discernées, et un fort taux d'endémisme. La limite entre le bathyal et l'abyssal est mal définie en Méditerranée.
L'étage hadal correspond aux grandes fosses sous-marines dont la plus profonde descend jusqu'à -5092 m en Méditerranée.

La forte turbidité ambiante générée par le Rhône, les lagunes et les petits fleuves côtiers, entraine une modification dans la distribution bathymétrique des biocénoses marines dans le périmètre du PNM Golfe du Lion. Ainsi les biocénoses photophiles tels que les peuplements algaux de l'infralittoral ou les herbiers de posidonie sont distribués plus à la côte dans des bathymétries plus faibles que dans le reste de la Méditerranée. Il en va de même pour les biocénoses du circalittoral tel que le Coralligène ne s'étendant rarement au delà de 40 m de profondeur. Cette singularité conduit aussi à une modification des peuplements associés, leur distribution dans des bathymétries plus faibles et donc plus souvent soumis à un hydrodynamisme fort ou à un envasement plus important. La définition de l'état de conservation, ou de la présence d'espèces patrimoniales peut être erronée par ces conditions très particulières et doit donc faire l'objet d'une expertise spécifique et non justifiée sur des grilles de référence d'autres régions du bassin méditerranéen.

2.4 HABITATS MARINS

Si la côte rocheuse est bien connue puisqu'elle concentre l'attention des scientifiques du laboratoire Arago depuis plus d'un siècle et de l'Université de Perpignan depuis près de 40 ans, la côte sableuse l'est un peu moins.

2.4.1 Fonds rocheux

Sur le site d'étude, les fonds rocheux sont principalement présents en continuité de la côte rocheuse, c'est-a-dire depuis la zone du Racou à proximité d'Argelès-sur-Mer, et jusqu'à la frontière espagnole. Plus au Nord, le Cap Leucate est une zone rocheuse située au milieu d'une côte majoritairement sableuse.
Les 3 caps présents sur le site sont aussi des formations rocheuses. Il s'agit, du Nord au Sud, du Cap Leucate, du Cap Béar et du Cap Cerbère.
Quelques zones rocheuses (Augris et Mear, 1993) sont présentes en mer. Parmi celles-ci, se distinguent, par leur large superficie, des dalles rocheuses éparpillées au large du Barcarès : Saint Laurent et Toreilles qui forment un assemblage d'environ 5 km², nommé roches de Toreilles. Ces pointements rocheux sont constitués par des grès d'âge tyrrhénien (Monaco, 1971). Il existe aussi d'autres roches de moindre importance distribuées entre Le Barcarès et Argelès-sur-Mer de 0 à 6 milles des côtes: le Roc de terre, la Roche du géomètre, la Roche Vidal, le Rocher de la Têt, la Roche Nau, la Roche du Lannier, le Plateau Saint Nazaire, la Roche Cerbère de terre et le Plateau Cerbère de terre, la Roche de St Cyprien, la Roche de St André et la Roche Tavac.
D'une manière générale, les fonds rocheux ont une faible extension et ne dépassent pas une profondeur de 45 m. Les zones d'éboulis et de roches massives sont plus importantes au niveau des caps (Licari *et al*., 2004). Les seules constructions dures observées plus profondément correspondent aux bioconstructions du Coralligène (Planes *et al*., 2000c).

Au final, un peu moins de la moitié du périmètre d'étude est bordé de falaises avec au Nord, le Cap Leucate et au Sud, la côte Vermeille. Les fonds rocheux représentent donc une superficie non négligeable, mais étant donné leur limite bathymétrique, la surface occupée est beaucoup plus faible que celle des substrats meubles. De plus, les fonds rocheux ne sont pas constitués exclusivement de roches massives, elle est en association avec les autres unités que sont les roche-blocs, les galets et langues de sable.

2.4.2 Fonds sableux

Sur la côte Radieuse, les fonds meubles sont présents en continuité depuis le Cap Leucate jusqu'à la zone du Racou (hormis la zone rocheuse présente au large du Barcarès), au niveau des baies et également au large de l'ensemble de la côte rocheuse, dans le prolongement du domaine rocheux et/ou du Coralligène au delà d'environ 40 m de profondeur (Galzin *et al*., 2000).
La côte sableuse et son prolongement marin sont assez homogènes, interrompus seulement par les entrées des lagunes littorales et les embouchures des rivières. Au contact de la côte rocheuse, l'extension des sables et éléments grossiers se limite à d'étroites bandes localisées au fond des criques ou des baies. Ces bandes de sable se raccordent aux pointes rocheuses des caps (Guille, 1969). La granulométrie s'affine en s'éloignant du rivage et passe progressivement aux vases côtières vers 30 ou 35 mètres de profondeur, au large des côtes sableuses ou rocheuses (Mear *et al*., 1992 ; Planes *et al*., 2000). Les vases côtières dominent à partir de l'isobathe des 50 m où elles constituent environ 80 % des sédiments. Contrairement à la répartition classique, la proportion en vases diminue ensuite vers le large aux abords des canyons aux environs de la ligne bathymétrique des 80 m. A ce niveau réapparaissent ponctuellement les sables fins et moyens à faible teneur en argile. Ces derniers disparaissent dès que s'amorcent les pentes des canyons où les argiles reprennent place (Guille, 1969). Dans la zone la plus côtière, ce sont les fonds meubles à dominante sableuse qui occupent la majeure partie de l'espace (Galzin *et al*., 1999).

2.4.3 Herbiers à magnoliophytes

2.4.3.1 Herbiers à posidonies (Posidonia oceanica)

Les herbiers de la région Languedoc-Roussillon peuvent être considérés comme étant en limite de leur aire de distribution et sont qualifiés d'atypiques par rapport aux herbiers présents dans le reste de la méditerranée. La turbidité générale et récurrente des eaux (panache turbide du Rhône) contraint l'espèce à s'implanter dans les zones peu profondes.
Le littoral roussillonnais présente des herbiers essentiellement situés sur la côte rocheuse des Albères entre Cerbère et Argelès-sur-Mer dont la limite inférieure n'excède pas 20 mètres.
Les herbiers sont donc confinés dans des zones de faible profondeur et soumis à un hydrodynamisme fort, entrainant des morcellements au sein de leur structure. Sur le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion (PNM GL), ces herbiers sont généralement discontinus pouvant former des mosaïques complexes, avec d'autres biocénoses, ou encore distribués en taches très éparses sans vraie limite inférieure ni supérieure. Le fort hydrodynamisme rencontré sur la zone, associé au déficit sédimentaire sur la côte rocheuse empêche l'herbier d'édifier une matte épaisse. C'est la raison pour laquelle il apparaît le plus souvent sous forme d'un placage sur roche.

2.4.3.2 Herbiers à cymodocées (Cymodocea nodosa)

Dans le cadre de l'amélioration de la connaissance dans le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion (PNM GL), il a été confirmé la présence d'herbier à magnoliophytes autre que *Posidonia oceanica* au niveau du Barcarès et de Banyuls-sur-Mer. Cette étude vise à préciser leur localisation et à déterminer l'espèce, voire les espèces constituant ces herbiers.
La cymodocée (Cymodocea nodosa) se rencontre entre la surface et 10 m de profondeur sur les fonds sableux éclairés comportant une certaine proportion de matière organique. Elle se développe généralement en milieu abrité entre la côte et la limite supérieure des herbiers à posidonies. Des herbiers ont été rencontrés au Nord de la sortie du port du Barcarès, au Sud du Barcarès et dans la baie de Banyuls-sur-Mer, au droit du cap d'Osne.

2.5 NATURA 2000 EN MER : SITES D'INTERET COMMUNAUTAIRE

2.5.1 Localisation

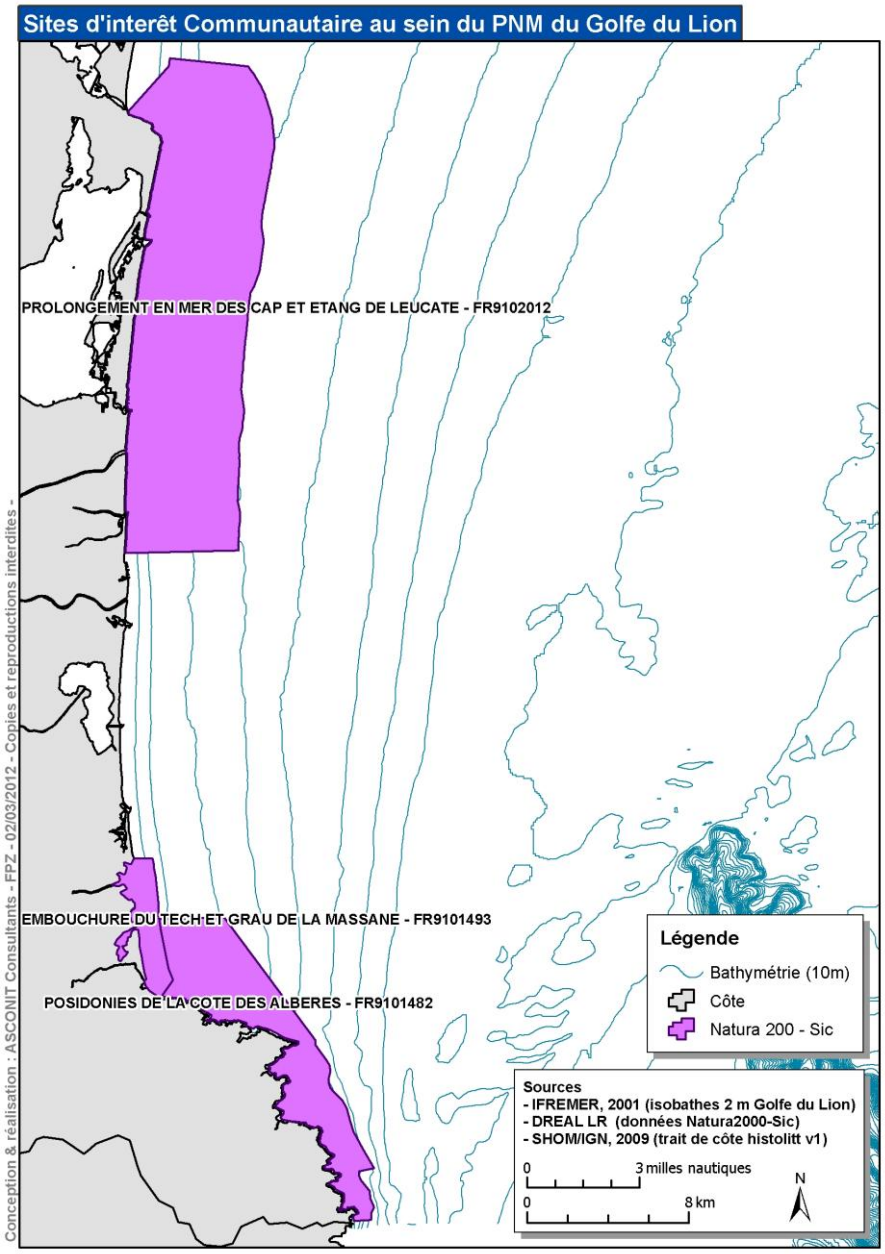


Figure 10 : Natura 2000 en mer dans le PNM du Golfe du Lion.

Les fiches des sites Natura 2000 « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate », « Embouchure du Tech et grau de la Massane » et « Posidonies de la côte des Albères » sont présentées en Annexe 6.

2.5.2 Description rapide

2.5.2.1 Prolongement en mer des cap et étang de Leucate

Ce site s'étend en mer sur une superficie de 14 197 ha de la côte jusqu'à une bathymétrie d'environ – 45 m entre les communes de Toreilles et Leucate.
Le secteur du Cap Leucate représente un des rares appointements rocheux sur un littoral sableux. De plus, la configuration du plateau continental et la situation du cap par rapport au courant liguroprovençal confèrent à ce site une certaine singularité qui se traduit par la présence de biocénoses particulières.
Le site comprend des herbiers à cymodocée au sein de l'habitat 1110. En l'état actuel des connaissances, il pourrait s'agir des seuls secteurs côtiers de la région Languedoc-Roussillon où ces Magnoliophytes marines sont présentes en mer ouverte.
Il existe des échanges de masse d'eau avec l'étang de Salses-Leucate, au niveau des graus, dont les deux principaux sont situés au niveau de Port-Barcarés et Port-Leucate. L'aménagement de ces zones portaires a trés certainement modifié les continuités écologiques, notamment d'un point de vue « migrations piscicoles » entre ses deux masses d'eaux.
Par ailleurs, ce secteur présente des "Récifs" 1170 en continuité du Cap Leucate ou isolés intéressants par leurs formations de Coralligène.

2.5.2.2 Embouchure du Tech et grau de la Massane

Ce site s'étend en mer sur une superficie de 739 ha de la côte jusqu'à une bathymétrie d'environ – 20 m sur la commune d'Argelès-sur-Mer.
Ce site présente une zone de sables marins de faible profondeur à Amphioxus et des milieux littoraux dunaires riches en espèces végétales endémiques.

2.5.2.3 Posidonies de la côte des Albères

Ce site s'étend en mer sur une superficie de 4 371 ha de la côte jusqu'à une bathymétrie d'environ -40 m sur la côte rocheuse (Argelès-sur-Mer à Cerbère).
La côte des Albères présente une grande richesse au niveau de ses fonds marins où se succèdent plusieurs habitats naturels depuis les trottoirs d'algues incrustantes jusqu'à des formations de Coralligène de plateau. Sur la côte des Albères, dès lors que les conditions sont plus favorables (anses protégées, substrats favorables), l'herbier se développe de manière homogène sur de plus vastes étendues, présentant une morphologie comparable avec celle des herbiers de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA) ou de Corse.

Ce site englobe les seuls fonds rocheux d'importance significative du littoral languedocien.
Il a été retenu en raison de la présence de :

- 4 habitats d'intérêt communautaire :
  - Les bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (code UE : 1110) ;
  - Les herbiers à posidonies (code UE : 1120, habitat prioritaire) ;
  - Les récifs (code UE : 1170) ;
  - Les grottes marines submergées ou semi-submergées (code UE : 8330) ;
- Une espèce d'intérêt communautaire :
  - Le grand dauphin (*Tursiops truncatus*, code UE : 1349).

2.6 ZNIEFF MARINES

L'actualisation de l'inventaire ZNIEFF en Languedoc-Roussillon par l'Adena et SEANEO s'est terminée en 2010 et le nouvel inventaire a été validé par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) en avril 2011. La zone d'étude compte les 4 ZNIEFF marines suivantes (Figure 11) :

- Roche de Leucate ;
- Herbiers à cymodocées du Barcarès ;
- Bancs rocheux du Barcarès ;
- Côte des Albères.



Figure 11 : Carte de situation des ZNIEFF marines en Languedoc-Roussillon (source : Programme de modernisation et actualisation des ZNIEFF marines en Languedoc-Roussillon, ADENA/CEN LR-DIREN LR, 2007 ; 96p.).

La méthodologie spécifique aux ZNIEFF marines et la description de périmètres pouvant faire l'objet d'inscription de ZNIEFF de type I ou II ont été prises en compte. L'inventaire répondant à cette méthodologie est fondé sur les listes d'espèces et habitats déterminants nationales et régionales lorsqu'elles existent.
Ces éléments sont parfaitement maîtrisés par les membres du groupement, de par leur travail sur la modernisation des ZNIEFF Mer en Languedoc-Roussillon (synthèse/analyse et étude de terrain).

2.7 RÉSERVE NATURELLE MARINE DE CERBÈRE-BANYULS

La Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, première réserve exclusivement marine de France, a été créée par l'Arrêté interministériel du 26 février 1974 remplacé depuis par décret n° 90-790 du 6 septembre 1990. Le Conseil Général des Pyrénées-Orientales en est le gestionnaire depuis 1977 et elle bénéficie des conseils d'un comité consultatif présidé par le Préfet des Pyrénées-Orientales dont la composition est fixée par ce dernier (article 3 du décret de création).

La Réserve Naturelle (Figure 12) couvre 650 hectares de mer à l'Est de la ligne de côte entre l'ile Grosse à Banyuls-sur-Mer et le Cap Peyrefite à Cerbère, soit 6 500 m de linéaire côtier pour une extension maximum vers le large de 1,5 mille nautique. Les principales activités maritimes, nautiques et aquatiques, recensées dans la zone sont : la pêche professionnelle, la pêche de loisir, la plaisance, la baignade, la plongée sous-marine.

Au sein de la Réserve, il existe une zone de protection renforcée d'une superficie de 65 hectares face au Cap Réderis. Cette zone a été mise en place en 1979 sous forme d'un cantonnement à but scientifique et a été pérennisée par le décret de septembre 1990. Dans cette zone, seule la navigation (vitesse limitée à 5 nœuds) et la baignade sont autorisées. Dans le reste de la Réserve, les activités de plongée en scaphandre autonome, de pêche professionnelle (nombre d'autorisations limitées à 15) et de pêche de plaisance (réglementée et soumis à autorisation préalable) sont autorisées. La chasse sous-marine est interdite dans toute la Réserve.

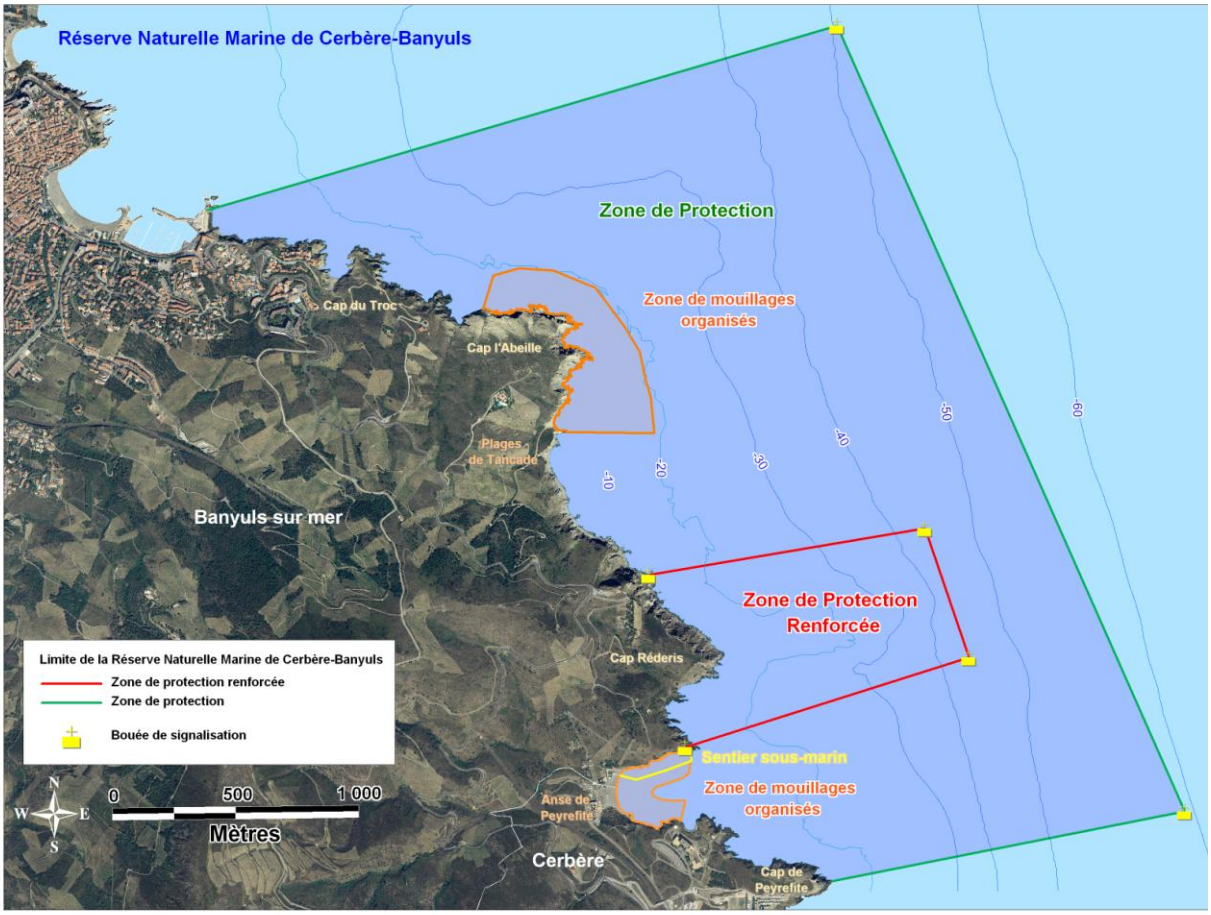


Figure 12 : Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls.

2.8 LES USAGES

2.8.1 Le tourisme

Il existe un potentiel touristique important sur la zone qui s'appuie principalement sur le
littoral et les stations balnéaires qui la composent et offrent à la fois des capacités d'accueil conséquentes et un environnement adapté aux attentes des visiteurs (plages et ensoleillement). Un comptage réalisé sur une journée type du mois d'aout 2009 de Cerbère au Barcarès a permis de recenser environ 75 000 baigneurs sur la côte sableuse et plus de 4 000 sur la côte rocheuse. La baignade représentant la principale motivation pour la population touristique, les communes déploient de nombreux efforts pour accueillir les visiteurs.

Le littoral inclus dans le PNM se compose de 11 stations balnéaires comprenant :

- Plus de 110 hôtels et résidences de tourisme ;
- Plus de 100 campings ;
- Plus de 72 300 résidences secondaires.

Le département des Pyrénées-Orientales recueille près de 33 millions de nuitées annuelles en moyenne. La capacité d'accueil la plus importante revient à Argelès-sur-Mer : avec 55 campings et 22 hôtels pour un total de lits estimé à 90 000, cette station enregistre 6 millions de nuitées annuelles.
Le tourisme n'est pas réparti uniformément sur l'ensemble de la zone :

- La côte sableuse regroupe l'écrasante majorité des hébergements de plein air (102 campings contre 4 sur la côte rocheuse) et plus de 90 % des résidences secondaires du littoral ;
- La côte rocheuse est quant a elle tournée vers l'hôtellerie labélisée.

2.8.2 La pêche professionnelle

Le secteur a la particularité de disposer d'un plateau continental très étendu et de lagunes avoisinantes, ce qui conditionne fortement les pratiques et volumes de pêches (DRAM Languedoc-Roussillon, 2006).

La pêche locale comprend quatre activités principales pratiquées par les chalutiers, les senneurs (thoniers et lamparos) et les petits-métiers. Cette flotte n'est pas la seule à pêcher dans le périmètre. De nombreux pêcheurs viennent d'autres ports de pêche. Les chalutiers des ports proches de la Costa Brava (essentiellement de Llança et de Puerto-de-la-Selva) viennent pêcher quotidiennement sur la zone (Licari *et al.,* 2004b). Par ailleurs, le rayon d'action de la flotte décrite dépasse fréquemment celui du périmètre du PNM, c'est le cas des thoniers notamment.

La saisonnalité de la pêche est marquée du fait des conditions climatiques hivernales qui restreignent en grande partie les périodes de pêche des plus petites embarcations. (Licari *et al.,* 2004b).

- Les lamparos pêchent entre mars et octobre, de préférence par mer calme et nuit sans lune (Licari *et al.,* 2004b) ;
- La campagne de pêche des thoniers s'étend grossièrement du mois de mars à novembre avec un arrêt entre le 15 juillet et le 15 août (DRAM Languedoc-Roussillon, 2006). Les dernières dispositions prises par l'ICCAT restreignent toutefois considérablement cette campagne ;
- La saisonnalité de l'activité des petits-métiers est plus marquée, l'essentiel se déroulant plutôt en saison estivale. Les petits-métiers enquêtés sont présents en mer entre 100 et 350 jours par an, en majorité d'avril a octobre ;
- La saison de pêche de l'oursin est limitée du 1er septembre au 31 avril (Quief, C, 2007b).

A l'exception des thoniers, les navires de pêche exercent essentiellement leur activité à proximité des côtes. Les données issues d'études réalisées par l'Ifremer relatives aux navires du quartier de Port-Vendres en 2003, indiquent que la majorité de ces navires ont une activité dans les lagunes (33 % de la flotte). Viennent ensuite les navires exerçant leur activité dans la zone des 3 milles (30 %). Dans des proportions inférieures, on trouve les activités se déroulant à la fois sur les lagunes et dans la zone des 3 milles (8 %), celles se déroulant depuis les 3 milles jusqu'a 12 milles au large (5 %), les activités mixtes se

déroulant dans la bande des 12 milles et au-delà (9 %) et enfin les activités au large (4 %) (Ifremer, 2005).
Sur le périmètre d'étude, il existe une majorité de pêcheurs petits-métiers travaillant dans la bande des 0 à 5 milles et principalement dans la bande côtière des 2 milles. Selon les métiers, les filets sont positionnes le long de la côte, sur les roches naturelles ou plus au large et jusqu'à 25 milles pour une minorité. Les récifs artificiels, par leur effet générateur de biomasse, sont aussi particulièrement attractifs pour les pêcheurs dont le port d'attache est à proximité (Lenfant et Larenie, 2007).
Les chalutiers doivent exercer leur activité au-delà des 3 milles nautiques à partir du rivage selon des règles très anciennes et toujours en vigueur. La pêche a la senne (lamparos et thoniers) se pratique au large, généralement sur des fonds de plus de 60 m de profondeur (Licari *et al.,* 2004b). Il est à noter qu'ici comme ailleurs, l'augmentation du coût du carburant n'est pas sans influence sur les stratégies de pêche, tous métiers confondus.

Enfin, à l'intérieur de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, en dehors de la zone de protection renforcée, 15 professionnels sont autorisés à pêcher.

2.8.3 La pêche de loisir

Les pêcheurs de loisir exercent leur activité sur l'ensemble de la zone d'étude :
- Au niveau des caps ou des zones battues lorsqu'ils pêchent du bord ;
- Sur les quais et digues de port, notamment au Barcarès, à Canet, St Cyprien, Argelès-sur-Mer et Port-Vendres ;
- Au niveau de toutes les remontées rocheuses quand ils pêchent à la palangrotte (sur les roches Tavac face à Argelès-sur-Mer, au pied de Béar, sur la Llose à Paulilles, face au Cap l'Abeille, Cap Peyrefitte ou encore Cap Cerbère) sur presque tout le linéaire côtier quand ils pêchent à la traine ;
- Sur les zones rocheuses, pour la chasse sous-marine. Les faibles profondeurs (inférieures a 20 m) sont plus souvent prospectées car accessibles au plus grand nombre. Les séances de chasse se font sur les substrats rocheux, les herbiers, le Coralligène et plus rarement sur les fonds sableux.

La pêche récréative se déroule principalement entre avril et septembre, période correspondant à la présence de la majorité des espèces et ou les conditions climatiques sont les plus clémentes. La saison touristique montre un pic de fréquentation de la pêche amateur embarquée sur des bateaux de plaisance. Ce pic débute en juin pour décliner en septembre après le départ des derniers estivants.

Plusieurs moments dans l'année ponctuent la saison de la pêche (Licari *et al.,* 2004b) :
- Le printemps, et l'été, saison principale de la pêche ;
- La fin de l'été, en septembre et octobre alors que s'effectue la remontée des espèces migratrices tels que les daurades coryphènes ou les pélamides (bonites à dos rayé) ;
- En novembre, pendant la période de reproduction des calamars ou de nombreux adeptes de la pêche à la turlutte se regroupent devant Cerbère,

Banyuls-sur-Mer ou la zone du Racou sur la côte rocheuse. Sur la côte sableuse, le Grand Roc et les rocs de David et du poulpe sont également des lieux de prédilection.

Il est à noter qu'une règlementation spécifique est à respecter dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls (Arrêté n°140 du 9 février 2009).

2.8.3.1 La chasse sous-marine

La zone rocheuse située entre Cerbère et Argelès-sur-Mer est prisée par les adeptes de chasse sous-marine. Il existe une abondante population de pêcheurs amateurs en apnée. Les sites les plus appréciés sont l'anse de Terrimbo près de Cerbère, la baie de Paulilles, le Cap Béar et la zone du Racou près d'Argelès-sur-Mer. La côte sableuse possède un attrait plus limité du fait de la présence plus aléatoire de roches, les lagunes ont alors la préférence des chasseurs.

2.8.3.2 La pêche du bord

La pêche du bord se pratique depuis les zones rocheuses ou depuis les ouvrages d'art (digues, jetées, etc.). Théoriquement interdite dans les ports, cette pratique est cependant tolérée. Lorsqu'elle se pratique depuis une plage, elle prend le nom de surf casting, les cannes sont longues (plus de 4 m) et très puissantes pour pouvoir lancer les appâts le plus loin possible et souvent contre le vent.
Sur la côte rocheuse, la pratique de la pêche du bord impose une bonne condition physique puisque la côte, très découpée et au relief important, ne permet pas un accès direct aux sites de pêche.

2.8.3.3 La pêche embarquée

La pêche embarquée regroupe 65 % des effectifs de pêcheurs de loisir sur la zone comprise entre le Cap Béar et le Cap Cerbère (Claisse, 2008 ; Miche de Malleray, 2008). Cette pratique s'est développée parallèlement à la plaisance sur le littoral des Pyrénées-Orientales.

2.8.4 La plaisance

Troisième région française pour la plaisance après les régions PACA et Bretagne, le Languedoc-Roussillon regroupe un nombre d'embarcations de plaisance en constante augmentation. Les bateaux à moteurs dominent pour plus de 85% (Direction générale de la mer et des transports). Nombreux sont les plaisanciers propriétaires d'embarcations motorisées de petite taille. 96 % des engins motorisés sont des pneumatiques ou semi-rigides de moins de 6 m, tandis que 70 % des voiliers se situent entre 8 et 15 m de longueur.

La zone d'étude compte 10 communes possédant des installations portuaires : Leucate, Le Barcarès, Sainte-Marie, Canet, Saint-Cyprien, Argelès-sur-Mer, Collioure, Port-Vendres, Banyuls sur Mer et Cerbère. Leur surface et leur protection diffère. Il est possible de distinguer les ports (Leucate, Le Barcarès, Sainte-Marie, Canet, Saint-Cyprien, Argelès-sur-Mer, Port-Vendres, Banyuls sur Mer) et les abris côtiers (Collioure, Cerbère). Tous ces ports sont destinés à la

plaisance, à l'exception de celui de Port-Vendres qui est un port mixte de plaisance et de commerce.

90 % des places de port sont situées sur la côte sableuse et 75% des prestations de loisirs (location de bateaux, écoles de voile, structures de plongée sous-marine) ont leur siège dans ce secteur. Toutefois, selon ces professionnels du nautisme, le lieu de pratique de ces activités de voile, plaisance ou plongée est majoritairement dirigé vers la côte rocheuse, à l'exception des activités de glisse (wind surf et kite surf) dont des « spots », d'importance mondiale, sont situés sur la côte sableuse et notamment à Leucate.

2.8.5 La plongée sous-marine

Le nombre de plongées annuelles est estimé à plus de 82 000 sur l'ensemble du périmètre d'étude. L'évolution du nombre de plongeurs est croissante depuis la démocratisation de l'activité et cette évolution peut s'amplifier avec la création d'un PNM.
Bien que les comparaisons ne sont pas évidentes d'une année sur l'autre (le nombre d'adhérents à la charte et donc de données communiquées n'étant pas les mêmes), les observations montrent que le nombre de plongeurs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls n'a pas cessé d'augmenter. Aussi, d'environ 11 000 en 2003 et 2004, il atteignait le seuil des 13 000 depuis 2005. Sur la base des données des carnets de fréquentation, 20 674 plongées ont été comptabilisées dans la Réserve Marine entre le mois d'avril et le mois de septembre 2011 (contre 13 218 en 2007, 18 961 en 2008, 16 429 en 2009 et 15 673 en 2010) (RNMCB, 2011). Au regard des chiffres communiqués, l'année 2010, avec un nombre total de plongeurs fréquentant la Réserve Marine estimé à 18 000, apparaissait similaire à 2008. Paradoxalement, les centres de plongée avaient constaté une baisse de leur activité en 2008 (RNMCB, 2008). En 2011, au regard des chiffres communiqués, la plongée sous-marine a montré sa plus forte fréquentation depuis que l'activité est suivi sur les sites de plongée de la Réserve Marine. Cette tendance peut s'expliquer par de très bonnes conditions météorologiques durant cette période, par la « renommée » acquise par la Réserve Marine auprès des plongeurs qui n'hésitent pas à venir de loin afin de découvrir la richesse biologique qu'elle abrite, et par une plus grande implication des centres de plongée rendant régulièrement les carnets (RNMCB, 2010 ; RNMCB, 2011). Ces chiffres ne tiennent compte que des structures signataires de la charte ayant communiqué leurs données. Or, si toutes les structures ainsi que les plongeurs qui pratiquent l'activité par leurs propres moyens (et ils sont aussi en augmentation) sont comptabilisés, le nombre annuel de plongée sur la Réserve Marine est actuellement estimé à plus de 20 000.

La plongée récréative est représentée par 18 entreprises, 26 associations (dont 4 de la région toulousaine et une de Narbonne) et des plongeurs autonomes. Les structures de plongée sont présentes sur l'ensemble du littoral dont il est question ici et une majorité de celles-ci est implantée à Argelès-sur-Mer (9 structures). Environ 53 structures de plongée (structures commerciales et associatives réparties pour la plupart entre Argelès-sur-Mer et Cerbère) fréquentent les sites de la Réserve. Depuis 2004, toutes ces structures de plongée sont partenaires de la Réserve Marine via une charte.

L'essentiel de l'activité de loisir correspond à des explorations, des baptêmes et des plongées de formation. Les plongées sont fréquentes entre les mois d'avril et d'octobre mais la période privilégiée reste la période estivale, entre juillet et août, où environ 60 % des plongées sont effectuées (Licari *et al*., 2004b ; RNMCB, 2007 ; 2008 ; 2009 ; 2010; 2011). Plus de la moitié des structures sont en activité entre les mois de mars et novembre.
50 sites de plongée sont recensés sur le site d'étude. Ces plongées se déroulent entre 0 et 60 m (profondeur maximale autorisée pour la plongée à l'air) et majoritairement entre 0 et 20 m.
Tandis que les horizons situés entre 0 et 20 m sont explorés intensément, ceux au delà de 20 m restent peu fréquentés car au delà de 30 m les fonds sont le plus souvent sableux et leur attrait est donc réduit.
Les sites les plus fréquentés correspondent à des zones où sont présents au moins un des éléments suivants : roche, coralligène ou posidonies. Les sites les plus fréquentés par les structures de plongée sont :

- Le Cap Leucate ;
- Le Racou ;
- Les Roches Blanches ;
- La Grande Mauresque (crique d'en Bau) ;
- La jetée de Port-Vendres ;
- Sainte Catherine ;
- Balenti ;
- L'île Grosse ;
- Tancade ;
- Peyrefite ;
- L'anse de Terrimbo ;
- Les Chambres (Cap Cerbère).

Au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, il existe environ 25 sites de plongée, soit une superficie de 44 hectares fréquentée par les plongeurs (sur les 650 hectares de la superficie totale de l'AMP). Cette fréquentation se concentre notamment autour du Cap l'Abeille (Javel *et al.,* 2006 ; Dalias *et al*., 2007a et b, RNMCB, 2007 ; 2008 ; 2009 ; 2010; 2011).
Dans le cadre de l'application du nouveau plan de gestion de la Réserve Marine, pour la période 2007-2011, le Conseil Scientifique a validé la mise en œuvre, dès 2007, de suivis à long terme sur plusieurs compartiments faunistiques et floristiques (Créocéan, 2007 ; 2008 ; 2010a ; 2010b ; Lenfant *et al*., 2008 ; 2010) ainsi que sur certaines activités socio-économiques (Dalias *et al.*, 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

Partie II : Etude des zones profondes

1 Contexte général et objectif de l'étude

Dans le cadre de la création du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, les premières campagnes organisées par l'Agence des Aires Marines Protégées avec appui technique de la Comex sur les canyons profonds ont montré l'intérêt patrimonial de ces fonds avec 35 espèces remarquables ou menacées et 11 espèces commerciales recensées. En complément de ces actions, il a été proposé dans le cadre du présent marché de compléter ces informations en travaillant sur le plateau continental en amont de la tête du canyon Lacaze-Duthier, où les cartes bathymétriques d'Ifremer montrent des accidents topographiques pouvant suggérer la présence de biocénoses particulières.

2 Matériel et méthodes

2.1 NAVIRE SUPPORT, L'ESSOR

Le navire support est l'ESSOR (Figure 13), remorqueur de la société SRM. La fiche technique de l'ESSOR est en Annexe 7. L'ESSOR a été utilisé pour les zones profondes avec la mise en œuvre d'un treuil hydrographique disposant de 1 600 m de câble ombilical porteur.



Figure 13 : Navire support l'Essor à quai dans le port de Port-Vendres.

2.2 LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE

Deux zones d'études ont été définies, en accord avec l'Agence des Aires Marines Protégées et le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, en périphérie de la tête de canyon de Lacaze-Duthiers. Ces secteurs ont été choisis pour leur proximité avec la tête de canyon et pour la présence de variations bathymétriques assez importantes sur ce plateau (Figure 14).

Les zones sont identifiées par les points GPS des côtés de chaque rectangle (Tableau 3).

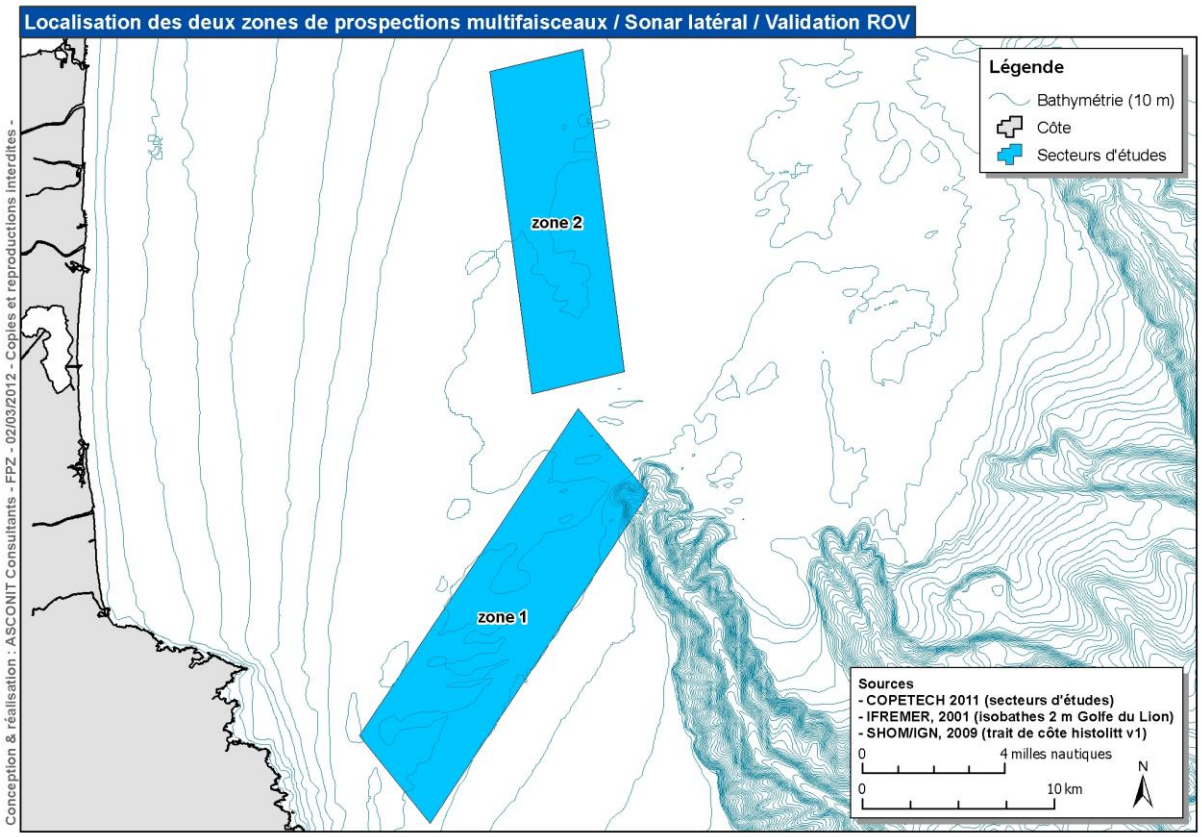


Figure 14 : Localisation des deux zones de prospections Sondeur multifaisceaux / Sonar latéral / Validation ROV en vue de la caractérisation des faciès sédimentaires.

Tableau 3 : Localisation des points GPS (en système longitude / latitude WGS84) des quatre côtés des deux zones étudiées.

ZONE	Longitude °E	Latitude °N
1	3,32299	42,64380
	3,38170	42,65398
	3,35623	42,80491
	3,29713	42,79472
2	3,21282	42,48471
	3,25670	42,44062
	3,35199	42,63762
	3,39933	42,59711

2.3 EQUIPEMENT ET ACQUISITION DES DONNÉES

2.3.1 Equipement à bord

Dans le cadre de cette étude, le groupement a fait appel à la société COPETECH-SM spécialiste de la réalisation de cartographie par levés hydrographiques. Afin de réaliser cette étude, la société COPETECH-SM a utilisé les équipements spécifiques listés ci-après :

- DGPS CNAV2050M différentiel RTG avec réception des corrections via un satellite géostationnaire (précision <10cm) ;
- R2SONIC 2024 Sondeur Multifaisceaux très haute définition ;
- KLEIN 3000 système side scan sonar bi-fréquence simultanées (Figure 15);
- Treuil hydrographique avec 600m d'ombilical ;
- IXSEA GAPS : centrale inertielle phins + usbl positionnement acoustique de tres grande precision (Figure 16) ;
- CTD SEA et SUN TECH.;
- Sonde de célérité de coque ;
- ROV super achille en mode semi-libre ;
- Benne Van veen ;
- Logiciels : HYPACK-HYSWEEP-SONAR PRO-CODA.



Figure 15 : Sonar Klein 3000.



Figure 16 : IXSEA GAPS.

L'ensemble des fiches techniques de ces équipements est joint en Annexe 7 à Annexe 11 à ce rapport.

L'intégralité des équipements ainsi que les procédures d'acquisition et de traitement des données sont en conformité avec les standards IHO - PUBLICATION SPECIALE N°44.

2.3.2 Détails des prestations

2.3.2.1 Couverture de la zone d'étude

La couverture de la zone est assurée par le suivi de profils plus ou moins espacés suivant la profondeur d'eau garantissant une insonification SMF/SSS exhaustive avec un recouvrement (redondance des données) de 30 % au minimum pour les données SMF et Sonar (Largeur de la fauchée multifaisceaux : 200 m – largeur fauchée sonar : 150 m) (Figure 17). L'ensemble des profils réalisés sur les deux zones sont présentés en Annexe 8.
L'acquisition des données est ponctuée de réalisation périodique de profils de célérité (environ 3 par jour) afin de prendre en compte des évolutions de la vitesse du son dans l'eau en cours de journée.
Afin de garantir un levé bathymétrique conforme aux normes de l'« International Hydrographic Organisation » (IHO), l'ouverture du sondeur multifaisceaux (SMF) sera limitée suivant le type de fond.

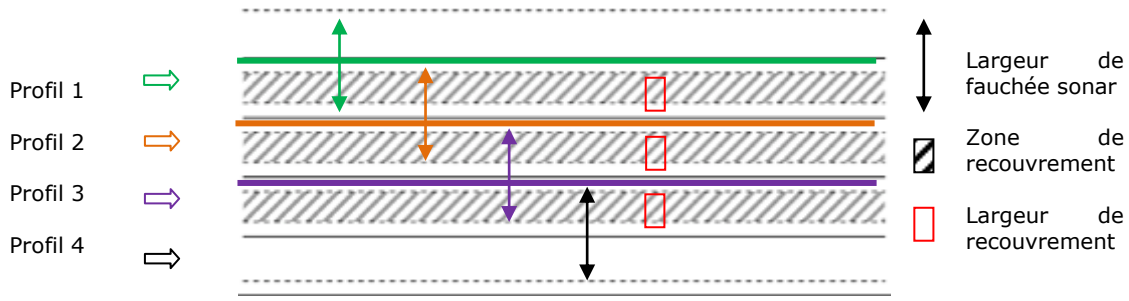


Figure 17 : Principe de l'organisation des profils pour l'obtention d'une zone de recouvrement (redondance des données) de 30 % minimum.

2.3.2.2 Précision des mesures

Afin d'obtenir un rendu compatible avec les attentes de l'Agence des Aires Marines Protégées, les principales caractéristiques du matériel et la précision des mesures sont détaillés. La capacité à proposer une précision optimale sur l'ensemble des systèmes de géo-positionnement permet d'obtenir en fin de procédure des cartes précises (Tableau 4 à Tableau 8 ; Annexe 9).

Tableau 4 : Précision liée au positionnement du navire.

Levé gps statique et rapide statique :	
Horizontal	+/- 5 mm + 0,5 ppm RMS
Vertical	+/- 5 mm + 1 ppm RMS
Levé cinematique :	
Horizontal	+/- 10 mm + 1 ppm RMS
Vertical	+/- 20 mm + 1 ppm RMS
Temps d'initialisation	typiquement < 10 seconds
Precision d'initialisation	typiquement > 99,9%

Tableau 5 : Précision liée au positionnement du poisson tracté.

Précision positionnement	0,2 % de la distance oblique
Précision angulaire	0,12 deg
précision	0,2 m
Portée operationnelle	4 000 m
Couverture	200 deg sous tête acoustique
fréquence d'operation	20 to 30 kHz MFSK chirp modulation technique
Vitesse rafraichissement position	10 Hz, indépendamment de la profondeur

Tableau 6 : Précision liée à la correction inertielle.

Cap /roulis / tangage :	0,01 deg
Position :	2 to 5 cm (GPS RTK externe) 0,5 to 3 m (DGPS externe) 20 m (GPS embarqué)
Dérive position (perte du gps) :	2 m / 2 minutes

Tableau 7 : Précision du DGPS NAV.

DGPS CNAV	
Horizontal ;	< 10 cm
Vertical	< 15 cm
Vélocité	0,01 m/s

Tableau 8 : Précision du IXSEA GAPS.

IXSEA GAPS	
Centrale inertielle / Correction des mouvements du navire	
Cap / roulis / tangage	< 10 cm;
Position	2 à 5 cm (avec RTK).
Positionnement des mobiles Sonar et ROV	
Précision du positionnement	0,2% de la distance oblique;
Couverture	200° sous la tête acoustique;
Fréquences	20 à 30 kHz

2.3.2.3 Planning des opérations marines

Les opérations marines ont été réalisées de la façon suivante :

- Survey multifaisceaux / sonar latéral (Tableau 9).

Tableau 9 : Planning général d'intervention des levés hydrographiques.

Début	Fin	Description
1/09/2010	8/09/2010	Mobilisation navire ESSOR
9/09/2010	9/09/2010	Transit Marseille / Port-Vendres
10/09/2010	21/09/2010	Levé hydrographique zone 1
21/09/2010	30/09/2010	Levé hydrographique zone 2
01/10/2010	01/10/2010	Transit Port-Vendres / Marseille
02/10/2010	03/10/2010	Démobilisation

- Vérités terrain : inspection ROV et prélèvements à la benne Van Veen (Tableau 10)

Tableau 10 : Planning général d'intervention vérité terrain.

Début	Fin	Description
15/05/2011	17/05/2011	Mobilisation navire ESSOR
18/05/2011	18/05/2011	Transit Marseille / Port-Vendres
19/05/2011	22/05/2011	Survey vidéo ROV sur transects définis
22/05/2011	23/05/2011	Prélèvements de sédiment / benne Van Veen
24/05/2011	25/05/2011	Survey vidéo ROV complémentaires sur canyon zone 1
26/05/2011	26/05/2011	Transit Port-Vendres / Marseille
27/05/2011	29/05/2011	Démobilisation

2.3.2.4 Célérité

Des profils de célérité par mesures de température, de conductivité et de pression ont été acquis toutes les 8 heures en moyenne (Figure 18). Ces relevés permettent de prendre en compte les variations de la vitesse du son dans l'eau dans les mesures pour corriger ainsi les données des sondeurs et du système de positionnement acoustique.

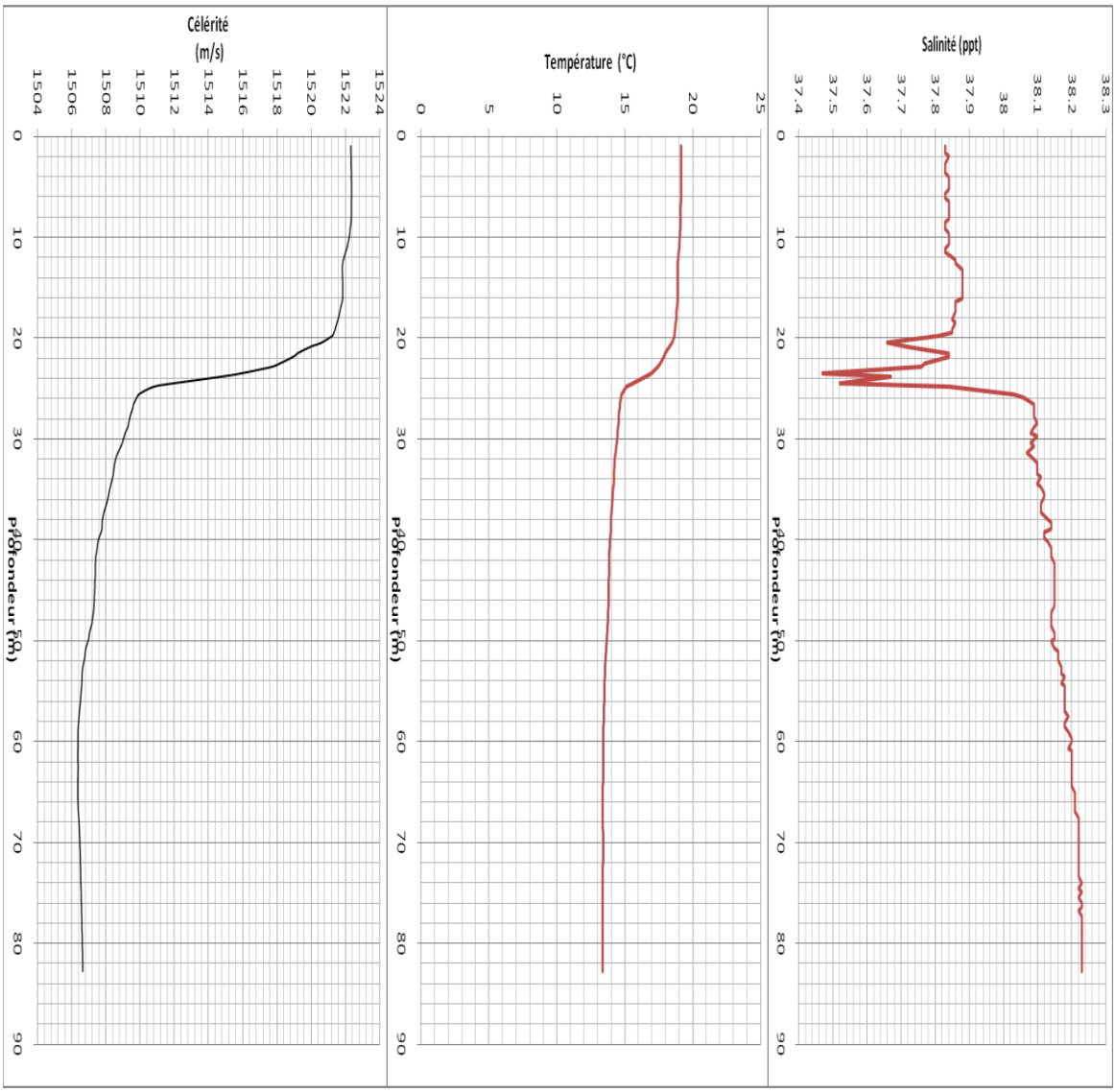


Figure 18 : Profils de célérité, de température et de salinité du 23 septembre 2010 à 03h00 locale.

2.3.2.5 Offset et calibration

II.2.3.2.5.1 Système de référence

- X,Y origine : Axe perche support ;
- Z origine : Ligne d'eau ;
- X positive : Tribord ;
- Y positive : Avant ;
- Z positive : Bas.

II.2.3.2.5.2 Offsets équipement embarqué

Tableau 11 : Offsets de montage.

	GPS	R2SONIC	GAPS
Δx (m)	-0,49	+0,00	+0,00
Δy (m)	-0,84	+0,17	-0,30
Δz (m)	-3,11	+3,07	+2,77

II.2.3.2.5.3 Offsets poisson tracté

Tableau 12 : Offsets transpondeur.

Sonar / Balise		
Δx (m)	0,9 m	

II.2.3.2.5.4 Calibration du sondeur multifaisceaux

La phase de calibration permet de corriger les erreurs d'alignement de montage de la tête du transducteur vis-à-vis des autres organes installés sur le navire (GPS, centrale inertielle) (Figure 19) (Tableau 13). Les erreurs sont calculées en comparant les acquisitions du Sondeur Multifaisceaux d'une même zone faites de façon différentes. Les erreurs de roulis, de latence, de tangage et lacet sont ainsi déterminées et compensées. Cette calibration doit être effectuée avant tout levé bathymétrique. Toute calibration est précédée d'une mesure du profil de célérité *in situ* (Annexe 10). Il faut remarquer que le GAPS ne nécessite pas de calibration *in situ*.

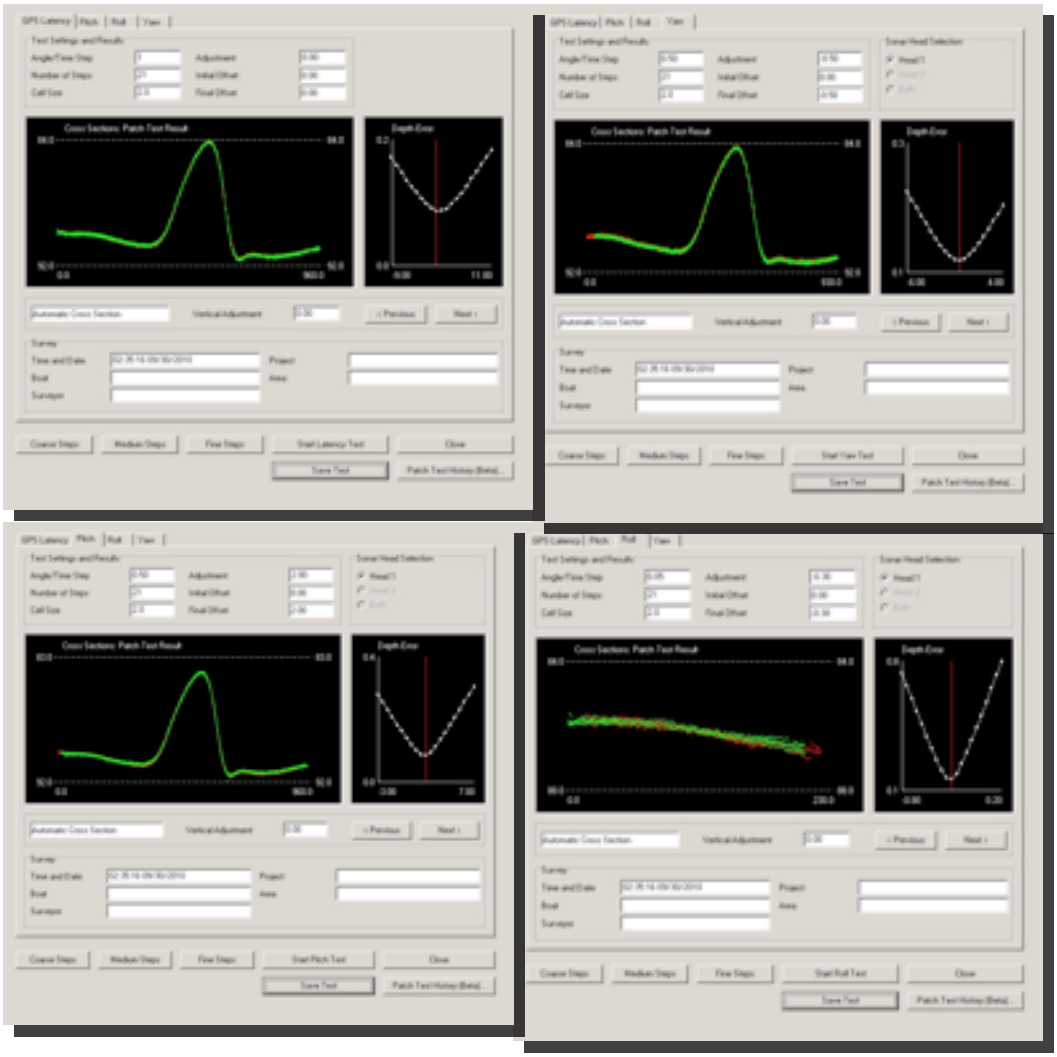


Figure 19 : De gauche à droite Résultats : Latence / Tangage / Roulis / Lacet.

Tableau 13 : Résultats de calibration.

	Résultat
Roulis 'Roll'	-0,30 °
Tangage 'Pitch'	2,00 °
Lacet 'Yaw'	-0,50 °
Latence	0,00 s

II.2.3.2.5.5 Validation de la chaîne de mesure

Une surface de référence est créée en effectuant sur un fond plat une série de 8 profils espacés de la hauteur d'eau. Une ouverture de +/- 45° est utilisée (Figure 20 ; Tableau 14).
Le sondage obtenu avec un recouvrement de 400 % est alors moyenné pour ne conserver qu'un point tous les m². Deux profils sont effectués à travers la surface de référence avec un angle d'ouverture maximum de +/- 65°.
Après comparaison, l'erreur statistique par faisceaux est ainsi obtenue.

Tableau 14 : Résultats de qualification.

	Résultats
Range	90,16 - 90,31 m
Profondeur moyenne	90,23 m
Sigma	0,04 m
Median	90,24 m

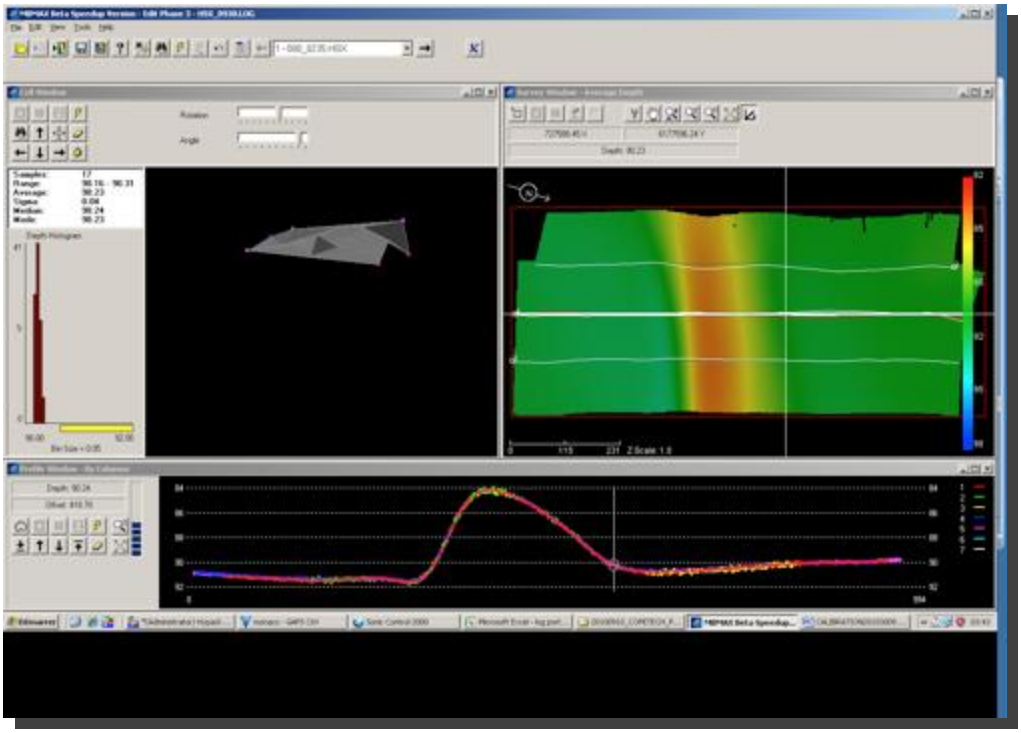


Figure 20 : Illustration calcul de la précision des mesures bathymétrique.

II.2.3.2.5.6 Positionnement acoustique GAPS

Le système de positionnement acoustique GAPS ne nécessite pas de calibration. En effet cet équipement inclut une centrale inertielle elle-même calibrée en usine. Une vérification du positionnement a néanmoins été réalisée le long du quai pour validation avant le début des opérations (Figure 21).

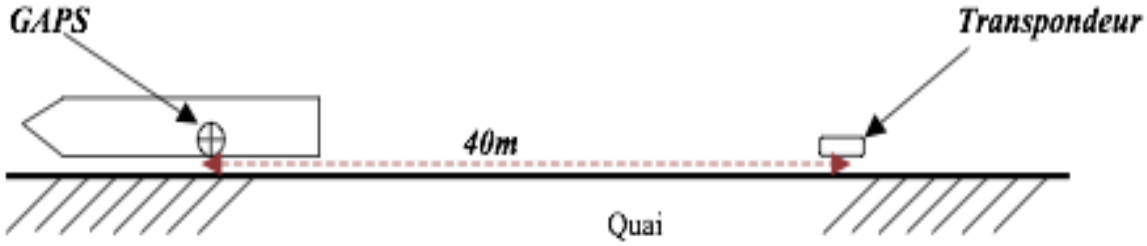


Figure 21 : Vérification du positionnement acoustique.

2.3.2.6 Post-traitements des données

II.2.3.2.6.1 Données bathymétrique

Le post-traitement des données inclut les étapes suivantes :

- Contrôle et validation du positionnement (positions, altitude, marée RTK, célérité) ;
- Visualisation et traitement des fauchées sondeurs ;
- Exportation au format XYZ ;
- Exportation au format Arcgis 9.X ;
- Génération d'un géo-tiff 3D.

A partir des fichiers bathymétriques obtenus précédemment, un traitement avec un logiciel spécialisé permet d'obtenir le Modèle Numérique de Terrain (MNT) en gradient de couleur, laissant apparaître les reliefs sous-marins.

II.2.3.2.6.2 Données Side Scan sonar

Chaque fichier sonar numérique est étudié, les niveaux de gain et de TVG sont ajustés afin d'obtenir la meilleure image possible. La détection du fond est numérisée et la colonne d'eau est supprimée. Le positionnement très précis du poisson tracté a permis d'éviter les erreurs de calcul de ligne filée. L'ensemble des bandes sonar traitées est disponible en haute résolution ainsi que sous forme de mosaïque générale (fichier Tiff géo-référencé).

Les données sonar traitées ont fait également l'objet d'analyses qui ont permis :

- De détourer les différents faciès sédimentaires;
- D'identifier et positionner les traces et débris divers.

La superposition des données sonar sur la bathymétrie et la mise en concordance sur des points remarquables tels que des enrochements donne un élément supplémentaire de vérification du positionnement global des données acoustiques.

L'interprétation cartographique a pour objectif de synthétiser l'ensemble des informations issues du traitement des différentes sources d'information disponibles (cartographies déjà réalisées et géo-référencées), de la bathymétrie 3D et du sonar latéral afin d'obtenir une cartographie préliminaire des biocénoses marines.

Cette pré-cartographie, associée au MNT, a permis d'orienter les campagnes de vérités terrain afin de lever les zones d'incertitudes.

2.3.2.7 Données sonar et vérités terrain

Pour réaliser les vérités terrain et l'analyse des communautés benthiques profondes, COPETECH-SM a utilisé un ROV Super Achille (Figure 22).
Ce ROV permet de caractériser les différents faciès observés avec le Sonar Latéral (SL) et plus ponctuellement de plonger sur les points particuliers non identifiés par le SL.



Figure 22 : Vues générales du ROV Super Achille (© Nicolas Claisse).

Cette phase de l'étude permet de qualifier visuellement les données acoustiques. Les emplacements des points de prélèvement ainsi que des transects ROV ont été définis afin de répondre aux critères principaux suivants :

- Permettre de qualifier les différents faciès acoustiques, soit par prélèvement et analyse, soit par vidéo sous-marine;
- Densifier les relevés sur les zones d'intérêt du maître d'ouvrage.

Les équipements de positionnement utilisés lors de cette phase, aussi bien pour le positionnement du navire que celui du ROV sont identiques à ceux mis en œuvre pour le survey hydrographique afin de garantir l'homogénéité des données.

3 Analyse bathymétrique

3.1 Contexte de l'étude

L'objectif de la mission est d'obtenir une bathymétrie fine exhaustive des deux secteurs.
La société COPETECH-SM a réalisé l'ensemble des levés hydrographiques à proximité de la tête de canyon Lacaze-Duthiers du 13 au 30 septembre 2010.

3.2 Résultats/Discussion

La topographie des deux zones de prospections est très homogène. La partie correspondant au plateau continental est très plane. Elle présente une pente moyenne inférieure à 0,5 % sur les zones d'études.

Le plateau continental est parsemé de rides formant des dômes s'étendant de 1 à 4 km. Sur ces secteurs, il faut noter la présence d'une pente plus importante variant de 1 à 1,5 %, située systématiquement à l'Est / Sud-Est des dômes (Figure 23 à Figure 26).
En se rapprochant du canyon, la déclivité moyenne passe à 10 %, voire 15 % au niveau la tête de canyon.

La zone 1 présente une déclivité faible jusqu'aux abords du canyon de Lacaze-Duthiers (-105 m) puis la pente devient très importante jusqu'à - 320 m au point le plus profond échantillonné.
La zone 2 présente très peu de relief avec des bathymétries comprises entre 85 m et 95 m de profondeur sur environ 8 700 hectares.

Bathymétrie globale et détail de la tête de Canyon

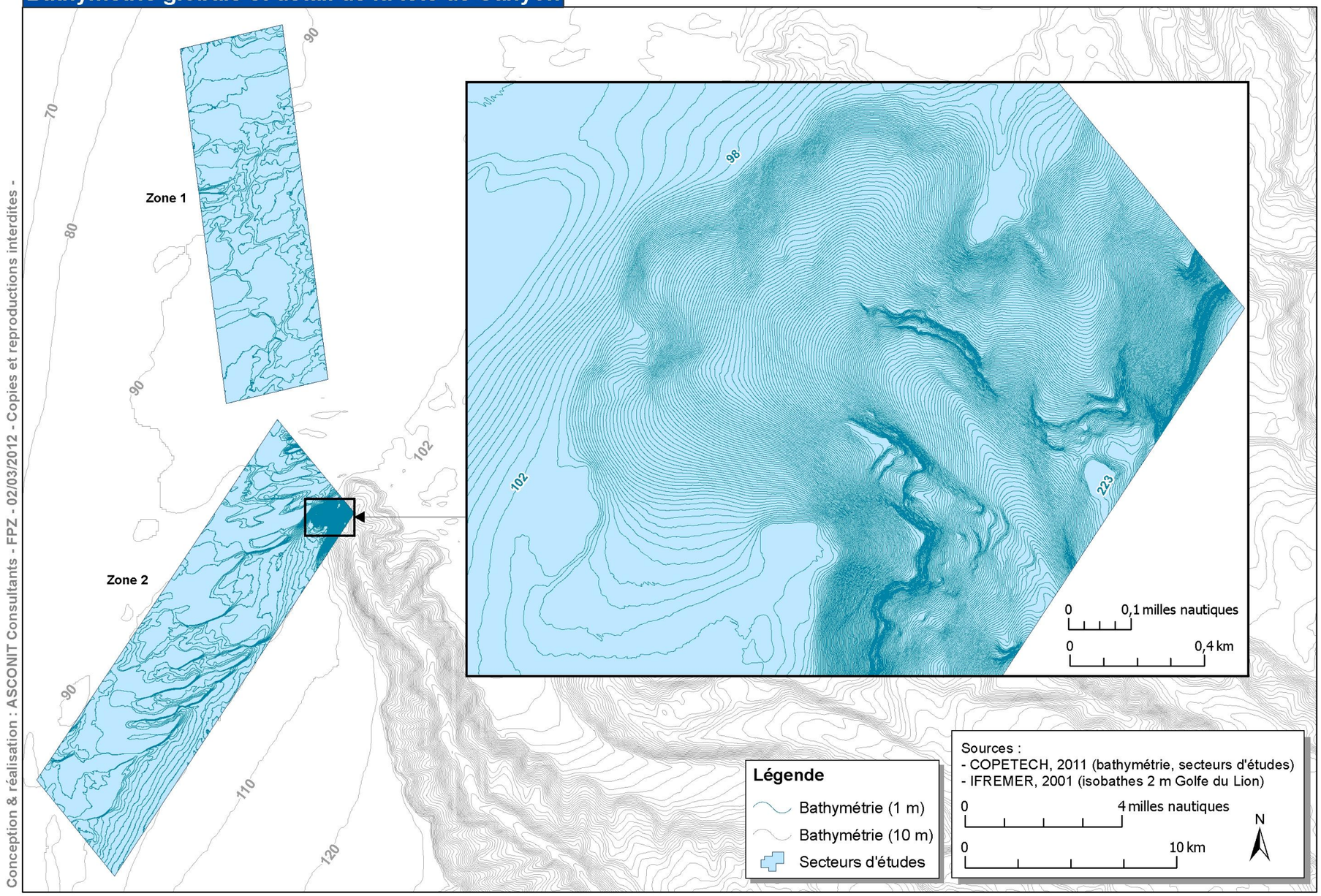


Figure 23 : Carte bathymétrique globale et détail de la tête de Canyon (zone 1).

Carte bathymétrique de la Zone 1

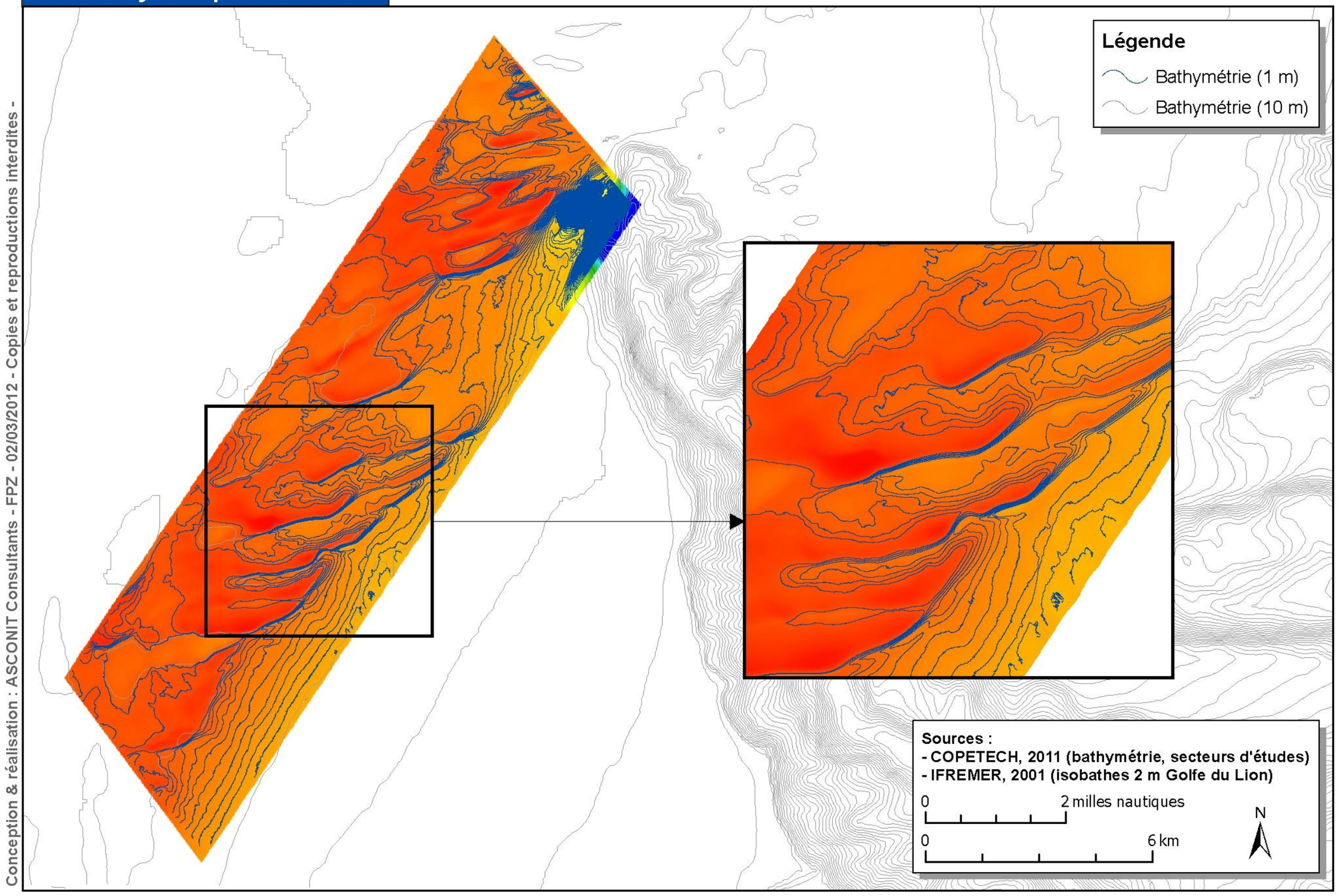


Figure 24 : Carte bathymétrique de la zone 1, vue 3D et zoom sur un secteur de déclivité importante (10 à 15%) (isobathe à 1 m).

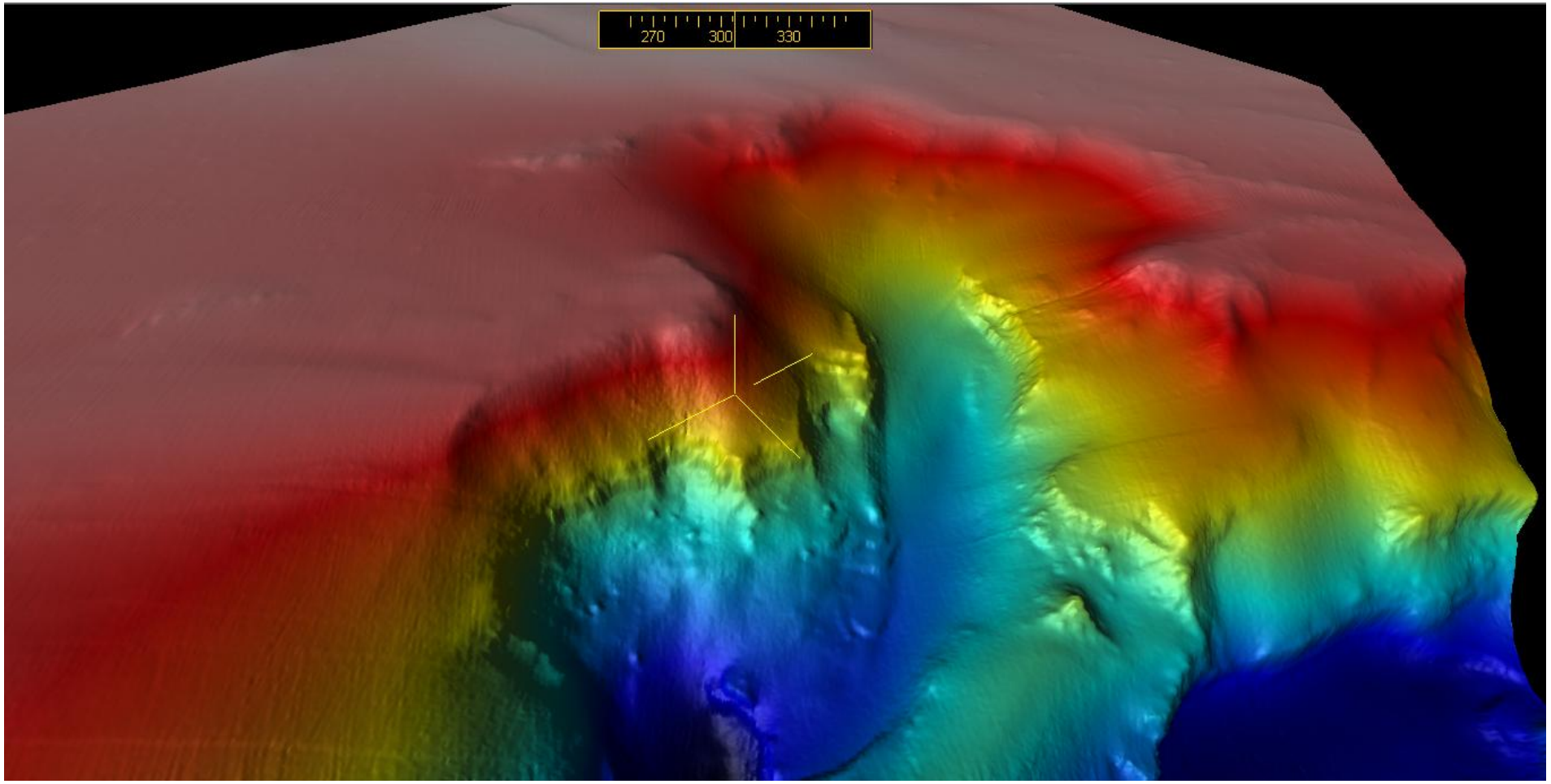


Figure 25 : Vue 3D de la tête de Canyon sur la zone 1.

Carte bathymétrique de la Zone 2

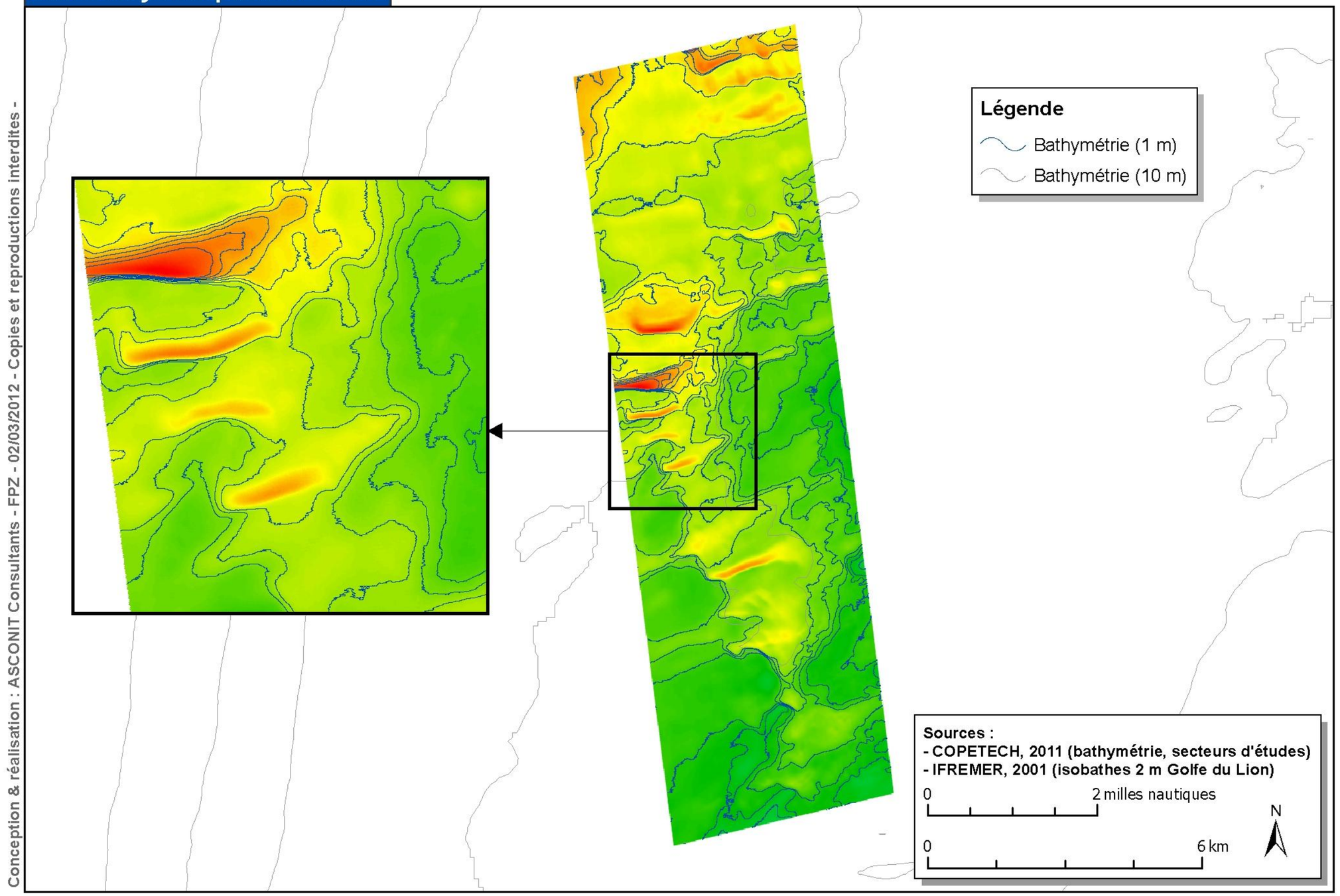


Figure 26 : Carte bathymétrique de la zone 2, vue 3D et zoom sur un secteur de déclivité importante (10 à 15 %) (isobathe à 1 m).

4 Analyse des faciès sédimentaires

4.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Sur la base des données bathymétriques et acoustiques, une campagne de prélèvements a été réalisée afin de déterminer les différents faciès sédimentaires.
L'enjeu est, notamment, la caractérisation des différentes catégories sédimentaires et de leur diversité, des plus classiques aux plus complexes (sédiments indurés).

4.2 MOYENS TECHNIQUES ET HUMAINS SPÉCIFIQUES AUX FACIÈS SÉDIMENTAIRES

4.2.1 Prélèvements

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen, (Figure 27), formée de deux mâchoires articulées permettant d'échantillonner une surface de sédiment de 0,1 m². Sur le pont du navire, les mâchoires de la benne sont écartées et maintenues ouvertes grâce à un crochet. Lors de la descente, devant être régulière et sans à-coups, l'air contenu dans la benne s'échappe, évitant ainsi la perturbation du sédiment lors du prélèvement.
Une fois au fond, le crochet se désengage et lors de la remontée, la tension appliquée aux bras de levier entraîne la fermeture des mâchoires et le prélèvement du sédiment.

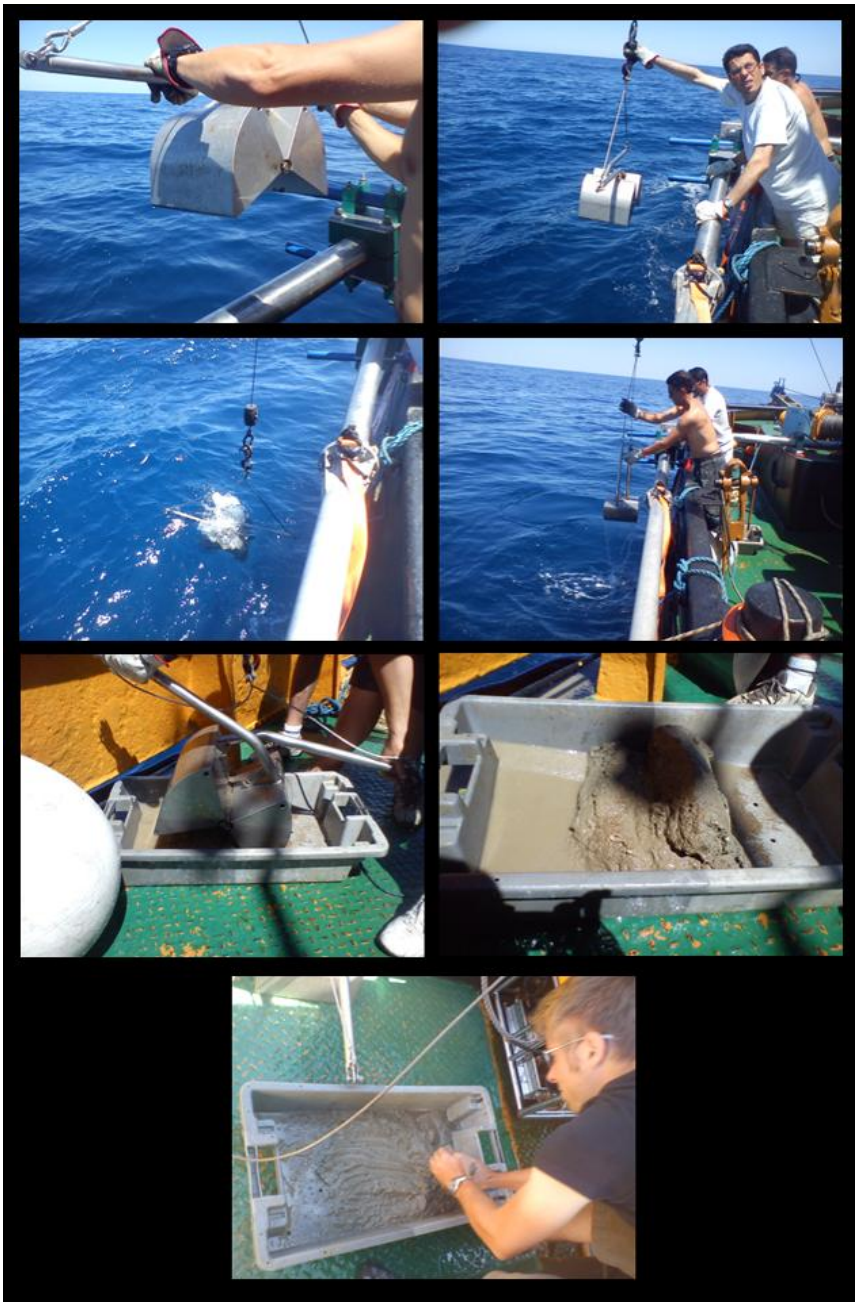


Figure 27 : Déroulement du prélèvement à l'aide d'une benne Van Veen (© Neveu Reda).

4.2.2 Granulométrie

Dans la mesure du possible (taille des particules inférieures à 1,5 mm), la granulométrie est mesurée à l'aide du granulomètre à diffraction laser Malvern®MasterSizer2000 (Figure 28). La mesure est effectuée sur du sédiment en suspension dans de l'eau. Les particules qui doivent être mesurées sont diluées dans un bécher de 0,6 à 1 litre puis mises en circulation dans une cellule traversée par un faisceau laser parallèle. Les particules éclairées par le laser dévient la lumière de son axe principal.
La quantité de lumière déviée et l'importance de l'angle de déviation permettent de mesurer la taille des particules. Ainsi, les particules de grosses tailles dévient

des quantités importantes de lumière sur des angles faibles alors que les petites particules dévient des quantités infimes de lumière mais sur des angles plus larges. Les intensités reçues aux différents angles par le détecteur sont numérisées puis analysées par calcul grâce à la théorie de Mie. Cette théorie mathématique, interprétant la lumière diffusée par une particule, est modélisée pour des sphères. Autrement dit les particules sont assimilées à des sphères équivalentes.
La gamme de détection de l'appareil s'étend de 0,2 µm à 2000 µm. Dans la pratique il n'est pas possible de passer des échantillons supérieurs dont les particules dépassent 1600 µm et pour lesquels il faut utiliser la technique des tamis.



Figure 28 : Micro-granulomètre laser (gauche) et tamiseuse par vibration droite (© LECOB).

Pour les stations 7 et 8, la granulométrie est déterminée à partir de sédiment tamisé sur une colonne de tamis de taille décroissante de 3 150 à 40 µm (normes AFNOR). La tamiseuse par vibration permet une analyse quantitative de particules solides par tamisage sec à l'aide de tamis superposés présentant des vides de mailles allant de 3 150 µm à 40 µm. 18 tamis composent la colonne de tamisage : 3 150 µm, 2 500 µm, 2 000 µm, 1 600 µm, 1 250 µm, 1 000 µm, 800 µm, 630 µm, 500 µm, 315 µm, 250 µm, 200 µm, 160 µm, 125 µm, 100 µm, 80 µm, 63 µm et 40 µm.
Après un temps de tamisage de 5 minutes, chaque refus de tamis est pesé afin d'obtenir le poids de sédiment correspondant à chaque classe de taille puis standardisé par rapport au poids total de l'échantillon. Pour ce faire, les échantillons sont préalablement dessalés à l'eau douce puis déshydratés à l'étuve.
Les résultats sont spatialement représentés via un SIG (MapInfo ™).

4.3 RÉSULTATS / DISCUSSION

Suite aux résultats de la campagne de prospection sonar, 8 faciès sédimentaires (structurellement différents pour le sonar) ont pu être identifiés (Figure 29).
A partir de ces données, chaque type de sédiment a été échantillonné (2 réplicas par type de sédiment sauf pour le sédiment 7) (Figure 30 et Tableau 15).

Tableau 15 : Localisation GPS (en système Longitude / Latitude WGS84) des prélèvements effectués.

Sédiment	Echantillon	Latitude °N	Longitude °E	Heure	Date
1	1a	42,67345	3,35609	19:42	23/05/2011
	1b	42,66288	3,33173	22:10	23/05/2011
2	2a	42,66722	3,35093	20:40	23/05/2011
	2b	42,66825	3,36393	19:21	23/05/2011
3	3a	42,65431	3,33711	22:40	23/05/2011
	3b	42,65528	3,33290	21:17	23/05/2011
4	4a	42,67081	3,34447	13:58	23/05/2011
	4b	42,58064	3,34038	12:00	23/05/2011
5	5a	42,49891	3,26314	13:33	23/05/2011
	5b	42,56987	3,32587	16:56	23/05/2011
6	6a	42,61899	3,35579	14:32	23/05/2011
	6b	42,58945	3,32199	13:36	23/05/2011
7	7a	42,60757	3,38296	16:29	23/05/2011
8	8a	42,60857	3,38278	18:26	23/05/2011
	8b	42,61519	3,33419	17:52	23/05/2011

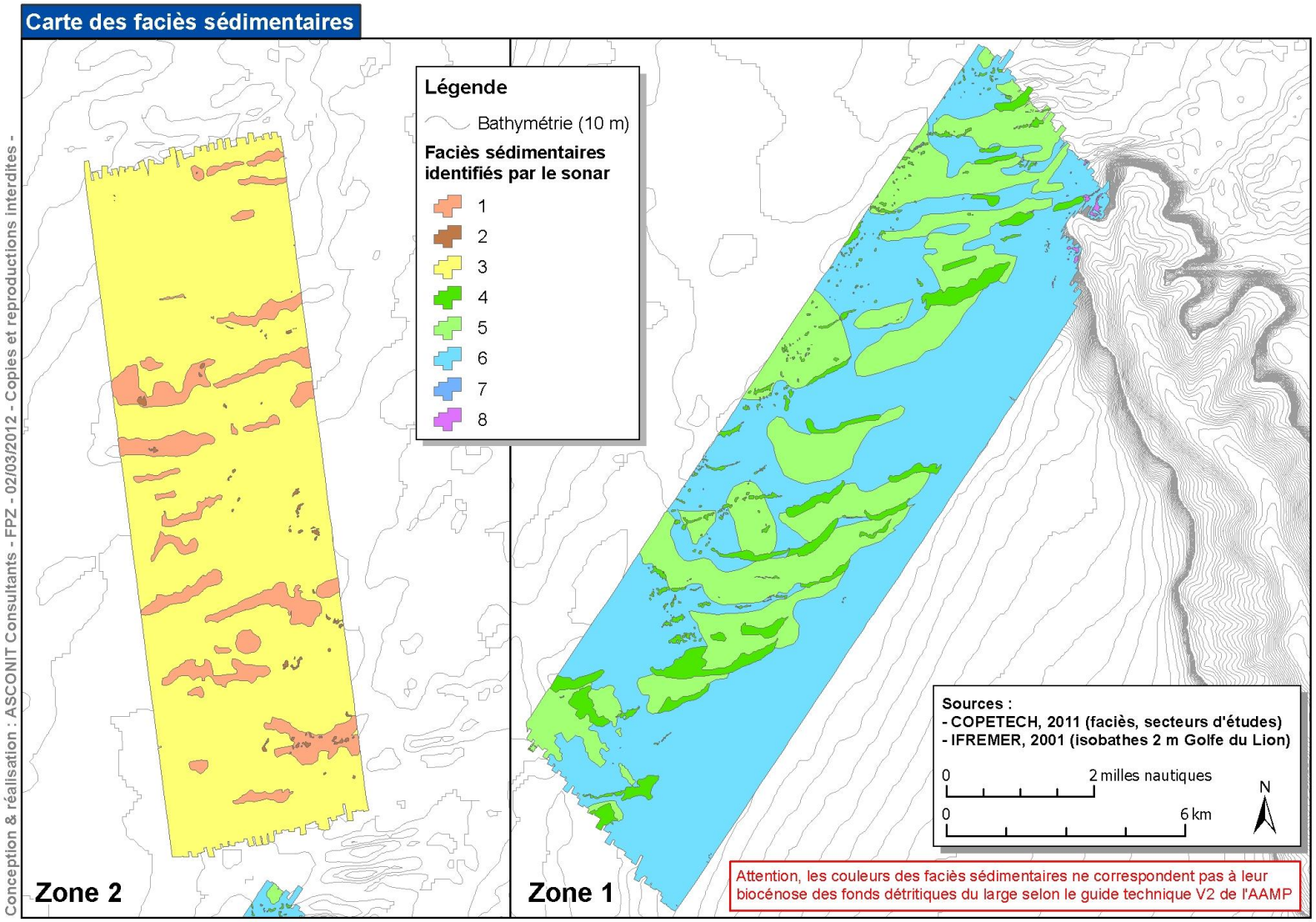


Figure 29 : Carte des faciès sédimentaire identifiés par le sonar.

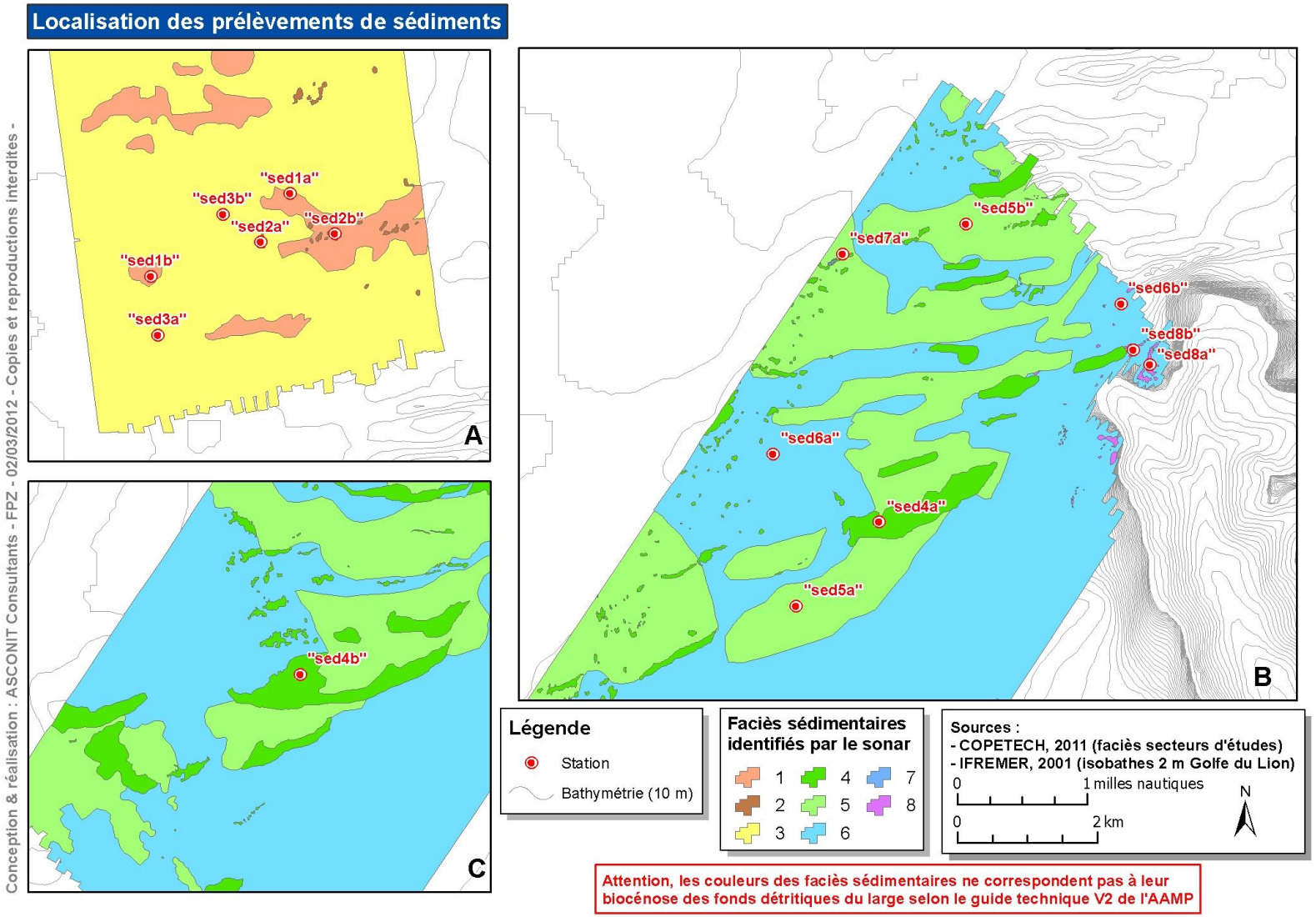


Figure 30 : Localisation des prélèvements de sédiments sur A : le Sud de la zone 2, B : le Nord de la zone 1 et C : le Sud de la zone 1.

Les résultats de la zone 2 au Nord montrent 3 faciès sédimentaires (sédiments 1, 2, et 3) à dominantes de sable vaseux (Figure 32). Le Tableau 16 montre des sédiments 1 et 3 avec un ratio Sable:Vase de 1,25 et 1,47 contre 0,75 pour le sédiment 2 (qualifié de vase sableuse selon la classification de Folk en 1954, Figure 33).
Cette zone 2 de 869,41 ha de superficie est donc composée à 99,61 % de sable vaseux (Tableau 17) et à 0,39 % (341 612 m²) de vase sableuse.

Les résultats de la zone 1 au Sud montrent 5 faciès sédimentaires (sédiments 4 à 8) avec une dominance de sable vaseux (Figure 31 pour les faciès 7 et 8, Figure 32 pour les faciès 4, 5 et 6). Le Tableau 16 montre des sédiments 4, 5, 6 avec un ratio Sable/Vase de 1,19 et 1,05 et 1,77 pour 11 et 2 111 pour les sédiments 7 et 8 (qualifiés de sable graveleux selon la classification de Folk en 1954, Figure 33). Cette différence s'observe également sur le pourcentage cumulé de la distribution des résidus par taille des particules (Figure 34) qui permettent de distinguer les sédiments plus graveleux (en noir) de ceux plus sablo-vaseux (en bleu).
Cette zone 1 de 117 827 104 m² de superficie est donc composée à 99,88 % de sable vaseux (Tableau 17), à 0,01 % de sable légèrement graveleux et à 0,11 % (134 016 m²) de sable graveleux principalement localisé aux abords de la tête de canyon.

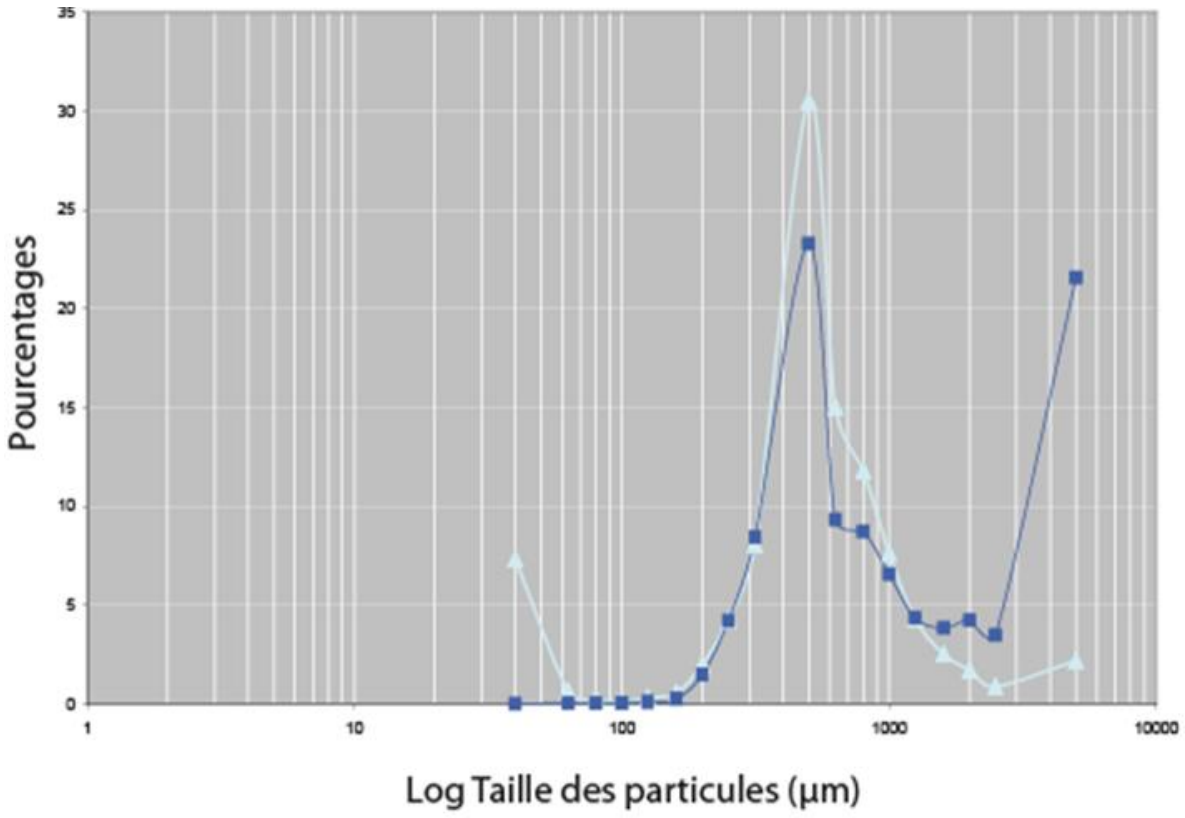


Figure 31 : Résultats de la granulométrie classique pour les échantillons 7 (bleu clair) et 8 (bleu foncé).

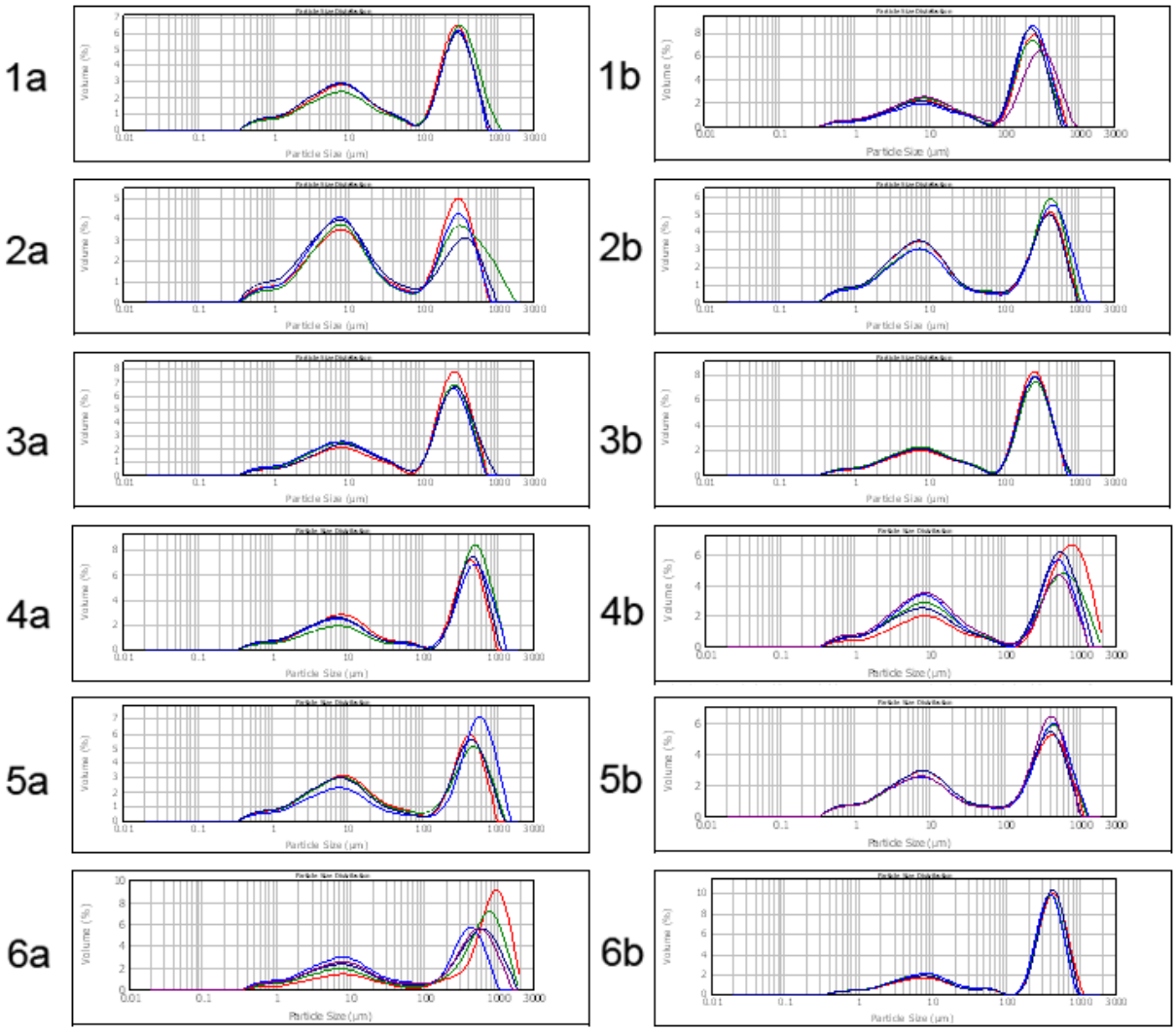


Figure 32 : Résultat de la granulométrie laser pour chaque faciès identifié grâce au sonar (1 à 6).

Tableau 16 : Pourcentage de vase, sable et gravier dans les échantillons et qualification du sédiment.

		Vase (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Ratio Sable / Vase	Dénomination
Faciès sédimentaires	1	44,43	55,57	0	1,25	Sable vaseux (SV)
	2	57,98	42,02	0	0,72	Vase sableuse (VS)
	3	40,55	59,45	0	1,47	Sable vaseux (SV)
	4	45,67	54,33	0	1,19	Sable vaseux (SV)
	5	48,86	51,14	0	1,05	Sable vaseux (SV)
	6	36,12	63,88	0	1,77	Sable vaseux (SV)
	7	7,97	88,97	3,06	11,17	Sable légèrement graveleux (SLG)
	8	0,04	74,92	25,05	2111,21	Sable graveleux(SG)

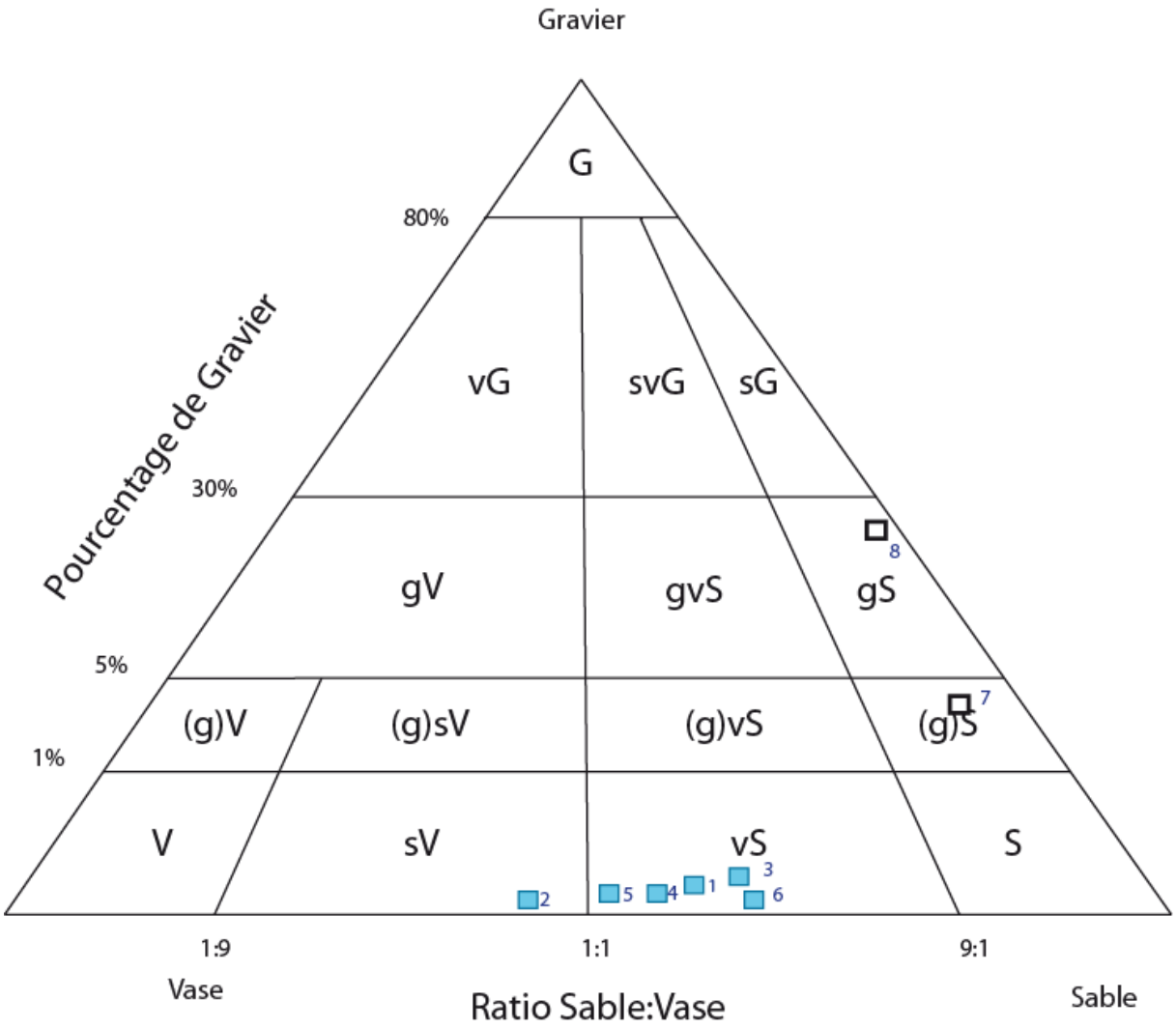


Figure 33 : Représentation graphique des résultats granulométrique d'après la classification de Folk, 1954.

Tableau 17 : Synthèse des résultats observés par zone (VS : vase sableuse, SV : sable vaseux, SLG : Sable légèrement graveleux, SG : Sable graveleux).

Zone		VS	SV	SLG	SG	Total
1	(m²)	0	117 685 818	7 270	134 016	117 827 104
	(%)	0	99,88	0,01	0,11	57,54
2	(m²)	341 612	86 599 064	0	0	86 940 676
	(%)	0,39	99,61	0	0	42,46
Total	(m²)	341 612	204 284 882	7 270	134 016	204 767 780
	(%)	0,17	99,76	0	0,07	

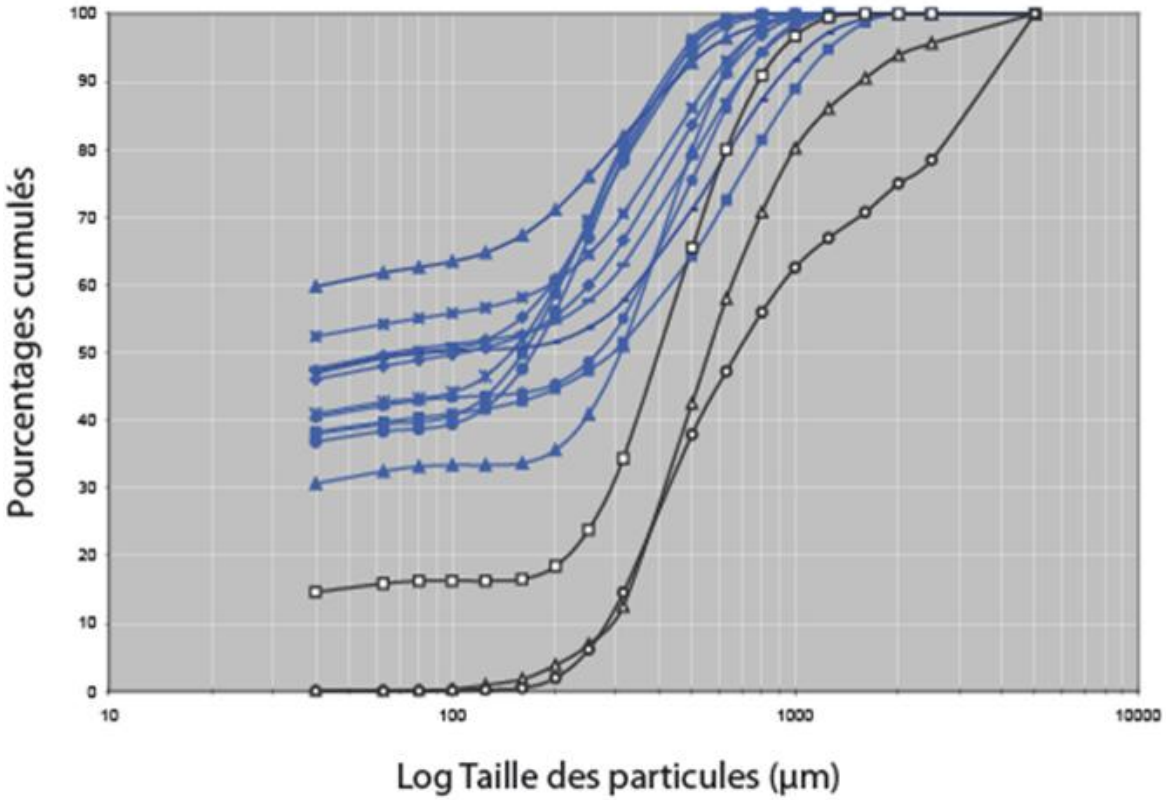


Figure 34 : Pourcentage cumulé des résidus de tamis en fonction de la taille des particules.

L'ensemble des résultats montre une zone prospectée (204 767 780 m²) composée à 99,76 % de sables vaseux (Tableau 17), 0,17 % soit 341 612 m² de vase sableuse, 0,07 % et des traces (0.001 %) de sable légèrement graveleux.
En dehors de la tête de canyon, les zones prospectées présentent donc des topographies et faciès sédimentaires très proches.

5 Analyse des impacts anthropiques

5.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le secteur d'étude présente une activité halieutique spécialisée avec globalement des navires de moins de 12 m pratiquant la pêche côtières et les plus de 12 m se retrouvant au large et parfois en mixte côtier-large. Il n'a pas été possible d'avoir accès à des données précises sur le secteur d'étude, mais seulement aux données du Système d'informations Halieutiques (SIH) de l'IFREMER (2009).
En 2009, le quartier maritime de Port-Vendres enregistrait 225 navires dont 28 de plus de 12 m (incluant 3 thoniers senneurs). Globalement les navires travaillant au large sont très spécialisés avec l'utilisation d'un unique type d'engin de pêche, voire deux pour les navires mixtes. Sur les navires de plus de 12 m du quartier maritime de Port-Vendres, 10 sont spécialisés dans le chalutage de fonds.
Par ailleurs les secteurs de pêche sont vastes et les navires du quartier maritime de Sète pêchent très probablement dans le « secteur des canyons ».
Au final le secteur d'étude présente un effort de pêche relativement important d'après le SIH (Figure 35), mais il est difficile d'analyser plus en détail ces données.

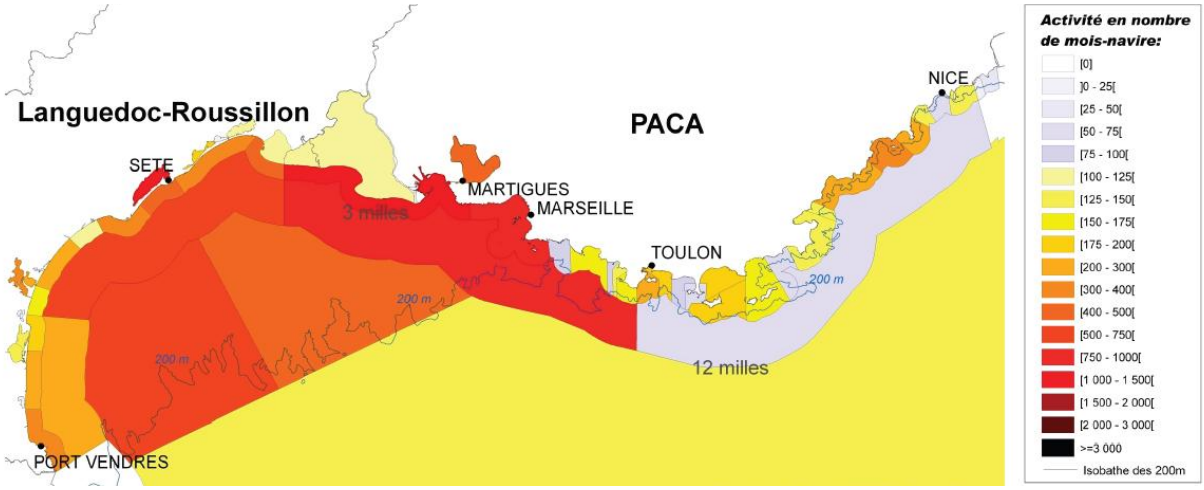


Figure 35 : Distribution spatiale de l'activité halieutique (SIH IFREMER 2009).

Début 2012, le CEPRALMAR et l'IFREMER ont été contactés afin d'obtenir des données plus précises sur la zone étudiée. Aucune donnée n'a été obtenue.
Enfin l'IFREMER lance sur 2012-2013 un appel d'offre pour une nouvelle collecte de données dans le cadre du SIH, le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion devra donc se rapprocher de cet organisme afin d'obtenir des données spécifiques à son périmètre.

5.2 MÉTHODE D'EVALUATION DE L'IMPACT DE LA PÊCHE PROFESSIONNELLE PROPOSEE PAR LE MNHN - SPN / MEDDE - DPMA

Compte tenu de la présence d'activité de pêche sur l'ensemble du littoral français et par conséquent aux seins des sites Natura 2000 et des Aires Marines Protégées nouvellement créées, les DOCOB se doivent de tenir compte de cette activité potentiellement impactant pour les habitats et les espèces. Dans ce cadre, une réflexion a été initiée par le MNHN SPN et le MEDDE DPMA, aidés par l'Agence des Aires Marines Protégées et IFREMER. Les informations concernant la méthode d'évaluation de l'impact de la pêche professionnelle nous a été transmis par H. Cassabonnet (MNHN, SPN, 2012). Le groupe de travail a développé une méthode qui repose sur les recommandations du Conseil International pour l'Exploitation de la Mer (CIEM) pour la gestion des activités de pêches au sein d'aires marines protégées (ICES, 2008).

Pedersen *et al*. (2009) identifie les critères suivants d'impact de la pêche professionnelle :

- Le type d'engin de pêche utilisé (et le type de pression qu'il génère) ;
- L'intensité (spatiale et temporelle) de l'activité de pêche sur l'habitat ;
- La résilience de l'habitat et des espèces (capacité de retour à l'état avant impact) ;
- Le niveau initial de complexité physique et biologique de l'habitat ou de la communauté.

L'objectif de la démarche proposé dans le rapport est la collecte d'informations spatialisées concernant :

- Les habitats d'intérêt communautaire ;
- Les activités de pêche professsionnelle (localisation et intensité en fonction du temps).

Les cartes d'incidence ainsi obtenues permettent d'identifier les zones de risques ce qui permet également d'orienter les mesures de gestion à réaliser, à la fois d'un point de qualitatif (quelles actions ?) et quantitatif (quels résultats attendus ?).

Les auteurs définissent trois niveaux d'information à superposer en vue de l'analyse :

- 1er niveau : sur les habitats et leur distribution (paramètre de l'évaluation de risque). Pour chaque habitat du site, l'état de conservation des habitats au sein des sites et l'importance du site Natura 2000 pour sa conservation par rapport au reste du réseau sont pris en compte (paramètres contextuels) ;
- 2ème niveau : sur les activités de pêche, et leur distribution dans l'espace et le temps afin d'identifier leurs interactions avec les habitats du site. L'évaluation est réalisée uniquement en fonction de la présence de l'activité de pêche sur un habitat (paramètre de l'évaluation). Les efforts de pêche des différentes activités sont analysés pour discerner les zones et les périodes de plus ou moins grande intensité de l'activité au sein du site Natura 2000 (paramètre contextuel). Ils permettront ainsi une meilleure orientation des éventuelles mesures de gestion au sein des sites ;
- 3ème niveau : sur la nature des interactions entre les activités de pêche et les habitats du site. Ces interactions sont caractérisées en fonction :
    - Des impacts qui peuvent potentiellement être générés par les différents types d'engins de pêche sur les habitats ;
    - La sensibilité spécifique des habitats du site Natura 2000 par rapport aux pressions physiques générées par les activités de pêche.

5.3 ANALYSES DE L'ACTIVITÉ CÔTIÈRE (PÊCHE ARTISANALE DANS LA BANDE DES 3 MILLES

Depuis 2007, l'Université de Perpignan (CEFREM) a lancé un suivi du débarquement des pêches suite à l'installation de récifs artificiels sur la côte des Pyrénées-Orientales (Le Barcarès) et de l'Aude (Leucate). Initialement localisé à proximité des récifs artificiels, le suivi s'est étendu à l'ensemble des ports de pêche de la zone comprise entre Leucate au Nord et Banyuls-sur-Mer au Sud. La méthode d'évaluation des débarquements a été réalisée ces dernières années grâce à une méthode de prise de photo des captures permettant de suivre un plus grand nombre de bateau par port. Les pêcheurs acceptant de participer à ce suivi fournissent également la localisation du filet, la durée de la calée et le type de filet utilisé, permettant de calculer un effort de pêche. Ceci nous a permis de réaliser des cartes de distribution de l'effort de pêche comme cela est préconisé dans la méthode MNHN, SPN (2012). Superposé aux cartes de distribution des habitats, nous obtenons les cartes de type de celle proposée en 2012 (Figure 36).
Même si les habitats présents ne sont pas d'intérêt communautaire, la démarche semble tout à fait intéressante et applicable dans le cas où des données précises sont disponibles comme pour notre cas d'étude. Le problème est qu'un tel niveau d'information nécessite de nombreuses heures de terrain pour une équipe de 2 à 4 personnes à l'échelle du PNMGL.
La dernière étape de caractérisation des zones à risque n'a pas été réalisée car nous n'avons pas validé l'effet de l'impact des différents métiers sur les habitats. Ceci pourrait faire l'objet d'une étude spécifique consistant à réaliser des plongées de caractérisation de l'état de conservation sur des zones issues de ce type de carte selon un gradient croissant de pression globale, puis par métier. Ceci fera l'objet de discussion avec le PNMGL dans le cadre des suivis « pêche professionnelle » du CEFREM.

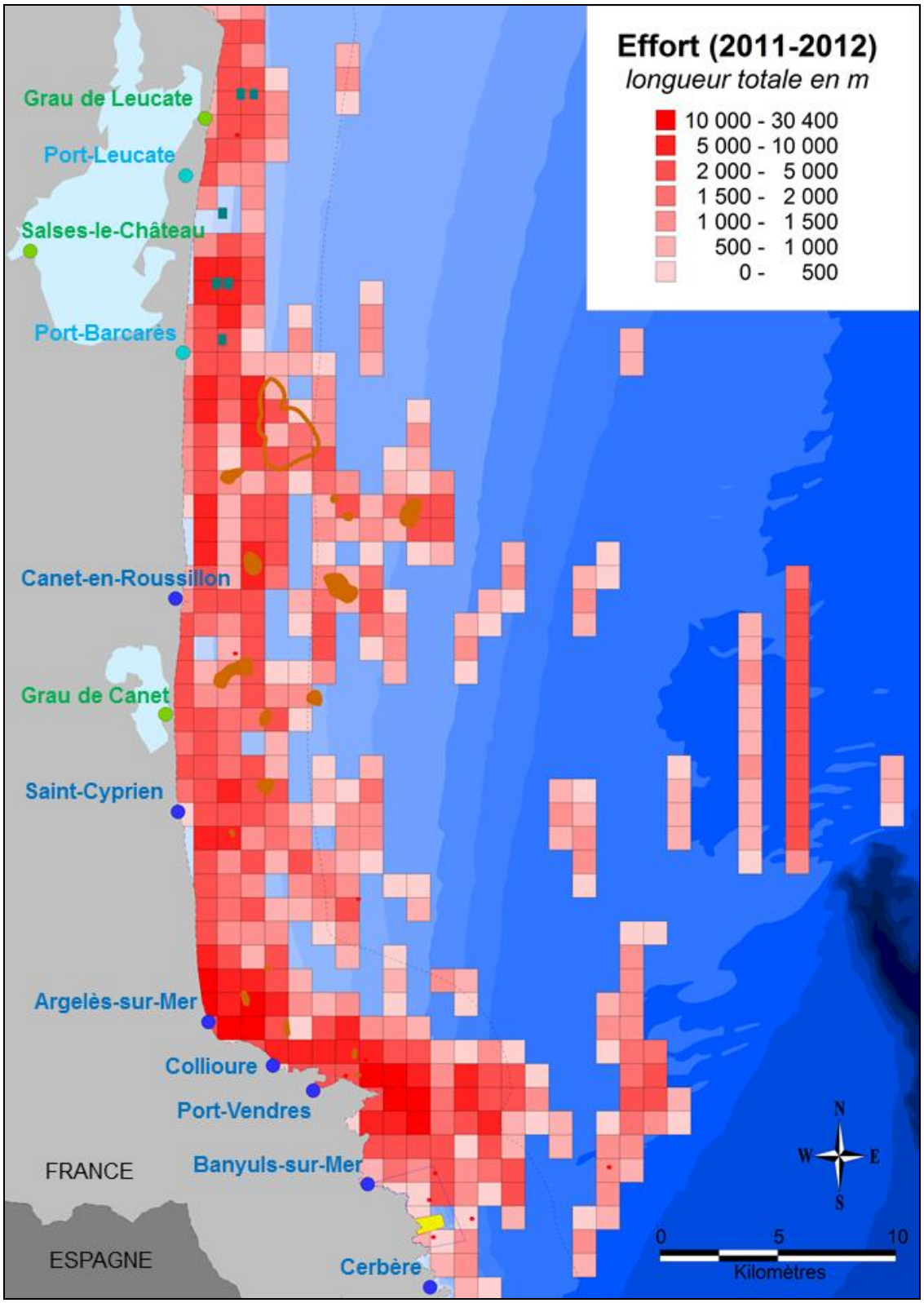


Figure 36 : Répartition de l'effort de pêche pour les 5 métiers principaux sur le territoire du Parc naturel marin du Golfe du Lion (longueurs de filets cumulées par carré de 1 km²).

5.4 ANALYSES DES TRAITS DE CHALUTS

Lors de ces campagnes de prospections et d'observations, un grand nombre de traces d'activités anthropiques a pu être détecté.
L'utilisation du sonar latéral permet de détecter les différentes natures de substrats, comme les traces laissées par les chaluts (Figure 38).

La zone 1 au Sud, la plus grande, présente 976 segments (soit 224 km de traits cumulés) pour 1 239 sur la zone 2 (soit 360 km de traits cumulés). (Tableau 18). Ces traces représentent un total de 2 215 détections pour plus de 584 km cumulés. La pression de pêche semble donc plus importante dans la zone au Nord.
En ce focalisant sur la tête de canyon (dans un rayon de 7 km) (Figure 37 et Tableau 18), un grand nombre des traits détectés dans la zone 1 (722 sur 976 soit 74%) sont de très petites tailles (100 m environ), contrairement aux reste des zones où les traits sont plus longs. Ceci peut indiquer une adaptation de la technique du chalut avec des traits courts. Néanmoins, il n'est pas possible d'exclure l'utilisation de techniques différentes sur cette zone, à savoir l'utilisation de filets ou de palangres, comme cela a pu être relevé lors des campagnes MEDSEASCAN (Lenfant, comm. pers.). Durant la campagne MEDSEACAN, 340 traces de chalut ont été identifiées (Fourt & Goujard, 2012) sur les canyons eux même. Cependant aucune trace n'a été identifiée sur le canyon Lacaze-Duthiers. Avec 4 fois plus de traces identifiées, la zone d'étude propectée dans le cadre de CARTHAM subit un fort impact humain, non négligeable et dont la surface impactée est sous-estimée par la seule présence de traces ou non. Ceci indique aussi, que le canyon est très peu prospecté par les chalutiers et reste préserver de cet impact.

Tableau 18 : Caractéristiques des traits de chaluts observés par zone (L Tot : longueur totale en m, Nb : nombre de chalut, L Moy : longueur moyenne en m, L Max : longueur maximale en m, L Min : longueur minimale en m).

	Zone	L Tot	Nb	L Moy	L max	L min	Ecart-type
Global	1	224 168	976	229,7	3 268,1	0,6	403,4
	2	360 540	1239	291,0	2 695,7	0,6	352,3
	Total	584 708	2215	264,0	3 268,1	0,6	376,8
7 km du canyon	1	1 980	6	330,1	476,8	202,0	103,3
	2	89 152	722	123,5	3 146,6	0,6	184,6
	Total	91 133	728	125,2	3 146,6	0,6	185,0
Au delà	1	358 560	1233	290,8	2 695,7	0,6	353,1
	2	135 016	254	531,6	3 268,1	2,4	637,6
	Total	493 576	1487	331,9	3 268,1	0,6	425,2

Les surfaces impactées par le chalutage de fonds, calculées sur la base des longueurs totales des détections, sur 1 m de large (largeur moyenne des panneaux de chalut), restent minimes (entre 0,19 et 0,41%). (Tableau 19). Cependant cet indicateur ne peut pas rendre compte de l'impact total du chalutage étant donné qu'il ne prend en considération que l'effet des panneaux. Du fait des difficultés d'attribution et de traitements de l'information, il est difficile d'affirmer qu'il s'agit bien d'un impact récent, car il est impossible de différencier les traces anciennes de celles plus récentes.

Tableau 19 : Surface impactée sur la zone.

	Surface (m²)	Traces des panneaux (m²)	% Impact visible
zone1	117 827 104	223 780	0,19
zone2	86 940 676	359 970	0,41
Total	204 767 780	583 750	0,29

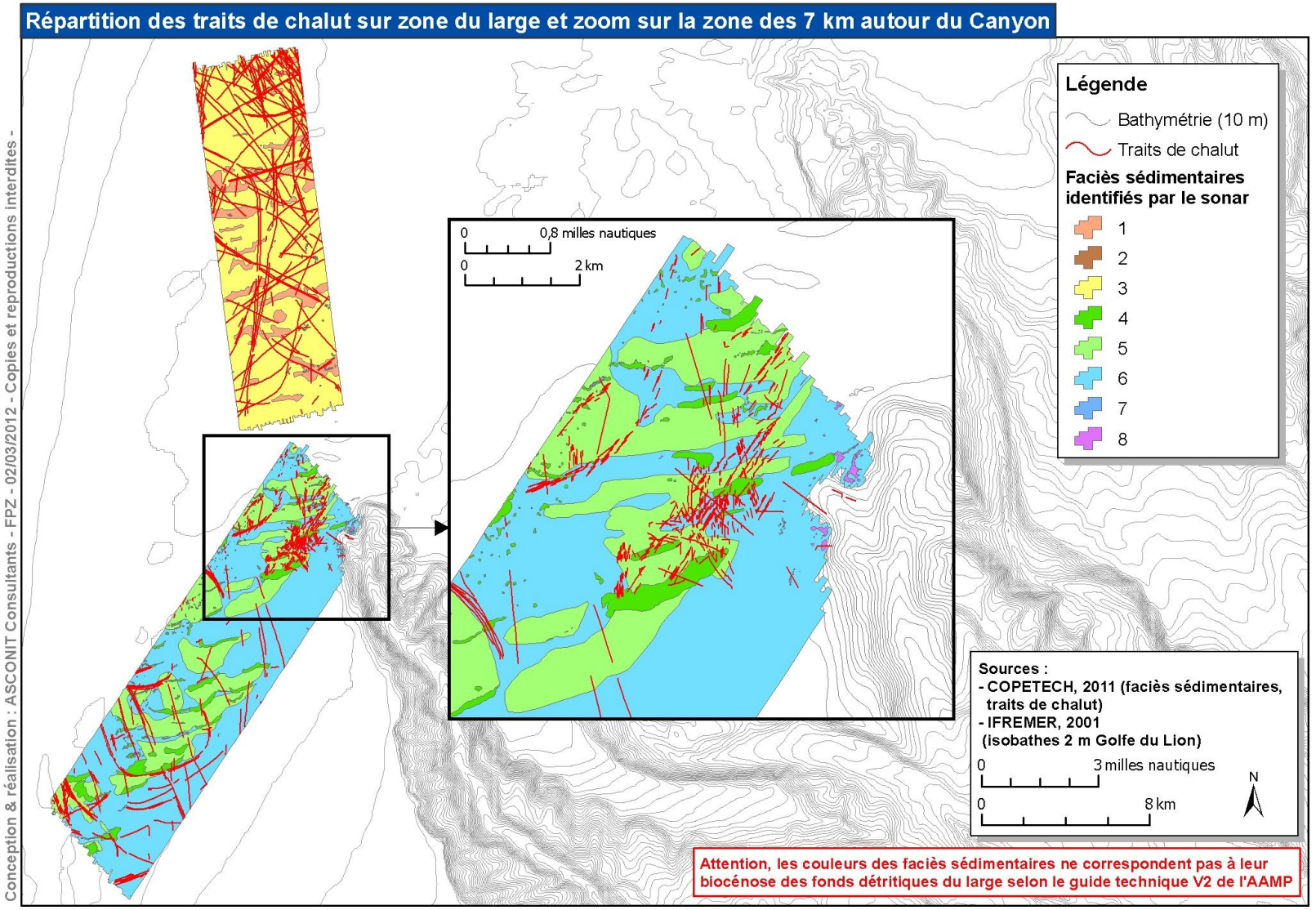
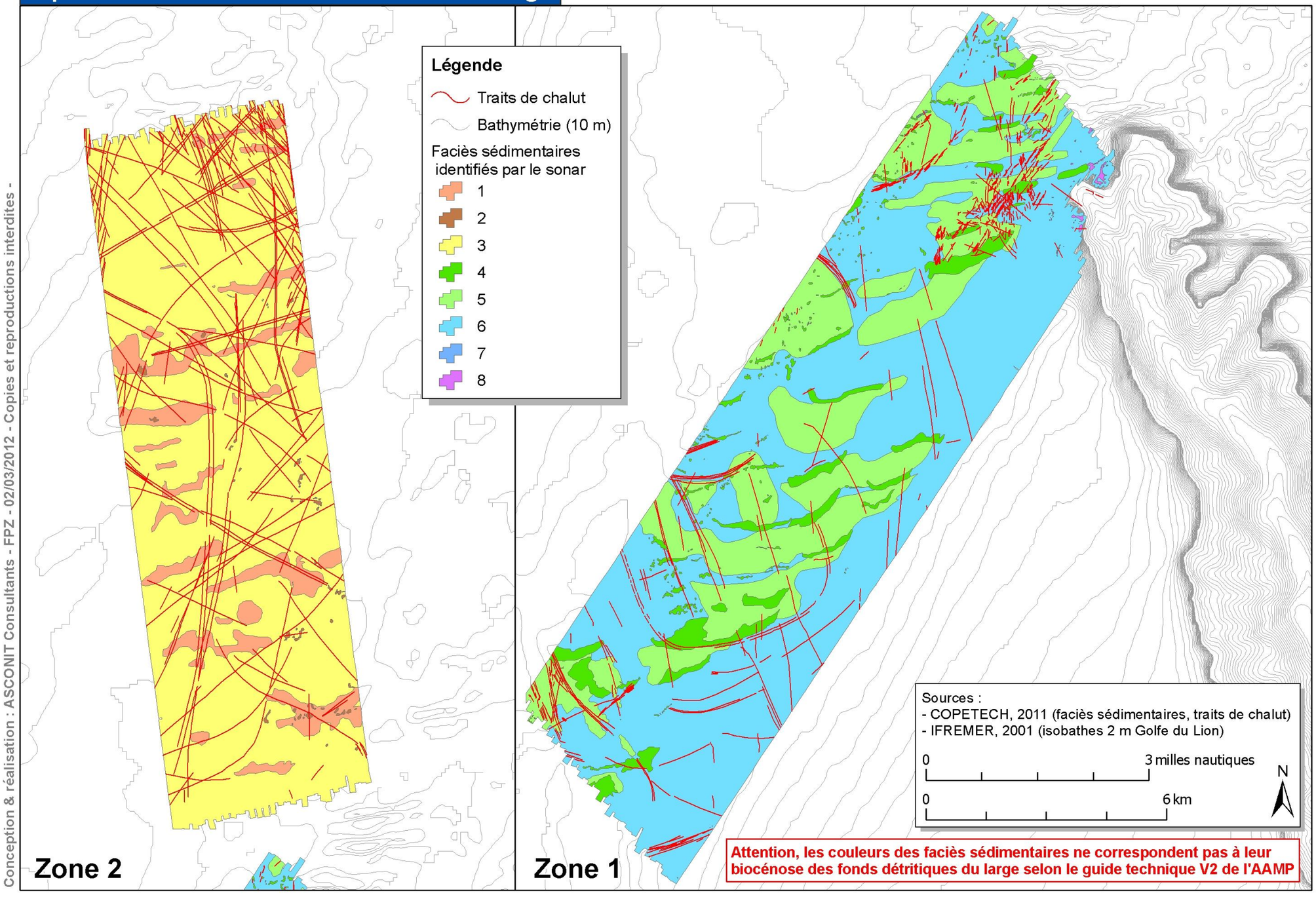


Figure 37 : Zoom sur la zone des 7 km autour du canyon.

Répartition des traits de chalut sur zone du large



Conception & réalisation : ASCONIT Consultants - FPZ - 02/03/2012 - Copies et reproductions interdites -

Figure 38 : Répartition spatiale des traces de chalut identifiées sur la base de la mosaïque sonar.

5.5 ANALYSES DE LA PRÉSENCE D'ENGIN DE PÊCHE (FILETS FANTÔMES ET PALANGRES)

Lors des plongées ROV, des filets de grande maille ainsi que des cordages (ou potentiellement des lignes de palangre) ont pu être observés.
Ces restes abandonnés d'engins de pêche (filets, chaluts) ont été signalés sur les plongées ROV « canyons 3, 4 et 5 » (cf § Analyse des communautés profondes). Ils traduisent l'importante activité halieutique sur ce site. Les filets sont peu nombreux, mais il s'agit généralement de morceau de filet de grande maille (Figure 39).

Durant la campagne MEDSEACAN (Fourt & Goujard, 2012), deux types de traces anthropiques ont été observés essentiellement : les déchets comprenant les engins de pêche et les traces de chalut, ce qui vient coroborer les observations du sonar.
Avec plus de 90 engins ou traces d'engins observées sur les roches et le canyon en lui meme, l'activité humaine exerce une pression notable sur la zone.

Deux hypothèses peuvent être proposées :
- Soit il s'agit des parties antérieures d'un chalut alors qu'il serait pensable de trouver plutôt des morceaux de cul de chalut en cas d'arrachement ;
- Soit il s'agit de pièces de filet dormant, type maille claire (filet droit présentant une seule nappe) ou de type trémail (filet à trois nappes dont les nappes extérieures sont de grandes mailles).



Figure 39 : Engins de pêche abandonnés.

Les chalutiers sont présents régulièrement sur la zone comme cela a été confirmé dans le paragraphe précédent. Néanmoins, certains pêcheurs artisanaux équipés de bateaux suffisamment puissants et de relative grande taille peuvent épisodiquement venir pêcher aux abords des têtes de canyons à la recherche de merlus (*Merlucius merlucius*), de pageots (*Pagellus eryhtrenus*) ou encore des langoustes rouges (*Palinurus elephas*).

Le suivi de ces pêcheurs artisanaux est intégré dans le suivi des débarquements réalisé par l'Université de Perpignan pour le compte de l'Agence des Aires Marines Protégées dans le cadre de la caractérisation des usages du Parc Naturel Marin du Golfe de Lion. Actuellement, aucune donnée n'a pu être relevée lors des débarquements car il s'agit d'une activité limitée dans le temps.

Compte tenu de l'impact non négligeable que peuvent avoir des filets ou des palangres abandonnés sur le fond, il serait intéressant de proposer en collaboration avec les pêcheurs (artisanaux et chalutiers) de relever toutes les informations en cas de perte de matériels (points GPS, profondeur, type de substrat, etc.).

6 Analyse des communautés benthiques profondes

6.1 Contexte et objectifs de l'étude

Suite à la campagne de relevés hydrographiques de 2010, des zones d'intérêt particulier à explorer préférentiellement ont pu être définies. La mission ROV avait alors pour principaux objectifs la réalisation de transects ROV sur les différents faciès sédimentaires identifiés au sonar latéral et l'exploration de l'extrémité des têtes de canyon.
Ces zones préférentielles ont été de trois types :

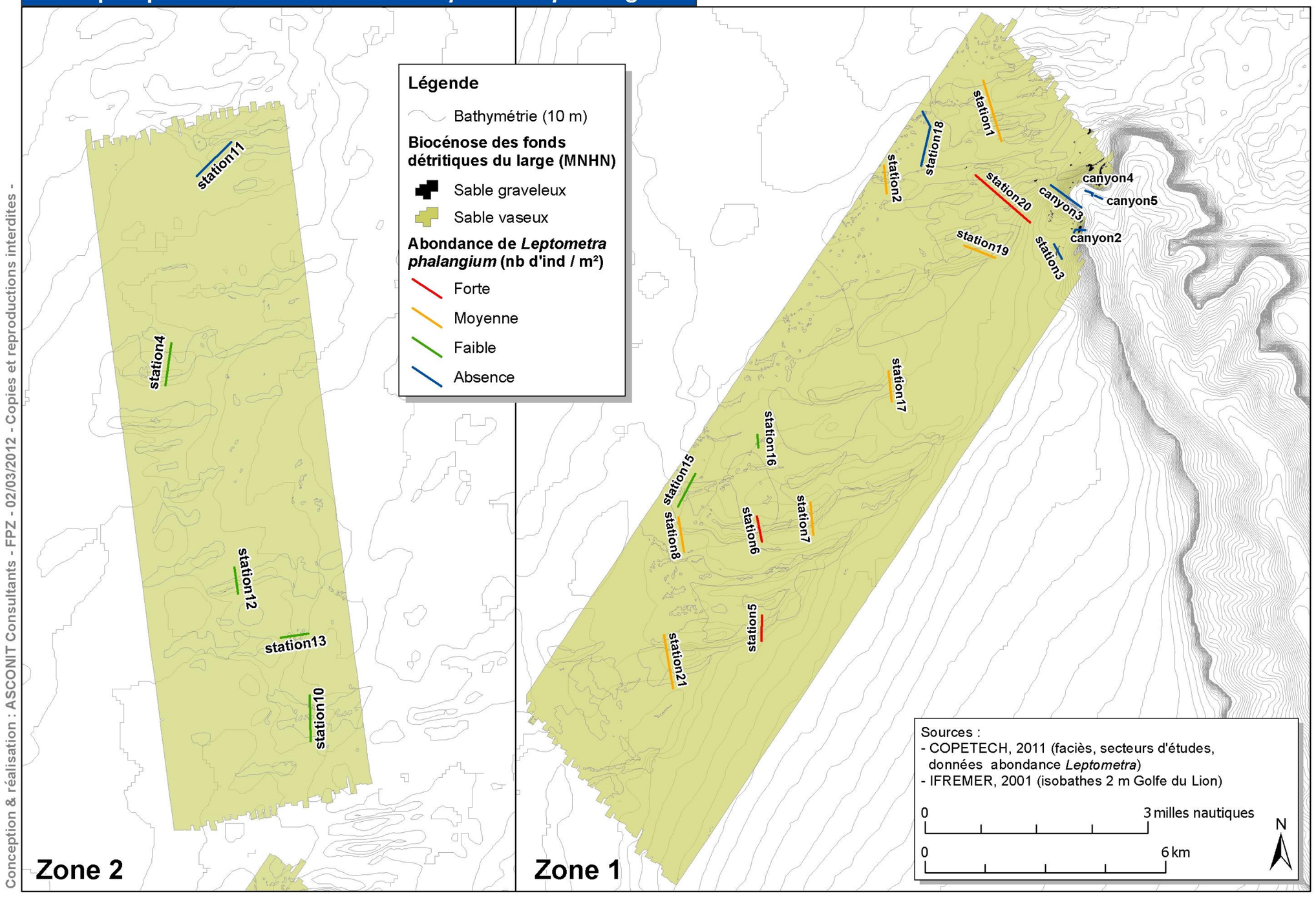
- Les zones de transition entre les différents faciès sédimentaires identifiés grâce au sonar latéral ;
- Les secteurs très chalutés ;
- Les abords de la tête de canyon Lacaze-Duthiers.

De plus, certains points particuliers avaient été mis en évidence lors de la première campagne, leur détermination a été effectuée lors de ces plongées ROV.

6.2 Périodes d'échantillonnage et transects réalisés

L'identification des espèces par plongées ROV sur ces zones profondes a été réalisée du 19 au 25 mai 2011. 19 transects ont été réalisés sur les 8 faciès sédimentaires du plateau identifiés par le sonar et 4 transects d'explorations sur les abords de la tête de canyon Lacaze-Duthiers (car le 1er transect Canyon1 a avorté) (Figure 40).

Zones prospectées et abondance de *Leptometra phalangium*



Conception & réalisation : ASCONIT Consultants - FPZ - 02/03/2012 - Copies et reproductions interdites -

Figure 40 : Carte des zones prospectées. La zone 1 au Nord et la zone 2 au Sud. La couleur verte du fond de carte représente le sédiment sablo vaseux et en noir le sable graveleux. Les couleurs de transect indiquent en rouge les fortes densités en Leptometra phalangium, en orange les densités moyennes, en vert les densités faible et en bleu l'absence d'individus de cette espèce.

6.3 MOYENS TECHNIQUES ET HUMAINS

La mise à l'eau du ROV est délicate et l'opération prend du temps. Le positionnement du bateau, la mise à l'eau du ROV et la descente sont toutes trois des phases critiques. Le pilote du ROV se situe sur la passerelle avec le capitaine et les scientifiques chargés de l'identification des espèces. Généralement, deux personnes sont sur le pont pour la mise à l'eau et la surveillance du bon déroulement de l'ombilic reliant le ROV au bateau.
Une excellente communication est indispensable entre la passerelle et les opérateurs afin de mener à bien cette phase. La remontée du ROV impose les mêmes actions inversées et elle est tout aussi délicate (Figure 41).

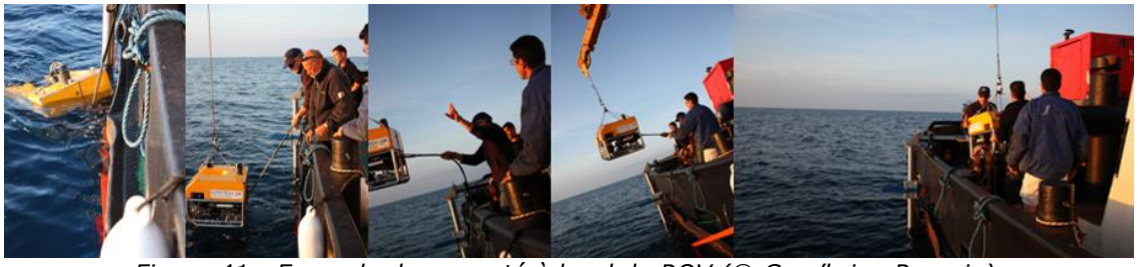


Figure 41 : Exemple de remonté à bord du ROV (© Crec'hriou Romain).

Une fois posé au fond, le ROV suit un cap en se décollant de quelques centimètres du substrat afin de ne pas mettre le sédiment en suspension. La vitesse de déplacement est variable, elle est régulée par les scientifiques qui observent et notent les espèces rencontrées. Les relevés d'informations sont juste qualitatifs. L'aspect du type de sédiment est également noté même s'il est très difficile de l'apprécier sur le moniteur et qu'il est généralement recouvert d'une fine couche de dépôt vaseux (Figure 42).



Figure 42 : Exemple de fine couche de dépôt sur le sédiment, en présence d'un cérianthe et d'une crinoïde.

6.4 RÉSULTATS

Un total de 818 événements (espèces, traces, sédiments) a été recensé sur 19 transects sur le plateau (les stations 9 et 14 non réalisées car redondantes) et 4 transects sur le canyon. L'ensemble des vidéos totalise plus de 20 heures d'enregistrements réalisés sur environ 20 km de transect (Tableau 20).

Tableau 20 : Récapitulatif des longueurs de traits, des sédiments rencontrés et de la durée d'enregistrement vidéo (min).

		Sédiment								
	Distance (m)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Durée (min)**
Station1	1570									109
Station2	690									54
Station3	409									29
Station4	1069									65
Station5	626									30
Station6	638									61
Station7	810									42
Station8	865									53
Station10	1144									81
Station11	1218									72
Station12	669									32
Station13	705									43
Station15	926									30
Station16	314									35
Station17	750									46
Station18	1419									92
Station19	832									53
Station20	1793									99
Station21	1356									62
Canyon2	326									72
Canyon3	946									35
Canyon4	254									17
Canyon5	194									18
Total	**19531**	**3**	**2**	**5**	**7**	**11**	**11**	**2**	**3**	**1230**

6.4.1 Plongées profondes sur le plateau

Le nombre d'espèces identifiées est relativement faible du fait de l'absence de relief et de la relative monotonie du fond (par exemple, blocs rocheux concentrant la faune très rare). 51 taxa ont été identifiés.
47 % des taxa observés (24 espèces) sur le plateau sont des poissons. Avec les Echinodermes (16 %) et les Cnidaires (14 %), ils représentent plus de 75 % des communautés observées (Tableau 21).

Tableau 21 : Nombre de taxa rencontrés sur le plateau et sur le canyon. Le % exprime la proportion de taxa de cet embranchement sur l'ensemble des taxas recensées.

	Nombre de Taxa			
Embranchement	***Plateau***	***%***	***Canyon***	***%***
Spongiaires	1	2	1	3
Cnidaires	7	14	5	17
Bryozoaires	1	2	1	3
Echinodermes	8	16	5	17
Annélides	2	4	1	3
Mollusques	4	8	2	7
Arthropodes	3	6	1	3
Prochordés	1	2	1	3
Poissons	24	47	13	45
Total	**51**		**30**	

L'ensemble des espèces observées ainsi que leurs pourcentages de présence sont décrits au sein du Tableau 22.

A l'exception des stations 1 et 17, la plupart des transects présente une richesse spécifique assez moyenne, entre 11 et 14 taxa. 10 taxa sont présents dans au moins 45 % des transects (espèces en gras dans le Tableau 22).

Tableau 22 : Taxa rencontrés sur les transects du plateau. Le % exprime la proportion de ce taxa sur l'ensemble des transects effectués.

		Transect																			
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	%
Cnidaires	*Alcyonium palmatum*				X						X		X								*15,79*
	Arachnanthus sp.	X										X	X			X					*21,05*
	Cerianthus membranaceus	X	X			X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	*73,68*
	Eunicella verrucosa																X				*5,26*
	Pennatula rubra		X	X	X	X	X				X	X	X	X			X	X			*57,89*
	Pteroeides spinosum											X									*5,26*
	Veretillum cynomorium								X						X					X	*15,79*
Echinodermes	*Anseropoda placenta*						X		X							X				X	*21,05*
	Leptometrra phalangium	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	*84,21*
	Arachnanthus sp.											X	X			X					*15,79*
	Chaetaster longipes																X				*5,26*
	Echinus acutus		X																X		*10,53*
	Holothuria sp	X		X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*78,95*
	Ophiura sp	X	X			X		X	X	X				X	X	X				X	*52,63*
	Stichopus regalis																X				*5,26*
Annélides	*Filograna sp. (Serpulidae)*				X				X		X	X			X						*26,32*
	Sabella sp.									X				X	X	X					*21,05*
Mollusques	*Bolinus brandaris*										X										*5,26*
	Octopus vulgaris	X	X	X	X	X				X					X	X	X	X	X		*57,89*
	Sepia officinalis	X		X											X				X		*21,05*
	Sepiola sp.	X																		X	*10,53*
Arthropodes	*Eupagurus sp.*		X												X	X			X	X	*26,32*
	Galathea sp.						X			X											*10,53*
	Macropoda sp.	X	X		X	X			X	X				X	X	X		X	X	X	*63,16*
Poissons	*Anthias anthias*																X				*5,26*
	Ariosoma balearicum						X														*5,26*

	Capros aper												*X*			*X*		*X*	*X*			*21,05*
	Gnathophis mystax	*X*	*X*				*X*						*X*	*X*		*X*		*X*		*X*		*42,11*
	Lophius piscatorius			*X*						*X*												*10,53*
	Macrorhamphosus scolopax																	*X*				*5,26*
	Merlangius merlangus								*X*													*5,26*
	Merluccius merluccius		*X*															*X*				*10,53*
	Microchirus ocellatus	*X*																	*X*			*10,53*
	Mullus barbatus	*X*		*X*			*X*										*X*					*21,05*
	Mullus surmulletus																*X*					*5,26*
	Mullus sp.					*X*				*X*			*X*	*X*	*X*	*X*	*X*	*X*	*X*	*X*		*52,63*
	Scorpaena scrofa																*X*					*5,26*
	Scorpaena sp.	*X*																				*5,26*
	Scyliorhinus canicula		*X*				*X*													*X*		*15,79*
	Serranus cabrilla	*X*	*X*		*X*	*X*	*X*		*X*	*X*			*X*					*X*				*47,37*
	Serranus hepatus	*X*															*X*					*10,53*
	Spicara sp.	*X*					*X*		*X*													*15,79*
	Trachinus radiatus															*X*			*X*	*X*		*15,79*
	Trachurus sp					*X*									*X*	*X*		*X*	*X*			*26,32*
	Trigla sp.				*X*	*X*						*X*	*X*					*X*				*26,32*
	Trigoloporus lastoviza																*X*					*5,26*
	Trisopterus luscus capelanus	*X*																		*X*		*10,53*
	Trisopterus minutus		*X*			*X*																*10,53*
Nb total d'espece	*48*	*17*	*13*	*6*	*9*	*12*	*11*	*2*	*11*	*10*	*5*	*8*	*12*	*9*	*13*	*16*	*14*	*14*	*13*	*14*		
Nb d'espece / 100m		*1,08*	*1,88*	*1,47*	*0,84*	*1,92*	*1,72*	*0,25*	*1,27*	*0,87*	*0,41*	*1,20*	*1,70*	*0,97*	*4,14*	*2,13*	*0,99*	*1,68*	*0,73*	*1,03*		

3 taxa ont une occurence à plus de 70 %, les crinoïdes *Leptometra phalangium* (84 %), les holothuries (comme *Stichopus regalis*) (78 %) et les cérianthes (*Cerianthus membranaceus*) (73 %) (Figure 43). Le nombre d'espèces rencontrées rapporté à 100 m de trait est compris entre 0,25 et 4,14 avec une moyenne à 1,38. La zone Nord (station 4, 10, 11, 12, 13) a des valeurs comprise compris entre 0,41 et 1,70 avec une moyenne à 1,00, tandis que la zone Sud, a des valeurs comprises entre 0,25 et 4,14 avec une moyenne à 1,52.



Figure 43 : De haut en bas : Leptometra phalangium en présence d'un grondin, Stichopus regalis, Cerianthus membranaceus en compagnie d'un macropode.

A l'exception des transects 3, 11 et 18, la comatule *Leptometra phalangium* a été observée avec des densités très variables allant de quelques individus épars (sur 6 transects) à des populations d'individus contigus dans certaines zones (sur environ 10 transects) (Tableau 23).

Tableau 23 : Estimation des densités observées en Leptometra phalangium sur le plateau. Elevée : environ 20 individus / m², Moyenne : entre 2 et 15 individus / m², Faible : moins de 2 individus / m².

	Densité			
Transect	***Absence***	***Faible***	***Moyenne***	***Elevé***
1			x	
2			x	
3	x			
4		x		
5				x
6				x
7			x	
8			x	
10		x		
11	x			
12		x		
13		x		
15		x		
16		x		
17			x	
18	x			
19			x	
20				x
21			x	
Total	3	6	7	3

Ces populations de crinoïdes sont caractéristiques des **biocénoses du Détritique du Large (DL)** et le terme de "**faciès à *Leptometra phalangium***" est évoqué (Colloca *et al*., 2004 ; PNUE - PAM - CAR/ASP, 2007, CARTHAM, 2012).
Plus qu'ailleurs sur le plateau continental, un grand nombre d'espèces profondes est associée à ce « faciès ». Parmi les poissons qui fréquentent cette zone, le merlu *Merluccius merluccius*, le capelan de Méditerranée *Trisopterus luscus capelanus*, la bécasse de mer *Macroramphosus scolopax*, le capelan du large ou argentine *Argentina sphyraena* ont été observés. L'encornet rouge *Illex coindetii* pour les céphalopodes, la crevette rose du large *Parapenaeus longirostris* chez les crustacés ont également été observés chez les invertébrés (Figure 44).

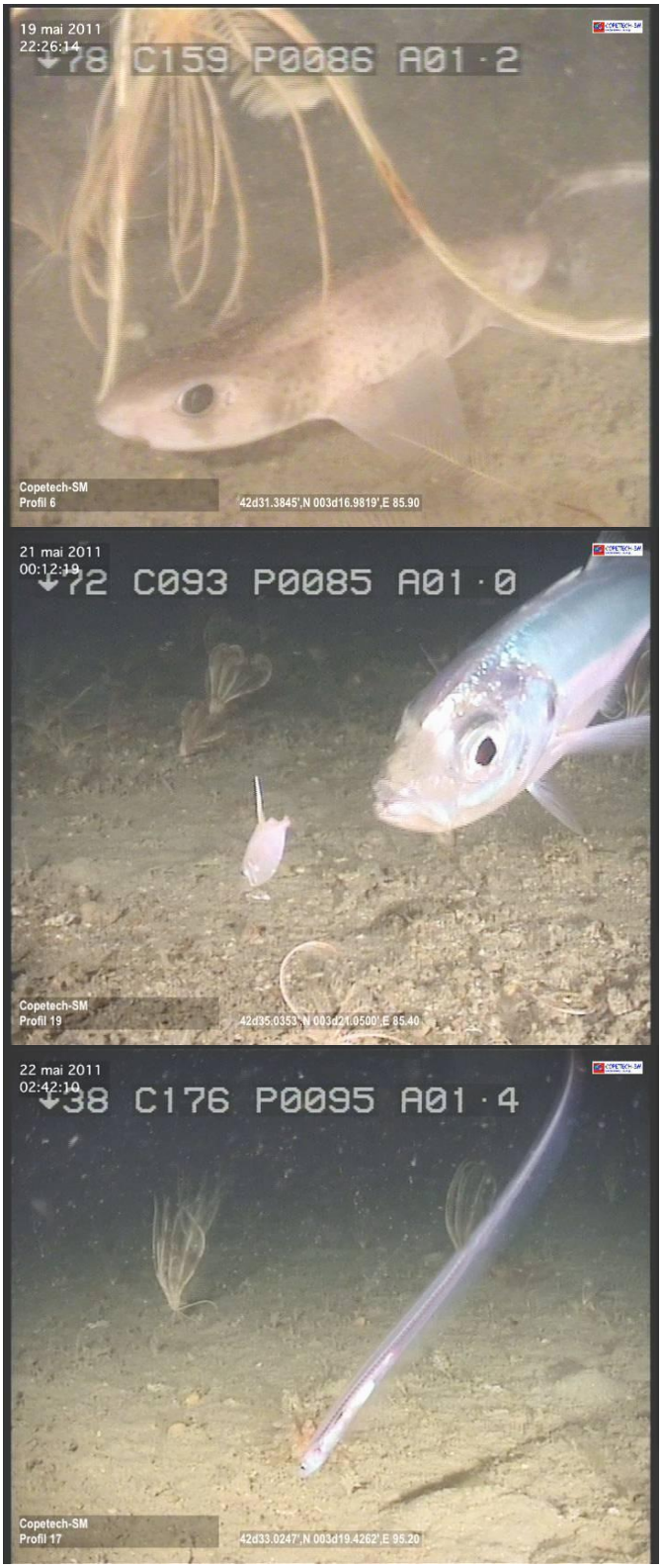


Figure 44: Différents poissons observés. De haut en bas : petite roussette (Scyliorhinus canicula), bécasse de mer (Macroramphosus scolopax) et chinchard (Trachurus sp.), congre bec-fin (Gnathophis mystax).

Cette biocénose particulièrement riche en espèces à haute valeur commerciale explique l'effort de pêche intense par chalutage, bien visible dans ces zones par les traces laissées par les chaluts sur certaines bandes (absence totale de vie par endroit et fond parfaitement nivelé par les chaluts).
D'après les données récoltées, la présence de *L. phalangium* est surtout située sur la zone 1, la plus au Sud. La zone 2 en est presque totalement dépourvue. Ceci peut être mis en relation avec les efforts de pêche (traces de chalutage) car celui-ci est plus intense sur la zone 2 que la zone 1 (Figure 45). Néanmoins d'autres paramètres naturels peuvent également être responsables de cette répartition. Dans le cas de nouvelles campagnes profondes réalisées par les gestionnaires du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, cette espèce serait intéressante à suivre.

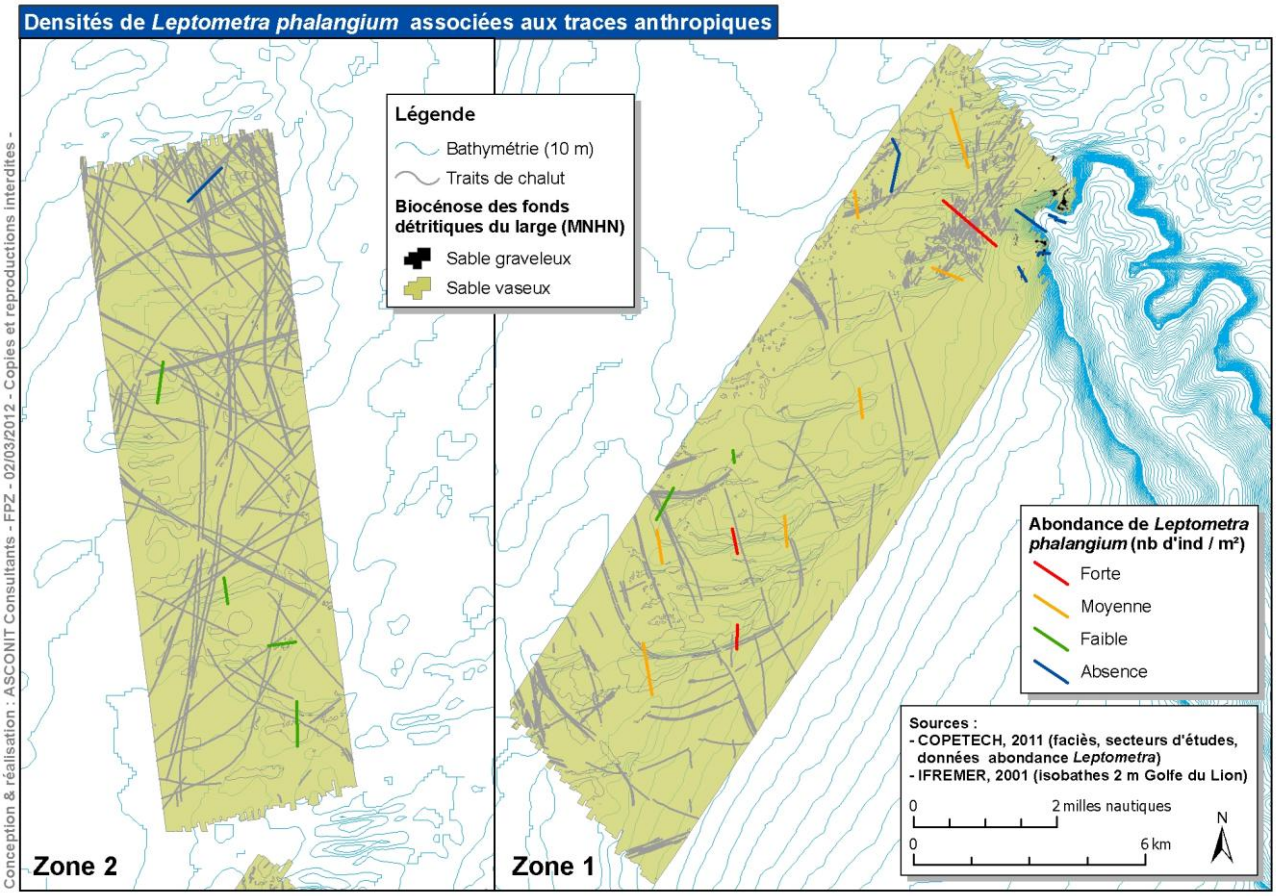


Figure 45 : Densités de Leptometra phalangium associées aux traces anthropiques.

D'une manière générale, la diversité spécifique sur le plateau est faible pour ce qui est des espèces benthiques. Les observations effectuées grâce au ROV ne permettent pas de dénombrer ni d'identifier précisément les espèces démersales telles que les poissons et les céphalopodes très souvent en phase de fuite lorsqu'ils passent dans le champ de vision du ROV. Le champ de vision étant par ailleurs très restreint aussi bien en profondeur qu'en largeur, les observations se trouvent focalisées sur le fond.

6.4.2 Exploration de l'extrémité des têtes de canyon

La campagne 2011 s'est achevée par l'exploration de l'extrémité Ouest du canyon Lacaze-Duthiers.
Quatre transects exploratoires ont été réalisés sur l'extrémité Nord-Ouest. La première plongée s'est montrée infructueuse pour cause de problème technique, aucune espèce n'a donc été recensée. Pour ces plongées, le ROV est resté plus éloigné du fond du fait du risque plus important d'accrochage par rapport au plateau. De ce fait, seules les espèces de taille importante ont été observées.

45 % des taxa observés (24 espèces) au niveau des têtes de canyon sont des poissons. Avec les Echinodermes (15 %) et les Cnidaires (14 %), ils représentent, tout comme pour les communautés de plateau plus de 75 % des communautés observées (Tableau 21). Cependant les richesses observées par transect au niveau des têtes de canyon sont supérieures à celles du plateau, indiquant une biodiversité plus importante (Tableau 24). Cette richesse est d'autant plus visible que les traits réalisés sont globalement deux à trois fois plus courts que sur le plateau. Le nombre d'espèces rencontrées rapporté à 100 m de trait est compris entre 1,27 et 6,70, avec une moyenne à 4,61, alors que sur le plateau (Tableau 22) il est compris toutes zones confondues entre 0,25 et 4,14, avec une moyenne à 1,38.

*Tableau 24 : Taxa rencontrés sur les transects « canyon ». Les espèces en gras sont présentes dans 75 % des stations. * et X indique une espece présente lors des transects de la campagne medseascan du canyons Lacaze duthiers: *sur les roches isolés et X sur les canyons.*

		Transect				
Embranchement	**Espèce**	**Canyon2**	**Canyon3**	**Canyon4**	**Canyon5**	**%**
Cnidaires	*Cerianthus membranaceus*X*		x	x		50
	Leptopsammia pruvoti		x	x	x	75
	Madrepora oculataX		x			25
	Pennatula sp.*	x		x	x	75
	Veretillum cynomorium	x	x	x		75
Bryozoaires	*Sertella septentrionalis**	x				25
Echinodermes	*Anseropoda placentaX*	x				25
	Cidaris cidarisXf	x		x	x	75
	Echinus acutusXf	x	x			50
	Holothuria sp.*X	x	x	x	x	100
	Spatangus purpureus	x				25
Echiuriens	***Bonellia viridis****		x	x	x	75
Mollusques	*Octopus vulgarisXF*	x			x	50
	Sepia officinalisXF	x			x	50
Arthropodes	*Palinurus elephas**	x				25
Poissons	*Aulopus filamentosus**	x			x	50
	Capros aperX	x	x			50
	*Lophius piscatorius*X*				x	25
	*Mullus sp.*X*			x		25
	Pagellus acarneXG		x			25
	Peristedion cataphractumX	x				25
	*Phycis phycis*X*		x		x	50
	*Scorpaena scrofa**	x				25
	Scorpaena sp.*X	x	x	x	x	100
	Scyliorhinus caniculaX	x	x	x	x	100
	*Serranus sp.**	x				25
	Trigla sp.*X	x		x	x	75
	Trisopterus minutus	x				25
Nb total d'espece	**28**	**20**	**12**	**11**	**13**	
Nb d'espece / 100m		**6,13**	**1,27**	**4,33**	**6,70**	

8 taxa sont présents sur 3 des 4 transects du canyon, dont 3 sur tous les transects : la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*), les rascasses (*Scorpaena sp*.) et les holoturies (*Holothuria sp.*).
Outre le nombre d'espèces identifiées sur les bords d'une faille lors du transect « canyon3 », des branches de *Madrepora oculata* ont pu être observées.

Sur l'ensemble des taxas, 50 % sont commun avec les prospections MEDSEACAN sur les roches du Canyon Lacaze-Duthiers et 60 % avec les explorations de Canyons plus profondes. Seules 4 espèces ont été observées lors des prospections CARTHAM et non lors de la campagne MEDSEACAN sur le Canyon Lacaze-Duthiers.

6.5 DISCUSSION ET CONCLUSION

6.5.1 Le faciès à *Leptometra phalangium*

Le rebord du plateau est une zone de haute énergie en raison de l'interaction des marées, des vagues de tempête, des vagues déferlantes et des turbulences de fonds produites par les fronts séparant les eaux du plateau et de la pente (Herman, 1972; Vanney et Stanley, 1983). Des événements intermittents de mélanges peuvent être à l'origine de l'augmentation des concentrations en nitrates dans la colonne d'eau avec pour conséquence une augmentation de la production de la zone euphotique (Soetaert *et al.*, 2001). Une augmentation de la biomasse en phytoplancton et zooplancton est ainsi associée à cette cassure du plateau (Mann et Lazier, 1996). Cette forte production de plancton à la rupture du plateau en fait une aire d'alimentation importante pour les grands bancs de poissons (Williams *et al*. 2001), les nuées d'oiseaux océaniques (Skov et Durinck, 1998) et les cétacés (Hain *et al*., 1985).

Les études des communautés de la rupture du plateau méditerranéen ont surtout porté sur les assemblages benthiques par rapport aux caractéristiques des sédiments, généralement vaseux avec une composante détritique produite pendant les fluctuations du niveau des mers au pleistocène (20 000 - 8 000 ans) (Pérès et Picard, 1964; Reyss, 1973).
En Méditerranée, comme en Atlantique Est, les communautés benthiques sur le rebord du plateau sont caractérisées par de fortes concentrations de macro-organismes épibenthiques filtreurs et suspensivores (Flach *et al.,* 1998; Kallianotis *et al*., 2000). Les Crinoïdes du genre *Leptometra* (*L. phalangium* dans le bassin méditerranéen, *L. celtica* en Atlantique) peuvent être considérées comme espèces indicatrices des courants de fond et des ruptures du plateau. (Lavaleye *et al.,* 2002). Ainsi Pérès et Picard (1964) ont bien défini l'habitat ou biocénose des fonds Détritiques du Large, dont l'espèce dominante est généralement la crinoïde *Leptometra phalangium* (Figure 46).



Figure 46 : Leptometra phalangium, individu isolé.

Cette espèce est généralement confinée aux zones de rupture de plateau / tête de canyon sous influence de courants de fond, où elle peut atteindre une densité de 30-50 individus/m² (Laborel *et al*., 1961; Vaissière et Carpine, 1964; Reyss et Soyer, 1965; Bourcier et Zibrowius, 1973; Reyss, 1973, 1974; Kallianotis *et al*., 2000). Dans la présente étude, l'espèce n'a jamais été observée sur la tête de canyon entre 120 et 180 m et les densités maximales observées tournaient autour d'une vingtaine d'individus par m². (Figure 47)



Figure 47 : Leptometra phalangium, individu en densité élevée.

Les champs de crinoïdes en bordure de talus jouent un rôle similaire aux forêts d'éponge, de coraux profonds et de gorgones. Toutes ces structures ''vivantes'' de fond forment une partie essentielle de l'écosystème du plateau continental et du talus et sont facilement endommagées par le chalutage de fond (Rogers, 1999; Fossa *et al*., 2002; Wassemberg *et al*., 2002). Lors de campagnes de chalutage, Colloca *et al.* (2004) ont observé que près de 300 kg de crinoïdes (environ 200 000 individus) peuvent être facilement recueillis en 1 h de mise à l'eau. L'impact des engins traînants est particulièrement lourd sur ces fonds, ainsi *Leptometra phalangium* et les organismes épibenthiques associés présentent des abondances réduites dans les zones chalutées (Smith *et al.,* 2000).

Des relations trophiques et spatiales existant entre les assemblages de poissons démersaux et la distribution des macro-épibenthiques en Méditerranée (Gaertner *et al.*, 1999; Colloca *et al.,* 2003), les effets négatifs de la pêche sur les communautés benthiques se reflètent par conséquent sur la répartition et l'abondance des espèces de poissons. Ainsi, l'altération de l'habitat à *Leptometra phalangium* par l'activité de pêche pourrait amplifier les effets de la surpêche en limitant l'espérance de vie des juvéniles.

De par sa richesse, cette zone de rupture de pente est soumise à une activité halieutique intense. Pour exemple, la présente étude a relevé au sonar latéral près de 600 km de traits de chaluts sur les 2 zones d'études, sans compter les observations de nombreux restes d'engins de pêches (filets, chaluts, etc.).

Le rôle joué par la rupture du plateau sur la distribution et la dynamique des espèces démersales reste mal compris en Méditerranée. Des études antérieures ont révélé la présence d'assemblage de poissons sur les plateaux profonds à pente faible (Gaertner

et al., 1999; Biagi *et al.,* 2002;. Colloca *et al.*, 2003). Cet assemblage est caractérisé par de fortes concentrations de juvéniles d'espèces d'intérêt commercial telles que le merlu européen (*Merluccius merluccius*). Ces communautés sont facilement endommagées par le chalutage de fond (Rogers, 1999; Fossa *et al*., 2002; Wassemberg *et al*., 2002).

L'activité halieutique peut donc avoir un impact sur les populations de poissons.Elle peut avoir un effet immédiat sur la démographie de la population par l'élimination des poissons. De plus, elle peut engendrer un impact sur le fond par la réduction de la complexité de l'habitat, avec dans ce cas, un accroissement de la vulnérabilité des poissons juvéniles à la prédation intra et interspécifique (Lidholm *et al.,* 1999).

Présente à 85% dans les différents transects réalisés sur le plateau, l'ensemble de la zone prospectée peut être définie comme « Habitat Essentiel de Poissons » et représente donc un habitat à protéger prioritairement du chalutage. Il est difficilement envisageable d'interdire tout simplement l'activité halieutique sur ce secteur, mais la mise en place d'une gestion et le développement d'engins de pêches plus sélectifs semblent indispensables.

La protection des habitats des fonds détritiques du large, où *Leptometra phalangium* est présente, peut probablement avoir des conséquences importantes pour la gestion des pêches en Méditerranée, contribuant à réduire les taux de mortalité de poissons dans des étapes cruciales du cycle de leur vie.

6.5.2 Les canyons et les coraux d'eau froide

Durant les 20 dernières années, de nombreuses recherches ont porté sur l'amélioration de la compréhension de la distribution des coraux d'eau froide le long des marges continentales (Roberts *et al.,* 2006, Hall-Spencer *et al.,* 2007, Schroeder 2007, Wareham et Edinger 2007, Freiwald *et al.,* 2009). Cependant, en Méditerranée, à l'exception d'une description générale de la biocénose des coraux blancs de Pérès et Picard (1964) et d'une description par Reyss (1971) des communautés de la macrofaune benthique du Cap de Creus et du canyon Lacaze-Duthiers, il existe peu d'études sur ces coraux. La principale raison était la difficulté majeure d'acquisition d'informations spatiales liée à l'absence de technologies appropriées d'échantillonnage et de sondage à la profondeur à laquelle ils sont communément trouvés (Gage et Bett 2005).
Au cours des dernières années, des améliorations technologiques des véhicules télécommandés (ROV) et submersibles habités ont permis aux scientifiques d'effectuer des relevés qualitatifs et quantitatifs précis de leur distribution, ainsi que des études démographiques d'espèces majeures comme *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata*.

Quatre espèces de coraux profonds ont été identifiées dans le canyon de Lacaze-Duthiers, pour certaines en quantités relativement importantes : *Lophelia pertusa, Madrepora oculata, Desmophyllum dianthus* et *Dendrophylllia cornigera*. *Lophelia pertusa* est décrite au niveau international, comme espece sensible à très sensible, tres importante écologiquement, mais avec des populations en déclin et donc menacées (OPSPAR COMMISION, 2009). Elle est inscrite en Annexe II de la CITES depuis 1990 (tout comme *Madrepora oculata, Desmophyllum dianthus*, *Dendrophyllia*

cornigera). Cette annexe représente la liste des espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce de leurs spécimens n'était pas étroitement contrôlé. Ces populations de coraux s'épanouissent sur les flancs rocheux du canyon de Lacaze-Duthiers à des profondeurs variant entre -180 et >600 m.
Madrepora oculata est la seule espèce rencontrée dans le cadre de cette étude. Le spécimen observé sur 180 m de profondeur (Figure 48), a une forme typique en zigzag. Le faible nombre d'individus observés pour cette espèce, et en général pour ces coraux, est principalement dû à la profondeur de prospection correspondant à la profondeur minimale des observations de cette espèce sur le canyon Lacaze-Duthiers. Cette profondeur minimale apporte une information supplémentaire aux prospections menées par la campagne MEDSEACAN, qui a observée la présence de cette espèce seulement entre 200 et 520 m (Fourt & Goujard, 2012).



Figure 48 : Madrepora oculata.

La littérature concernant cette espèce fait état de communautés touchées par le chalutage de fond (Hall-Spencer *et al.,* 2002, 2007, Le Goff-Vitry et Rogers 2005, Mortensen *et al*., 2005, Waller et Tyler 2005, Edinger *et al.,* 2007), tout comme avec d'autres méthodes et engins de pêche tout aussi impactants. Le canyon Lacaze-Duthiers n'est pas épargné par les activités anthropiques destructrices avec l'existence d'un risque potentiel important pour les espèces d'intérêt communautaire, mais également pour les espèces commerciales associées à ces milieux. De nombreuses observations de restes de chaluts et palangres indiquent une activité halieutique intensive sur la zone, et ce malgré l'interdiction de chalutage sur cet habitat.

Outre la présence de *Madrepora* sur le site, ces prospections ont permis de compléter celles réalisées lors de la campagne MEDSEACAN, et de caractériser cette zone de transition au niveau de la tête de canyon comme une zone tampon en terme d'espèces présentes : 50 % de similarités avec les roches entre -90/100 m et 60 % de similarités avec le canyon en lui-même entre 150 et 600 m.
En résumé, ces têtes de canyons présentent une richesse bien supérieure (en termes d'effort comparé) à celle du plateau et elles sont donc des « hot spots » de diversité à préserver en les inscrivant dans le plan de gestion du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion.

Partie III : Etude des substrats meubles

1 Inventaire de la macrofaune Benthique

1.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES ET LOCALISATION DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS

55 stations réparties sur neuf radiales côte/large ont été échantillonnées à raison de 3 réplicats de 0,1 m² par station à l'aide d'une benne Van Veen. Les radiales ont été échantillonnées à 10, 20, 30, 40 et 50 m de profondeur et 5 d'entre elles ont également été échantillonnées à 70 et 90 m (Figure 49).
Les noms des stations sont composés d'une lettre qui correspond à la radiale échantillonnée et d'un chiffre correspondant à la profondeur de la station.

La station F30 n'a pas permis d'échantillonnage car positionnée sur le banc de roches de Saint-Laurent. La Station E40 était constituée de gros galets sur lesquels aucune mesure n'a pu être effectuée.

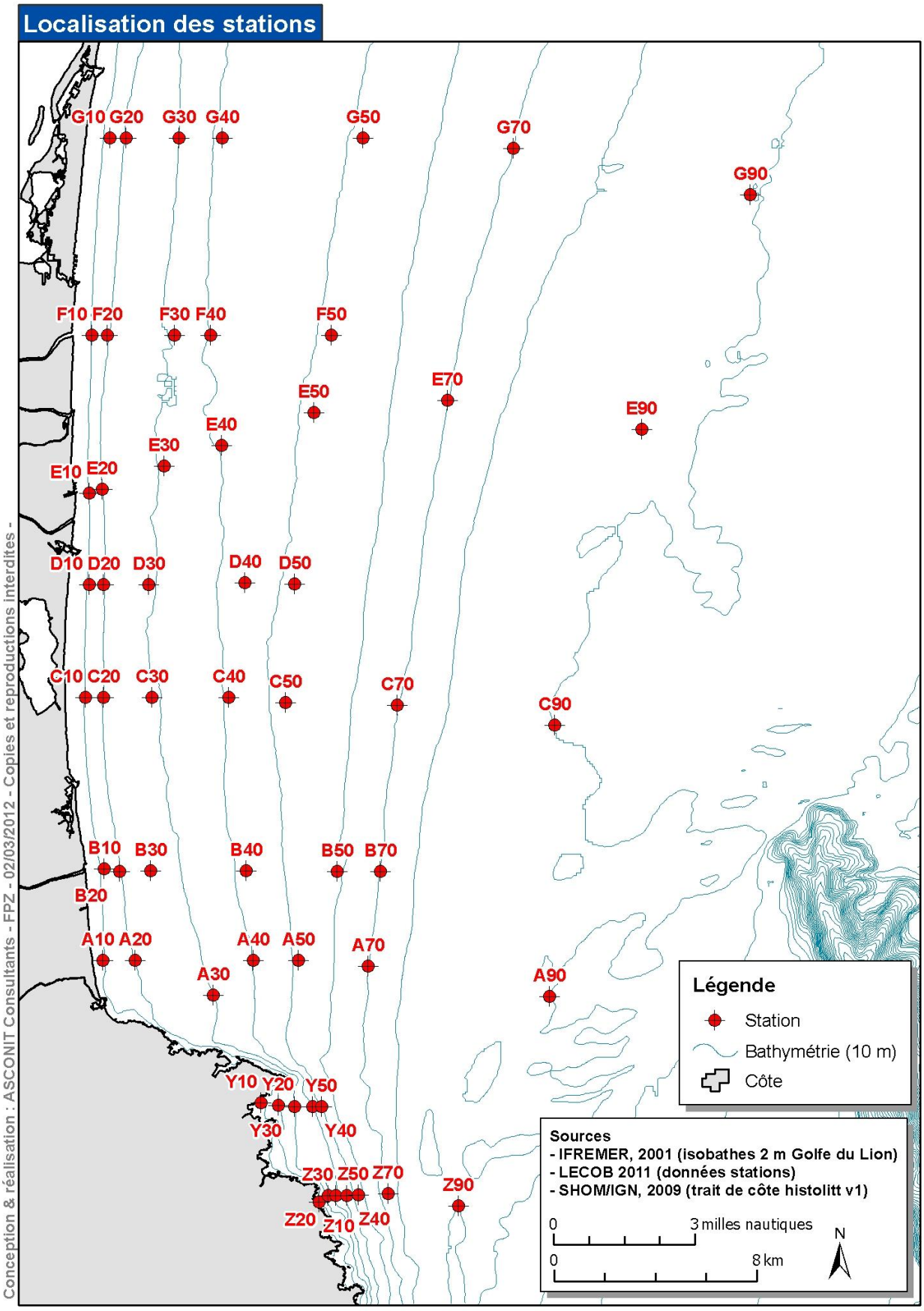


Figure 49 : Localisation des stations.

1.2 MÉTHODOLOGIE

1.2.1 Faune

Les prélèvements ont été effectués à l'aide de la benne Van Veen dont la surface de prélèvement est de 0,1 m², à raison de 3 réplicats par station. Le sédiment prélevé est tamisé sur un tamis de maille de 1 millimètre afin de séparer la faune du sédiment. Le refus de tamis est fixé au Formaldéhyde à 5 % dans l'eau de mer, placé dans un sac plastique et numéroté.
Au laboratoire pour chaque prélèvement, la faune est triée puis identifiée jusqu'au niveau de l'espèce dans la mesure du possible. Les différents groupes zoologiques et trophiques sont séparés et conservés dans de l'alcool à 70°.
L'identification et le comptage des différentes espèces contenues dans chacun des prélèvements sont réalisés afin 1.) de permettre l'établissement des listes spécifiques et des densités par station puis 2.) de mesurer les biomasses par groupe zoologique et par régime alimentaire. Les biomasses sont obtenues par dessiccation à l'étuve sèche à 100°C pendant 24 heures puis calcination au four à 450°C pendant 5 heures. Le poids sec de matière organique est calculé par différence entre le poids sec et le poids de cendres.

1.2.2 Sédimentologie : granulométrie et mesure du contenu organique

A chaque station, une benne supplémentaire est effectuée pour les analyses sédimentologiques : la granulométrie et la mesure du contenu organique du sédiment.

1.2.2.1 Granulométrie

Dans la mesure du possible (taille des particules inférieures à 1,5 mm), la granulométrie est mesurée à l'aide du granulomètre à diffraction laser Malvern®MasterSizer2000. La mesure est effectuée sur du sédiment en suspension dans de l'eau.
Pour la station Z30 (plus grossière), la granulométrie est déterminée à partir de sédiment tamisé sur une colonne de tamis de taille décroissante de 3 150 à 40 µm (normes AFNOR). Le contenu de chaque tamis est pesé afin d'obtenir le poids de sédiment correspondant à chaque classe de taille puis standardisé par rapport au poids total de l'échantillon. Pour ce faire, les échantillons sont préalablement dessalés à l'eau douce puis déshydratés à l'étuve.

1.2.2.2 Mesure du contenu organique du sédiment

Pour la mesure de la matière organique, le sédiment est rincé (pour retirer le sel), placé au lyophilisateur pour obtenir le sédiment sec puis à l'étuve à 110°C pour éliminer l'eau potentiellement retenue dans les argiles, et enfin peser (poids sec). Il est ensuite placé au four à moufles à 450°C pendant 5 heures afin de brûler la matière organique. Le sédiment est de nouveau pesé à la sortie du four (poids de cendres). La différence entre le poids sec et le poids de cendre correspond au contenu organique du sédiment. Celui-ci est ramené au poids sec de l'échantillon afin d'obtenir le pourcentage de matière organique dans le sédiment sec.

1.2.3 Analyses de données

A partir des listes d'espèces obtenues, la diversité et la structure des communautés benthiques sont analysées à l'aide du logiciel PRIMER6. Dans un premier temps des indices classiques de diversité sont calculés. Des analyses multivariées (type MDS et analyses de groupement) sont effectuées sur la base de la matrice de similarité entre les stations utilisant la distance de Bray-Curtis (classiquement utilisée pour ce type de données espèces/stations). Cette matrice de similarité est calculée sur les abondances transformées par racine carrée afin de limiter le poids des espèces très dominantes.
Enfin, l'indice AMBI (Azti Marine Biotic Index ; Borja *et al*., 2000; Borja *et al*., 2003), proposé pour être utilisé dans le cadre de la DCE (Directive Cadre Eau) est calculé à l'aide du logiciel de calcul du AMBI sur le site Azti.

1.2.4 Cartographie

Les cartes ont été faites à l'aide du logiciel ArcGis 8.2.
Compte tenu de la distance entre les radiales (plusieurs kilomètres), aucune interpolation n'a été faite afin de ne pas représenter l'information de manière erronée.

1.3 RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE

1.3.1 Analyse générale, diversité, structure des communautés

Lors de cette étude, 8 873 individus et 393 espèces ont été échantillonnés.
Le Tableau 25 résume les analyses sommaires de diversité effectuées à chaque station : S (le nombre d'espèces observées), N (le nombre d'individus par m²), et H' (l'indice de diversité de Shannon).
Ces résultats sont illustrés également par les Figure 50, Figure 51 et Figure 52.

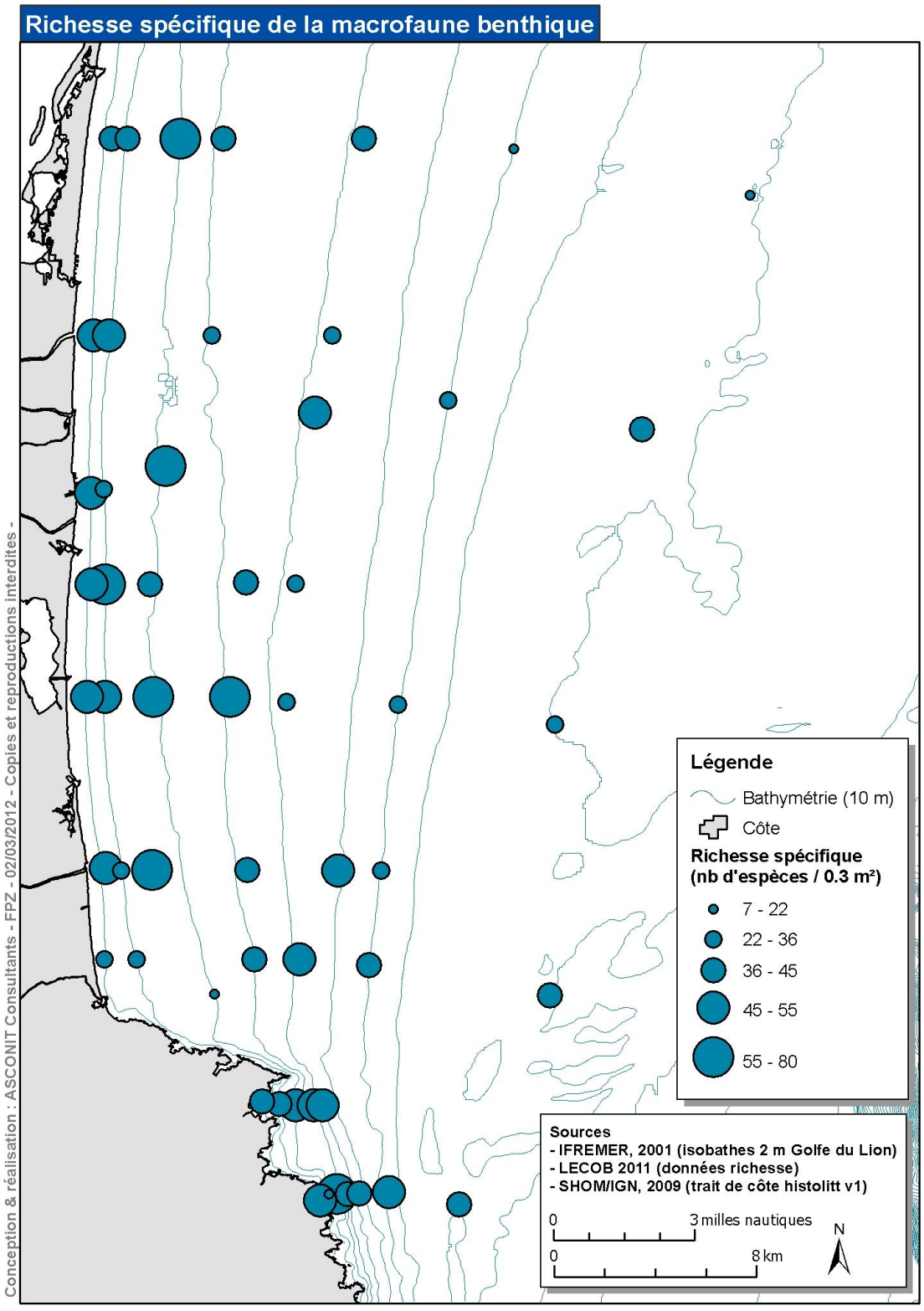


Figure 50 : Richesse spécifique de la macrofaune benthique récoltée à chaque station.

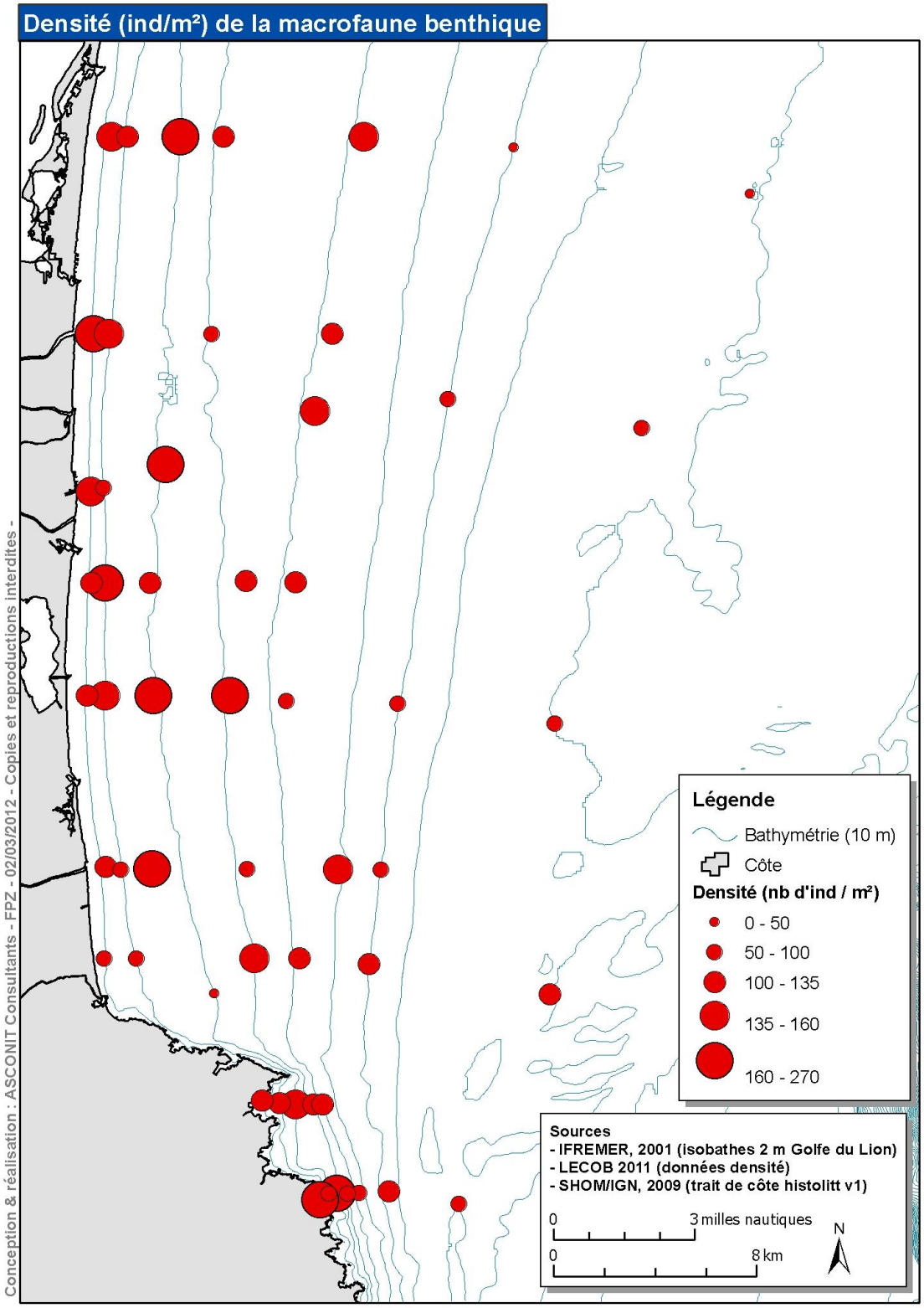


Figure 51 : Densité (en ind/m²) de la macrofaune benthique récoltée à chaque station.

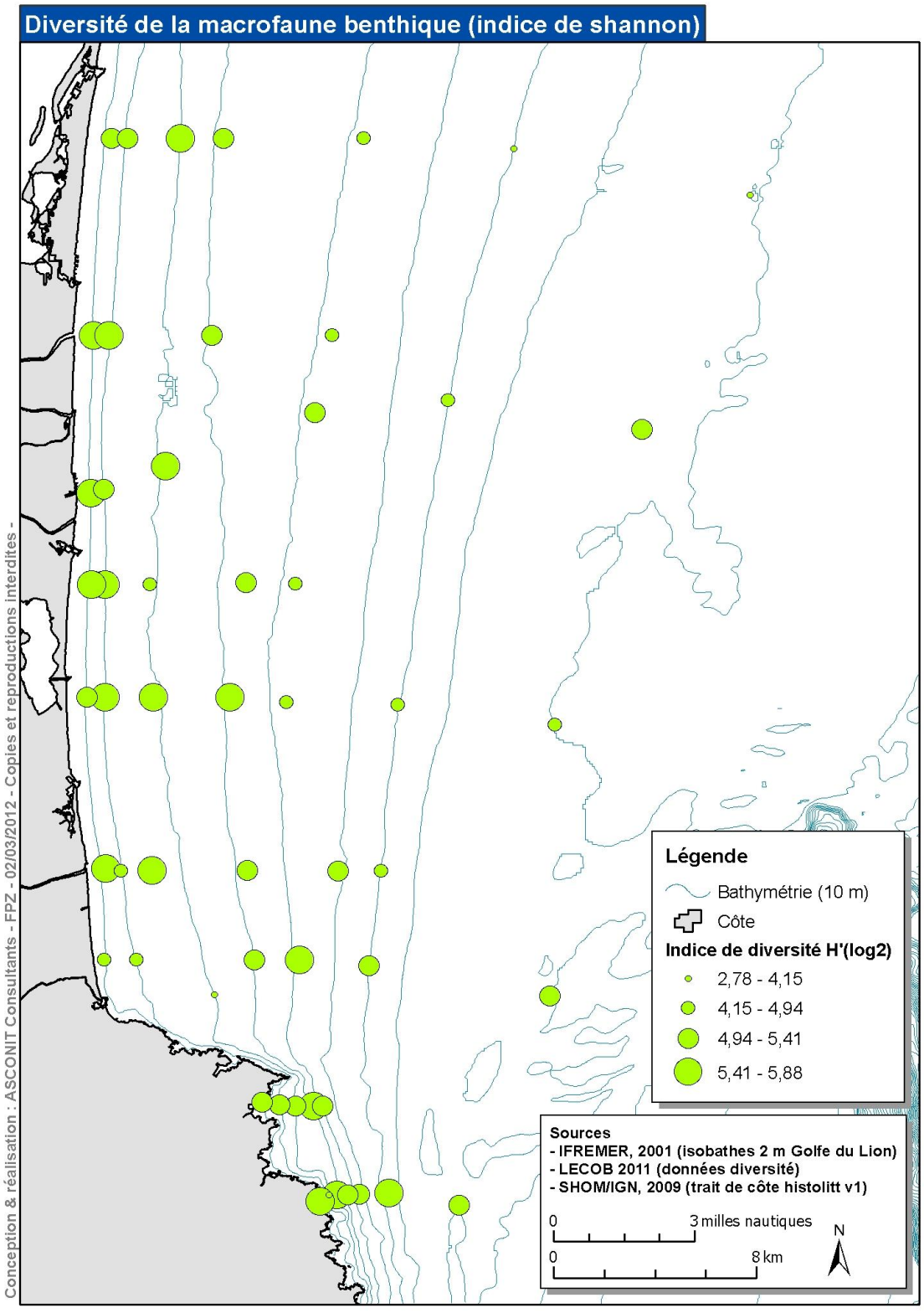


Figure 52 : Diversité de la macrofaune benthique récoltée à chaque station (indice de Shannon H'log2).

Tableau 25 : Richesse spécifique, Densité et Indice de Shannon calculés aux 55 stations échantillonnées, classées par ordre décroissant de richesse spécifique.

Stations	S	N (ind/m²)	H'(log2)		Stations	S	N (ind/m²)	H'(log2)
C 30	80	269,60	5,88		A 40	43	138,93	5,24
D 20	66	198,27	5,86		Z 90	40	96,37	5,23
C 40	60	189,31	5,72		G 40	42	126,95	5,19
Z 30	61	195,65	5,66		Z 50	38	94,71	5,16
C 20	55	148,37	5,65		Y 10	39	102,20	5,15
E 10	54	155,91	5,62		Z 40	38	93,44	5,14
G 30	60	203,96	5,61		E 90	38	93,32	5,13
F 10	55	160,24	5,58		E 20	36	91,71	5,08
Z 10	54	162,93	5,57		F 40	35	83,85	5,07
B 30	59	195,74	5,55		B 40	38	96,57	5,06
Z 70	50	130,03	5,53		D 30	37	129,34	4,94
E 30	61	244,76	5,53		C 90	31	73,26	4,89
B 10	50	134,62	5,52		A 20	32	83,15	4,88
F 20	53	148,76	5,50		E 70	33	80,37	4,88
A 50	50	127,66	5,48		G 50	39	137,51	4,86
Y 40	48	134,38	5,45		B 70	32	81,37	4,86
D 10	47	128,30	5,43		C 50	31	82,46	4,81
B 50	48	141,00	5,41		F 50	36	116,20	4,80
Y 50	46	115,90	5,41		B 20	30	84,68	4,80
C 10	46	120,58	5,38		A 10	31	91,77	4,75
Y 30	48	146,05	5,36		D 50	36	124,80	4,69
G 10	45	143,65	5,34		C 70	27	77,62	4,65
A 70	45	118,61	5,34		G 70	19	44,62	4,15
A 90	43	107,07	5,33		A 30	20	49,90	4,05
G 20	44	126,78	5,30		Z 20	22	85,96	3,49
E 50	46	150,42	5,30		G 90	7	17,72	2,78
D 40	45	133,96	5,30		E 40	0	0,00	0,00
Y 20	42	110,48	5,27					

A la station E40 des galets ont été échantillonnés, ce qui explique l'absence de faune benthique. Cette station est localisée en aval de la rivière Tech et reçoit donc une part des galets amenés par la rivière.
Les stations échantillonnées présentent une richesse spécifique entre 7 espèces à la station G90 et 80 espèces à la station C30. La densité et la diversité de Shannon sont également les plus faibles à la station G90 et les plus élevées à la station C30. En général, des valeurs de H' supérieures à 5 reflètent un bon état écologique. La Figure 53 présente les richesses spécifiques moyennes et les écart-types de richesses spécifiques à chaque profondeur.

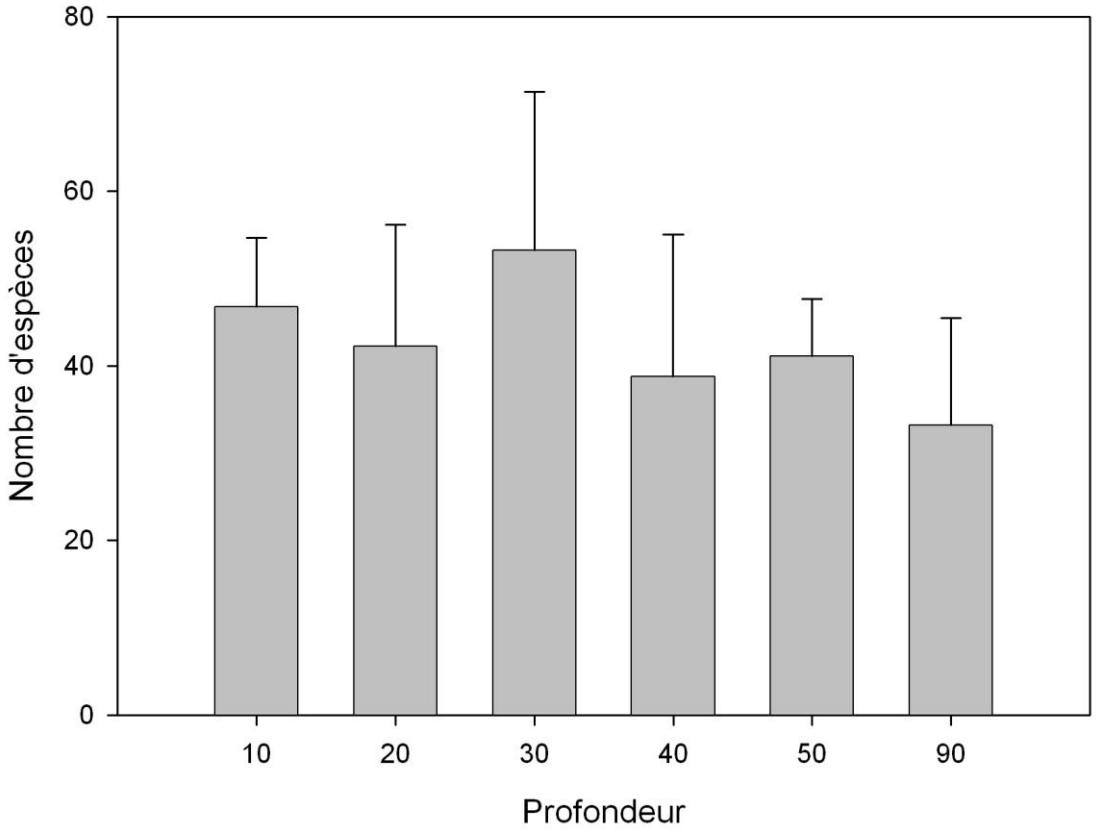


Figure 53 : Richesse spécifique moyenne et écart-type aux stations échantillonnées groupées par profondeur.

A 30 m, il est possible de rencontrer un nombre d'espèces légèrement plus important qu'aux autres profondeurs malgré une probabilité non significative (ANOVA one way, p=0,005 Figure 53) car certaines stations présentent une composition faunistique proche des stations localisées à 20 m alors que d'autres stations à 30 m présentent une composition faunistique comparable à celle des stations localisées à 40 m (Figure 54).

La Figure 54 présente un nMDS (non metric Multi Dimensional Scaling) effectué après avoir transformé les abondances par racine carrée et effectué une table de similarité entre stations en utilisant la distance de Bray-Curtis. Une distance faible entre deux stations sur la figure traduit une composition faunistique proche. La valeur de stress de 0,14 signifie que la représentation de la matrice de similarité en 2 dimensions est bonne mais n'est pas fiable pour une analyse trop fine des structures locales. La superposition de l'analyse de groupement avec le nMDS est conseillée pour éviter des erreurs d'interprétation. Les groupements effectués par la méthode de 'groupement par la moyenne' sont représentés pour une similarité inter-stations de 30 %.

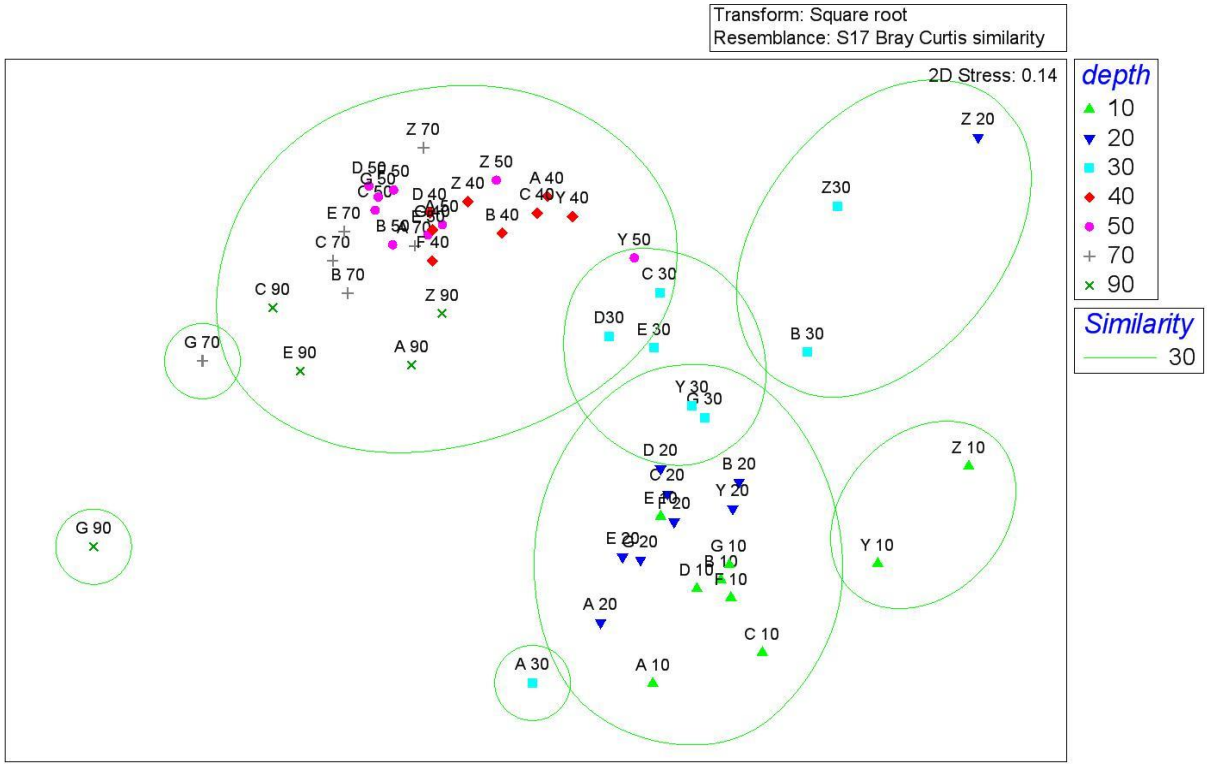


Figure 54 : Non metric MDS effectué à partir des données d'abondances transformées par racine carrée. Les labels des stations sont indiqués et les symboles correspondent à la profondeur de la station. Les cercles délimitent les groupes de 30% de similarité basés sur la composition faunistique des stations.

La différence entre les Figure 54 et Figure 55 réside uniquement dans le fait que les symboles utilisés correspondent aux profondeurs sur la Figure 54 et à la granulométrie médiane (D50, en µm) sur la Figure 55.

La Figure 55 met en évidence un gradient de granulométrie avec des particules plus fines vers le large. Il existe également un gradient de matière organique contenue dans le sédiment (Figure 56), lié au gradient de granulométrie (Figure 57, Figure 58, Figure 59 et Figure 68).
La Figure 54 met en évidence la similarité de composition faunistique des stations localisées à 10 et 20 m. En revanche, les stations Y10 et Z10 font parties d'un groupe différent. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'elles sont localisées 1.) dans la baie de Paulilles qui présente un hydrodynamisme particulier et des herbiers de posidonie proches pour la station Y10 et 2.) au Sud du Cap l'Abeille dans une zone très hétérogène entre galets et Coralligène pour la station Z10. Les stations Z20 et Z30 forment un groupe avec la station B30. La composition faunistique particulière de cette station s'explique par sa localisation en face de l'embouchure du Tech. Cette observation avait déjà été reportée par Labrune *et al*. (2008).

Enfin, la composition faunistique des stations plus profondes que 30 m est similaire à au moins 30 %, excepté pour les stations G70 et G90 qui présentent une richesse spécifique assez faible.

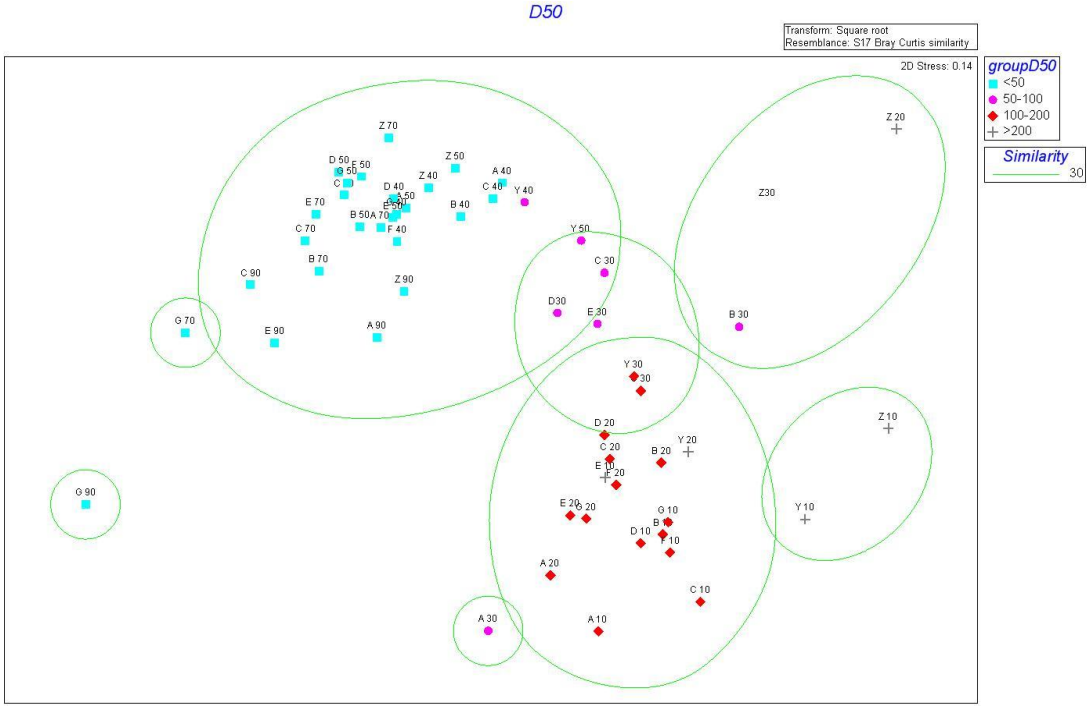


Figure 55 : Non metric MDS effectué à partir des données d'abondances transformées par racine carrée. Les labels des stations sont indiqués et les symboles correspondent à la granulométrie médiane mesurée à la station. Les cercles délimitent les groupes de 30% de similarité basés sur la composition faunistique des stations.

Ces figures mettent en évidence que les paramètres profondeur et granulométrie structurent largement la composition faunistique des stations.

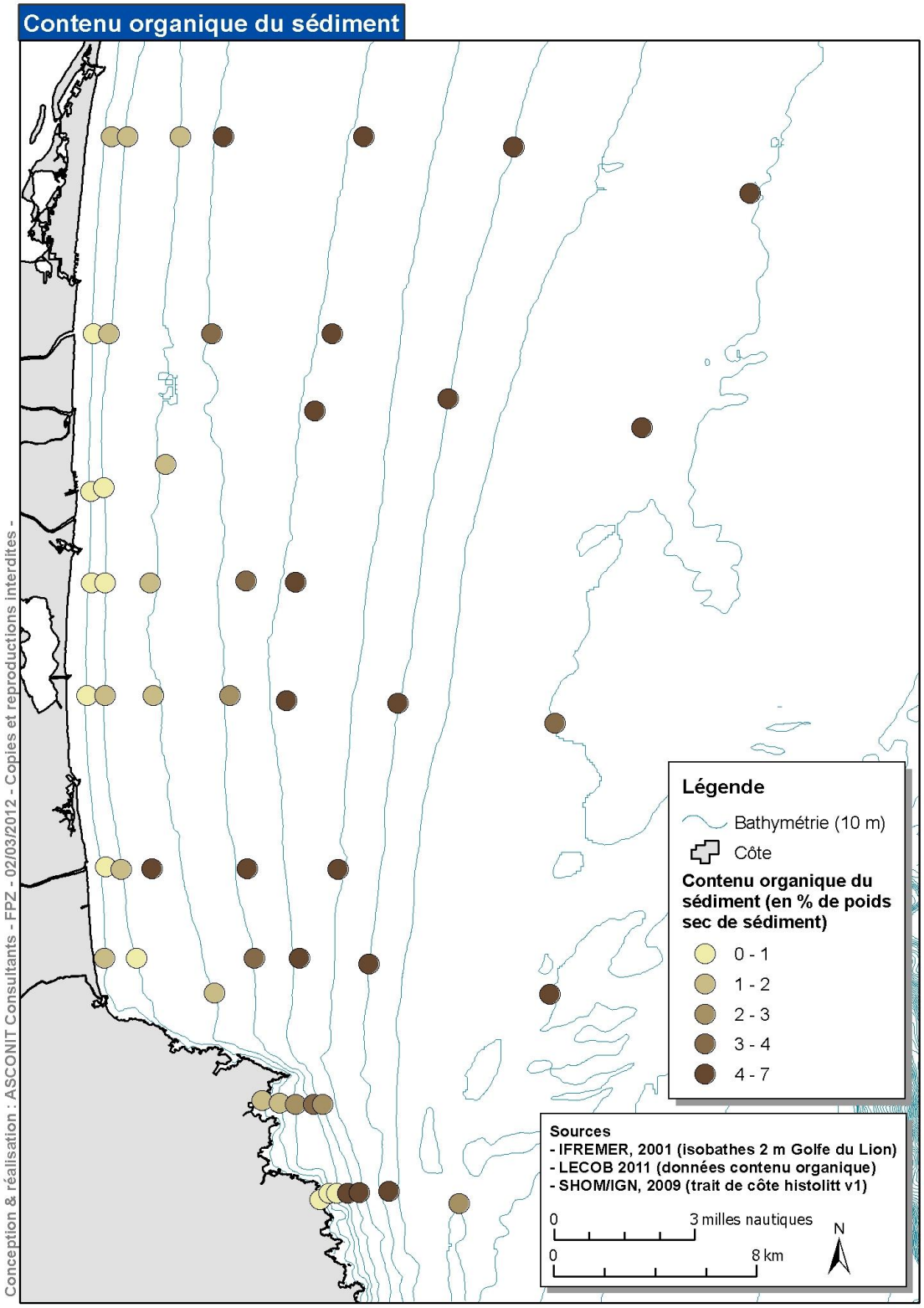


Figure 56 : Contenu organique du sédiment (en % de poids sec).

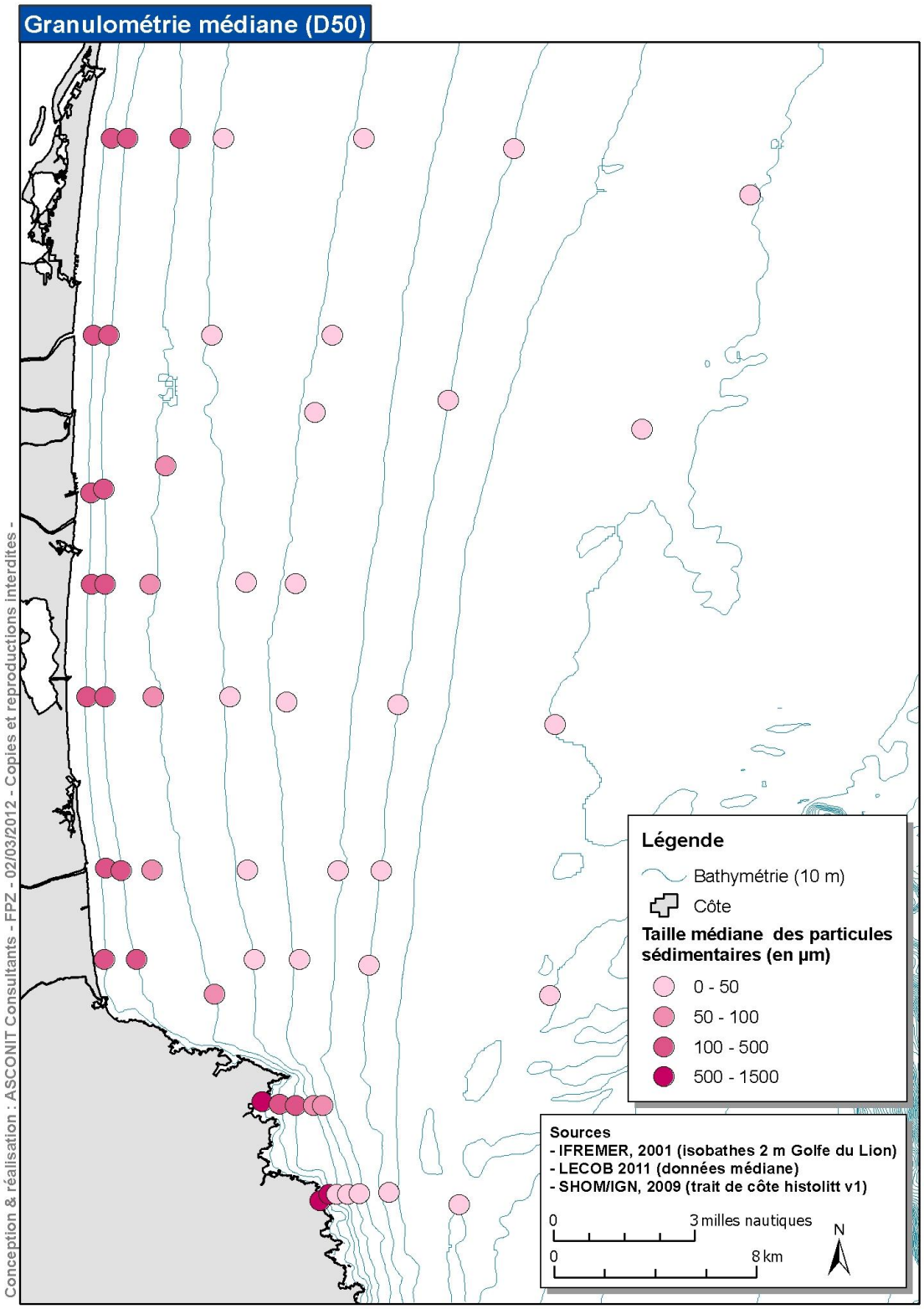


Figure 57 : Granulométrie Médiane (D50).

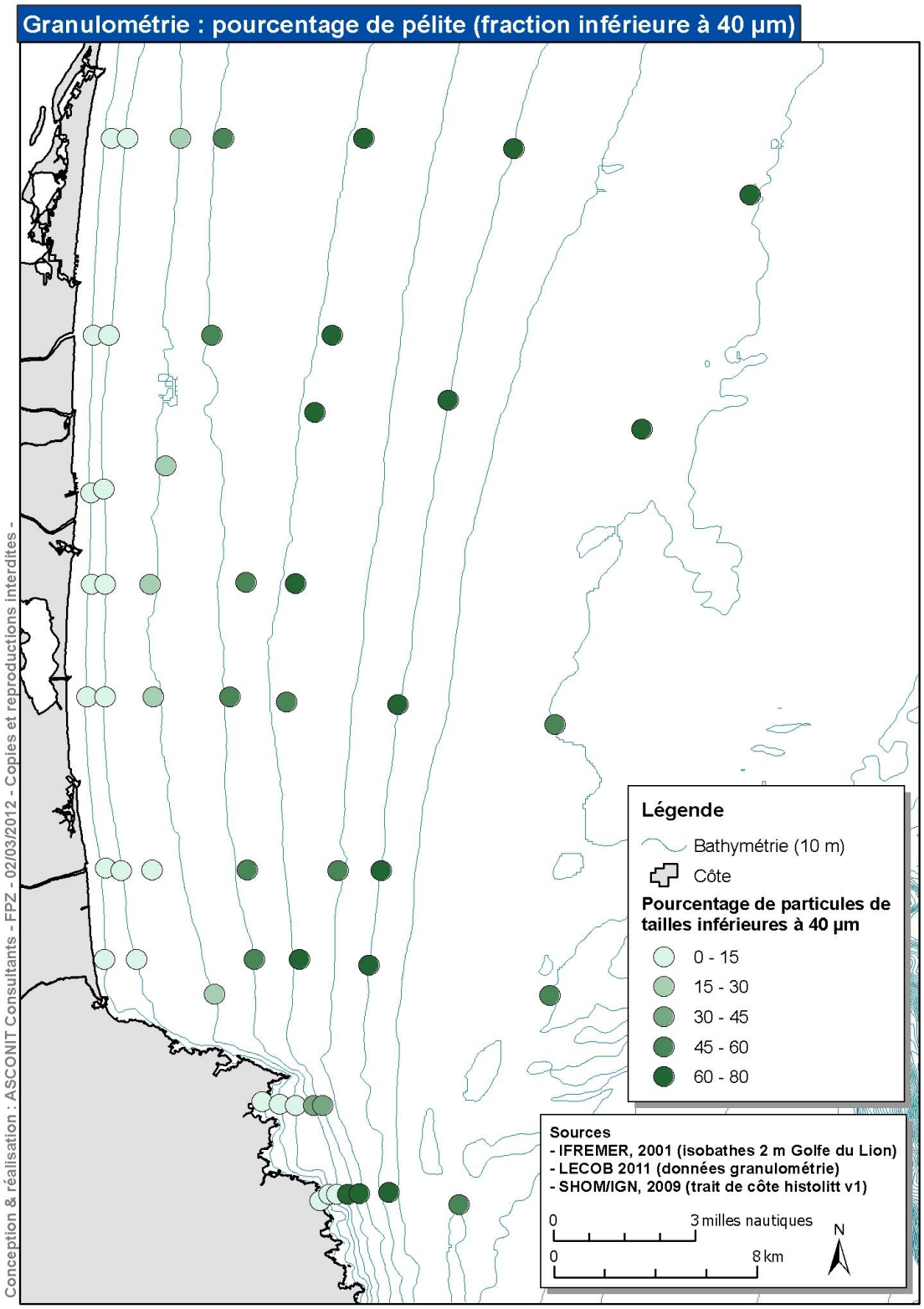


Figure 58 : Granulométrie : Pourcentage de pélite (fraction inférieure à 40 µm).

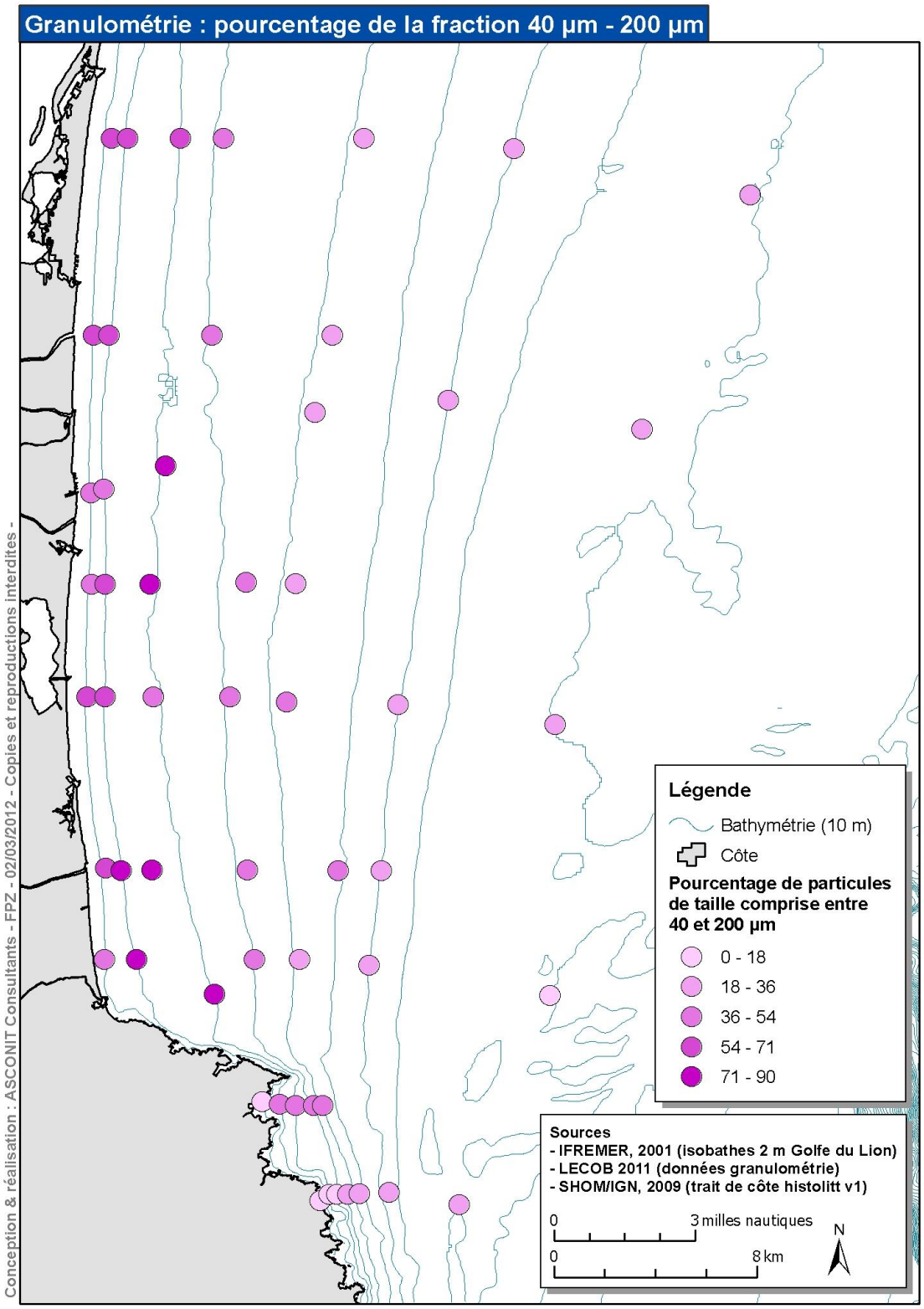


Figure 59 : Granulométrie : Pourcentage de la fraction 40 µm-200 µm.

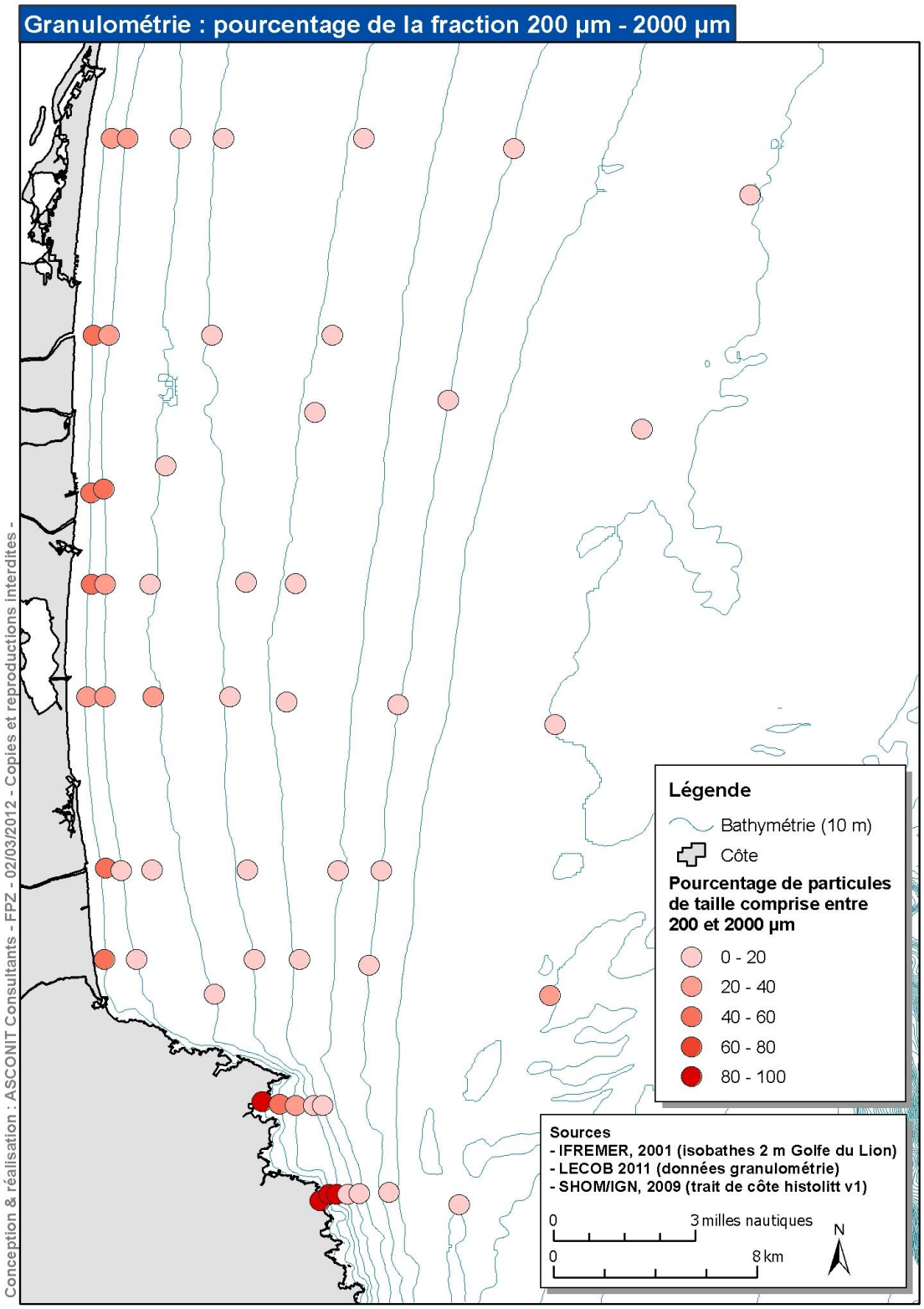


Figure 60 : Granulométrie : Pourcentage de la fraction 200 µm-2000 µm.

1.3.2 Espèces dominantes, espèces particulières

Le Tableau 26 présente les 10 espèces les plus dominantes du jeu de données, leur pourcentage de dominance et le nombre de stations auxquelles elles ont été observées. Les abondances des 7 espèces les plus dominantes sont aussi représentées sous forme de bulles sur les MDS en Annexe 12 (ainsi que sur les Figure 61 à Figure 67). Le Tableau 27 résume le nombre de stations auxquelles ont été échantillonnées les 10 espèces les plus répandues du jeu de données.

Tableau 26 : Nombre d'individus observés, dominance (%) et nombre de stations auxquelles ont été observées les 10 espèces les plus dominantes du jeu de données.

Espèces	Nombre d'individus observés	Dominance (%)	Nb de stations
Aspidosiphon mülleri	1118	12,6	25
Leptocheirus mariae	424	4,8	14
Ampelisca sarsi	384	4,3	45
Sternaspis scutata	329	3,7	23
Myriochele heeri	280	3,2	44
Turritella communis	269	3,0	19
Ditrupa arietina	259	2,9	19
Ampharete grubei	206	2,3	41
Siphonoecetes (Centraloecetes) neapolitanus	200	2,3	19
Lumbrineris latreilli	197	2,2	26

Tableau 27. Nombre de stations auxquelles les 10 espèces les plus répandues ont été échantillonnées.

Espèces	Nombre de stations
Ampelisca sarsi	45
Myriochele heeri	44
Ampharete grubei	41
Ampelisca typica	38
Goniada maculata	33
Phaxas adriaticus	33
Glycera fallax	30
Nemertini ind.	30
Phoronis psammophila	30
Lumbrineris latreilli	26

La dominance de la plupart des espèces reportées comme dominantes (Tableau 26) est en adéquation avec d'autres études déjà menées en Méditerranée (Pérès et Picard, 1964; Guille, 1969; Salen-Picard *et al*., 1997; Salen-Picard et Arlhac, 2002; Salen-Picard *et al*., 2003).
Les abondances d'*Aspidosiphon mulleri* et de *Siphonoecetes neapolitanus* sont souvent liées à la présence de niches écologiques constituées en général de coquilles vides du mollusque *Turritella communis* et de tubes vides de l'annélide polychète *Ditrupa arietina*. La forte abondance de Ditrupa arietina a déjà été reportée à plusieurs reprises (Grémare *et al*. 1998) et plusieurs hypothèses concernant les conditions météorologiques lors du recrutement ont été proposées pour expliquer ses pics de dominance (Grémare *et al*., 1998; Labrune *et al*., 2007).

L'espèce *Leptocheirus mariae* est présente sur seulement 14 stations mais avec des abondances de 190, 71 et 121 ind./0,3 m² aux stations D50, F50 et G50 respectivement. *Leptocheirus mariae* a également été reportée comme une espèce dominante à répartition hétérogène dans le Golfe de Maliakos (Grèce) (Akoumianaki et Nicolaidou, 2007) mais aucune hypothèse n'a été proposée pour expliquer cette distribution.
Le Tableau 27 met en évidence les espèces à large répartition. Ces résultats correspondent également aux autres études concernant la macrofaune benthique en Méditerranée.

Parmi les espèces identifiées lors de la présente étude, un peu plus d'un tiers ont été observées seulement une fois. Ces résultats mettent en évidence un écosystème diversifié et équilibré.

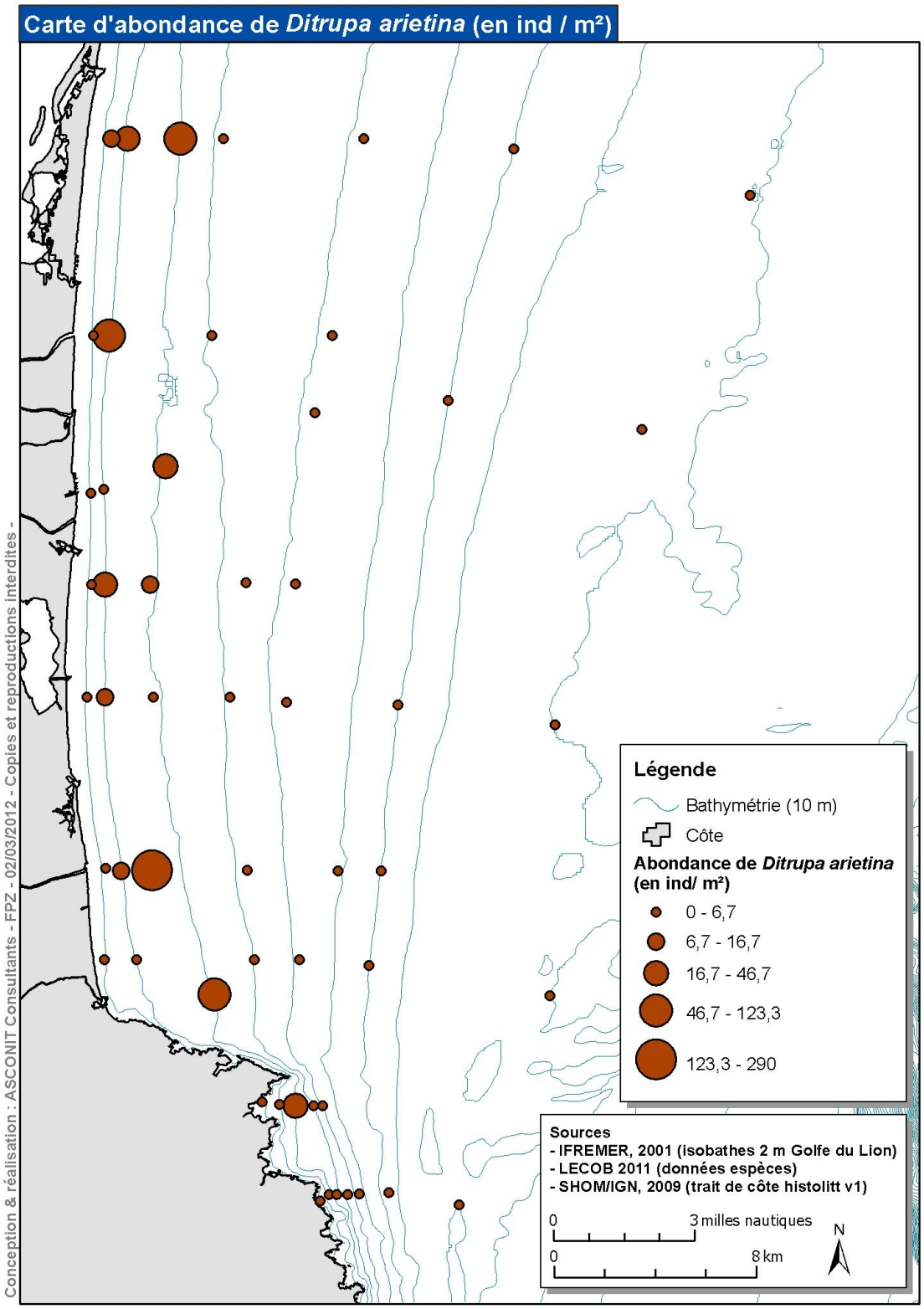


Figure 61 : Carte d'abondance de Ditrupa arietina (en ind/m²).

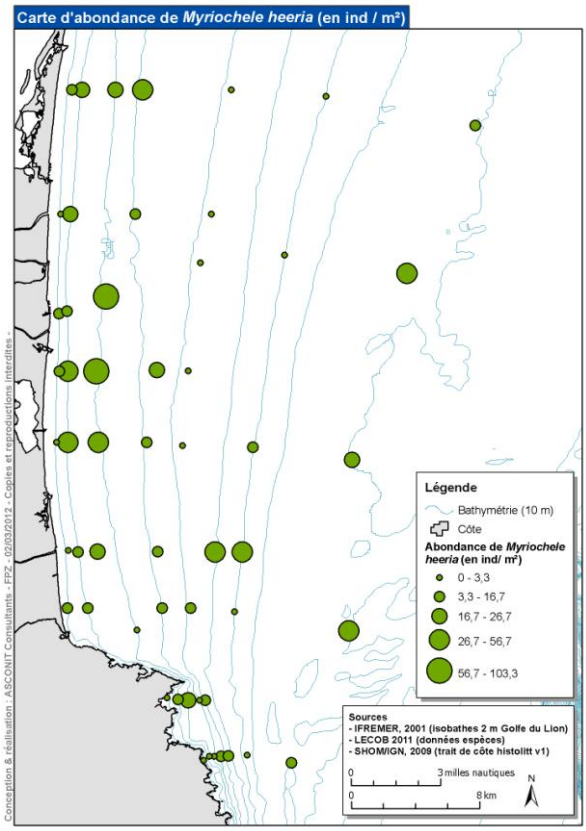


Figure 62 : Carte d'abondance de Myriochele heeria (en ind/m²).

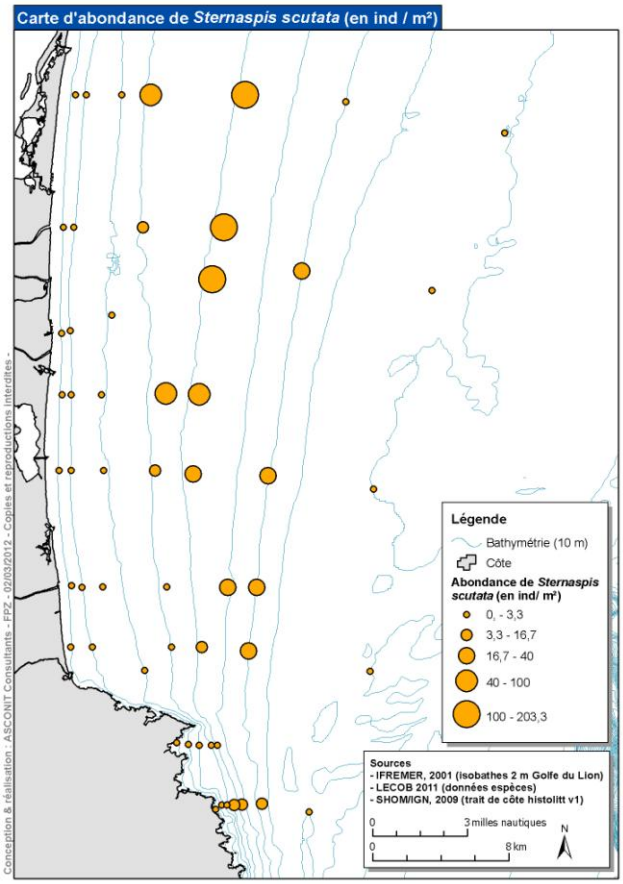


Figure 63 : Carte d'abondance de Sternapsis scutata (en ind/m²).

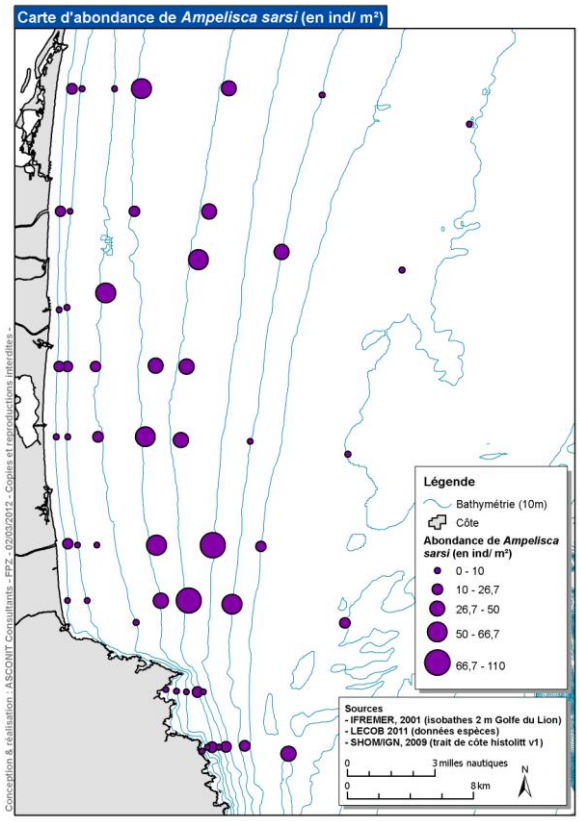


Figure 64 : Carte d'abondance de Ampelisca sarsi (en ind/m²).

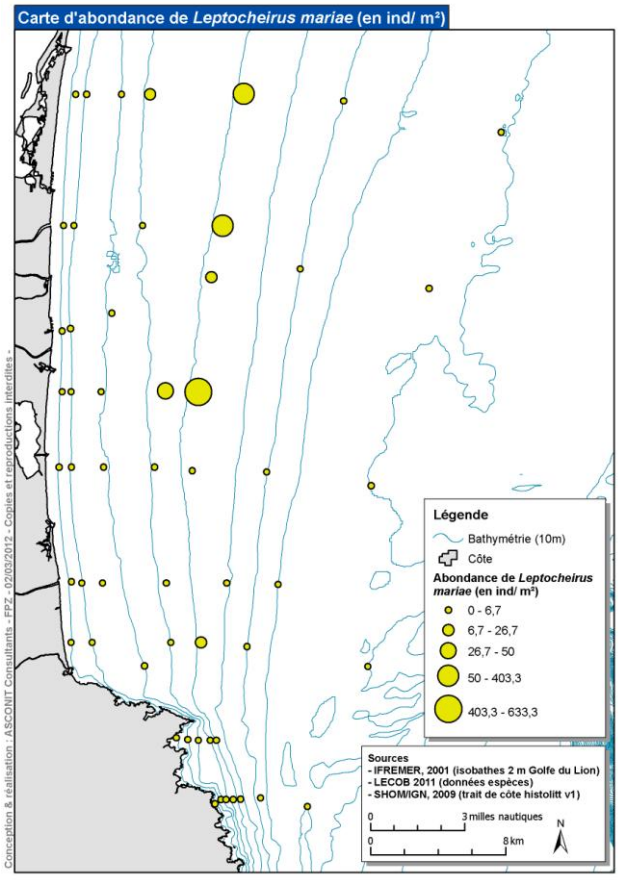


Figure 65 : Carte d'abondance de Leptocheirus mariae (en ind/m²).

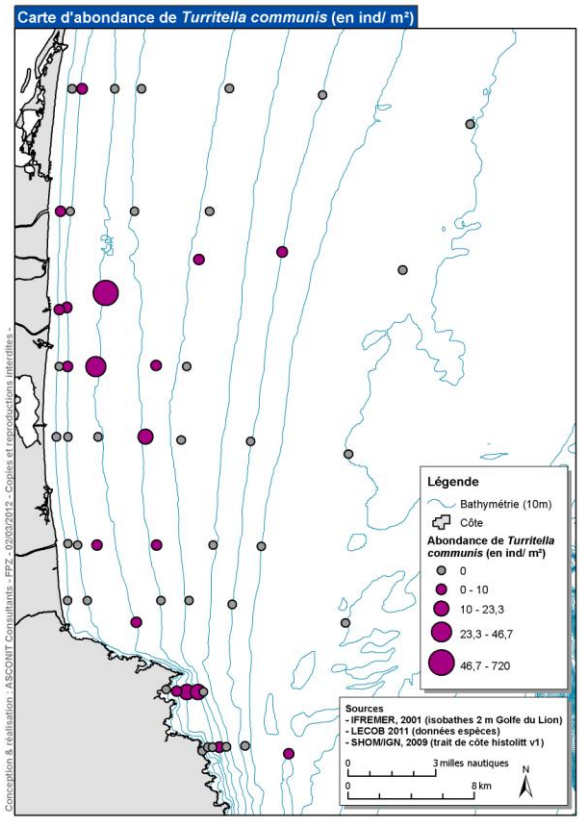


Figure 66 : Carte d'abondance de Turritella communis (en ind/m²).

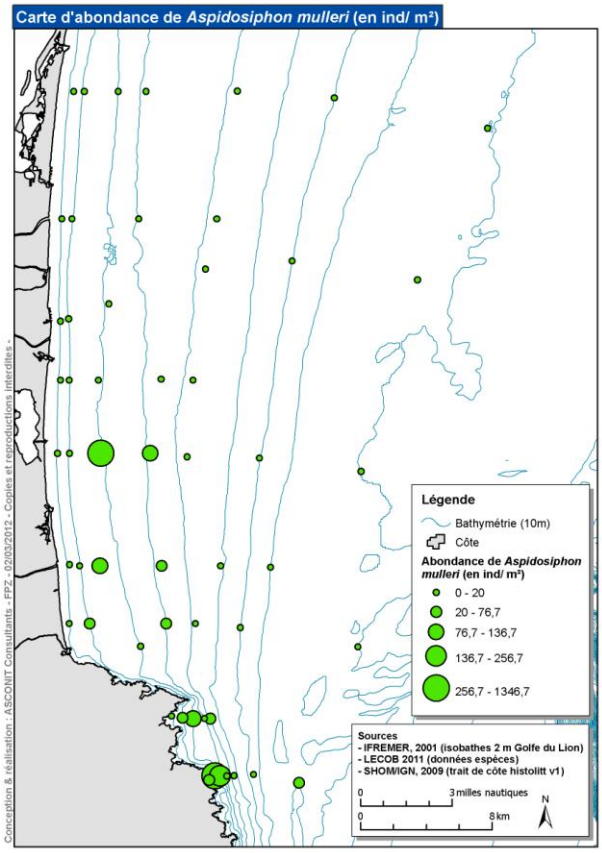


Figure 67 : Carte d'abondance de Aspidosiphon mulleri (en ind/m²).

1.3.3 Biomasses

La Figure 68 représente la biomasse totale de la macrofaune benthique en (g/m²). Les deux stations qui présentent les biomasses les plus importantes sont les stations G10 et Z90. La biomasse importante observée à la station G10 est due à une forte abondance de mollusques ainsi que 5 *Echinocardium mediterraneum*. A la station Z90, l'importante biomasse est due à de nombreux annélides polychètes mais aussi à la présence de 2 gros échinodermes (*Leptopentacta tergestina et L. elongata*). Les échinodermes étant un groupe plutôt sensible aux perturbations du milieu, le fait de les rencontrer atteste d'un état écologique convenable.

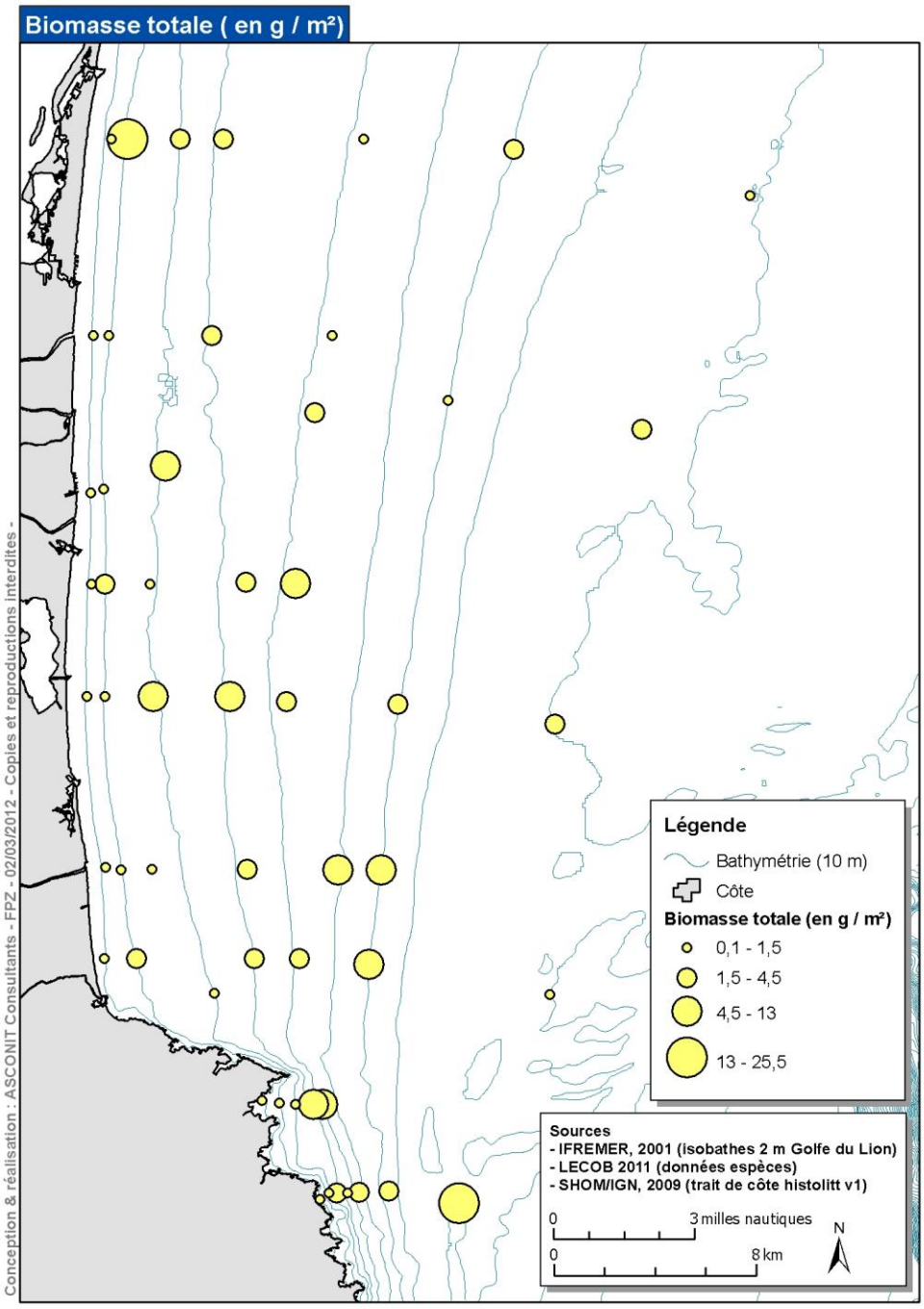


Figure 68 : Biomasse totale de la macrofaune benthique en (g/m²).

1.3.4 Calcul du AMBI

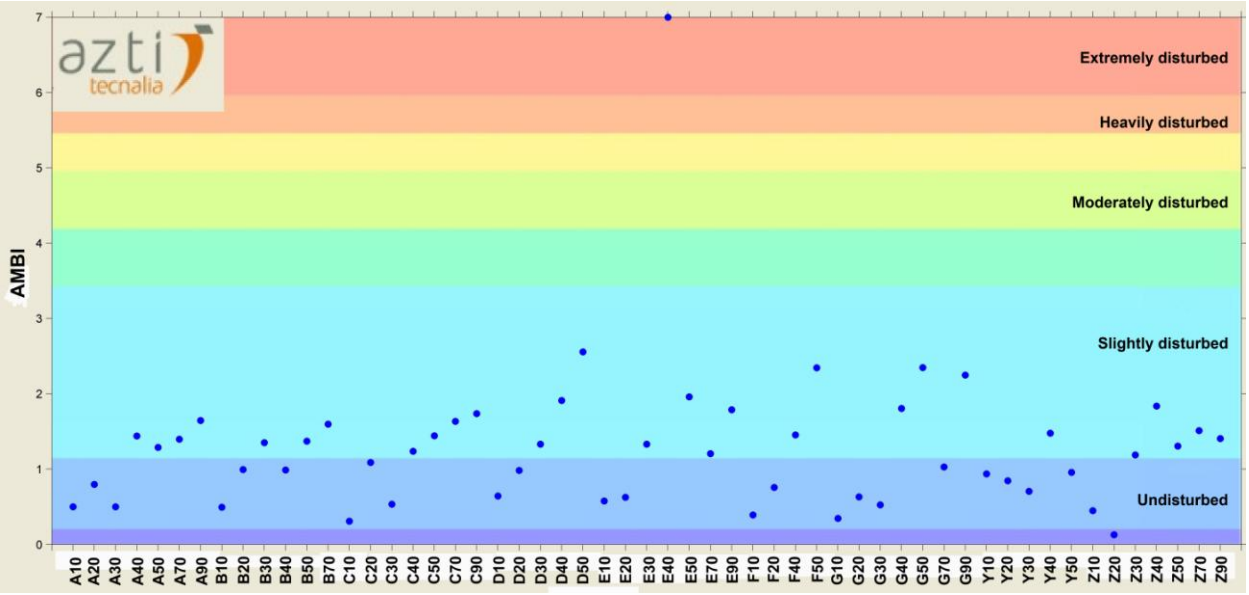


Figure 69 : Valeurs de l'indice AMBI calculé à chaque station.

Le calcul des valeurs de l'indice AMBI met en évidence le fait que toutes les stations (hormis E40 qui contenait des galets) reflètent un **état écologique bon ou très bon**. Les stations les plus profondes présentent en général des valeurs de AMBI supérieures aux valeurs observées pour les stations peu profondes (ie. 10 et 20 m). Une évolution dans la valeur de l'indice AMBI est supposée refléter un changement faunistique associé à un enrichissement organique, ce qui est effectivement le cas puisque le contenu organique du sédiment augmente avec la profondeur. Ceci est dû à un phénomène d'advection plus important en milieu vaseux qu'en milieu sableux. Il n'est donc pas étonnant d'observer des valeurs de AMBI plus importantes aux stations les plus profondes ($R2=0,618$, $p<0,05$; Figure 70) d'autant plus que ces valeurs restent inférieures à 3,3 et attestent d'un **état écologique bon ou très bon.**

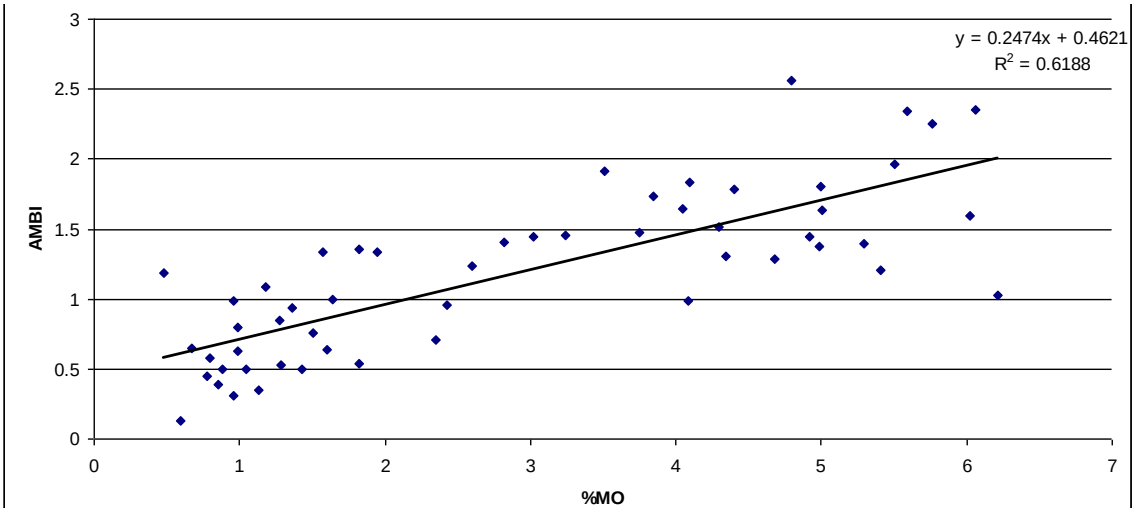


Figure 70 : Relation entre le pourcentage de matière organique contenu dans le sédiment et l'indice AMBI aux stations échantillonnées.

1.3.5 Comparaison à long terme de la composition faunistique des stations entre 1998 et 2010

Les stations échantillonnées lors de la présente campagne avaient déjà été échantillonnées lors de la campagne REDIT1 en octobre 1998 (Figure 71). En 2010 les stations ont été échantillonnées en août et septembre. Aux 2 dates, l'effort d'échantillonnage et les méthodes d'échantillonnage ont été exactement les mêmes.

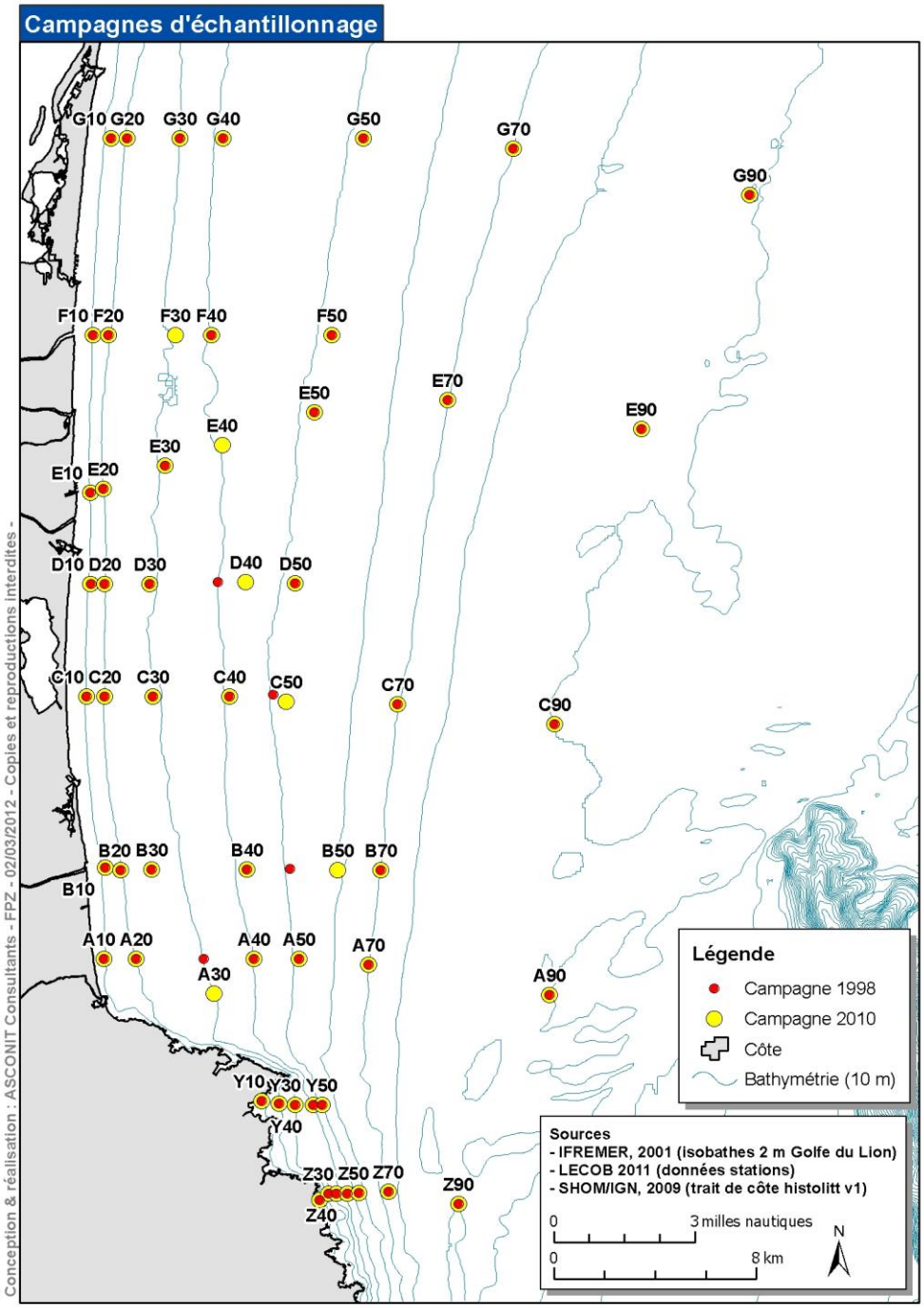


Figure 71 : 6. Stations échantillonnées lors de la campagne REDIT 1 en 1998 (en rouge) et stations échantillonnées en 2010 au cours de la présente étude (en jaune).

Le jeu de donnée global a été homogénéisé afin que le niveau d'identification pour chaque groupe soit le même. Par exemple, en 1998 les *Tanaidacea* avaient été identifiés jusqu'au niveau de la famille alors qu'ils ont été identifiés jusqu'à l'espèce en 2010. L'information a donc été dégradée au niveau de la famille sur le jeu de données global pour éviter que ce type de biais n'engendre des différences temporelles artificielles de composition faunistique.

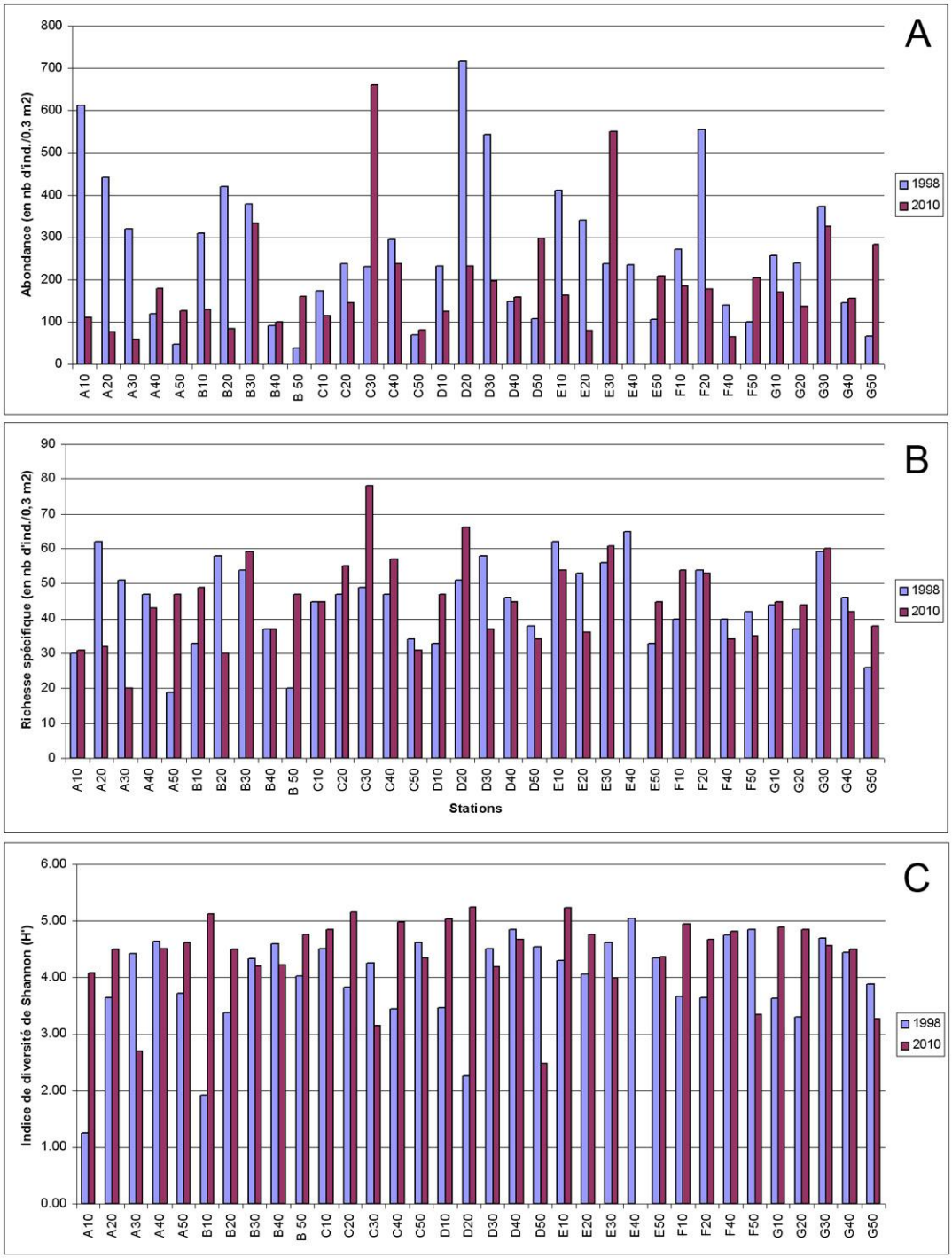


Figure 72 : Comparaison des abondances (A), richesses spécifiques (B) et diversités (C) aux stations échantillonnées en 1998 et 2010.

Sans compter la station E40, 33 stations ont été échantillonnées aux 2 dates. Sur ces 33 stations, 8779 individus appartenant à 307 espèces ont été identifiées en 1998 et 6323 individus appartenant à 312 espèces ont été identifiés en 2010.
La Figure 72-A met en évidence des pics d'abondances en 1998 à certaines stations. Aux stations A10 et B10, ces pics reflètent des abondances importantes de l'annélide *Owenia fusiformis*. Aux stations A20, B20 et D20 ces pics reflètent des abondances importantes de l'annélide *Ditrupa arietina*. Aux stations A30 et D30 les espèces responsables des pics d'abondances sont *Lumbrineris sp*. et *Tanaidacae ind*. Les pics d'abondances observés en 2010 aux stations C30 et E30 reflètent les abondances d'*Aspidosiphon muelleri* et de *Turritella communis* respectivement.
Sur la Figure 72-B, les pics de richesse spécifique sont observés aux mêmes stations que les pics d'abondances, à l'exception des stations où l'annélide dominant est *Owenia fusiformis* (stations A10 et B10). Cette observation ouvre plusieurs pistes de recherche concernant le rôle d'*Owenia fusiformis* dans la structuration des communautés benthiques.
La Figure 72-C met en évidence des valeurs d'indice de diversité reflétant un bon état écologique général. Les faibles valeurs de H' observées à certaines stations sont dues à la forte dominance des espèces décrites ci-dessus.

Les données d'abondance du jeu de données global ont été transformées par racine carrée afin de limiter le poids des espèces dominantes dans l'analyse, d'autant plus que les stations localisées à 10 et 20 m échantillonnées en 1998 sont largement dominées par un faible nombre d'espèces dont *Ditrupa arietina* et *Owenia fusiformis*.
Une analyse de groupement a été effectuée en utilisant le mode de groupement par la moyenne.

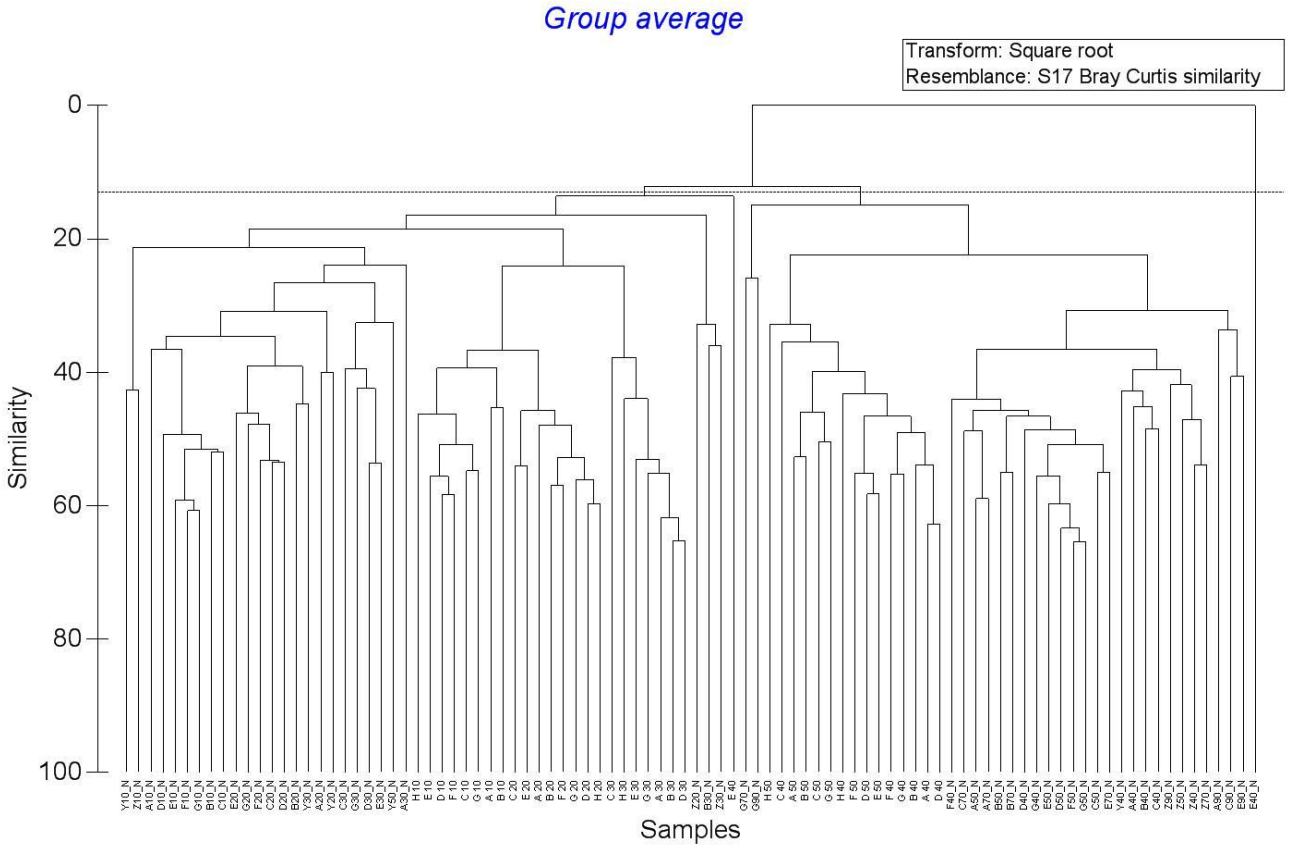


Figure 73 : Analyse de groupement effectuée sur le jeu de données global. Les abondances sont transformées par racine carrée.

La Figure 73 met en évidence 2 principaux groupes à 13 % de similarité. Le premier constitué majoritairement des stations localisées à 10, 20 et 30 m de profondeur et le deuxième composé des stations localisées à plus de 30 m de profondeur. Au sein de chacun de ces groupes de profondeur, les stations ont une composition faunistique plus proche des stations échantillonnées à la même date que de la même station échantillonnée 12 ans plus tôt.
Ces changements de composition faunistique sont illustrés Figure 74 et Figure 75. L'abondance des 3 taxa dominants aux stations 10, 20, 30 m en 1998 à été comparée avec leur abondance en 2010 (Figure 74). L'abondance des 3 taxa dominants aux stations 40, 50 m en 1998 à été comparée avec leur abondance en 2010 (Figure 75). Ces figures mettent en évidence une importante différence d'abondance des taxa dominants en 1998. Ces taxa peuvent être identifiés jusqu'au niveau de l'espèce sans aucune ambigüité (excepté les *Tanaidacea* pour lesquels l'information a été dégradée), ce qui assure l'absence de biais d'identification dans ces résultats.
Il est donc possible de conclure que des changements importants dans la composition faunistique des communautés benthiques du Golfe du Lion ont eu lieu entre 1998 et 2010. Certains auteurs proposent des explications (Grémare *et al*. 1998, Labrune *et al*. 2007) telles que les conditions météorologiques au moment du recrutement comme la fréquence des tempêtes d'Est pour expliquer les fortes abondances (ou pas) de certaines espèces.
Ces hypothèses seront vérifiées grâce à un travail en cours (Thèse de Doctorat de Paulo Bonifacio) sur l'évolution à long terme de la composition faunistique des peuplements benthiques du Golfe du Lion.

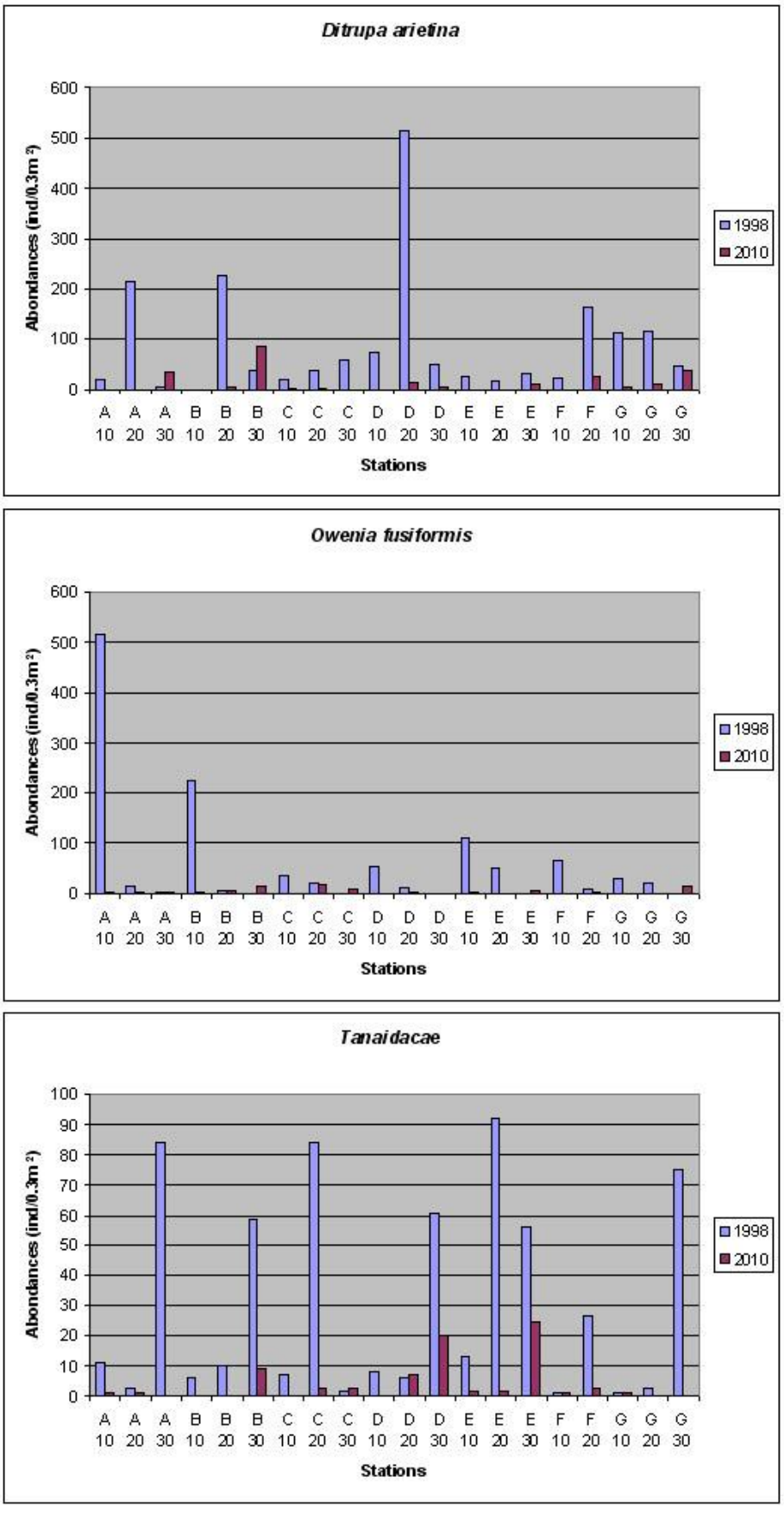


Figure 74 : Comparaison de l'abondance des 3 taxa dominants aux stations 10, 20, 30 m en 1998 avec leur abondance en 2010.

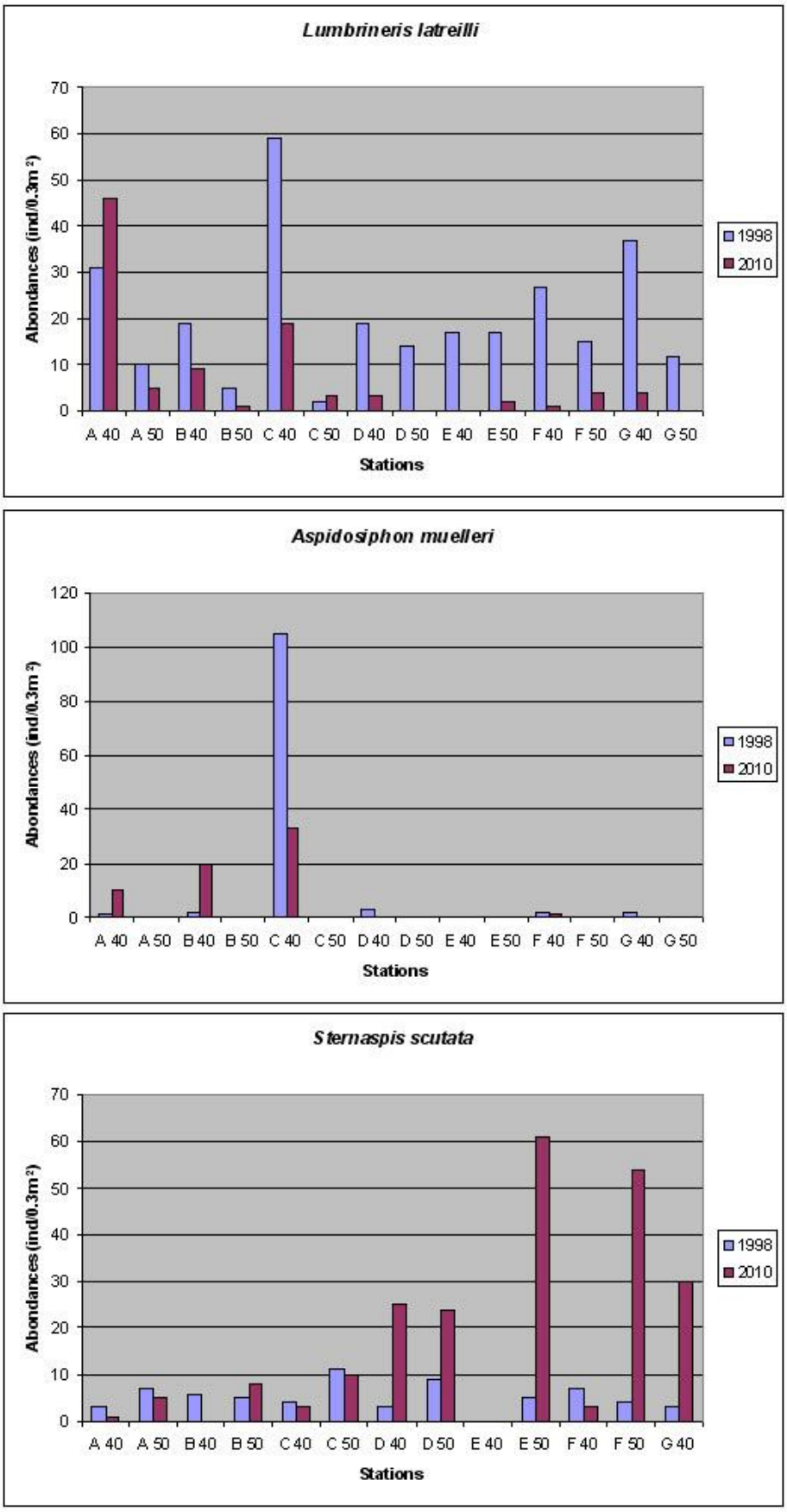


Figure 75 : Comparaison de l'abondance des 3 taxa dominants aux stations 40, 50 m en 1998 avec leur abondance en 2010.

2 Étude des gravelles à Amphioxus au large du Racou (Argelès-sur-Mer)

2.1 Introduction

En réponse à la mise en place de la Directive « Habitats Faune Flore », un Document d'Objectifs a été rédigé pour protéger les herbiers de posidonie de la côte des Albères et par extension les substrats meubles environnants. Un premier document visant à faire un inventaire et à analyser l'existant a été rédigé en juin 2004 (Licari *et al.*, 2004). Dans le cadre de la création du PNM Golfe du Lion, un nouveau besoin d'inventaire a été identifié pour préciser les connaissances de certains milieux particuliers comme les graviers à Amphioxus. La présente étude traite donc de la gravière à Amphioxus du Racou qui se situe dans les substrats meubles, à la limite Nord de la côte rocheuse c'est-à-dire à proximité de la zone où se développent les herbiers de posidonie.

Les Amphioxus sont des Céphalochordés dont le genre comprend 21 espèces (Poss et Boschung, 1996) réparties à travers le monde de 0 à 100 mètres de profondeur. L'espèce présente au Racou est *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas, 1774). Monniot (1962) et Guille (1969) ont étudié les communautés des graviers à Amphioxus de la côte catalane française. Monniot (1962) étudie essentiellement la microfaune c'est-à-dire les animaux dont la taille est inférieure à 1 mm, il s'agit d'un inventaire de la faune interstitielle de la communauté. Lors de ses travaux, Guille (1969) étudie la macrofaune dont la taille est supérieure à 1 mm. Il rencontre une densité maximale d'Amphioxus dans une zone parallèle à la plage sableuse du Racou, entre 3 et 8 mètres de profondeur. Sur le site du Racou la densité des Amphioxus est importante sur une zone très étendue où le sédiment est propre et irrigué en raison d'un fort hydrodynamisme. La grande densité de *Branchiostoma lanceolatum* et la mégafaune endogée qui l'accompagne font l'intérêt de ce site unique en Europe. Maillet (2007) s'intéresse à l'écologie et à la structure des populations des Amphioxus locaux. Il a montré que *Branchiostoma lanceolatum* était très exigeant quant à la granulométrie de son milieu. cette espèce se rencontre préférentiellement dans des sables grossiers ou des graviers en raison de ses besoins en eau bien oxygénée. Le travail de Maillet

(2008) a confirmé la relation étroite entre la communauté benthique implantée au Racou et son environnement.

L'objectif de cette étude est de (1) cartographier la gravelle à Amphioxus au large d'Argelès-sur-Mer afin de délimiter le site correspondant à la communauté benthique à protéger, (2) établir une relation entre la granulométrie et la présence ou l'absence des Amphioxus et (3) établir un inventaire des espèces présentes pour constituer un état de référence.

2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.2.1 Zone d'étude

La zone d'étude se situe entre la limite Nord de la côte rocheuse et Sud de la côte sableuse, elle se trouve au niveau de la plage du Racou et s'étend vers le Nord. La prospection est menée entre 3°02,983'E et 3°04,108'E de longitude et 42°32,301'N et 42°33,321'N de latitude (WGS84) ce qui correspond à une surface échantillonnée de 6,3 km² environ (Figure 76). L'échantillonnage est réalisé entre 2 et 20 mètres de profondeur. Les prélèvements sont effectués à partir du navire océanographique du Laboratoire Arago, le Néréis II. Les coordonnées GPS des points de prélèvements sont enregistrées directement par un logiciel de géoréférencement instantané développé au laboratoire par L. Zudaire.

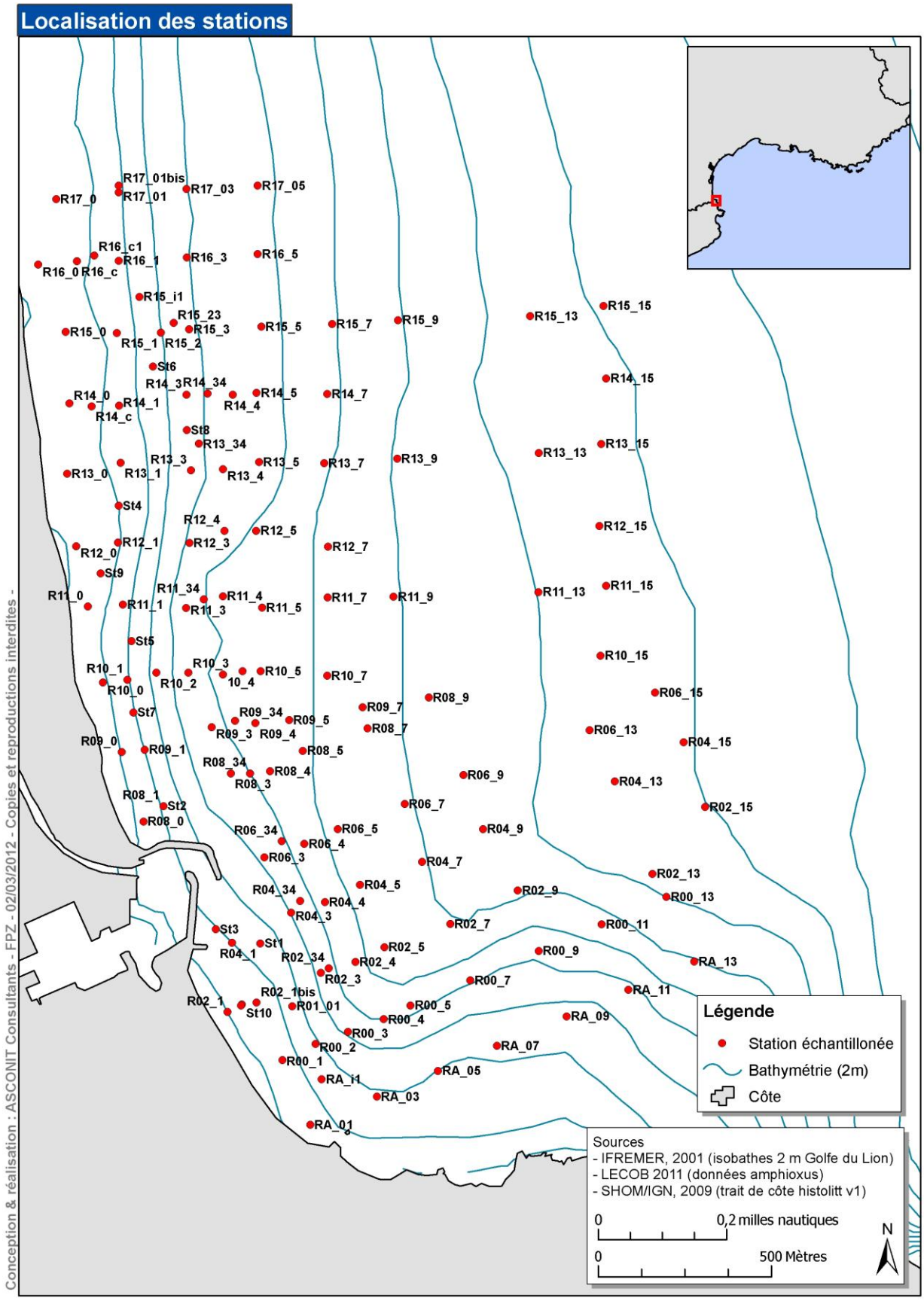


Figure 76 : Carte de la zone d'étude.

2.2.2 Échantillonnage

2.2.2.1 Sédimentologie

Les coordonnées et profondeurs des stations échantillonnées à la benne Van Veen, à la suceuse et à la drague à coquille sont en Annexe 13.



Figure 77 : Benne Van Veen.

Pour chaque station, le sédiment est prélevé à la benne Van Veen (Figure 77). Une partie est conservée afin d'en mesurer la granulométrie. Le reste du contenu de la benne est tamisé sur le bateau avec un tamis de 2 mm. Le tamis est utilisé pour ralentir la fuite des Amphioxus afin de déterminer leur présence ou leur absence à chaque station. Par cette méthode, la gravelle a été cartographiée et délimitée à partir d'une grille initiale d'échantillonnage comprenant 94 points éloignés d'environ 200 mètres (Figure 76). Puis, les contours de la zone ont été affinés en ajoutant des points intermédiaires entre les stations avec Amphioxus et les stations sans Amphioxus. En tout, 127 stations ont été échantillonnées (Figure 78).

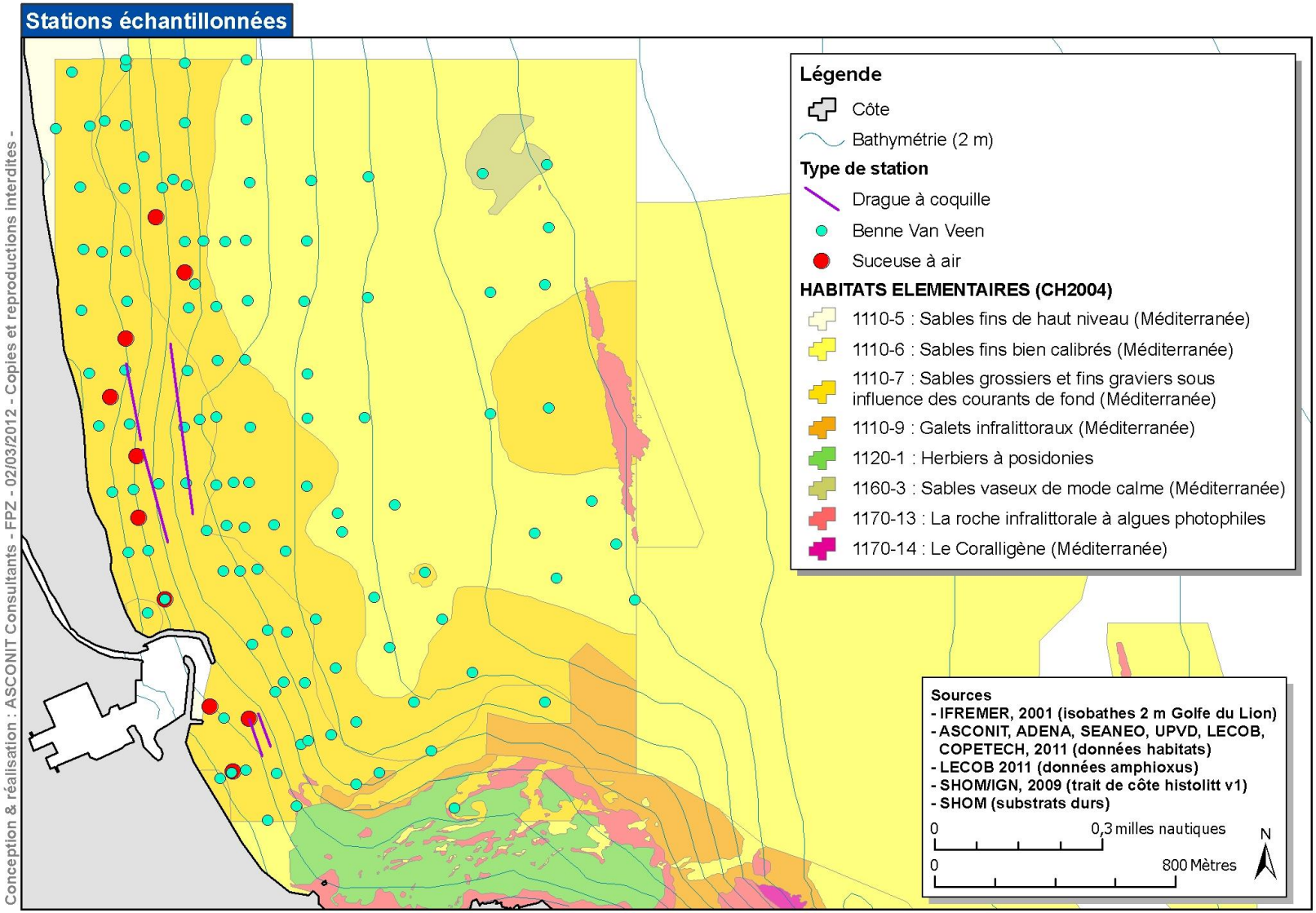


Figure 78 : Stations échantillonnées à la benne, à la suceuse et à la drague.

2.2.2.2 Faunistique

III.2.2.2.2.1 Prélèvements quantitatifs à la suceuse

Les prélèvements de faune sont effectués en plongée car les techniques classiques d'échantillonnage comme la benne ou la drague ne permettent de prélever que sur une trop faible profondeur de sédiment (jusqu'à 20 cm maximum). Les prélèvements en plongée sont effectués avec une suceuse à air pour récolter la faune endogée jusqu'à 50 cm de profondeur (Environnement Canada, 2002). Un cylindre métallique est enfoncé dans le sédiment, son contenu est aspiré à l'aide de la suceuse (Figure 79).

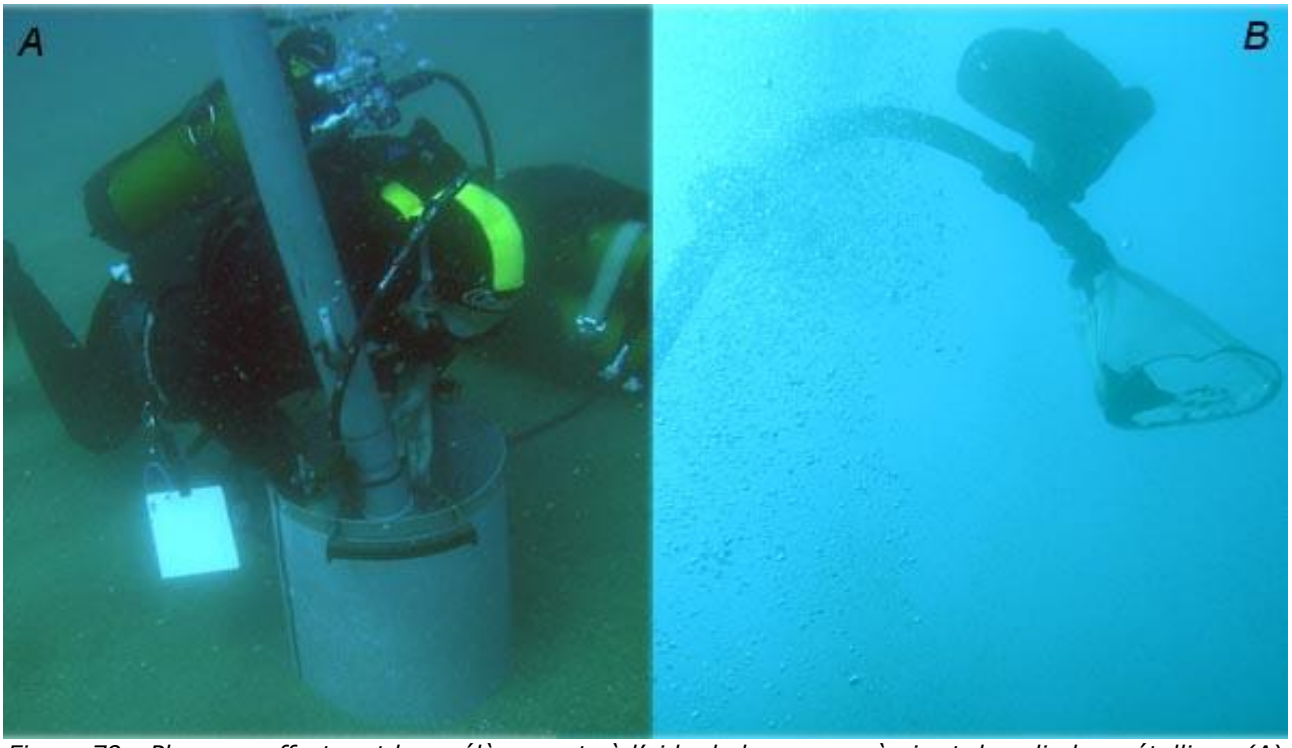


Figure 79 : Plongeur effectuant les prélèvements à l'aide de la suceuse à air et du cylindre métallique (A) et du filet attaché au bout du tuyau de la suceuse permettant de récolter le sédiment prélevé (B).

Le sédiment et la faune associée sont aspirés dans un filet puis tamisé sur un tamis de 2 mm de vide de maille. Le tamis de 2 mm permet de récupérer la macrofaune tout en éliminant facilement le sédiment (Figure 80).



Figure 80 : Prélèvements en plongée sous marine : le tamisage.

L'utilisation d'un tamis plus fin, de 1 mm par exemple, ne permettrait pas le passage de la plupart des graviers. Les refus de tamis conservés dans des sacs en plastique avec de l'eau de mer sont triés en arrivant au laboratoire. La macrofaune est fixée et conservée dans de l'alcool à 70°C puis déterminée jusqu'au niveau de l'espèce.

III.2.2.2.2.2 Prélèvements qualitatifs à la drague à coquilles

L'objectif est de récupérer la gigafaune de taille supérieure à 10 mm (Figure 81) afin d'inventorier les espèces présentes sur le site d'étude. Les animaux sont placés dans des sacs en plastique avec de l'eau de mer pour être ramenés au laboratoire où ils sont triés, fixés et identifiés. Cinq prélèvements à la drague ont été effectués dans la gravelle (Figure 78).



Figure 81 : Faune récoltée lors d'un dragage.

2.2.3 Traitement des échantillons

2.2.3.1 Granulométrie

Pour cette mesure, le granulomètre à diffraction laser Malvern®MasterSizer2000 est utilisé. La mesure est effectuée sur du sédiment en suspension dans de l'eau.

2.2.3.2 Matière organique

La mesure de la matière organique (MO) a été effectuée sur les sédiments prélevés en plongée. Le sédiment est rincé (pour retirer le sel), placé au lyophilisateur pour obtenir le sédiment sec puis pesé (poids sec). Il est ensuite placé au four à moufle à 450°C pendant 5 heures afin de brûler la matière organique. Le sédiment est de nouveau pesé à la sortie du four (poids de cendres). La différence entre le poids sec et le poids de cendres correspond au contenu organique du sédiment. Celui-ci est ramené au poids sec de l'échantillon pour obtenir le pourcentage de matière organique dans le sédiment sec.

2.2.3.3 Tri et identification de la faune

Les refus de tamis sont récupérés dans des sacs en plastique. Les animaux vivants sont alors triés (Figure 81), fixés et conservés dans de l'alcool à 70°.

Ils sont identifiés à la loupe binoculaire et au microscope jusqu'au niveau de l'espèce à l'aide des clés de détermination et des faunes. Les listes faunistiques (biodiversité) et les densités sont établies pour les différentes stations. La validité des noms d'espèces est vérifiée sur les sites des bases de données World Register of Marine Species (WORMS) et European Register of Marine Species (http://www.marinespecies.org; http://www.marbef.org/data/erms.php).

2.2.3.4 Calcul des biomasses

La biomasse est mesurée pour les prélèvements effectués à la suceuse pour chaque groupe zoologique (Annélides, Némertes, Mollusques, Echinodermes, Cnidaires, Crustacés) et pour chaque groupe trophique (déposivores, filtreurs, carnivores). Les individus sont déposés dans des nacelles en aluminium. Celles-ci sont alors placées dans une étuve à 100°C pendant 24 heures puis pesées (poids sec) avant d'être placées au four pendant 5 heures à 450°C. Après calcination, les nacelles contenant les cendres sont à nouveau pesées (poids de cendres). La différence entre le poids sec et le poids de cendres donne la biomasse absolue. La biomasse s'exprime en gramme de poids sec de matière organique sans cendres.

2.2.4 Analyse des données

2.2.4.1 Cartographie de la granulométrie

L'interpolation par krigeage est utilisée pour cartographier la granulométrie. Le semi-variogramme permettant d'estimer les paramètres de l'interpolation est obtenu avec le logiciel GS+. Le logiciel ArcGis 8.2 est ensuite utilisé pour effectuer l'interpolation.

2.2.4.2 Répartition des Amphioxus

Le logiciel ArcGis 8.2 est utilisé pour cartographier, à partir des stations échantillonnées à la benne, la présence d'Amphioxus dans la zone afin d'observer leur aire de répartition et d'établir une relation entre la granulométrie du sédiment et la présence d'Amphioxus.

2.3 RÉSULTATS

2.3.1 Granulométrie

Les données brutes de granulométrie des stations échantillonnées à la benne Van Veen et à la suceuse sont présentées respectivement en Annexe 14 et Annexe 15.
Deux grands types de profils granulométriques se distinguent sur la Figure 82. La courbe jaune représente la granulométrie moyenne des stations échantillonnées dans la gravelle (avec Amphioxus). Cette distribution caractérise les sédiments les plus grossiers pour lesquels le D0,5 est voisin de 1000 µm. La courbe verte représente la granulométrie moyenne des stations échantillonnées à l'extérieur de la gravelle (sans Amphioxus), dans la zone la plus profonde où les sédiments sont les plus fins avec un D0,5 proche de 100 µm. Sur les dix stations échantillonnées en plongée sous marine, neuf sont localisées dans la gravelle à Amphioxus, leur granulométrie coïncide au profil des sédiments correspondant à la communauté benthique à Amphioxus (Figure 82). Par contre, la station 8 (en bleu) présente clairement les caractéristiques d'une station de sable fin et serait située dans la Communauté à *Spisula subtruncata* juxtaposée. La station 6 (en rouge) présente une granulométrie un peu plus fine que les autres stations échantillonnées à la suceuse.

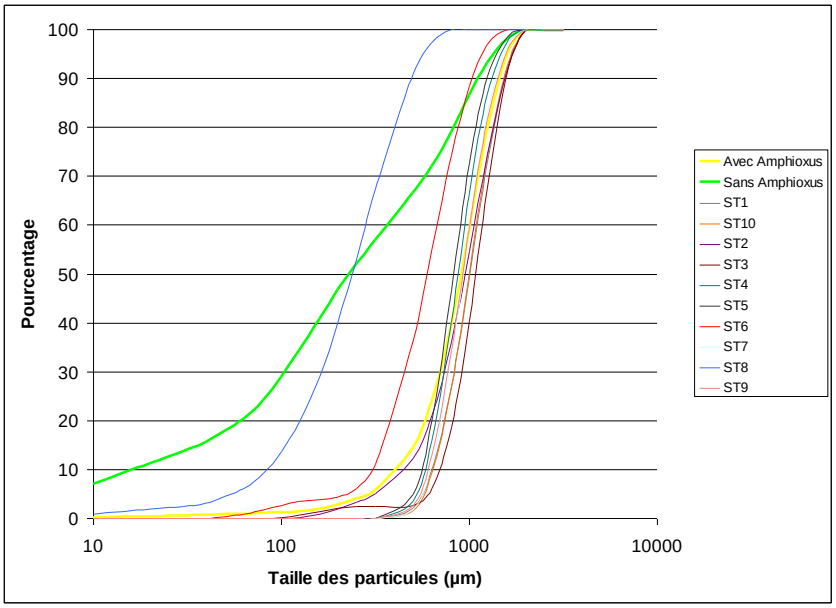


Figure 82 : Moyenne des granulométries cumulées des stations échantillonnées à la suceuse et des stations échantillonnées à la benne Van Veen avec (en jaune) et sans (en vert) Amphioxus.

Le modèle théorique, le mieux ajusté aux données, est le modèle exponentiel (Figure 83). Les paramètres du semi variogramme fournis par GS+ sont entrés dans le logiciel ArcGis 8.2 pour faire l'interpolation de la granulométrie. La pépite est égale à 29 600, le palier à 195 400 et la portée à 436 m (Figure 83).

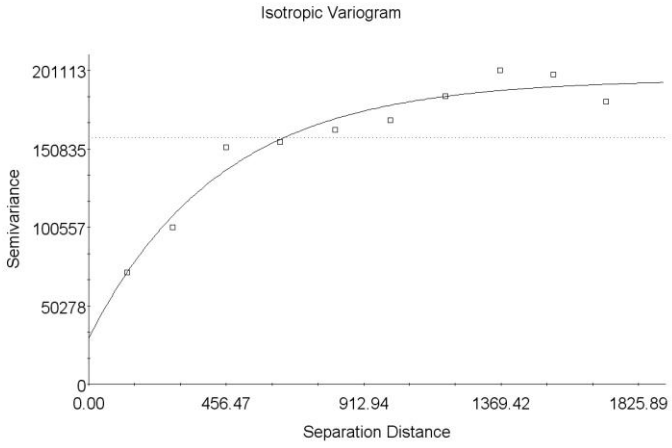


Figure 83 : Semi-variogramme des données D0,5

La Figure 84 représente la granulométrie de la zone en fonction du D0,5. La valeur médiane de la courbe granulométrique (D0,5) des stations représentées en violet clair est inférieure à 300 µm. Il s'agit, d'après la classification granulométrique de Wentworth (1922) d'un sédiment très fin entre le limon et le sable fin. Les stations représentées en violet ont un D0,5 compris entre 300 et 700 µm, le sédiment est du sable. Quant aux stations représentées en violet foncé, le sédiment est du sable grossier ou des graviers fins (D0,5>700µm). La zone de gravelle, à proprement dite, correspond à la surface (en jaune foncé sur la Figure 84) dont le D0,5 est compris entre 700 et 1100 µm. Les résultats montrent que cette zone s'étend entre 3,2 m (à la station R17_0) et 15,3 mètres de profondeur (à la station R10_7), parallèlement à la côte, de part et d'autre du port d'Argelès-sur-Mer.

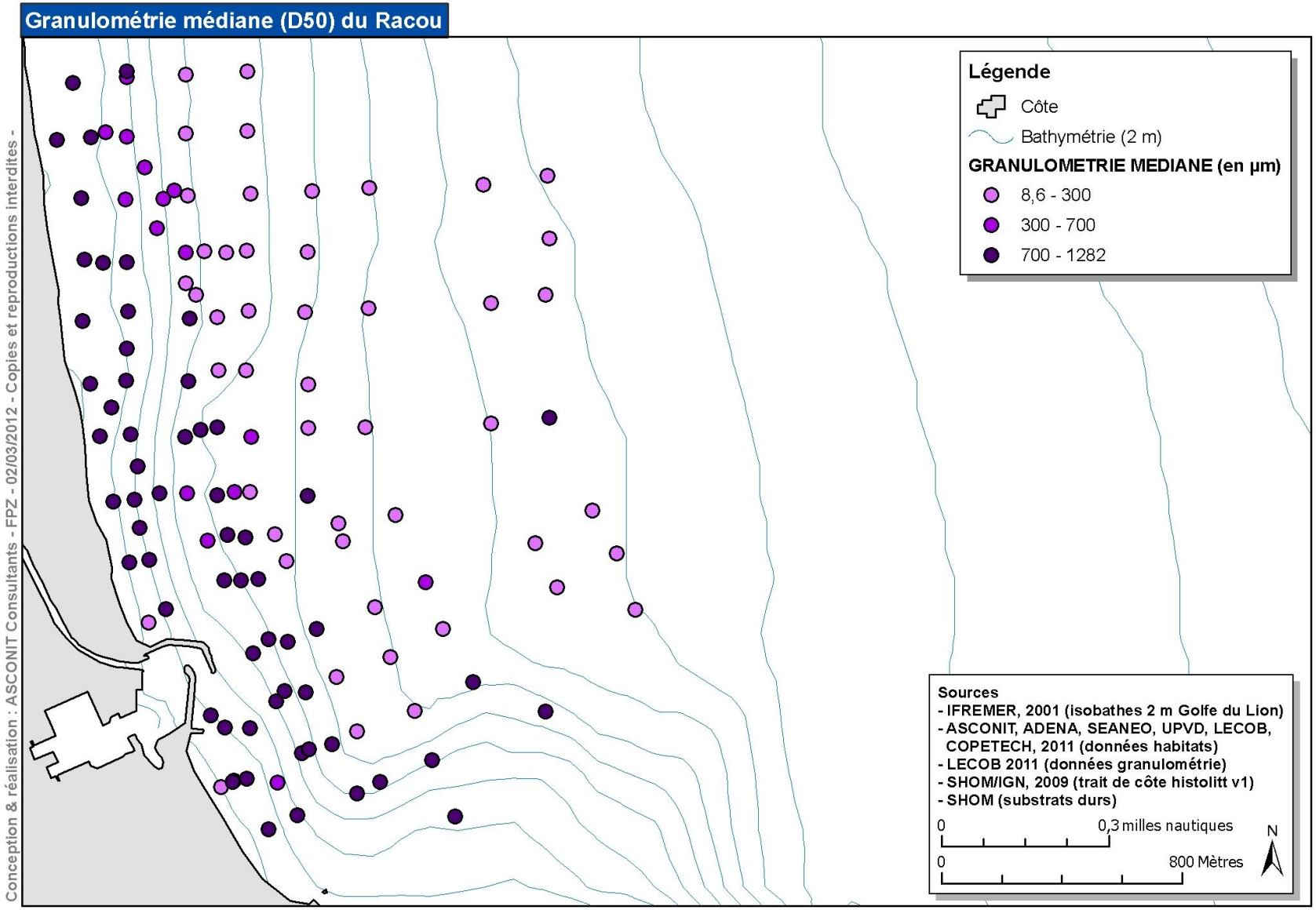


Figure 84 : Carte de la granulométrie du Racou.

2.3.2 Contenu organique du sédiment

Le faible pourcentage de matière organique mesuré est classique dans ce type de milieu. Ces résultats sont en accord avec les conditions d'hydrodynamisme et de granulométrie du milieu. La station 8 présentant un profil granulométrique de sable fin présente un contenu organique clairement supérieur à celui des autres stations et dépasse les 1 % (Figure 85, Annexe 16).

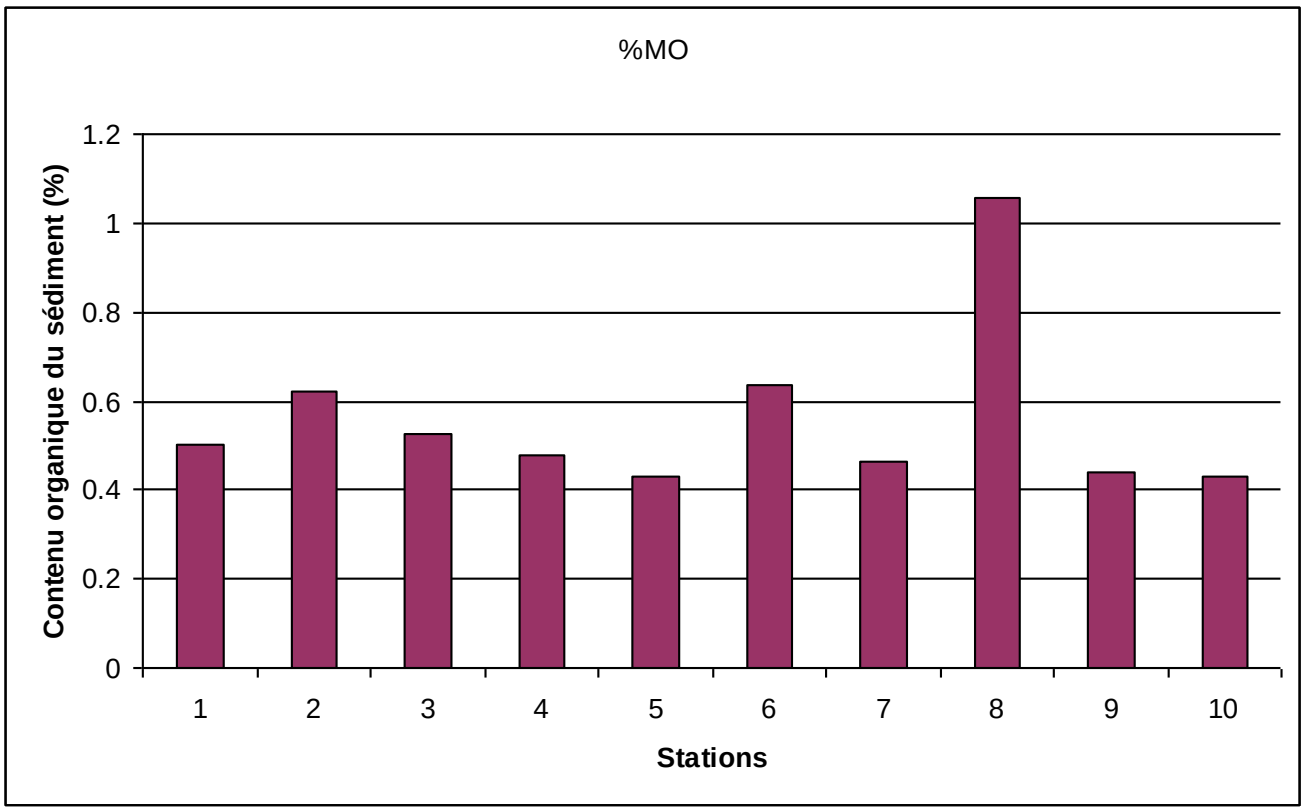


Figure 85 : Contenu organique du sédiment sec aux stations échantillonnées à la suceuse en pourcentage de poids sec.

2.3.3 Répartition des Amphioxus

L'aire de répartition des Amphioxus au large d'Argelès-sur-Mer a été cartographiée à l'aide du logiciel ArcGis 8.2 (Figure 87).
Parmi les 127 stations échantillonnées à la benne Van Veen, 43 ont montré la présence d'Amphioxus (les stations représentées par un point vert sur la Figure 87). Au Racou, les Amphioxus vivent entre 3,2 (à la station R17_0) et 12,9 mètres de profondeur (à la station R09_4) le long de la plage. La zone dans laquelle ont été rencontrés les Amphioxus représente environ 1 km².

2.3.4 Relation entre la granulométrie et la présence d'Amphioxus

Le logiciel ArcGis 8.2 a permis de superposer les cartes représentant la zone de graviers caractérisée par une granulométrie médiane supérieure à 700 µm et l'aire de répartition des Amphioxus afin de cartographier la communauté de la gravelle à Amphioxus (Figure 86).
Parmi les 43 stations ayant montré la présence d'Amphioxus, 30 sont placées dans la zone où le sédiment est du sable grossier ou des graviers fins (entre 700 et 1100 µm). Les autres stations ayant montré la présence d'Amphioxus sont positionnées dans une zone juxtaposée à la première. Sur les 29 stations échantillonnées dans cette zone intermédiaire, 13 présentent des Amphioxus et 16 n'en présentent pas. Cette zone est composée d'un sédiment sableux dont le D0,5 (valeur interpolée) est compris entre 300 et 700 µm.
La biocénose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond présentée sur la Figure 87 correspond en fait à la zone présentant une granulométrie médiane inférieure à 700 µm.

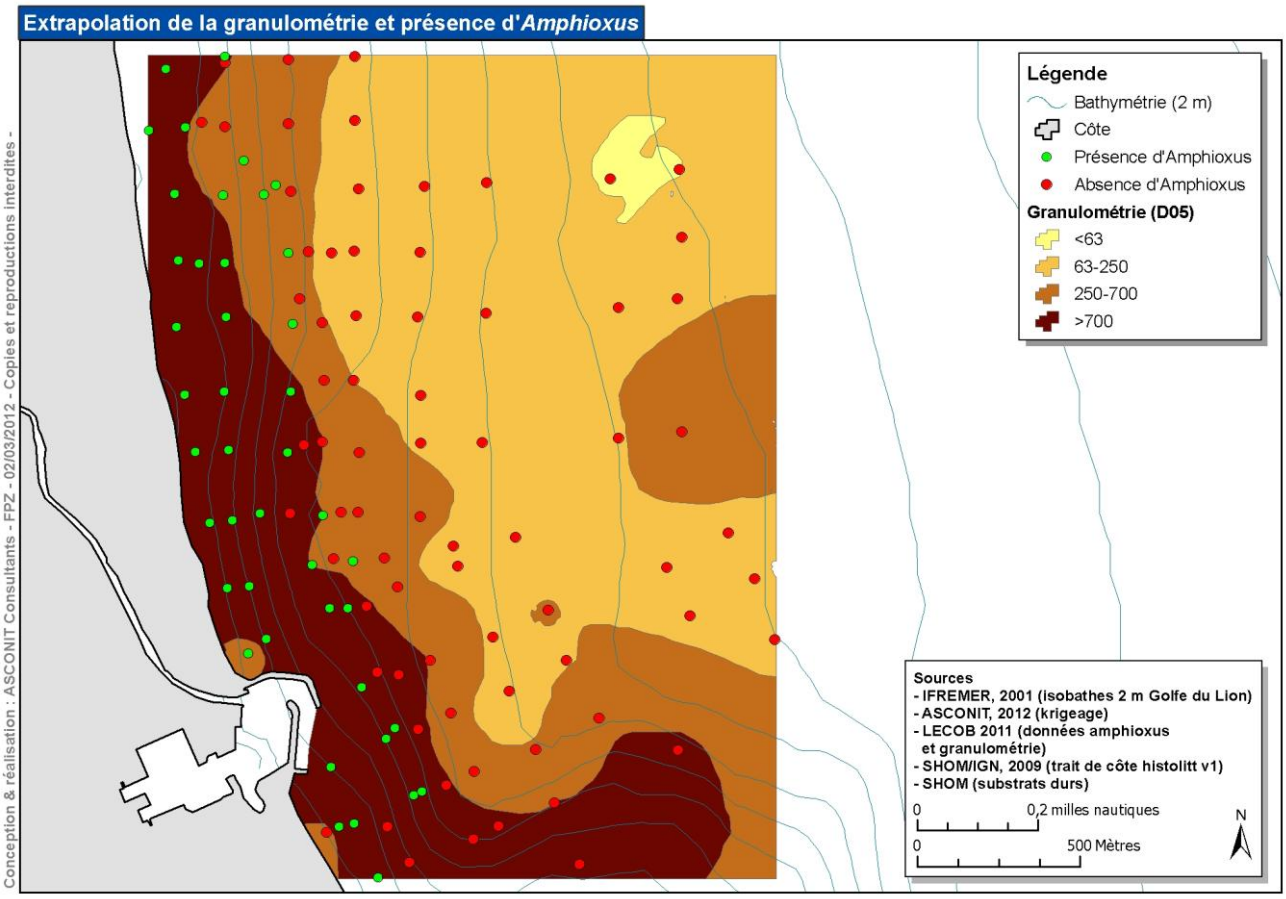


Figure 86 : Extrapolation de la granulométrie et présence d'Amphioxus.

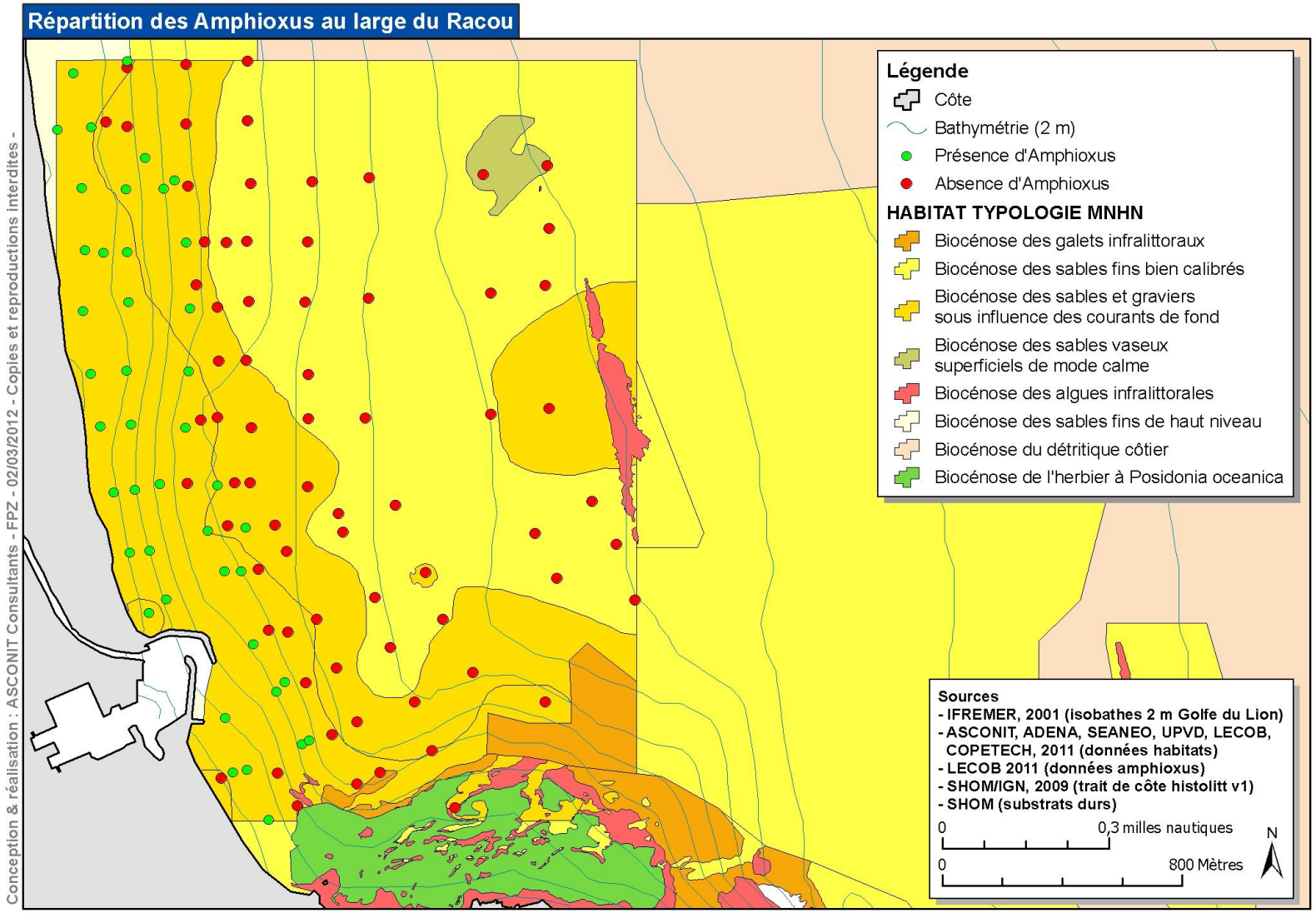


Figure 87 : Cartographie de la gravière à Amphioxus.

2.3.5 Inventaire de la macrofaune et de la gigafaune

Les données brutes de faune récoltée à la suceuse et à la drague sont présentées en Annexe 17 et Annexe 18 respectivement. La drague à coquilles a permis de prélever 47 espèces dont 30 qui n'avaient pas été prélevées à la suceuse. La suceuse à permis de prélever 47 espèces (sans compter la station 8, Figure 88) dont 30 qui n'avaient pas été prélevées à la drague. Au total 77 espèces ont été recensées.
Les espèces échantillonnées à la suceuse sont pour la majorité, des espèces de petite taille alors que celles échantillonnées à la drague sont de plus grande taille (gigafaune).

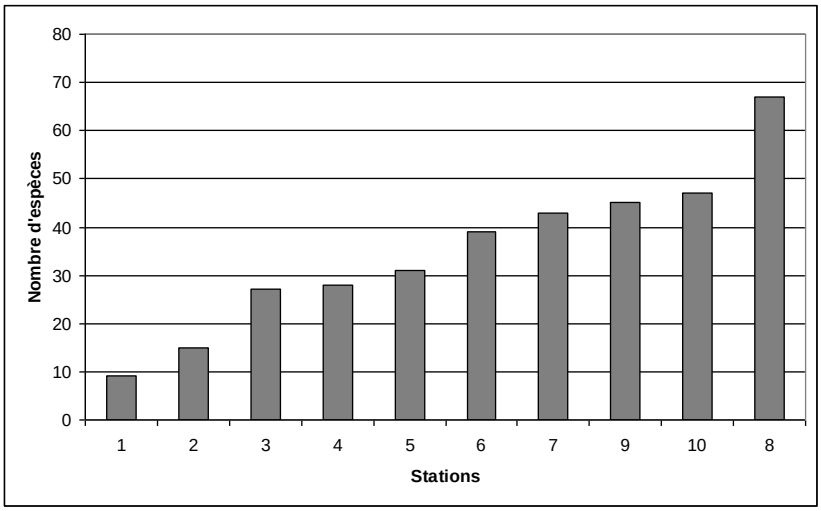


Figure 88 : Somme cumulée du nombre d'espèces prélevées à la suceuse.

La faible augmentation du nombre cumulé d'espèces entre les stations 7, 9 et 10 (Figure 88) laisse supposer que la majorité des espèces de taille supérieure à 2 mm a été échantillonnée. L'augmentation brutale au rajout de la station 8 est due au fait que cette dernière n'est plus dans la communauté à *Branchiostoma lanceolatum* mais dans la communauté à *Spisula subtruncata*.

Les espèces rencontrées typiques de ce biotope sont *Branchiostoma lanceolatum* et *Donax variegatus*. D'autres espèces récoltées telles que les *Ophelia neglecta* et *Mactra glauca* se rencontrent tout le long de la côte mais atteignent dans les graviers à Amphioxus des tailles tout à fait exceptionnelles.
La présente étude a également permis de mettre en évidence une nouvelle espèce de *Lumbrineris* présente en grande densité : *Lumbrineris nv sp*. Cette espèce sera décrite par un spécialiste dans les années à venir.

2.3.6 Biomasses de la macrofaune

Les résultats des biomasses brutes sont présentés en Annexe 19. Les biomasses par groupe trophique à chaque station montrent à certaines stations une nette dominance des filtreurs (Figure 89). Ceci reflète la biomasse des Amphioxus qui sont en général de plus grande taille que les autres espèces trouvées (Figure 90). Le phénomène est amplifié à la station 6 à cause de la grande densité d'Amphioxus présents à cette

station. Aux stations 4 et 6, les fortes biomasses de déposivores sont le reflet de la présence des *Ophelia neglecta*, annélide polychète de grande taille vivant classiquement dans ce type de biotope mais profondément enfouie dans le sédiment.

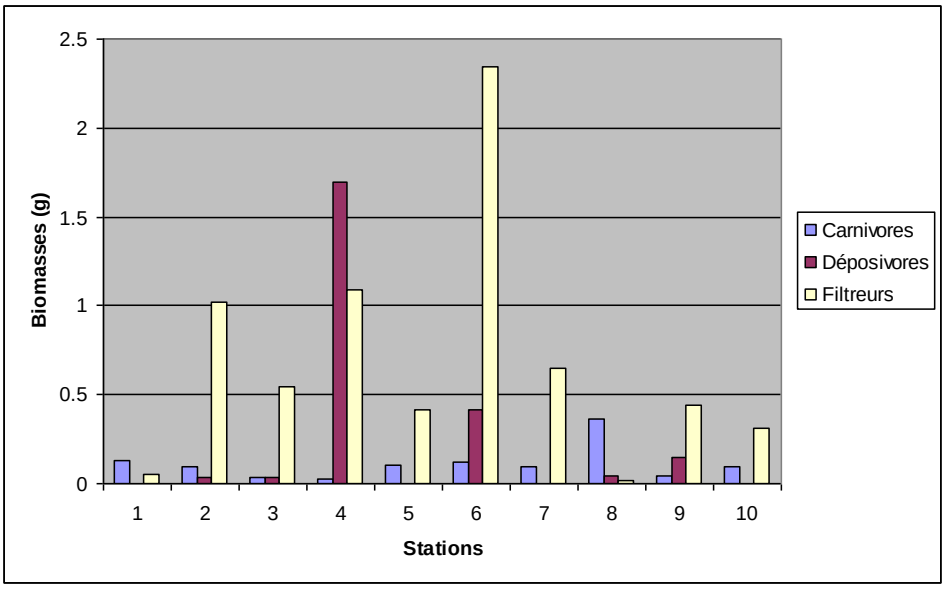


Figure 89 : Biomasse de chaque groupe trophique (en g) à chaque station échantillonnée à la suceuse.

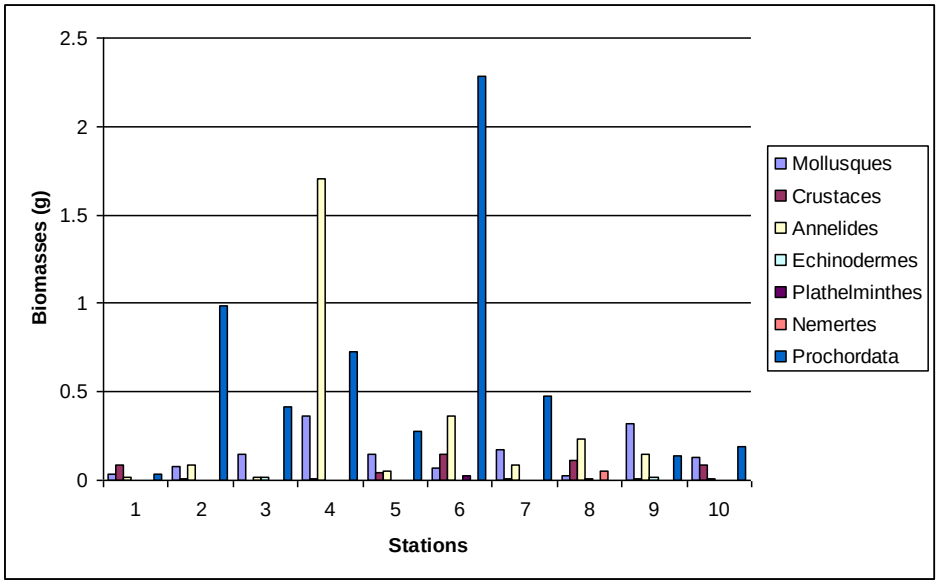


Figure 90 : Biomasse de chaque groupe embranchement (en g) à chaque station échantillonnée à la suceuse.

Mis à part les 2 espèces de grande taille que sont les Amphioxus et les *Ophelia neglecta*, les biomasses échantillonnées à chaque station sont plutôt faibles. Il faut noter que ces résultats ne concernent que les prélèvements à la suceuse qui sont très ponctuels. Etant donné l'abondance importante de mollusques filtreurs de grande taille échantillonnés à la drague à coquille, il est clair que sur la totalité de la communauté à *Branchiostoma lanceolata* la biomasse des filtreurs est largement dominante. Ceci suppose donc des apports en matière organique réguliers (sans sédimentation) qui permettent le développement d'une communauté d'une telle importance.

2.4 DISCUSSION

2.4.1 Granulométrie

En 1969, le sédiment de la gravelle était constitué de graviers fins (entre 700 et 1600 µm) avec une fraction sableuse (environ 300 µm) ou plus grossière (environ 2000 µm). Le substrat était alors caractérisé par l'absence de fractions très fines (les pélites dont la taille est inférieure à 63 µm) (Guille, 1969). Aujourd'hui, la granulométrie des graviers fins est plus faible. Ils ont une granulométrie comprise entre 700 et 1100 µm alors qu'elle atteignait 1600 µm en 1969. Une fraction sableuse (entre 300 et 700 µm) constitue toujours une partie du sédiment de la zone. Une fraction grossière supérieure à 1500 µm est maintenant absente. La zone est toujours caractérisée par l'absence de fractions fines de taille inférieure à 63 µm. Une diminution globale de la granulométrie de la gravelle a été constatée. En 1969, les sables grossiers et les graviers composaient la plus grande fraction granulométrique de la gravelle. Aujourd'hui cette fraction de sédiment est moins importante et une nouvelle classe de taille comprise entre 63 et 300 µm est apparue et peut représenter jusqu'à 8% du sédiment alors qu'elle était totalement absente en 1969. La construction du port et des structures comme les brise-lames et les épis ont sans doute modifié l'équilibre hydrodynamique de la côte sableuse en amortissant le courant. Ces constructions ont aussi modifié la circulation du sédiment le long de la côte empêchant les particules les plus grossières d'atteindre la zone de la gravelle. De plus, les rechargements en sable de toutes les plages au Nord du Racou peuvent être responsables de l'apport de graviers de plus petite taille qu'en 1969. Ces rechargements seraient, potentiellement, responsables d'une diminution globale de la granulométrie de la gravelle. D'autre part, le déficit en particules grossières pourrait également être dû à l'absence d'apports provenant de la Massane (qui débouche au niveau de la jetée du port). En effet, habituellement, une grande partie des gravelles du Racou proviennent des apports de la Massane. Un appauvrissement des crues observé ces dernières années pourrait participer à ce déficit.

2.4.2 Répartition des Amphioxus

L'étude menée par Monniot (1962) sur la gravelle du Racou a montré que l'aire de répartition des Amphioxus s'étendait sur 5 km de long parallèlement à la côte entre 4 et 8 mètres de profondeur. Guille (1969) aboutit aux mêmes résultats. L'aire de répartition des Amphioxus occupait une surface de 1,1 km² environ. De nos jours, la longueur de la zone de gravelle à Amphioxus a été diminuée de moitié. Elle ne s'étend donc plus que sur 2,5 km de longueur le long de la côte. Cependant, elle s'étend davantage en largeur et en profondeur entre 2 et 12 m et occupe donc environ 1 km². Ceci étant, les stations situées en limite de répartition présentent souvent une faible densité d'Amphioxus. La limite Sud de la zone de répartition est franche puisque le substrat meuble est remplacé par de l'herbier de posidonie et de la roche. Au Nord de la zone, l'hydrodynamisme entraine la formation de dunes de sables fins (Sables Fins

des Hauts Niveaux) qui peuvent se déplacer. Entre chaque dune, un sédiment intermédiaire plus grossier permet l'installation des Amphioxus.

2.4.3 Relation entre la granulométrie et la présence d'Amphioxus

Un lien étroit existe entre la granulométrie de la zone et la composition de la communauté à Amphioxus. La structure de la gravelle à Amphioxus a été modifiée, probablement, comme cela a été indiqué plus haut. La construction du port a perturbé l'équilibre hydrodynamique et sédimentaire de la zone. C'est sans doute pourquoi une modification de la gravelle a été observée depuis les dernières études.
Les Amphioxus ont une aire de répartition qui dépend de la granulométrie, cette espèce vit préférentiellement dans des sables grossiers ou des graviers fins. Dans cette étude, le spectre granulométrique (D0,5) permettant aux Amphioxus de se développer est compris entre 158 et 1 281 µm pour les stations R08_0 (granulométrie la plus fine) et R09_0 (granulométrie la plus grossière).

Le taux de matière organique de la gravelle est toujours très faible (<1 %). Ces valeurs correspondent à des sédiments grossiers où la fraction fine est absente. La faible teneur en matière organique est due à un fort hydrodynamisme. Ces différents critères sont caractéristiques de la zone de gravelle à Amphioxus.

2.4.4 Inventaire de la macrofaune

La macrofaune a été prélevée à la drague à coquilles et à la suceuse. La drague à coquilles permet d'échantillonner sur une grande surface et à une profondeur plus importante dans le sédiment afin de récolter les plus grandes espèces présentes dans la zone d'étude. Elle fournit des données qualitatives. En effet, la maille du filet étant supérieure à la taille de la majorité des individus, le prélèvement ne permet d'obtenir que la gigafaune de taille supérieure à 10 mm et ne permet donc pas de collecter toute la macrofaune endogée du site d'étude. La suceuse en plongée sous marine permet d'échantillonner sur une surface de 0,1 m² et de fournir des données quantitatives sur les espèces récoltées. Cette technique permet de prélever la totalité de la macrofaune présente à un endroit donné. Les prélèvements à la suceuse permettent donc d'estimer la densité des individus sur la totalité de la gravelle, de réaliser des répliquas et de comparer les nombres d'espèces obtenus pour une même surface prospectée.

Le nombre des espèces prélevées dépend des techniques de prélèvement utilisées. Seulement 30 espèces des 74 recensées au total sont communes aux prélèvements à la drague et à la suceuse. Il s'agit d'espèces de grande taille et/ou particulièrement abondantes telles que *Callista chione*, *Thia scutellata*, *Donax variegatus* ou *Dosinia lupinus*. Certaines espèces comme *Mysidacae ind.*, *Abra prismatica* ou encore *Jasmineira elegans*, par exemple, ne sont rencontrées que dans les prélèvements à la suceuse. Les espèces de petite taille (inférieure à la maille du filet) passent, en général, au travers de la drague. Cependant, leur densité est importante puisqu'elles sont rencontrées dans des prélèvements ponctuels de 0,1 m². Au contraire, certains genres comme *Tellina*, *Nassarius* ou encore des espèces telles qu'*Onuphis conchylega* ne sont rencontrées que dans les dragages. Le fait que ces espèces ne soient pas

récoltées dans les prélèvements de la suceuse alors qu'ils étaient dans ceux de la drague indique que ces espèces ont une répartition hétérogène et une faible densité dans la gravelle. Les deux techniques sont donc complémentaires. La suceuse permet de recenser les espèces abondantes mais de petite taille (supérieure à 2 mm) tandis que la drague à coquilles permet d'inventorier les espèces peu abondantes mais de plus grande taille, réparties de façon hétérogène dans le milieu.

Lors de l'étude bionomique de la macrofaune, Guille (1969) utilise la benne Van Veen et tamise sur 1 mm. Au cours de la présente étude, deux techniques d'échantillonnage ont été mises en œuvre : la suceuse et la drague à coquilles. Ces techniques permettent de prélever plus profond dans le sédiment que la benne Van Veen. La maille de tamis utilisée était 2 mm, les espèces mesurant entre 1 et 2 mm n'ont pas été capturées. La plupart des espèces échantillonnées par Guille sont de taille supérieure à 2 mm, et le fait qu'elles ne soient pas toutes capturées ne peut pas être attribué à la taille de tamis utilisé. Les seules espèces qui auraient pu éventuellement être capturés en tamisant sur 1mm sont les Amphipodes et en l'occurrence les Ampelisca capturées par Guille et les annélides polychètes *Ophelia limacina* ainsi que les petits Sabellidae. L'absence de ces derniers ne peut pas forcément être attribué à la taille du tamis utilisé, en effet il est connu que ces espèces sont capables de se déplacer facilement (peuvent quitter leur tube et nagent en pleine eau, Fauvel, 1927). Par contre des espèces que Guille n'avaient pas trouvé telles que *Mactra glauca* et *Ophelia neglecta*, l'ont été avec la drague, car la benne n'échantillonne pas assez profond dans le sédiment.

2.5 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'objectif de cette étude est d'établir une zone de gestion au sein du PNM Golfe du Lion pour la communauté benthique à Amphioxus du large du Racou. L'aire géographique de la gravelle a donc été cartographiée afin de la situer. Elle s'étend sur 2,5 km de long de part et d'autre du port d'Argelès-sur-Mer et 300 m de large. Cette zone a subi une modification importante de son aire de répartition depuis la fin des années 60 à la suite de la construction du port d'Argelès-sur-Mer. Une relation étroite entre la granulométrie et la présence d'Amphioxus a été mise en évidence. Les Amphioxus, *Branchiostoma lanceolatum*, se développent préférentiellement dans des granulométries médianes comprises entre 700 et 1100 µm mais ils peuvent aussi être rencontrés dans des sables plus fins de granulométrie médiane comprise entre 158 et 1 281 µm.
Toutes les données donnent une bonne idée de l'état actuel de la gravelle à Amphioxus. L'ensemble des espèces récoltées semble être représentatif du peuplement présent sur cette zone. Cette étude a permis de montrer que la gravelle à Amphioxus du Racou est un habitat d'espèces typiques, qui peuvent se trouver ailleurs mais souvent en quantité moins importante et/ou sur des surfaces restreintes. Ces gravelles sont connues dans le monde scientifique européen depuis plusieurs décennies ce qui jusitifie sa préservation. Il serait intéressant de réaliser un suivi régulier (mais beaucoup plus restreint) afin d'évaluer l'impact des activités anthropiques et de permettre une gestion durable de ce milieu exceptionnel.
En effet, la plage naturelle en face de la gravelle à Amphioxus est concédée 7 mois par an à la commune d'Argelès-sur-Mer pour des activités de loisirs. Dans ce cas, il est

important de s'assurer que les normes des raccords des évacuations soient bien respectées afin qu'aucun rejet « sauvage » d'eaux usées (eaux noires ou grises) n'affectent la zone.
De plus, compte tenu de l'érosion du littoral, un recul stratégique de ces activités doit être envisagé à plus ou moins long terme. Un rechargement en sable de cette plage naturelle entrainerait irrémédiablement la disparition de cette biocénose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond.

3 Vasières

3.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Suite à la première mise en évidence récente d'entités géomorphologiques très particulières constituées de vases très dures, qualifiées de « vasières » (Blouet *et al*., 2009), des prospections ont été proposées au sein du périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion afin de répertorier et localiser les zones concernées.

Par définition, une vasière est une étendue côtière ou marine couverte de vase (Larousse).
Il existe donc différents types de vasières tels que les vasières du large, les vasières estuariennes ou les vasières du littoral.

Les particularités des vasières échantillonnées lors d'une précédente étude de l'ADENA dans le secteur d'Agde (Blouet *et al*., 2009) sont les suivantes :

- Vase très dure qui constitue quasiment un habitat de substrat dur ;
- Vase susceptible d'abriter une mégafaune caractéristique des substrats durs (poulpes, congres, etc.) ;
- Vase susceptible d'abriter des mollusques perforants de type *Barnea* (Figure 91).

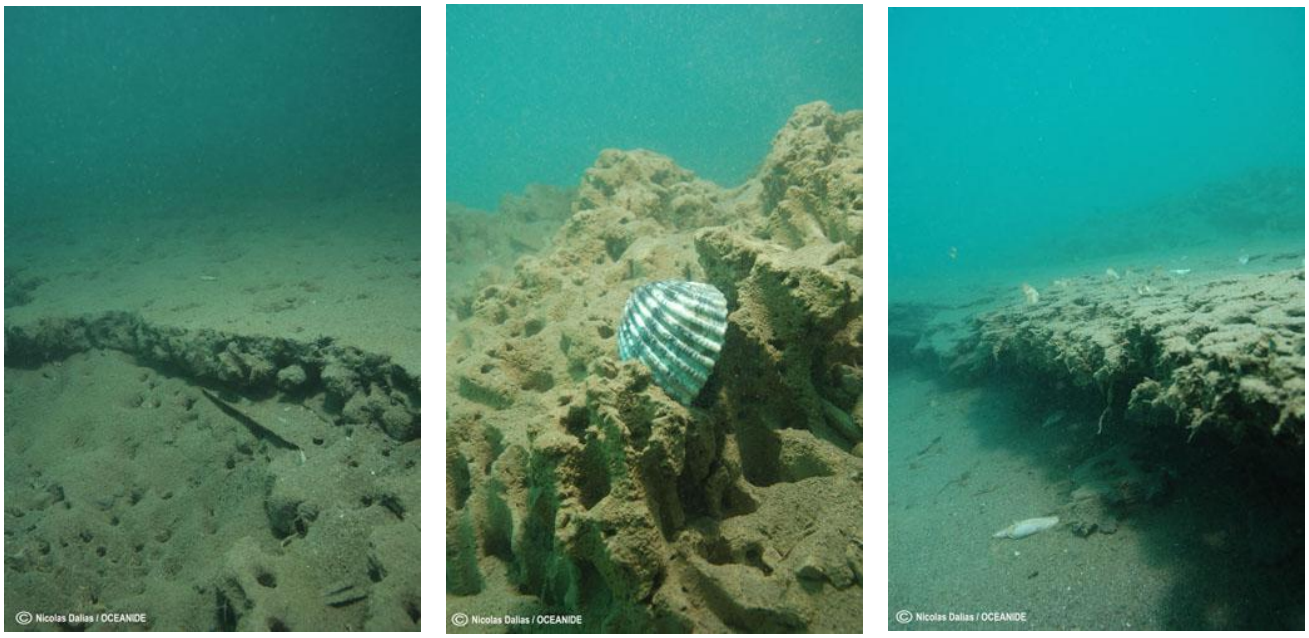


Figure 91 : Vasières échantillonnées en 2009 par Blouet et al., dans le secteur de Valras.

Compte tenu du peu de connaissances sur ces zones, deux approches parallèles ont été adoptées :

- Enquêtes auprès des gens de mer ;
- Prospections et échantillonnages en plongée sous-marine.

3.2 DIAGNOSTIC SCIENTIFIQUE DES VASIÈRES

3.2.1 Enquêtes auprès des gens de mer

La liste des personnes et des organismes interrogés ainsi que les informations recueillies sont :

- Capitainerie de Barcarès : informations sur certaines vases du large que les anciens nomment « argilas » ;
- Capitainerie de Port-Vendres : les personnes interrogées ne connaissaient pas ces structures ;
- Pêcheurs (ou anciens pêcheurs) de Port-Vendres (6 personnes interrogées) : les pêcheurs interrogés à Port-Vendres ne connaissaient pas ces structures mais ont donné des informations sur des structures de vases profondes très dures appelées « lloses » qui déchirent les filets de chalut et se cassent à la masse (>100 m de profondeur) ;
- Plongeurs d'Argelès-sur-Mer : aucun des plongeurs interrogés ne connaissait ces structures;
- Pêcheurs d'Argelès-sur-Mer : aucun des pêcheurs interrogés ne connaissait ces structures ;
- Chasseurs sous-marins : les informations les plus précises sur les vasières ont été obtenues auprès des chasseurs sous-marins, ayant pour habitude de pratiquer parfois leur activité sur ces milieux. En effet, d'après ces derniers, les poissons nobles (loups, dentis, liches) s'y alimenteraient, notamment en petits crustacés. Dans une précédente étude (Blouet *et al.*, 2009), les localisations avaient aussi été possibles grâce aux chasseurs sous-marins ;
- Société SECIB sard (2 personnes plongeurs professionnels) : ces personnes connaissent ce type de vasières. Ils en ont rencontrés dans des zones situées hors du périmètre d'étude :
    - Dans l'étang de Leucate (côté étang) ;
    - Devant Agde, en face du camping à 3 m de profondeur environ.
- Apnéiste du Harpon Club Catalan (1 personne interrogée) : cette personne ne connaissait pas ces structures.

Le peu d'informations récoltées souligne **la méconnaissance de ces milieux**, probablement peu représentés, notamment au niveau des zones halieutiques et récréatives.

3.2.2 Prospections et échantillonnages en plongée sous-marine

3.2.2.1 Période d'échantillonnage

Le diagnostic scientifique des vasières a été réalisé durant l'année 2011, lorsque les conditions météorologiques le permettaient.

3.2.2.2 Moyens humains et techniques

Dans le cadre de la présente étude, les opérations de terrain ont été conduites par deux équipes de deux plongeurs scientifiques.

La localisation des vasières n'étant pas renseignée ou très imprécise, la technique du plongeur tracté a été prévue afin de couvrir le plus de surface possible. Cependant compte tenu de la mauvaise visibilité, cette technique a le plus souvent été remplacée par des plongées ponctuelles (Figure 92).

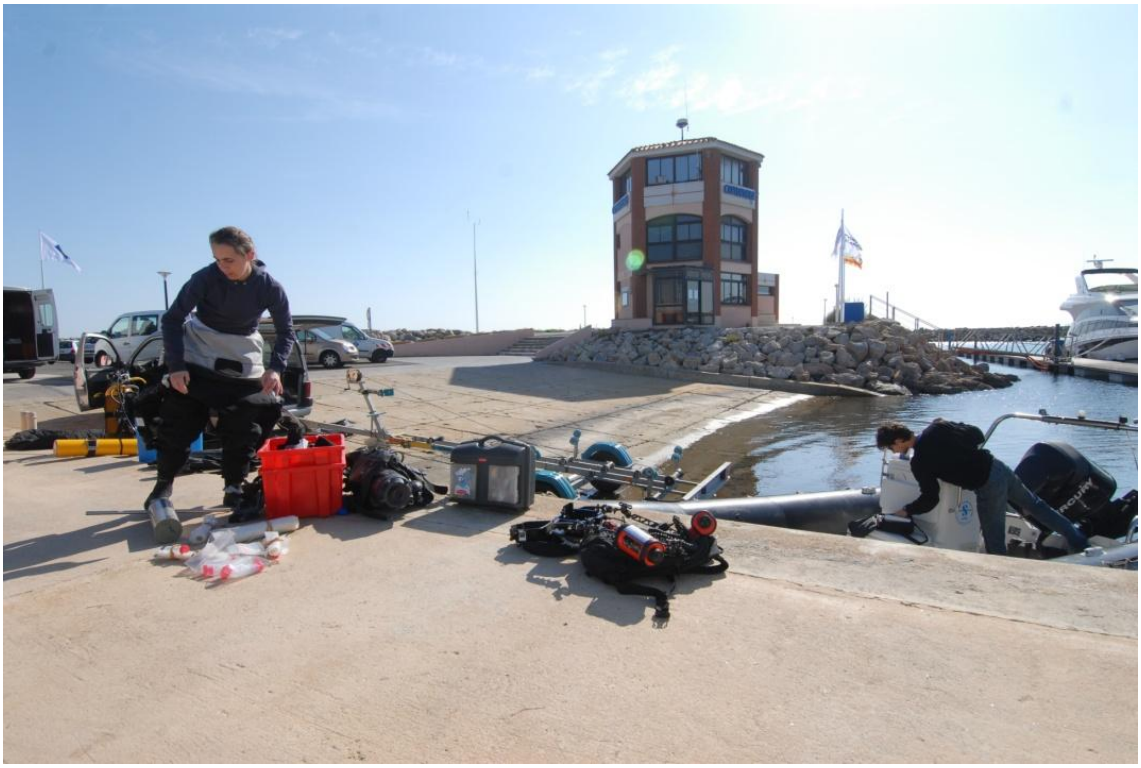


Figure 92 : Préparation du matériel pour les prospections et les échantillonnages.

3.2.2.3 Sites prospectés

Plusieurs journées de plongée sous-marine ont été effectuées, sans nécessairement rencontrer de vasières. La plupart des stations visitées n'ont donc pas été échantillonnées.

L'ensemble des embouchures de chacun des cours d'eau présents dans le périmètre d'étude a été prospecté :

- Zone A, Embouchure de l'Agly ;
- Zone B, Embouchure du Bourdigou ;
- Zone C, Embouchure de la Têt ;
- Zone D, Embouchure du Tech ;
- Zone E, Embouchure de la Riberette, Station V5 ;
- Zone F, Plage du Racou ;
- Zone G, Large embouchure du Tech, Station V4.

En effet, les vasières se forment sur des fonds de nature argileuse compactée et solidifiée. Ces vases compactes permettent à certains mollusques perforants comme les *Barnea* de creuser des galeries. Une faune pionnière (moules ou autres bivalves) est observée et utilise les vasières au même titre qu'un substrat dur.

Pour chacun des sites prospectés, des plongées ponctuelles ont été réalisées, et quand la visibilité le permettait des radiales en plongée tractée ont été réalisées perpendiculairement à la côte, entre la dune sous-marine la plus à la côte et celle la plus au large (Figure 93).

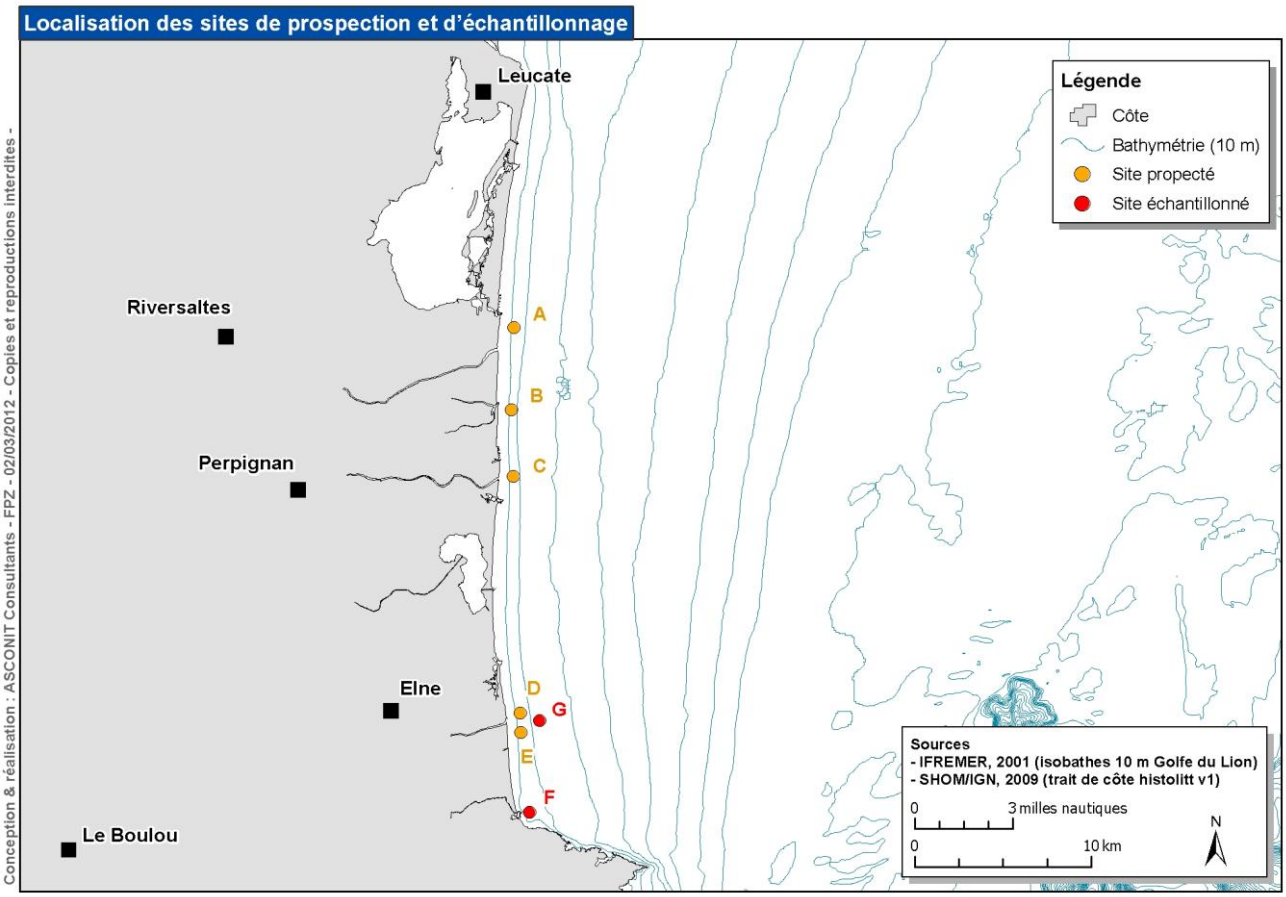


Figure 93 : Localisation des sites de prospection et d'échantillonnage.

3.2.2.4 Echantillonnage

Sur chacune des 2 vasières, le protocole a consisté à échantillonner une seule station par vasière, à raison de 3 réplicats par vasière.

Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'un carottier (hauteur = 40 cm et diamètre = 10 cm), identique à celui préconisé dans l'étude de Blouet *et al*., (2009) (Figure 94). Le carottier a été confectionné par le laboratoire Arago.



Figure 94 : Carottier.

Sur les 2 stations échantillonnées, le sédiment a été tamisé sur un tamis de maille de 1 millimètre afin de séparer la faune et le sédiment. Le refus de tamis a été fixé au Formaldéhyde à 5 % dans l'eau de mer, puis placé dans un sac plastique et numéroté.

Au laboratoire, la faune a été triée puis identifiée dans la mesure du possible jusqu'au niveau de l'espèce. Les différents groupes zoologiques et trophiques ont été séparés puis conservés dans de l'alcool à 70°.

L'identification et le comptage des différentes espèces contenues dans chacun des prélèvements sont réalisés afin de permettre l'établissement des listes spécifiques par station.

Les biomasses sont obtenues par dessiccation à l'étuve sèche à 100°C pendant 24 heures puis calcination au four à 450°C pendant 5 heures. Le poids sec de matière organique est calculé par différence entre le poids sec et le poids de cendres.

Sur chaque station, une carotte supplémentaire a été effectuée pour les analyses sédimentologiques (la granulométrie et la mesure du contenu organique du sédiment).

La granulométrie est mesurée à l'aide du granulomètre à diffraction laser Malvern®MasterSizer2000. La mesure est effectuée sur du sédiment en suspension dans l'eau.

Pour la mesure de la matière organique, le sédiment est rincé (pour retirer le sel), placé au lyophilisateur pour obtenir le sédiment sec, puis à l'étuve à 110°C pour éliminer l'eau potentiellement retenue dans les argiles. Il est ensuite pesé (poids sec) puis placé au four à moufles à 450°C pendant 5 heures afin de brûler la matière organique. Le sédiment est de nouveau pesé à la sortie du four (poids de cendres). La différence entre le poids sec et le poids de cendre correspond au contenu organique du sédiment qui est ramené au poids sec de l'échantillon. Le pourcentage de matière organique dans le sédiment sec est alors obtenu.

3.3 RÉSULTATS

3.3.1 Description

3.3.1.1 Biocénose des sables fins bien calibrés

Dans les zones prospectées suivantes, **il n'a pas été mis en évidence de milieu présentant des caractéristiques de vasière**. Les fonds observés correspondent exclusivement à la **biocénose des sables fins bien calibrés**.

- Zone A, Embouchure de l'Agly : La profondeur de prospection est comprise entre 3 et 7 m (Figure 95).



Figure 95 : Zone A, Embouchure de l'Agly

Tableau 28 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone A, Embouchure de la l'Agly.

Plongées	Coordonnées	Profondeur	Description
Plongée 1	42,779664°N 3,044577°E	4 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 2	42,781443°N 3,045966°E	7 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 3	42,780242°N 3,046932°E	7,5 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 4	42,778863°N 3,045845°E	6 m	Sable fins bien calibrés

- Zone B, Embouchure du Bourdigou : La profondeur de prospection est comprise entre 3 et 5 m (Figure 96).



Figure 96 : Zone B, Embouchure du Bourdigou.

Tableau 29 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone B, Embouchure du Bourdigou.

Plongées	Coordonnées	Profondeur	Description
Plongée 1	42,753739°N 3,040785°E	3 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 2	42,752001°N 3,043145°E	6 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 3	42,747654°N 3,043145°E	5 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 4	42,749393°N 3,040785°E	3 m	Sable fins bien calibrés

- Zone C, Embouchure de la Têt : La profondeur de prospection est comprise entre 3 et 9 m (Figure 97).



Figure 97 : Zone C, Embouchure de la Têt.

Tableau 30 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone C, Embouchure de la Têt.

Plongées	Coordonnées	Profondeur	Description
Plongée 1	42,717259°N 3,043067°E	3 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 2	42,717215°N 3,044818°E	5 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 3	42,715032°N 3,044758°E	6 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 4	42,715032°N 3,046690°E	9 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 5	42,712850°N 3,043369°E	4 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 6	42,711425°N 3,044878°E	6m	Sable fins bien calibrés
Plongée 7	42,709643°N 3,045241°E	7m	Sable fins bien calibrés

- Zone D, Embouchure du Tech : La profondeur de prospection est comprise entre 3 et 7 m (Figure 98).



Figure 98 : Zone D, Embouchure du Tech

Tableau 31 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone C, Embouchure du Tech.

Plongées	Coordonnées	Profondeur	Description
Plongée 1	42,592929°N 3,048381°E	3 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 2	42,591992°N 3,047838°E	5 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 3	42,591769°N 3,050435°E	7 m	Sable fins bien calibrés
Plongée 4	42,589984°N 3,051401°E	8,5 m	Sable fins bien calibrés

- Zone F, Plage du Racou : Le site a été prospecté en plongées ponctuelles compte tenu du fait que le périmètre d'étude était positionné dans la zone de baignade du Racou plage. Cette zone avait déjà été prospectée dans le cadre de l'étude sur les gravières à Amphioxus du Racou (Figure 99, Figure 100).



Figure 99 : Zone F, Plage du Racou.

Une plongée a été réalisée sur une zone vaseuse entre la partie Sud sur laquelle est établi un herbier de posidonie et la partie Sud de la gravelle à Amphioxus (située au Nord de l'herbier) (42,539333°N ; 3,057983°E ; profondeur : 10 m ; en jaune sur la Figure 100).
La zone est hyperanoxiée et sulfurisée. Deux stations sans présence d'amphioxus avaient été échantillonnées dans le cadre de l'étude sur les gravelles à Amphioxus en mars 2010 aux extrémités immédiates de la station prospectée en plongée sous-marine (Stations R01_1 et R00_2, en rose et en bleu sur la Figure 100). Lors de l'échantillonnage en mars 2010, ces stations étaient composées de sables grossiers. Le fait que la station prospectée en plongée (en jaune) soit composée essentiellement de vase hyperanoxiée peut se traduire soit par l'existence de microhabitats, soit par une dégradation de l'état écologique de la zone. Cependant, **aucune vasière** n'a été trouvée.

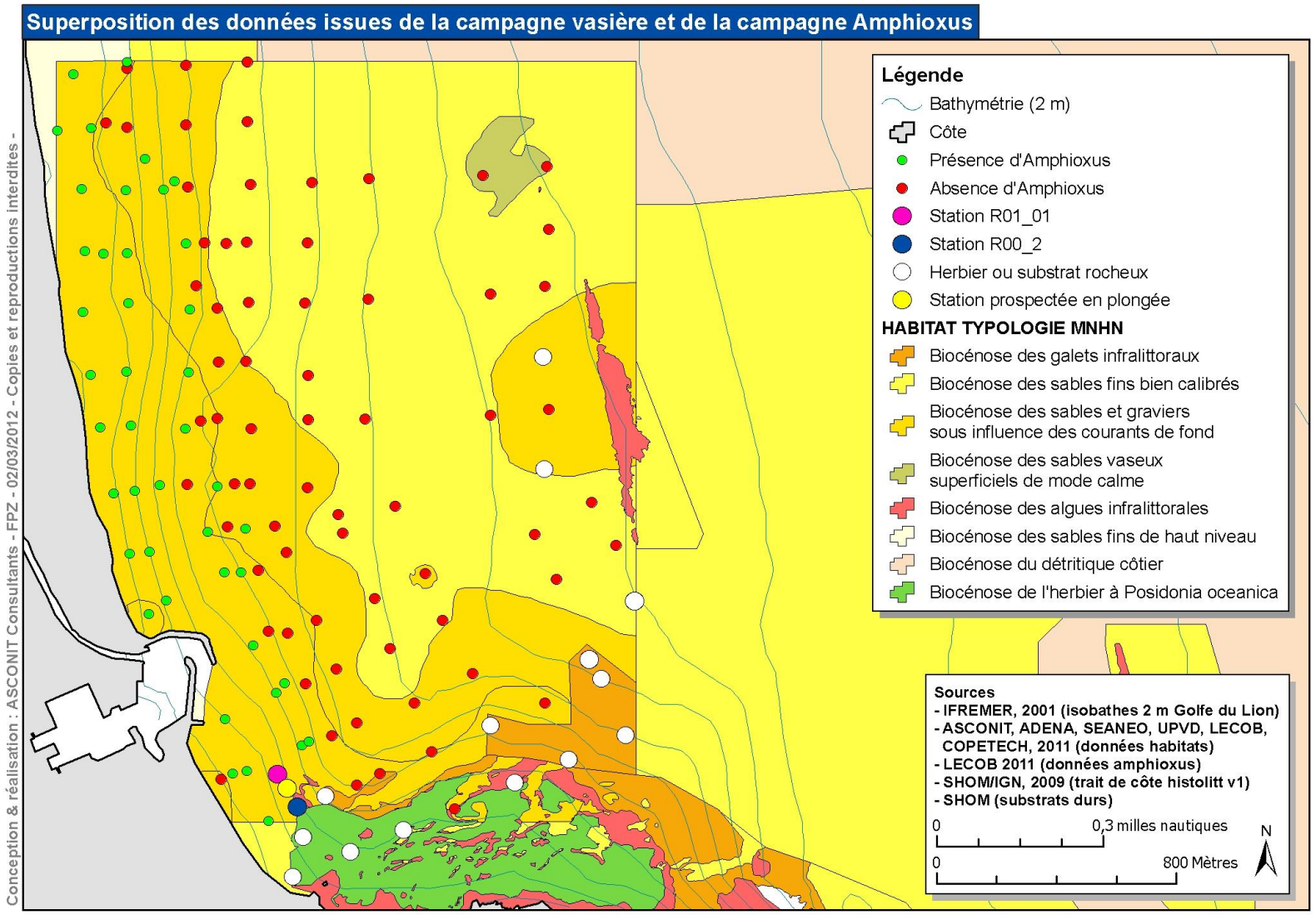


Figure 100 : Superposition des données issues de la campagne vasière et de la campagne Amphioxus des stations R01_1 (en rose) et R00_2 (en bleu) localisées de part et d'autre de la station prospectée en plongée (en jaune).

3.3.1.2 Zone potentielles de vasières

III.3.3.1.2.1 Zone E, Embouchure de la Riberette, Station V5

Des plongées de prospection et en plongeur tracté ont été réalisées (Figure 101; Tableau 32).



Figure 101 : Zone E, Embouchure de la Riberette.

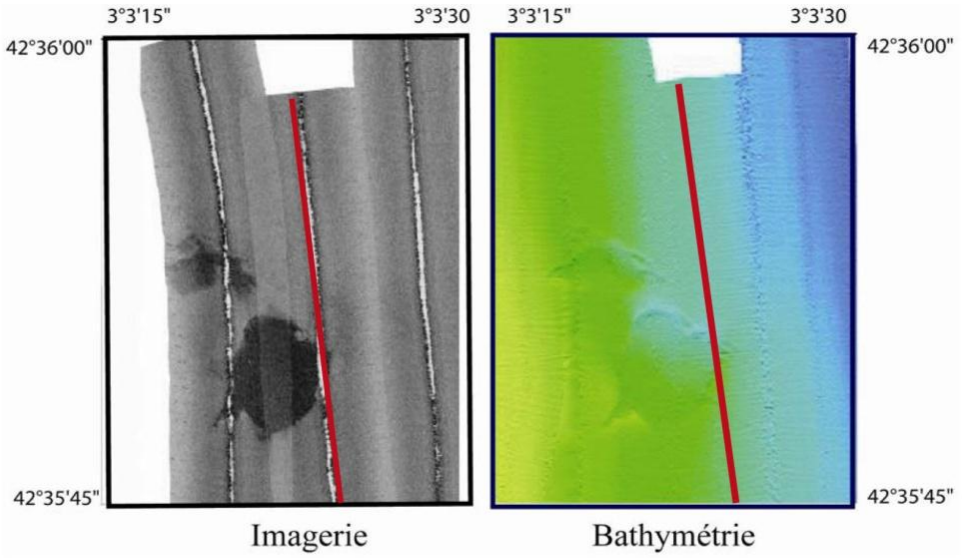
Tableau 32 : Description des plongées sous-marines réalisées au niveau de la zone E, Embouchure de la Riberette.

Plongées	Coordonnées	Profondeur	Description
Plongée 1	42,576000°N 3,048933°E	7 m	Vase molle. Nombreux débris végétaux tous noirs. Eau très trouble Alternance de vase et de sable fins bien calibrés
Plongée 2	42,571917°N 3,049783°E	6 à 7,5 m	Sables vaseux
Plongée 3	42,581667°N 3,048833°E	6,8 à 7,5 m	Vase molle (cf. plongée 1) En vertical, quelques débris noirs en surface puis 2cm de vase molle puis 7cm environ de débris tous noirs et en dessous de ces débris, vase (pas très dure) ou sable, selon les endroits
Plongée 4	42,576400°N 3,048566°E	8 m	**Vasière 5 (V5)**

La présence d'une zone hyperanoxiée, composée de nombreux débris en décomposition, et de vase plus ou moins compacte a été observée. D'après les enquêtes, cette zone est considérée par certains chasseurs sous-marins comme une vasière.
Des prélèvements ont été effectués afin de caractériser le sédiment et la présence éventuelle d'une faune endogée (station V5).

III.3.3.1.2.2 Zone G, Large embouchure du Tech, Station V4

Les prospections réalisées par l'équipe du CEFREM, conduite par Thierry Courp ont permis de préciser la localisation d'une petite zone située au large de l'embouchure du Tech, sur laquelle se dessine une tache sombre en réflectivité, correspondant à une zone en creux et à un ressaut topographique en sismique (Figure 145).
Des plongées ponctuelles ont donc été effectuées sur la zone.



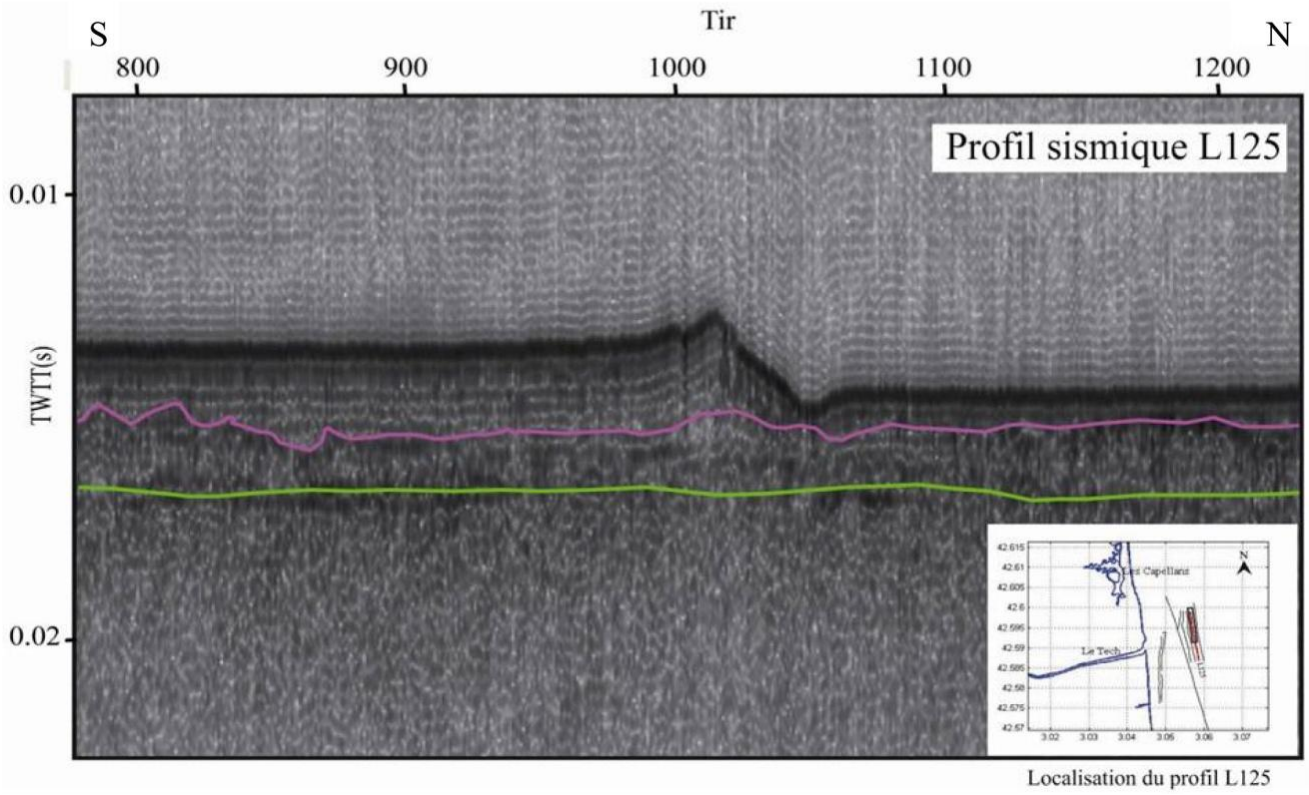


Figure 102 : Profil sismique et imagerie multifaisceaux et sonar de la Station V4 (données CEFREM).

Les observations ont permis de mettre en évidence une large zone présentant un gradient granulométrique, d'un sédiment grossier vers un sédiment fin voire vaseux, des bordures vers le centre de la tache.
Des prélèvements ont été effectués afin de caractériser le sédiment et la présence éventuelle d'une faune endogée (Station V4). Les coordonnées de la station d'échantillonnage sont 42,597533°N / 03,055500°E (WGS 84, degré décimaux), sur une profondeur de 18 m.

3.3.2 Structure du peuplement faunistique

Au total, 33 espèces représentant 6 phylums ont été identifiées. Le groupe le plus représenté est celui des annélides avec 15 espèces, suivi des crustacés et des mollusques. La composition du peuplement pour chaque vasière est représentée dans le Tableau 33.

Tableau 33 : Liste faunistique des abondances par stations.

	Zone G, Large embouchure du Tech. Station V4			**Zone E, Embouchure de la Riberette. Station V5**		
Stations	**V4-1**	**V4-2**	**V4-3**	**V5-1**	**V5-2**	**V5-3**
Annelida						
Chaetozone sp. A			1			
Ditrupa arietina	2	2	1			
Glycera alba			1			
Goniada maculata						1
Hyalinoecia sp. (juv)		2				
Jasmineira elegans	1					
Maldanidae ind. (juv)		1				
Marphysa belii	1					
Nephtys cf. assimilis		1				
Ophiodromus cf.agilis			1			
Owenia fusiformis						1
Petta pusilla	1					
Phyllodoce sp.		1				
Pista unibranchia	1	1				
Pseudopolydora kempi	2	2				
Crustacea						
Ampelisca typica			2			
Apseudes latreilli			1			
Corophium runcicorne	2					
Leptocheirus pectinatus	1					
Perioculodes aequimanus	1					
Processa sp.		1				
Urothoe intermedia			2			
Mollusca						
Nucula nitidosa	1					
Lucinella divaricata	7					
Abra nitida	1					
Thracia phaseolina	1					
Turritella communis			1			
Nassarius pygmaeus					1	
Echinodermes						
Echinocardium mediterraneum			1			
Labidoplax digitata	1	1				
Sipunculida						
Phascolion strombi	1					
Bryozoa						
Amathia semiconvoluta	3				2	2
Richesse spécifique	**16**	**9**	**9**	**0**	**2**	**3**

Concernant le nombre d'individus pour chacun des phyla, les stations du Tech (V4) et de La Riberette (V5) ont des compositions très différentes dans la structure de leur peuplement. La composition du peuplement est plus diversifiée pour Le Tech (V4) avec 29 espèces pour 50 individus contre 4 espèces et 7 individus pour La Riberette (V5). La Riberette (V5) se compose majoritairement d'annélides (85 %).
La majorité des espèces recensées ne présentent pas de grand intérêt sur le plan zoologique, l'ensemble de ces espèces est dit ubiquiste.

3.3.3 Biomasses

La biomasse pour chacun des groupes trophiques et des embranchements a été étudiée (Tableau 34). Toutes stations confondues, les deux groupes et embranchements les plus importants sont les échinodermes dépositivores et les annélides carnivores avec respectivement 0,0218 g de poids sec sans cendre (32,63 %) et 0,016 g de poids sec sans cendre (23,95 %). Viennent ensuite les annélides filtreurs et les mollusques filtreurs. Les autres groupes représentent moins de 10 % du poids total par groupe.

Tableau 34 : Biomasses (en g de poids sec sans cendre - A et en pourcentage - B) pour chaque embranchement et groupe trophique des espèces échantillonnées aux vasières 4 et 5.

(A)	V4-S1-1	V4-S1-2	V4-S1-3	V5-S1-1	V5-S1-2	V5-S1-3	Total
Annelides Dépositivores	0,0003	0,0005	0,002	0	0	0,0002	**0,003**
Annélides Carnivores	0,0041	0,0085	0,0009	0	0	0,0025	**0,016**
Annélides Filtreurs	0,005	0,0017	0,0019	0	0	0	**0,0086**
Crustacés Dépositivores	0,0002	0,0025	0,001	0	0	0	**0,0037**
Echinodermes Dépositivores	0,0116	0,0009	0,0093	0	0	0	**0,0218**
Mollusques Dépositivores	0,0008	0	0,0002	0	0	0	**0,001**
Mollusques Filtreurs	0,0071	0	0	0	0	0	**0,0071**
Mollusques Carnivores	0	0	0	0	0,001	0	**0,001**
Sipunculiens Dépositivores	0,0003	0	0	0	0	0	**0,0003**
Bryozoaires (Filtreurs)	0,0008	0	0	0	0,0015	0,002	**0,0043**
Total	**0,0302**	**0,0141**	**0,0153**	**0**	**0,0025**	**0,0047**	**0,0668**

(B)	V4-S1-1	V4-S1-2	V4-S1-3	V5-S1-1	V5-S1-2	V5-S1-3	Total
Annelides Dépositivores	0,99	3,55	13,07	0,00	0,00	4,26	4,49
Annélides Carnivores	13,58	60,28	5,88	0,00	0,00	53,19	23,95
Annélides Filtreurs	16,56	12,06	12,42	0,00	0,00	0,00	12,87
Crustacés Dépositivores	0,66	17,73	6,54	0,00	0,00	0,00	5,54
Echinodermes Dépositivores	38,41	6,38	60,78	0,00	0,00	0,00	32,63
Mollusques Dépositivores	2,65	0,00	1,31	0,00	0,00	0,00	1,50
Mollusques Filtreurs	23,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,63
Mollusques Carnivores	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	1,50
Sipunculiens Dépositivores	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
Bryozoaires (Filtreurs)	2,65	0,00	0,00	0,00	60,00	42,55	6,44

3.3.4 Granulométrie et contenu organique

La station du Tech (V4) contient une fraction de sable fin ainsi qu'une fraction de sable grossier. Cette station présente une granulométrie assez hétérogène (Figure 103).

La granulométrie de la station de La Riberette (V5) est caractéristique du **sable fin bien calibré (habitat Natura 2000 1110-6).**

Le contenu organique du sédiment était de 1,05 % +/- 0.14 à la station du Tech (V4) et 7,62 % +/- 0.76 à la station de La Riberette (V5).

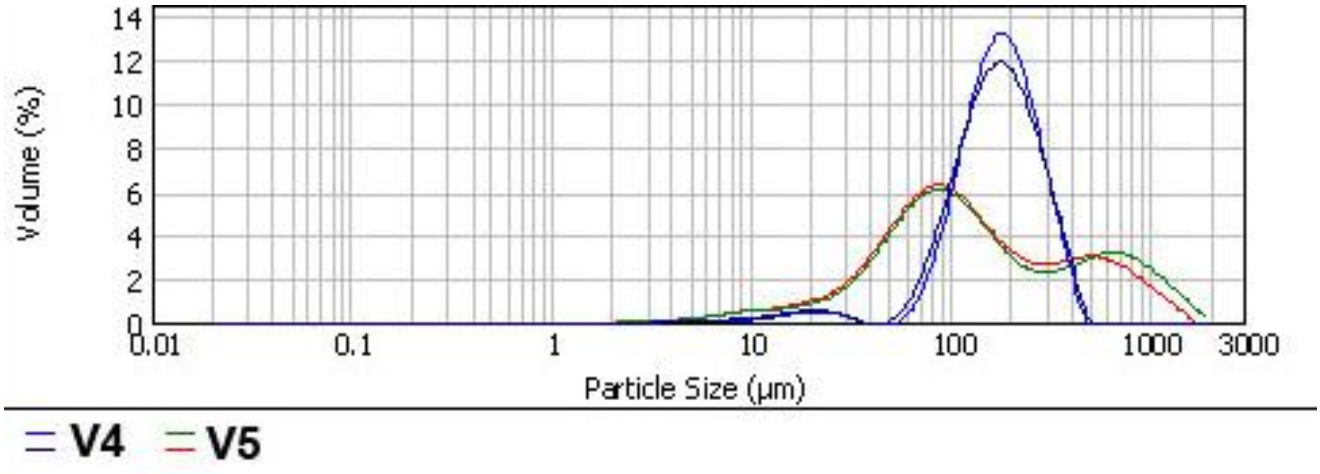


Figure 103 : Courbes granulométriques des stations du Tech V4 et de La Riberette V5.

3.3.5 Comparaison des résultats aux données existantes

Les résultats issus de la présente étude sont comparés avec des données sur les vasières collectées en 2009 (V1, V2, V3) sur le secteur de Valras (Blouet *et al*., 2009).

La Figure 160 compare les courbes granulométriques des stations échantillonnées en 2009 et en 2011. Les stations V1 et V2, sont de vraies stations de vasières, particulièrement vaseuses par rapport aux autres stations. Les stations composées de sable sont V3, V4 et V5.

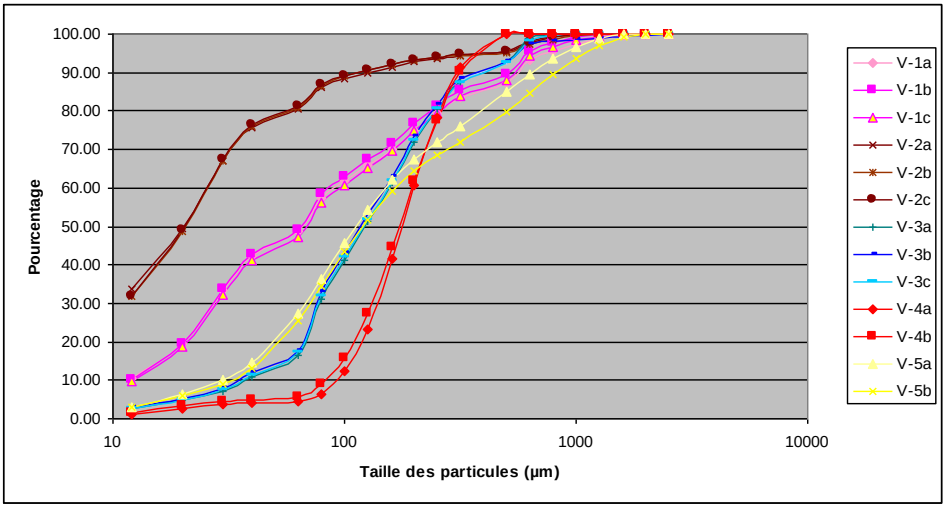


Figure 104 : Courbes granulométriques en passant cumulé des stations échantillonnées en 2009 (V1, V2 et V3), et 2011 (V4 et V5).

Une analyse de groupement a été effectuée sur les données d'abondance non transformées (puisqu'aucune espèce n'est spécialement dominante) de la campagne 2009 (Blouet *et al*., 2009) et de la campagne 2011. Cette analyse a été réalisée afin de mettre en évidence la différence de composition faunistique entre les vasières échantillonnées en 2009 à Valras, correspondant à la nature de substrat recherchée (Blouet *et al*., 2009) et les stations échantillonnées lors de la présente étude (Figure 161).

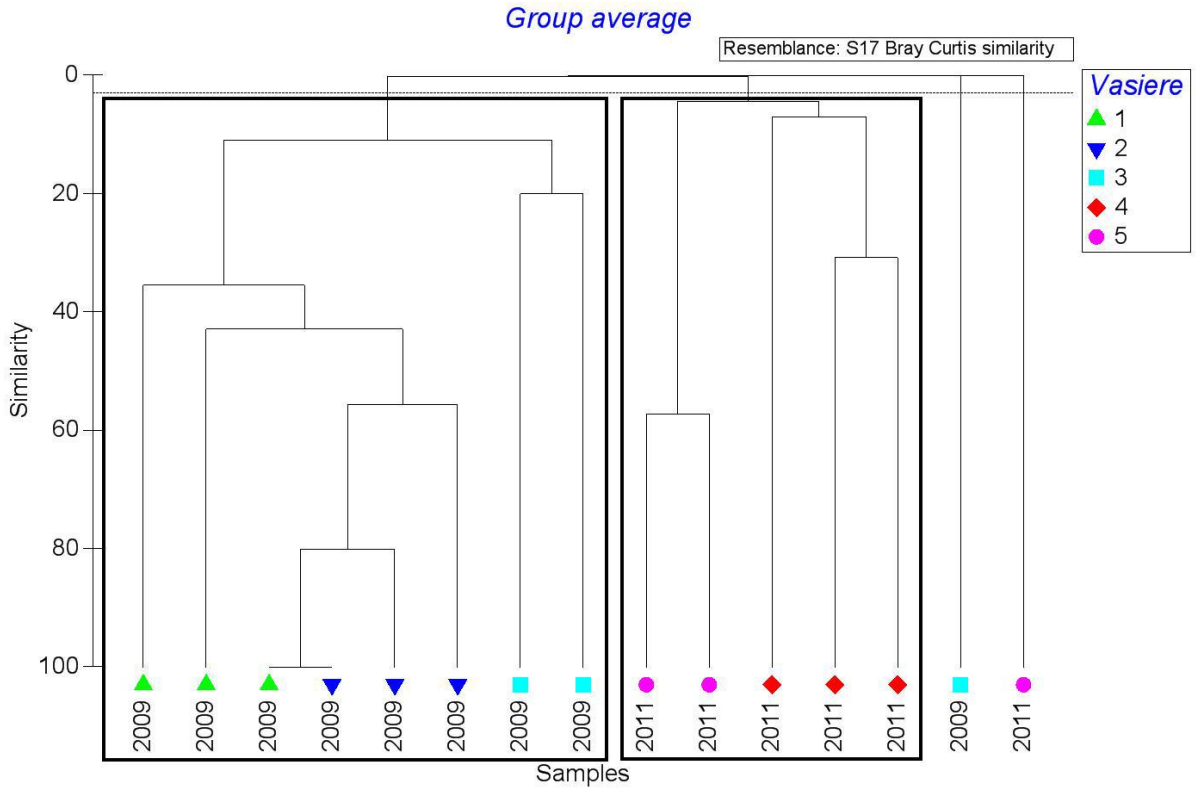


Figure 105 : Analyse de groupement effectuée sur les données d'abondance non transformées des stations échantillonnées en 2009 (V1, V2, V3) et en 2011 (V4 et V5).

Sur la Figure 161, à 3 % de similarité, les deux principaux groupes observés sont encadrés. Deux réplicats ne présentent pas de faune. Ces derniers sont les prélèvements V3 (2009) et V5 (2011) à droite de la figure qui correspondent à des échantillons contenant respectivement un et zéro individu. Pour cette raison, ils ne partagent pas d'espèce commune avec les autres prélèvements. Les deux groupes observés correspondent chacun à une date d'échantillonnage. Les différences faunistiques ainsi que les résultats obtenus pour la granulométrie supportent l'hypothèse d'une différence de biocénose réelle entre les sites échantillonnés en 2009 et ceux échantillonnés en 2011 plutôt que d'un changement temporel.

3.4 DISCUSSION ET CONCLUSION

Sur les 7 sites potentiels expertisés en 2011, seuls deux sites pouvaient en première analyse présenter une structure et un peuplement typique des vasières : l'embouchure de la Riberette (V5) et une zone au large de l'embouchure du Tech (V4). Or, l'analyse granulométrique et de la macrofaune benthique de ces sites montre qu'ils n'ont aucune correspondance avec les vasières inventoriées par Blouet *et al*. en 2009. Les deux sites ont une dominance de sables fins dans leurs compositions et ne peuvent donc en aucun cas être assimilées à des vasières. La faune endogée échantillonnée est également très différente des vasières identifiées dans le secteur de Valras (V1 et V2).

En résumé, **aucune vasière n'a été identifiée dans le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion**, au regard des descriptions établies par Blouet *et al*. (2009).
Aucune espèce d'intérêt patrimonial ou économique n'a été inventoriée.
Aucun état de conservation ni aucune ZNIEFF ne peuvent donc être décrites.

Ce type de structures semble se trouver préférentiellement en face d'anciens graus où les vases accumulées par le passé n'ont plus été recouvertes du fait de la fermeture du grau, laissant le temps à la vase de durcir. Le changement de la localisation de sédimentation d'apports fluviaux (due par exemple à une modification anthropique ou non de l'hydrodynamisme local) peut également être à l'origine de la formation de vasière.
D'une manière générale, ces milieux sont soumis à des conditions environnementales très marquées du fait de la hauteur d'eau, faisant évoluer très rapidement leur recouvrement. Il est probable que suite à des tempêtes, l'action de la houle mette à nue dans certains secteurs des structures sédimentaires de vasière et permette dans un laps de temps relativement court à une macrofaune benthique de s'y développer.

Il est possible que dans le secteur du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, des vasières recouvertes de sédiment lors des prospections en 2011 soient remises à nues par la suite. Néanmoins, les vasières identifiées par Blouet *et al*. (2009) sur Agde ont été observées à 3 reprises au cours de trois périodes échelonnées sur deux ans. Les potentielles vasières de cette côte sont soumises à des mouvements sédimentaires trop importants et très certainement trop rapprochés dans le temps pour que ces milieux aient un intérêt majeur sur le plan zoologique et écologique.
Même si les pêcheurs professionnels ou les chasseurs sous-marins pratiquent leurs activités dans les secteurs prospectés, la présence d'espèces nobles (loup, liche, etc.) peut être liée à d'autres facteurs (présence de petits juvéniles de poissons bleus), et

probablement aussi très variable dans le temps. Le suivi de la pêche professionnelle initié dans ce secteur permettra de préciser l'intérêt de ces zones pour les professionnels et surtout de déterminer les périodicités de pratique dans ces zones. Au cours des enquêtes, aucun pêcheur de la zone n'a apporté de renseignements sur ces milieux.

Le caractère très variable du recouvrement de ces milieux les rend particulièrement inadaptés à l'évaluation de l'état écologique d'une masse d'eau.

Partie IV : Etude des herbiers à Magnoliophytes

1 Herbiers à *Cymodocea nodosa*

1.1 INTRODUCTION

1.1.1 Classification

Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson, 1869, est une Magnoliophyte appartenant à la famille des Cymodoceaceae, famille exclusivement marine, qui inclue les genres *Amphibolis, Cymodocea, Halodule, Syringodium* et *Thalassodendron* (Kuo et Den Hartog, 2000). Le genre *Cymodocea* est représenté par 4 espèces, largement réparties dans les mers tropicales et subtropicales, à l'exception du continent américain (Den Hartog, 1970) (Tableau 35).

Tableau 35 : Classification de Cymodocea nodosa.

Règne	Plantae
Classe	Equisetopsida
Ordre	Alismatales
Famille	Cymodoceaceae
Genre	*Cymodocea*

1.1.2 Répartition

Par sa fréquence, sa densité et son extension géographique, *Cymodocea nodosa* est la deuxième espèce de Magnoliophyte marine en Méditerranée (Boudouresque *et al*., 1994). Sans y être endémique, c'est dans cette mer qu'elle est la plus présente (Den Hartog, 1970).

En mer ouverte, la cymodocée colonise préférentiellement les biotopes relativement abrités, comme les baies (Pérez et Romero, 1994), certaines zones portuaires (Reyes *et al*., 1995), l'intérieur des digues et les fonds sableux ou vaseux (Peduzzi et Vukovic, 1990) superficiels entre la côte et la limite supérieure des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813 (Buia *et al*., 1985). Elle peut également donner lieu à de vastes herbiers entre la surface et 35 mètres de profondeur (Mazzella, 1990 ; Canals et Ballesteros, 1997). Elle apprécie également la zone intertidale (Vermaat *et al*., 1993).

Les études scientifiques sur cette Magnoliophyte marine ont été peu nombreuses jusqu'en 2003 (Agostini *et al*., 2003) mais ont permis par la suite d'apprécier la grande variété de milieux que cette espèce colonise au sein de son aire de répartition.

En Méditerranée Nord-occidentale, *Cymodocea nodosa* a été signalée par plusieurs études, en Espagne, en France et en Italie, (Belsher *et al*., 1988 ; Benedito *et al*., 1990 ; Meinesz *et al*., 1991 ; Ardizzone, 1992 ; Calvo *et al*., 1993 ; Paillard *et al*., 1993 ; Bianchi *et al*., 1995 ; Bianchi et Peirano, 1995, Foulquié *et al*., 2007).

A l'échelle de la Corse, les herbiers constitués par cette espèce sont fréquemment signalés, notamment dans des zones abritées comme le Golfe de Saint-Florent (Boudouresque *et al*., 1985 ; Koudil, 1993), dans la baie et le port de Girolata (Pergent-Martini *et al*., 1993 ; Bonacorsi, 2008), ou encore dans les Bouches de Bonifacio (De Vaugelas *et al*., 1995).

En plus de coloniser les zones de mer ouverte, la cymodocée peut également se trouver dans des milieux à salinité variable. Ainsi, dans la lagune de Mar Menor (Espagne), qui est un milieu hyperhalin en période estivale, il est possible de trouver des herbiers de cymodocées dans les zones les moins profondes (Terrados et Ros, 1992 ; Verdiell-Cubedo *et al*., 2007).

La lagune de Ghar El Melh (Tunisie), également hyperhaline (Moussa *et al*., 2005) est aussi colonisée par la cymodocée (Sghaier *et al*., 2011).

Mais, c'est surtout sa grande tolérance à la dessalure, qui permet de rencontrer *Cymodocea nodosa* fréquemment dans des milieux lagunaires à caractère saumâtre. Son extension bathymétrique est alors plus réduite qu'en mer (-2 à -3 m), mais elle colonise de grandes surfaces, notamment les lagunes où la salinité est légèrement inférieure à celle de la mer (Mazzella, 1990).

Certaines lagunes ont fait l'objet d'études sur *Cymodocea nodosa*. Il s'agit notamment de la lagune de Venise (Italie) (Rismondo *et al*., 1997) et de la lagune d'Urbino (Corse - France) (Agostini *et al*., 2003).

Par ailleurs, des milieux à salinité variable proche des embouchures de fleuves peuvent également être colonisés par cette espèce, comme dans Golfe de Trieste (Italie) (Peduzzi et Vukovic, 1990) ou encore dans le delta de l'Ebre (Espagne). De par leurs caractéristiques géographiques, ces embouchures reproduisent des conditions semblables aux environnements lagunaires (Pérez, 1989).

Hors Méditerranée, il est possible de rencontrer *Cymodocea nodosa* sur le littoral Atlantique oriental. Des études montrent sa présence dans la lagune de Ria Formosa (Portugal) (Cunha et Duarte, 2007), en Mauritanie (Vermaat *et al*., 1993), ou encore sur le littoral des Îles Canaries (Espagne) (Reyes *et al*., 1995 ; Blanch *et al*., 2006 ; Polifrone *et al*., 2006).

1.1.3 Morphologie

Cymodocea nodosa est une plante sous-marine vivace, glabre. Les feuilles alternes-distiques, sont vert clair, rubanées, de 10 à 40 centimètres de long, et de 3 à 4 mm de large à apex obtus finement denticulé à la marge (Cabioc'h *et al*., 2006). Elles sont pourvues de 7 à 9 nervures parallèles et sont riches en cellules à tanin.

Les rhizomes roses, sont fins (quelques millimètres de diamètre), cassants, orthotropes et plagiotropes, souvent annelés à intervalles réguliers (cicatrices). Les rhizomes et les racines sont généralement enfouis dans les premiers centimètres du sédiment (Cabioc'h *et al.,* 2006 ; Pergent-Martini et Le Ravallec, 2007) (Figure 106).

Les fleurs sont dioïques, nues, renfermées dans la gaine des feuilles des rameaux ; 1 étamine, à filet grêle et allongé, anthère à 4 loges ; 1 style, terminé par 2 longs stigmates linéaires. Les fruits sont secs, ovales, comprimés, droits, brièvement pédonculés, formés de 2 carpelles libres subsessiles.



Figure 106 : Rhizome plagiotrope de Cymodocea nodosa dans l'herbier du Barcarès. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO).

En Méditerranée, la seule espèce de Magnoliophyte marine susceptible d'être confondues avec *Cymodocea nodosa* est la Zostère naine, *Zostera noltii* Hornem., 1832. En plus d'une morphologie similaire à l'œil nu, les caractéristiques de répartition de cette espèce sont proches de celles de *Cymodocea nodosa*.

L'utilisation d'une loupe et d'un système de mesure permet de dissocier ces deux espèces. Les feuilles de *Cymodocea nodosa* font entre 3 et 4 mm de large, avec le bord finement denticulé à l'apex. Alors que les feuilles de *Zostera noltii* font moins de 2 mm de large, avec un apex arrondi et incurvé en son centre (Cabioc'h *et al*., 2006).

1.1.4 Reproduction

Comme *Posidonia oceanica*, la cymodocée possède une reproduction asexuée efficace, par bouturage, mais à l'inverse de *Posidonia oceanica*, la reproduction sexuée de *Cymodocea nodosa* est fréquente et régulière.

Cymodocea nodosa est une espèce dioïque, les fleurs mâles sont réduites à une étamine et les fleurs femelles portent deux ovaires libres. Comme chez *Posidonia oceanica*, les fleurs sont portées uniquement par les axes orthotropes (Caye, 1989). Chacun des deux ovaires peut donner un fruit aplati et ovale.

Contrairement à *Posidonia oceanica*, la floraison de *Cymodocea nodosa* semble influencée par les températures froides hivernales. Celle-ci a donc lieu au printemps (avril – mai). La germination des graines ne peut se produire qu'après 8 à 10 mois de dormance, enfouies dans le sédiment (Buia et Mazzella, 1991) où elles sont trouvées en abondance tout au long de l'année (Pergent-Martini et Le Ravallec, 2007). A titre d'exemple, des densités de 2 112 graines par m² ont été relevées sur un herbier de *Cymodocea nodosa* en Mer Tyrrhénienne (Cancemi *et al*., 2002).

Dans les herbiers de cymodocées denses, le taux de fructification peut atteindre 50 % (Caye, 1989).

1.1.5 Croissance et longévité

Cymodocea nodosa est une espèce pionnière, qui apprécie les fonds sableux, riches en matière organique (Mazzella, 1990). L'espèce est pérenne et les rhizomes peuvent vivre une dizaine d'années, mais après la mort de ceux-ci, ils sont beaucoup plus rapidement décomposés que ceux de *Posidonia oceanica*.

De nombreuses études relèvent de grandes différences en termes de croissance, entre *Cymodocea nodosa* et *Posidonia oceanica*. Ainsi, *Cymodocea nodosa* a plutôt une dynamique de colonisation rapide, avec des floraisons annuelles, alors que la floraison de *Posidonia oceanica* est irrégulière suivant les années, mais a surtout une très faible dynamique de colonisation et de croissance (Buia et Mazzella, 1991 ; Mazzella *et al*., 1993 ; Pergent-Martini et Pergent, 1995 ; Marbà *et al*., 1996).

La plupart des nouvelles pousses (faisceaux et feuilles) de *Cymodocea nodosa* apparaissent de mai à juillet (Perez 1989 ; Duarte et Sand-Jensen, 1990), période où l'activité photosynthétique de la plante est la plus élevée (Olivé *et al*., 2006). Drew (1978), souligne que malgré la baisse du taux de chlorophylle dans les tissus de la plante en été, sa photosynthèse reste très élevée, alors que chez *Posidonia oceanica*, la baisse du taux de chlorophylle est étroitement corrélée avec la baisse de la photosynthèse.

La durée de vie moyenne des feuilles est de deux à six mois, tandis qu'un faisceau peut produire jusqu'à 16 feuilles par an (Cancemi *et al*., 2002) pendant une durée maximale de 7 ans (Duarte et Sand-Jensen, 1990). Il est également important de noter qu'environ 20 % de la biomasse totale produite par *Cymodocea nodosa* l'est uniquement par la production de feuilles (Cancemi *et al*., 2002).

En revanche, 80 % de la biomasse totale de l'herbier est constituée de rhizomes. Ceux-ci demeurent en permanence dans le sol et peuvent croitre d'environ 30 cm par an (Cancemi *et al*., 2002), bien que des croissances de deux mètres par an aient déjà été observées sur des rhizomes plagiotropes (Boudouresque *et al*., 1994).

Des études ont démontré qu'il existait une relation étroite entre le développement des rhizomes de *Cymodocea nodosa* et celui des feuilles (Tomlinson, 1974 ; Duarte et Sand-Jensen, 1990). Le bon état de santé des rhizomes influerait donc directement sur le recrutement des jeunes faisceaux, indispensables au renouvellement de l'herbier.

1.1.6 Ecologie

Les herbiers de Magnoliophytes marines sont considérés comme étant parmi les écosystèmes marins les plus importants (Boudouresque *et al*., 2009). Avec un intérêt majeur en ce qui concerne à la fois l'écologie et la biodiversité, et les services qu'ils fournissent, les herbiers marins, y compris ceux constitués de *Cymodocea nodosa*, ont une forte productivité biologique et une riche biodiversité (Fergusson *et al*., 1980 ; Phillips, 1984 ; Denninson *et al*., 1993 ; Dawes *et al*., 1995 ; Warwick et Clarke, 1996 ; Boudouresque *et al*., 2009).

Du point de vue de la richesse écologique au sein de l'herbier, *Cymodocea nodosa* a un rôle comparable à la posidonie, car il s'agit d'une importante espèce « structurante » (Barbault *et al*., 1991), bien que *Posidonia oceanica*, de par sa complexité structurelle montre une richesse écologique plus élevée (Como *et al*., 2008).

Il est cependant difficile de mettre en évidence la richesse d'un herbier de cymodocées, car les études menées sur cette espèce sont beaucoup moins nombreuses que sur *Posidonia oceanica* (Cancemi *et al*., 2002).

Pourtant, la cymodocée semble jouer un rôle important dans la dynamique de colonisation de *Posidonia oceanica*, notamment en favorisant l'humification du substrat et en participant à la création d'un sol (Molinier et Picard, 1952). Dans les secteurs de Méditerranée orientale où *Posidonia oceanica* n'est pas présente, *Cymodocea nodosa* semble jouer le même rôle. En outre, l'espèce est très appréciée par les brouteurs et notamment l'oursin *Paracentrotus lividus* (de Lamarck, 1816) et le poisson *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758).

Drew (1978), signale qu'à faible profondeur, *Cymodocea nodosa* aurait une croissance et une production primaire supérieure à celle de *Posidonia oceanica*. En été, un herbier dense de *Cymodocea nodosa* peu produire jusqu'à 3,6 gMS/m²/jour en été. Par comparaison, un herbier de *Posidonia oceanica* en bonne santé peut produire jusqu'à 2,1 g MS/m²/jour (Drew, 1978).

Les herbiers de *Cymodocea nodosa* constituent également une importante aire de croissance pour les juvéniles de poissons (Verdiell-Cubedo *et al*., 2007). Par exemple, les espèces de poissons associées à *Cymodocea nodosa* dans une lagune en Espagne comprennent *Atherina boyeri* (Risso, 1810), *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810), *Liza aurata* (Risso, 1810), *Liza saliens* (Risso, 1810), *Syngnathus abaster* (Risso, 1827), et *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846), ainsi que de nombreuses espèces appartenant aux groupes des Bleniidae, Gobiidae ou Sparidae. Les invertébrés associés aux prairies sous-marines sont également nombreux et comprennent notamment des Polychètes (Brito et Martin, 2004), des crustacés amphipodes, isopodes et décapodes ; ainsi que diverses espèces de mollusques gastéropodes (Larkum *et al*., 2006) comme *Smaragdia viridis*, qui est un brouteur de feuilles vertes de *Cymodocea nodosa* (Rueda *et al*., 2010).

Habituellement, les herbiers de cymodocée se présentent sous trois formes :

- Des herbiers mixtes superficiels en association avec *Zostera noltii* (Hornemann) et *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux, 1809 ;
- Des herbiers monospécifiques, qui précédent ou succèdent aux herbiers à *Posidonia oceanica* ;
- Des herbiers colonisant les mattes mortes à *Posidonia oceanica*.

1.1.7 Pressions d'origine naturelle

Cymodocea nodosa a une grande capacité d'adaptation. En effet, elle a tendance à se développer préférentiellement dans des habitats à fortes contraintes environnementales et où il a été noté que la croissance et la reproduction sexuée semble être amplifiée par ces fortes contraintes (zones eutrophisées et confinées, eaux peu profondes, estuaires) (Cancemi *et al*., 2002). De cette manière, *Cymodocea nodosa* peut coloniser des zones de substrats « vierges » où les conditions sont défavorables pour permettre une colonisation par *Posidonia oceanica* par exemple (Pergent-martini, 1994).

Cymodocea nodosa se développe souvent sur des sédiments sableux instables, et est ainsi constamment soumise aux dynamiques sédimentaires. Si l'accrétion du sable n'est pas trop rapide, les rhizomes sont stimulés à croître verticalement à travers le sédiment recouvrant. C'est d'ailleurs cette accrétion du sable qui stimulerait les graines en dormance, la floraison et donc la colonisation de nouveaux milieux. En revanche, les herbiers peuvent être ensevelis par une accrétion trop rapide (Marbà et Duarte, 1995).

A l'inverse, l'érosion serait la principale responsable de la mort des plantes, car les rhizomes sont alors déchaussés, et des organismes encroûtants et / ou perforants prolifèrent et les plantes finissent par être arrachées (Marbà et Duarte, 1995).

1.1.8 Pressions d'origine anthropique

La régression des herbiers de Magnoliophytes marines (toutes espèces confondues) peut être due à des processus naturels, des perturbations naturelles ou anthropiques, ou encore à cause d'un stress (Boudouresque *et al*., 2009). Cependant, les régressions des peuplements de *Posidonia oceanica* connus aujourd'hui, sont principalement liées à

des activités anthropiques (développement côtier, pollution, envasement, eutrophisation, chalutage, pisciculture, mouillages, dragage, dumping, introduction d'espèces) (Short et Wylie-Echeverria, 1996 ; Hily et Den Hartog, 1997).

Toutes les autres espèces de Magnoliophytes marines, dont *Cymodocea nodosa*, ont également subi ces régressions, de manière plus ou moins spectaculaire (Boudouresque *et al*., 2009).

La régression ou la destruction d'un herbier de posidonie est irréversible à l'échelle humaine (Boudouresque *et al*., 2006) mais celle d'un herbier de *Cymodocea nodosa* peut en revanche récupérer rapidement.

Cymodocea nodosa peut ainsi remplacer la posidonie là où cette dernière a disparu. En effet, en tant qu'espèce pionnière, *Cymodocea nodosa* est plus résistante et plus tolérante que la posidonie, elle tend donc à la remplacer là où celle-ci est détruite. Malgré tout, un herbier de cymodocée ne peut pas compenser, en termes de « services écosystémiques », le déclin des prairies de *Posidonia oceanica* (Boudouresque *et al*., 2009).

Les raisons pour lesquelles certaines activités d'origine anthropiques provoquent une régression des herbiers sont nombreuses. Par exemple, l'augmentation de la turbidité provoquée par les extractions portuaires, les dragages ou l'eutrophisation, réduit l'accès des feuilles à la lumière (Hily et Le Hir, 2002). Cette baisse de luminosité peut être causée par l'augmentation des particules fines, la formation d'algues épiphytes, ou encore de la prolifération de macroalgues opportunistes entrant alors en compétition avec les Magnoliophytes marines (Short *et al*., 1995 ; Onuf, 1996 ; Hemminga et Duarte, 2000 ; McGlathery, 2001). Cette réduction d'accès à la lumière peut également être à l'origine d'une diminution des vitesses de courant et donc d'un taux d'oxygénation faible.

Ces conditions défavorables ont souvent pour origine une activité humaine. Elles conduisent régulièrement à l'eutrophisation du milieu induite par le phytoplancton et à l'envasement induit par les faibles vitesses de courants dans un milieu confiné (zone portuaire) (Moore *et al*., 1997 ; Longstaff et Dennison, 1999 ; Hauxwell *et al*., 2001 ; McGlathery, 2001 ; Cabello-Pasini *et al*., 2002).

Par exemple, Meinesz et Lefèvre (1978) ont montré que suite à la construction du port de Beaulieu-sur-Mer (Alpes-Maritimes), l'herbier à *Cymodocea nodosa* a totalement disparu à l'intérieur de l'enceinte portuaire, alors qu'à l'extérieur, celui-ci était toujours présent.

De même aux îles Baléares, le suivi temporel des herbiers à *Posidonia oceanica* et à *Cymodocea nodosa* montre une régression significative de ces formations, après la mise en place d'installations aquacoles (Delgado *et al*., 1997). Ces régressions se traduisent par une diminution de la densité de ces herbiers, voire leur disparition. De plus, Delgado *et al*. (1999) montrent que 3 ans après l'arrêt de l'exploitation, la dynamique régressive des herbiers se poursuit. Il semble que la cause principale de l'impact des fermes piscicoles soit la libération de matière organique, dont l'oxydation induit des conditions anoxiques dans le sédiment situé sous et au voisinage des fermes (Delgado *et al*., 1999). En plus de cela, l'enrichissement des eaux en nutriments peut déterminer un accroissement du taux d'épiphytes, avec pour conséquence la réduction

de la photosynthèse, par limitation de l'accès des feuilles à la lumière (Pergent *et al*., 1999 ; Ruiz-Fernández, 2000).

Malgré tout, il est intéressant de noter que *Cymodocea nodosa* est une des espèces de Magnoliophytes marines les plus résistantes aux perturbations vis-à-vis du taux de luminosité du milieu environnant. En effet, celle-ci est capable de réactiver sa photosynthèse après une période de quatre mois en obscurité totale (Malta *et al*., 2006), ce qui n'est pas le cas de *Posidonia oceanica* (Ruiz et Romero, 2001 ; Ruiz et Romero, 2003).

Cymodocea nodosa est beaucoup plus tolérante que *Posidonia oceanica* aux variations de salinité (Sandoval-Gil *et al*., 2010). *Cymodocea nodosa* est peu sensible, voire apprécie les abaissements de salinité, mais elle semblerait plus sensible à une augmentation de celle-ci. Une salinité comprise entre 16 et 41 n'affecte pas significativement la croissance de la plante. En revanche, un dépassement de ces limites entraîne une mortalité croissante des faisceaux (Fernández Torquemada et Sánchez Lizaso, 2006). A ce jour, seuls les rejets de saumure des usines de dessalement d'eau de mer pourraient affecter négativement et significativement les herbiers de cymodocée (Fernández Torquemada et Sánchez Lizaso, 2006).

Comparées à *Posidonia oceanica*, les études portant sur les différentes pressions d'origine anthropique sur *Cymodocea nodosa* sont beaucoup moins nombreuses, mais aboutissent à une même conclusion. En tant que Magnoliophyte marine, *Cymodocea nodosa* est sensible aux mêmes pressions d'origine anthropique que celles affectant *Posidonia oceanica*. Cependant elle est plus tolérante à ces perturbations, quelles qu'elles soient (Caye et Meinesz, 1986 ; Marbà *et al*., 1996), ce qui explique son statut d'espèce coloniale ou pionnière (Molinier et Picard, 1952 ; Den Hartog, 1970).

1.1.9 Protection

Cymodocea nodosa est une espèce protégée par différentes réglementations (Tableau 36).

Tableau 36 : Liste des statuts de protection de Cymodocea nodosa.

Niveau de protection	Date	Nom	Référence
International	1979	Convention de Berne (Décret du 7 juillet 1999 au niveau national)	Annexe 1, relative aux espèces de flore strictement protégées
	1995	Convention d'Alghero	Annexe 1, relative aux « critères de biodiversité pour les organismes infralittoraux »
	2009	Convention de Barcelone	Annexe 2
National	1976	Loi « Protection de la nature »	Relative à la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales
	1988	Arrêté ministériel	relatif à la liste des espèces végétales marines protégées
	1989	Décret d'application du code de l'Urbanisme du 20 septembre 1989 (Loi Littoral)	Permet la préservation d'un herbier ou d'une partie d'herbier, qui présente un intérêt écologique ou s'avère indispensable au maintien de l'équilibre biologique

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de l'amélioration de la connaissance dans le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion (PNM GL), il a été confirmé la présence d'herbier à magnoliophytes autre que *Posidonia oceanica* au niveau du Barcarés et de Banyuls sur Mer. Cette étude vise à préciser leur localisation et à déterminer l'espèce, voire les espèces constituant ces herbiers. Des mesures de vitalité des plantes ont été réalisées sur chacun des sites.

En l'état actuel des connaissances, il pourrait s'agir des seuls secteurs de la côte de la région Languedoc-Roussillon où ces Magnoliophytes marines sont présentes en mer ouverte.

Le diagnostic scientifique des herbiers de cymodocées a été réalisé en plongée sous-marine.

2 Matériel et méthodes

2.1 Période d'échantillonnage

Le diagnostic scientifique des herbiers de Magnoliophytes marines a été réalisé entre mai et septembre 2011, lorsque les conditions météorologiques le permettaient.

2.2 Moyens humains et techniques

Dans le cadre de la présente étude, les opérations de terrain ont été conduites par deux équipes de deux plongeurs scientifiques.

Les différentes mesures de biométrie, réalisées avec l'aide d'un quadrat de 1 m², ont été consignées dans un tableau préparé à l'avance sur une plaquette en PVC immergeable.

Les travaux de cartographie des herbiers ont été effectués avec un système de plongeur tracté, raccordé en direct avec les opérateurs sur le bateau à l'aide d'un système de communication sous-marine RCH2040. Ces mêmes opérateurs récoltant, en direct, les données dans un logiciel de cartographie SIG, raccordé à un GPS.

La délimitation relative et précise de l'herbier de Banyuls-sur-Mer a été effectuée avec un télémètre acoustique D100 PLSM.

Des clichés photographiques ont été notamment réalisés avec :

- Un Nikon D200 dans un caisson Sea&Sea DX-D200, équipé d'un objectif fisheye Nikkor DX 10,5mm, d'un objectif 60mm macro Nikkor, d'un dôme en verre minéral Sea&Sea, d'un hublot plan macro Sea&Sea et de deux flash Ikelite S125 ;
- Un Nikon D3X équipé d'un objectif 10,5mm Nikkor en caisson Secam + 2 seaflash 150.

2.3 CARTOGRAPHIE DES HERBIERS

La localisation des herbiers de cymodocée n'étant pas renseignée ou très imprécise, la technique du plongeur tracté a été utilisée, afin de couvrir le plus de surface possible. Pour ce faire, des transects ont été effectués en plongée tractée, associés à une communication sous-marine et à un logiciel de cartographie SIG géo-localisé, afin de délimiter l'herbier *in situ*.

Une fois la délimitation de l'herbier identifiée par la technique du plongeur tracté, la cartographie plus fine de l'herbier a été réalisée à l'aide d'un système de positionnement local subaquatique basé sur un principe d'interférométrie acoustique 3D (ex : AQUA-METRE D100 - PLSM) (Descamp *et al*., 2009). La portée est de 150 mètres de rayon. C'est un système simple à mettre en œuvre, complètement autonome (indépendant de la surface). La préparation de la plongée ainsi que la récupération des mesures se font par l'intermédiaire d'un PC et d'une liaison infrarouge. Le système est auto-calibrant et ne nécessite pas de sonde de célérité (mesure de la célérité acoustique lors de l'initialisation). Le positionneur acoustique est composé des éléments suivants : une base de mesure (origine du repère cartésien) montée à l'extrémité d'un mât, associée à un cadre interférométrique (correction de la non verticalité) et un pointeur mobile sur canne (permettant une bonne réception du signal et une vision d'ensemble de la zone à cartographier). Le plongeur utilise le mini clavier et l'écran à cristaux liquides pour pointer les limites de l'herbier et les stocker en mémoire (Figure 107). L'augmentation de précision se fait par l'accumulation de relevés sur le même point (maximum 10). La base accepte jusqu'à huit pointeurs simultanément permettant ainsi d'augmenter la rapidité des relevés des zones à cartographier. Les points sont ensuite transférés sur SIG.

Afin de pouvoir repositionner la base lors des différents suivis, un repère fixe doit être positionné sur le site : ancrage fixe, roche, etc.

Il est recommandé de réaliser un point au maximum tous les 40 cm.

Le système fait preuve d'une précision relativement fiable pour des distances pointeur/base comprises entre de 2 et 20 m :

- A 10 m de la base, la précision de +/- 0,1° conduit à une erreur de +/- 1,7 cm ;
- A 100 m, l'erreur devient +/- 17 cm.



Figure 107 : Plongeur équipé du pointeur de réception du télémètre D100. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO).

2.4 ANALYSE DE L'ÉTAT DE VITALITÉ

L'analyse de l'état de vitalité des herbiers de cymodocée est comparable, dans la mise en œuvre et par les paramètres utilisés, aux suivis d'herbiers de posidonie.

La densité, soit le nombre de faisceaux / m², est réalisée à l'aide d'un quadrat de 1 m² subdivisé en 25 carrés de 20 cm x 20 cm (Figure 108). Plusieurs quadrats ont été disposés aléatoirement dans l'herbier, afin de caractériser au mieux l'état de vitalité de ce dernier.

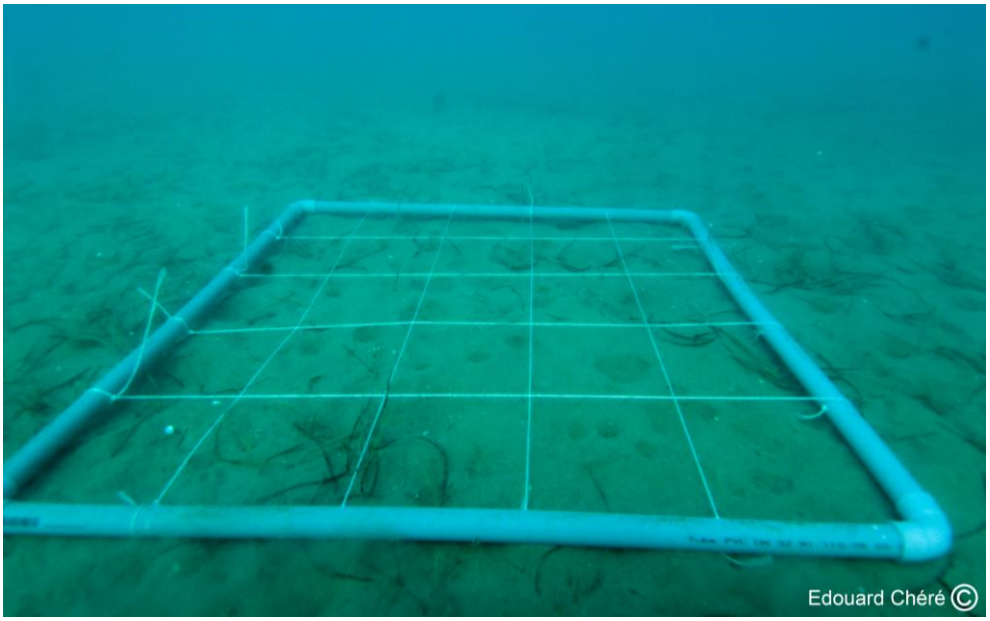


Figure 108 : Quadrat de 1 m² subdivisé en 25 carrés de 20 cm x 20 cm. (© Edouard CHERE / ADENA).

Les mesures biométriques réalisées sur l'ensemble des herbiers cartographiés concernent :

- Le nombre de feuilles par faisceau ;
- La longueur des feuilles (cm) ;
- La largeur des feuilles (cm).

Les mesures, effectuées sur 15 faisceaux, ont permis d'estimer la surface foliaire par faisceau ainsi que la surface foliaire par m² de feuilles (Leaf Area Index). Le coefficient A, correspondant au pourcentage de feuilles par faisceaux dépourvues de leurs apex a aussi été estimé.

- Surface Foliaire (SF): C'est la surface foliaire moyenne par faisceaux, elle est exprimée en cm² / faisceaux. Pour un faisceau SF = (Σ des longueurs des feuilles x moyenne des largeurs des feuilles);
- Leaf Area Index (LAI): Le LAI représente la surface foliaire par m² d'un herbier, il est exprimé en m² /m².

$$LAI = SF \times \text{Densité de l'herbier}$$

3 Résultats

3.1 CARTOGRAPHIE DES HERBIERS À CYMODOCÉES

L'analyse à la loupe binoculaire de feuilles de magnoliophytes prelevées sur l'herbier de Banyuls-sur-Mer, ainsi que sur ceux du Barcarès, confirme une composition exclusive en *Cymodocea nodosa.*

3.1.1 Herbiers à cymodocées de Banyuls sur Mer

La localisation de l'herbier à cymodocées de Banyuls sur Mer n'était pas précisément renseignée. Les premières observations avaient été signalées par les techniciens de la Nereis II (Laboratoire Arago, INSU). Afin de définir sa position exacte, deux zones ont été prospectées par la méthode du plongeur tracté, assisté par une communication fond / surface.

Une fois l'herbier localisé (Figure 109), plusieurs plongeurs ont délimité l'enveloppe globale de l'herbier à l'aide de bouées de repère.

Cet herbier se caractérise par une mosaïque de faisceaux de cymodocée éparses disposées sur une **zone de sables fins bien calibrés (Habitat 1110-6)** vers 12 m de profondeur. L'enveloppe globale de la couche SIG de cet herbier, est légèrement plus grande que l'herbier «principal », afin de prendre en compte les faisceaux isolés.

Les contours de l'herbier ont ensuite été cartographiés à l'aide du télémètre acoustique D100. L'espacement entre les différents points est en moyenne de 50 cm ; les points ont été ajustés en fonction de la complexité de la limite de l'herbier (Figure 110, Figure 111 et Figure 112). La surface totale de couverture établie à l'aide à du télémètre acoustique est de 3 106 m², correspondant à la zone de colonisation la plus dense de l'herbier.

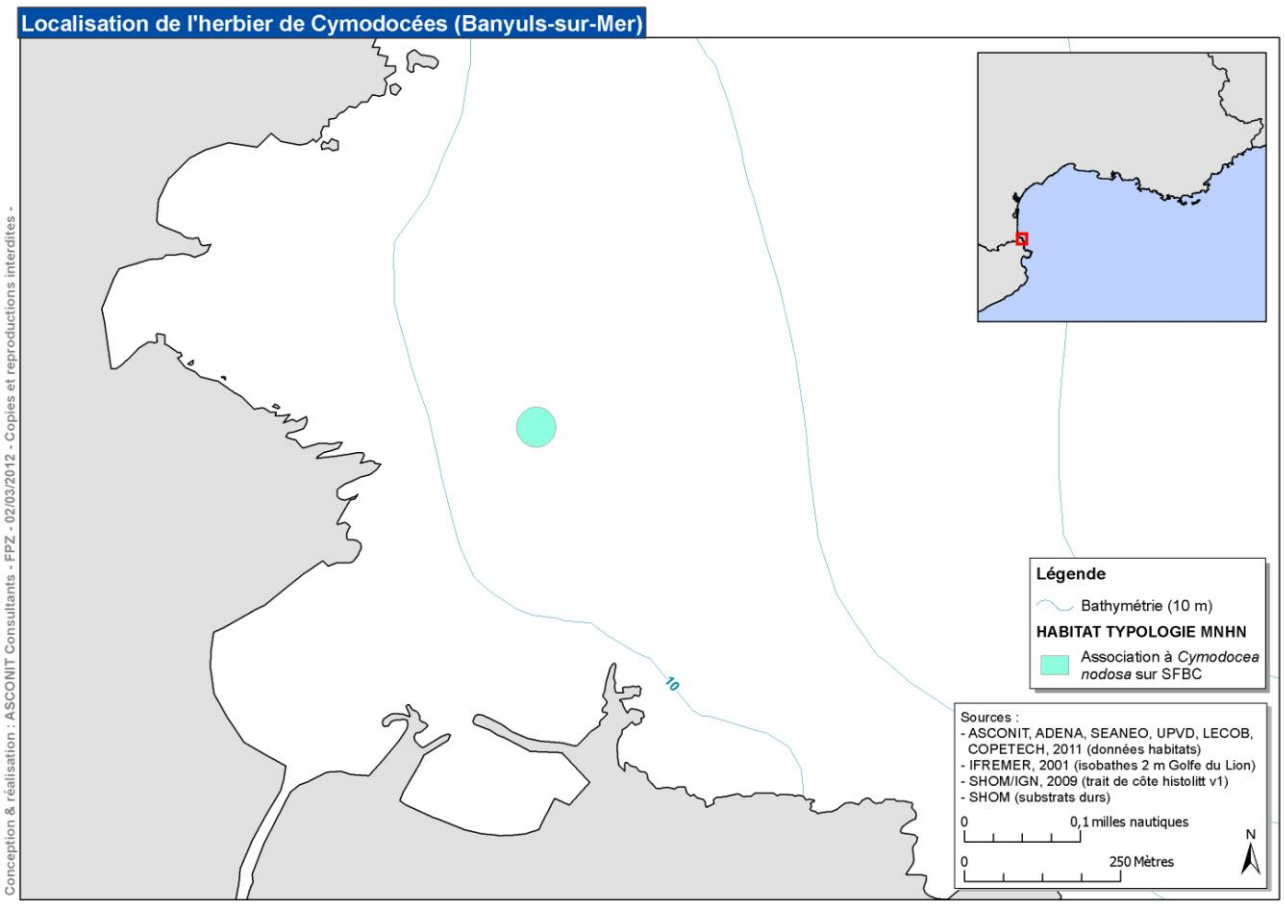


Figure 109 : Localisation de l'herbier à cymodocées de Banyuls-sur-Mer.



Figure 110 : Plongeur scientifique réalisant le diagnostic de l'herbier de cymodocée. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO).

La complexité du contour de l'herbier et sa densité relativement faible, ont rendu la cartographie complexe (Figure 111).



Figure 111 : Herbiers de cymodocée de Banyuls-sur-Mer. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO).

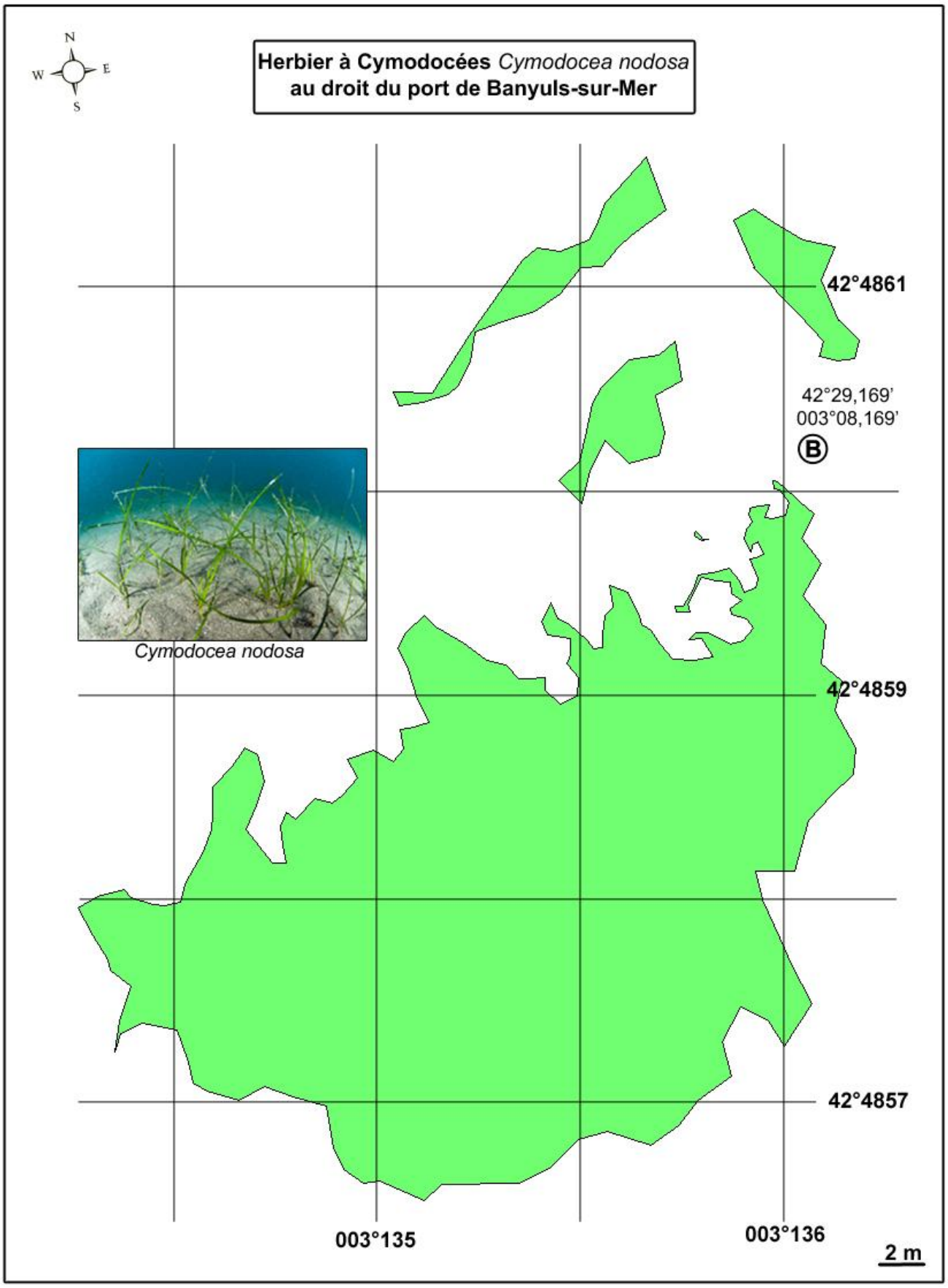


Figure 112 : Cartographie des herbiers de cymodocée de Banyuls-sur-Mer.

3.1.2 Herbiers à cymodocées du Barcarès

La localisation précise de l'herbier de cymodocée du Barcarès n'ayant pas été renseignée, ce secteur a donc été prospecté par la méthode du plongeur tracté, assisté par une communication fond / surface (Figure 113).



Figure 113 : Faisceaux de Cymodocea nodosa sur l'herbier Sud de Le Barcarès. (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO).

Un premier herbier a été localisé au Sud du Barcarès. La zone a été dans un premier temps quadrillée par la méthode du plongeur tracté, afin de délimiter superficiellement l'herbier. Dans un second temps, des bouées de repérage ont été positionnées en bordure des limites précédemment établies. Cette délimitation a permis d'obtenir une représentation globale de la taille de l'herbier et d'estimer sa profondeur entre 8 et 12 m. Au vu de sa très faible densité générale, une enveloppe globale **de « présence de faisceaux » sur du sable fin bien calibré (Habitat 1110-6)** a été cartographiée (Figure 114). La surface totale estimée couverte par l'herbier est de 6 370 m².

Une fois l'herbier délimité, des mesures de densité (quadrat de 1 m² subdivisé en 25 quadrats de 20 x 20 cm) ont été effectuées, accompagnées de photographies, afin de caractériser au mieux le faciès de cet herbier.

Contrairement à l'herbier de Banyuls-sur-Mer, la méthodologie de cartographie acoustique avec l'utilisation du télémètre D100 n'a pas pu être mise en œuvre. En effet, cet herbier ne présente pas de limite franche. Il est composé de faisceaux épars lui conférant une faible densité, plus faible que les deux autres herbiers étudiés. Néanmoins, le télémètre a été utilisé afin de géolocaliser les 10 quadrats de mesure.

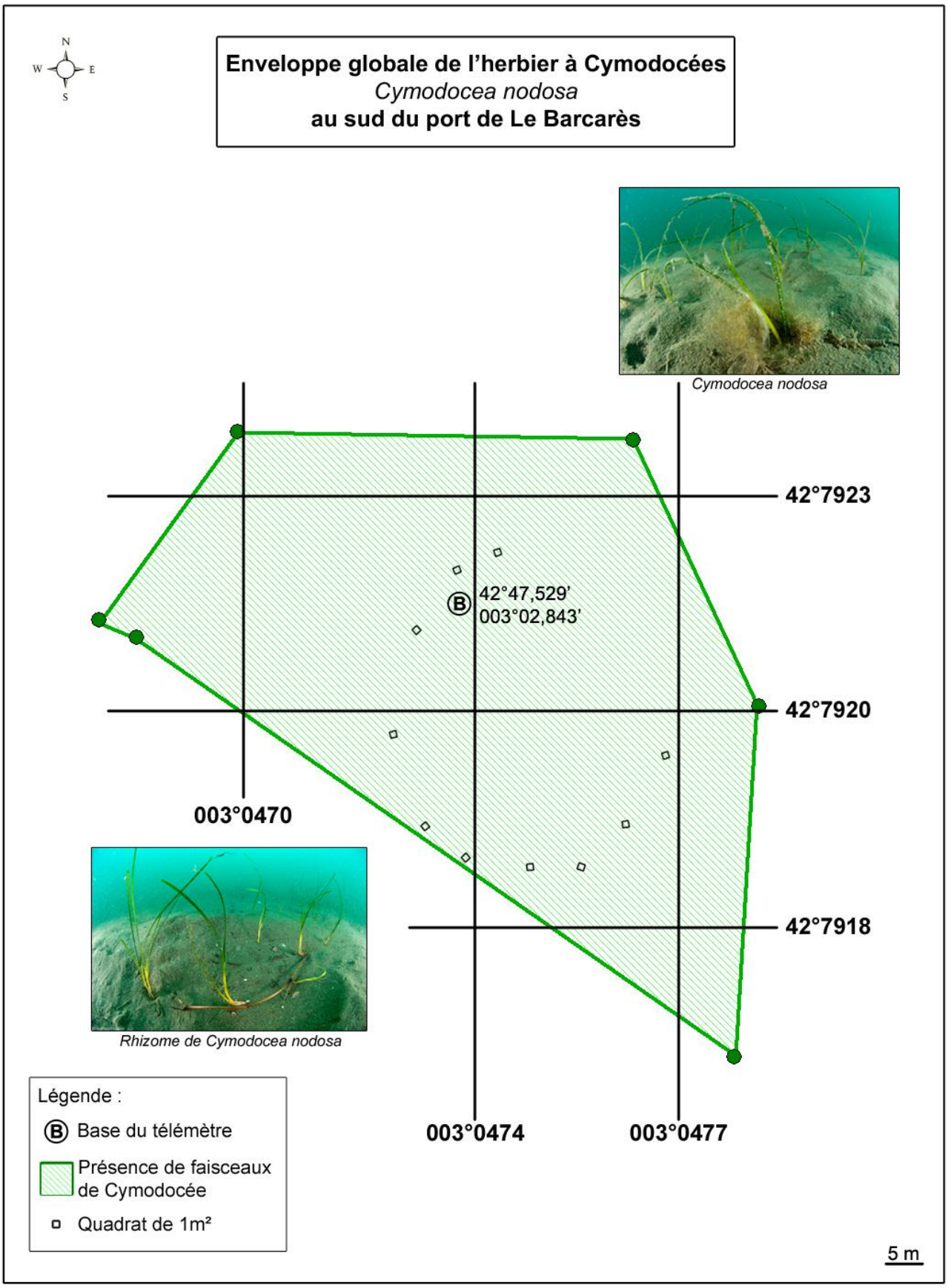


Figure 114 : Cartographie de l'herbier de cymodocée au Sud du Barcarès.

Au Nord de la sortie du port du Barcarès, un second secteur d'herbier de cymodocées a été cartographié. La localisation de l'herbier Nord du Barcarès n'ayant pas été précisément renseignée, ce secteur a été prospecté par la méthode du plongeur tracté, assisté par une communication fond / surface. Une fois l'herbier localisé, un transect Nord-Sud a été effectué. Sa limite Sud, proche de la sortie du port du Barcarès, et sa limite Nord proche de Leucate, ont été mises en évidences. Ensuite, des transects du large vers la côte ont été réalisés (Figure 115). Ceux-ci ont permis d'estimer la largeur de l'herbier, mais aussi sa profondeur entre 8 et 12 m (Figure 115). La surface totale estimée couverte par l'herbier est de 120 hectares.

Au vu des observations faites sur ces transects, ce secteur peut être qualifié de **mosaïque d'herbier de cymodocée sur des sables fins bien calibrés (1110-6)**.

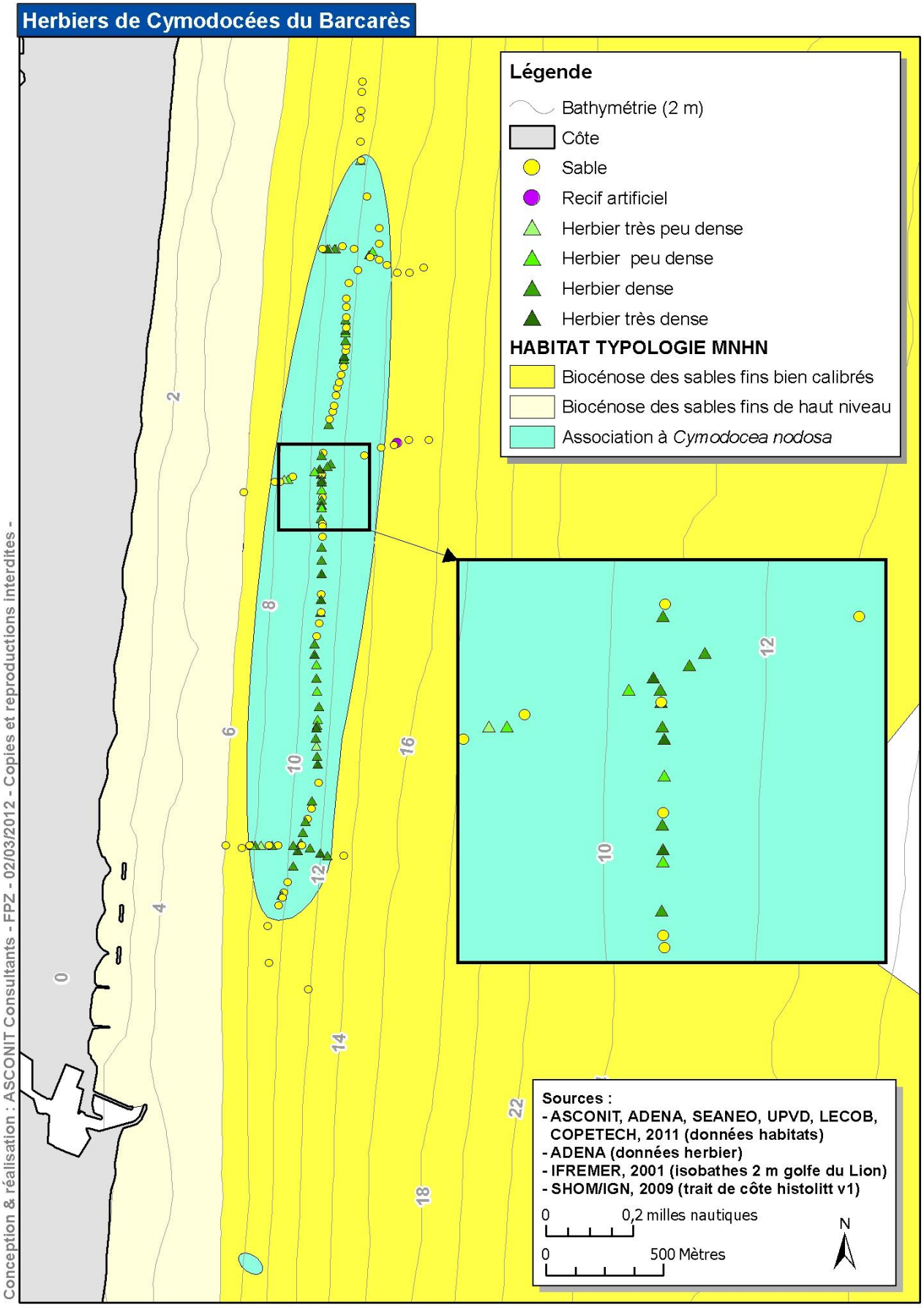


Figure 115 : Cartographie des herbiers de cymodocée du Barcarès.

Une fois l'herbier délimité, des mesures de densité (quadrat de 1 m² subdivisé en 25 quadrats de 20 x 20 cm) ont été effectuées, accompagnées de photographies, afin de caractériser au mieux le faciès de cet herbier.

3.2 ETUDE PHÉNOLOGIQUE

3.2.1 Herbiers à cymodocées de Banyuls-sur-Mer

L'analyse de l'état de vitalité de l'herbier de Banyuls sur Mer a été effectuée sur 4 quadrats de 1 m², soit 100 quadrats de 400 cm² (20 cm x 20cm). Les résultats des analyses phénologiques, de l'état des lieux de l'herbier, sont regroupés dans le Tableau 37.

Tableau 37 : Analyse phénologique de l'herbier de Banyuls sur Mer.

Densité (fscx /m²)	**86,75 (±19,24)**
Densité (fscx / 400cm²)	3,47 (± 2,99)
Nombre de feuilles par faisceau	2,77 (± 0,439)
Longueur des feuilles (mm)	147 (± 68,5)
Largeur des feuilles (mm)	2,3 (± 0.6)
Surface foliaire (cm² /fscx)	9,51 (± 3,62)
LAI (m²/m² herbier)	0,082 (± 0,031)

3.2.2 Herbiers à cymodocées du Barcarès

Au sein du secteur du Barcarès, les deux herbiers situés respectivement au Nord et au Sud de la sortie du Port, ont fait l'objet de mesures phénologiques.

Sur l'herbier du Nord, la densité moyenne a été établie à partir de trois quadrats de 1 m², soit 75 de 400 cm². Aux vues des observations réalisées en plongée tractée, trois stations ont été choisies pour les analyses phénologiques en fonction de la densité observée par les plongeurs. Les quadrats ont été disposés en fonction du recouvrement :

- Sur un secteur de faible recouvrement (1,44 faisceaux / 400 cm² ; ± 1.4) ;
- Sur un secteur de recouvrement moyen (2,64 faisceaux / 400 cm² ; ± 1,9) ;
- Sur un secteur de fort recouvrement (5,2 faisceaux / 400 cm² ; ± 2,8).

Les résultats des analyses phénologiques, de l'état des lieux de l'herbier sont regroupés ci-dessous (Tableau 38).

Tableau 38 : Analyse phénologique de l'herbier du Barcarès secteur Nord.

Station	Recouvrement Faible	Recouvrement Moyen	Recouvrement Fort	Synthèse
Densité (fscx /m²)	36	66	130	77,33 (± 48,01)
Densité (fscx / 400cm²)	1,44 (±1,44)	2,64 (±1,96)	5,2 (±2,78)	3,09 (± 2,63)
Nombre de feuilles par faisceau	1,78 (±0,59)	2 (±0,53)	2,4 (±0,99)	1,9 (± 0,5)
Longueur des feuilles (mm)	210 (±58,4)	210 (±58,4)	210 (±58,4)	210 (± 58,4)
Largeur des feuilles (mm)	2,3 (±0,6)	2,3 (±0,6)	2,3 (±0,6)	2,7 (± 0.6)
Surface foliaire (cm² /fscx)	11,5 (±6)	11,5 (±6)	11,5 (±6)	11,5 (± 6,0)
LAI (m²/m² herbier)	0,089 (±0,047)	0,089 (±0,047)	0,089 (±0,047)	0,089 (± 0,047)

Sur l'herbier du Sud, la densité moyenne a été établie à partir de 10 quadrats de 1 m², soit 250 quadrats de 400 cm². Les résultats des analyses phénologiques, de l'état des lieux de l'herbier, sont regroupés ci-dessous (Tableau 39).

Tableau 39 : Analyse phénologique de l'herbier du Barcarès secteur Sud.

Densité (fscx /m²)	**39,8 (± 17,45)**
Densité (fscx / 400cm²)	1,59 (± 1,83)
Nombre de feuilles par faisceau	2,43 (± 0,64)
Longueur des feuilles (mm)	114 (± 69,1)
Largeur des feuilles (mm)	2,2 (± 0.5)
Surface foliaire (cm² /fscx)	5,98 (± 3,02)
LAI (m²/m² herbier)	0,024 (± 0,012)

Sur les herbiers Nord et Sud, l'analyse du coefficient A met respectivement en évidence que 58 % et 56 % des feuilles sont altérées au niveau de l'apex. L'importance de ce coefficient dépend de la pression du broutage, par des espèces de vertébrés comme la Saupe, ou par des invertébrés tels que les oursins. Les phénomènes hydrodynamiques importants dans ce secteur peuvent également être responsables de ces altérations. En raison de la forte variabilité saisonnière du coefficient du fait notamment de la prédation par les brouteurs, il convient d'interpréter ces résultats avec prudence.

Entre les deux herbiers du Barcarès, la densité est significativement plus importante au sein de celui du Nord (Test de Mannet Whitney $p<0.05$). Néanmoins, au vu des écart-types relativement importants, ainsi que du nombre de quadrats effectués, il convient d'interpréter ces résultats avec prudence.

4 Discussion et conclusion

L'analyse phénologique rend compte de la faible densité des herbiers avec un gradient Nord–Sud. Cette différence de densité entre les sites est liée d'une part à l'exposition à la houle pour les herbiers du Barcarés fragmentant l'herbier, et d'autre part à la turbidité du milieu.

La faible densité des herbiers de Magnoliophytes marines est également mise en évidence au travers des données disponibles sur d'autres zones.

La densité des faisceaux de *Cymodocea nodosa* montrent des fluctuations saisonnières assez marquées (Cancemi *et al*., 2002 ; Agostini *et al*., 2003).
Ainsi, dans l'étang d'Urbino (Corse – France), la valeur annuelle moyenne de la densité est de 1 118 fsx/m², avec une densité moyenne estivale de 1 520 fsx/m² et une densité moyenne hivernale de 757 fxs/m² (Agostini *et al*., 2003). Autour de l'île d'Ischia (Mer Tyrrhenienne - Italie), la densité moyenne annuelle des faisceaux de *Cymodocea nodosa* est de 1 301 ± 322 fsx/m². En hiver, la valeur moyenne de densité est de 925 ± 323 fsx/m², alors qu'en été les valeurs moyennes sont d'environ 1 925 ± 267 fsx/m² (Cancemi *et al*., 2002).
Aux îles Canaries, la densité moyenne est de 403,6 ± 17 fsx/m² (Barbera *et al*., 2005). Les auteurs soulignent également des variations de densité suivant les sites. Ainsi, ils ont pu observer des densités allant de 164 à 710 fsx/m² au sein de l'archipel.
Dans la baie de Montazah (Egypte), les herbiers de cymodocée ont une densité moyenne d'environ 404 fsx/m² (Mostafa, 1996) et au niveau du Banc d'Arguin (Mauritanie), la densité atteint environ 576 fsx/m², (Van Lent *et al*., 1991). Dans la lagune de Ria Formosa, au Portugal, il a été observé des densités de 1752 fsx/m² (Cunha et Duarte, 2007).
Dans d'autres sites, des densités encore plus élevées ont pu être localement observées :

- 1 900 fsx/m² dans la lagune de Mar Menor (Espagne) (Terrados et Ros 1992) ;
- 1 928 fsx/m² aux îles Canaries (Reyes, 1993) ;
- 2 000 fsx/m², (dans un estuaire en Espagne) (Perez, 1989) ;
- 2 060 fsx/m² (Caye et Meinesz 1985) ;
- 2 302 fsx/m² dans la lagune de Venise (Italie) (Rismondo *et al*., 1997).

Malgré leur faible densité, les herbiers du Barcarés présentent de nombreux rhizomes plagiotropes témoignant d'un herbier en progression (Figure 116). Cette progression peut être le signe soit de l'implantation de l'herbier dans le secteur, ou de sa réponse face aux contraintes du milieu peu propices à son développement. En effet, en mer ouverte, la cymodocée colonise préférentiellement les biotopes relativement abrités, comme les baies (Pérez et Romero, 1994), certaines zones portuaires (Reyes *et al*.,

1995), l'intérieur des digues et les fonds sableux ou vaseux (Peduzzi et Vukovic, 1990).

La délimitation surfacique de la cymodocée doit être seulement considérée à titre indicatif. Le descripteur recouvrement, notamment la délimitation à l'aide du télémètre-sous-marin, pour la cymodocée ne doit pas être retenu pour un suivi temporel.

La forte variabilité spatiale de cette espéce liée à son adaptation en milieu ouvert ne permet pas de préjuger de son état de conservation sur le critére surfacique.

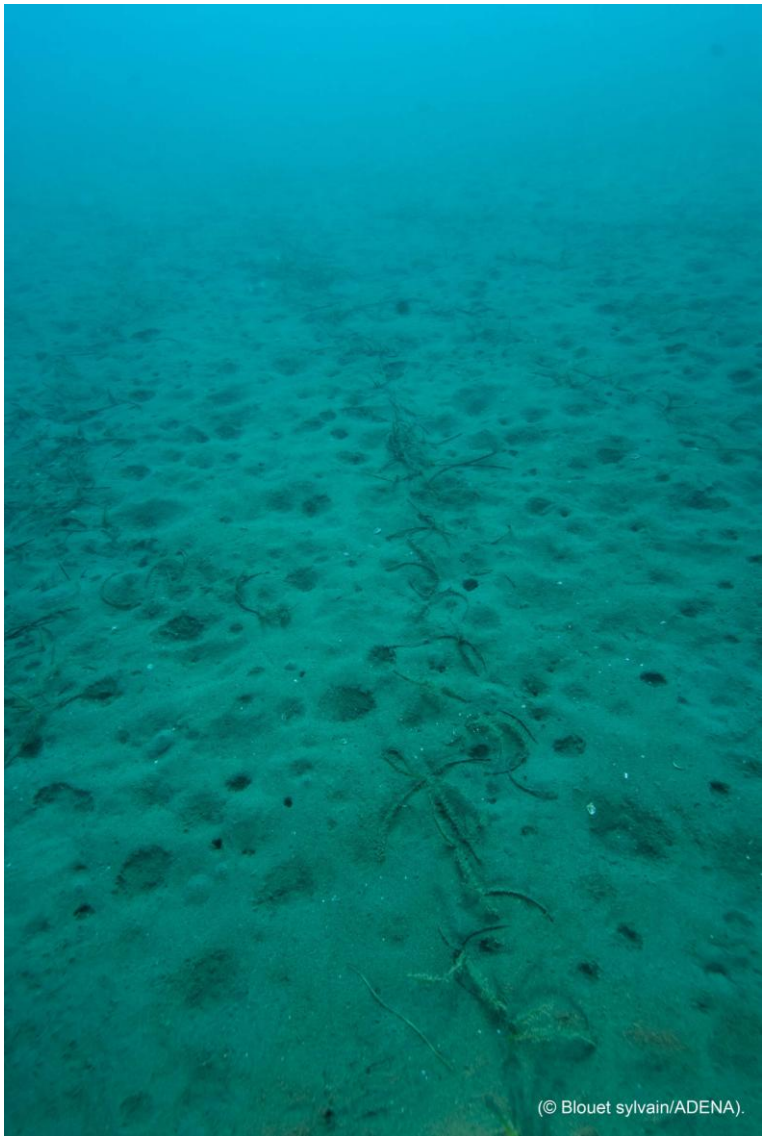


Figure 116 : Rhizome plagiotrope au niveau de l'herbier Nord du Barcarés. (© Sylvain BLOUET / ADENA).

Hormis un grondin camard, *Trigloporus lastoviza* (Bonnaterre, 1788), observé au niveau du secteur Nord du Barcarès (Figure 117), aucune espèce patrimoniale ou remarquable n'a été observée dans les herbiers. L'enquête auprès du centre de plongée du Barcarès, Le Poulpe, fait néanmoins référence à la présence d'hippocampes dans l'herbier du secteur Sud.



Figure 117: Trigloporus lastoviza dans l'herbier Nord du Barcarés. (© Sylvain BLOUET / ADENA).

Les deux secteurs cartographiés peuvent être qualifiés de **« Mosaïque d'herbier de cymodocées sur des sables fins bien calibrés 1110-6 »**. L'herbier de Banyuls sur Mer est le seul disposant d'une zone centrale suffisamment dense pour en délimiter son contour. Néanmoins, de nombreux faisceaux et rhizomes sont répartis de façons isolés à sa périphérie. L'image de l'herbier continu, telle une prairie sous-marine de posidonie, ne s'applique pas pour les deux autres sites du Barcarès. En effet, ces « zones à cymodocées » peuvent plutôt être qualifiés d'ensembles de faisceaux et rhizomes plagiotropes, isolés les uns des autres. Les recouvrements observés y sont faibles, à l'exception de quelques zones plus denses au sein de la partie Nord.

Aussi bien sur les herbiers du Barcarès, que sur celui de Banyuls sur Mer, les rhizomes observés sont majoritairement plagiotropes. Compte-tenu des faibles taux de recouvrement, et de leur forte exposition aux phénomènes hydrodynamiques du Sud-Est, il est probable que ces herbiers évoluent fortement en fonction des mouvements sédimentaires et des phénomènes hydrodynamiques, les empêchant de créer une réelle matte et d'augmenter le taux de recouvrement de la zone. Concernant les mouvements sédimentaires, la côte sableuse du Barcarès y est fortement exposée.

Sur Banyuls-sur-Mer, l'herbier semble relativement isolé. A l'inverse, sur le Barcarès, un transect de 3 km a été effectué avant de ne plus observer de rhizomes épars. Concernant la partie Sud du Barcarès, la possibilité de retrouver des rhizomes plus au Sud le long de la côte sableuse n'est pas exclue.

Il n'a pas été identifié de pression anthropique particulière sur les herbiers à cymodocées. Aucune activité de pêches professionnelles ou de pêches de loisirs n'a été notée dans les différents secteurs d'herbiers. Situés à proximité immédiate de zones infra portuaire, des épisodes de pollutions ponctuelles de ces enceintes pourraient avoir un effet délétère sur l'herbier.

L'augmentation de la turbidité pourrait également avoir des conséquences sur le développement de l'herbier, notamment dans le cas de rechargement des plages en sédiments.

5 Evaluation de l'état de conservation

5.1 ETAT DE CONSERVATION

L'état de conservation des herbiers à cymodocées a été défini d'après l'approche, la détermination et la caractérisation des habitats, du manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2007) ainsi que des ouvrages de référence (Peres; 1961; Peres et Picard, 1964; Bellan *et al*., 1994; Relini, 2000; Augier, 2007).

Au titre de la DHFF, Il a été pris en compte les 4 classes d'état de conservation :

- Etat favorable ;
- Etat défavorable inadéquat, traduit en moyen ;
- Etat défavorable mauvais ;
- Etat inconnu.

En l'absence de connaissance antérieure sur l'aire de répartition et la surface occupée de cet habitat, et compte tenu du fait qu'aucune cartographie antérieure à cette étude n'avait été réalisée, il a donc été décidé de classer ces deux critères en « inconnus ». Il en est de même pour les structures et les fonctions. Les pressions pouvant porter atteinte à l'herbier sont d'une part d'ordre environnemental (herbier soumis à de forts mouvements sédimentaires) et d'autre part d'ordre anthropique (notamment lié à la proximité immédiate des enceintes portuaires de Banyuls-sur-Mer et du Barcarès). Les suivis ou les autres études qui seront réalisés par le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion permettront de renseigner l'évolution de l'état de conservation des herbiers dans le temps.
Par conséquent, l'état de conservation des herbiers de cymodocée de Banyuls-sur-Mer et du Barcarès peut être renseigné comme « inconnu ».

5.2 COMPLÉMENT POUR L'INVENTAIRE FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE EN RÉGION LANGUEDOC-ROUSSILLON (ZNIEFF -LR)

Lors du programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines de la région Languedoc-Roussillon, les herbiers à cymodocées ont été définis comme des habitats déterminants (Dupuy De La Grandrive *et al*., 2007) (Figure 11 ; Tableau 40).

Tableau 40 : Habitats déterminants programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines de la région Languedoc-Roussillon.

		Vulnérabilité	Valeur patrimoniale	Rareté au niveau régional	Intérêt paysager	Note globale / 12	Classement
Habitats déterminants							
3	**Herbier de cymodocées**	3	3	3	2	11	**D**

Certains sites, comme l'herbier à cymodocées du Barcarès comportant toutes les caractéristiques pour être classés en ZNIEFF ont ainsi été retenus. L'herbier identifié se situait sur l'isobathe des 6 m.

Aucune cartographie de l'herbier n'avait été réalisée à ce jour (Dupuy De La Grandrive *et al*., 2007).

Le présent diagnostic scientifique des herbiers de Magnoliophytes marines confirme donc l'intérêt de classer en ZNIEFF l'herbier à cymodocées du Barcarès, en étendant les limites de la ZNIEFF plus au Nord (Figure 118).

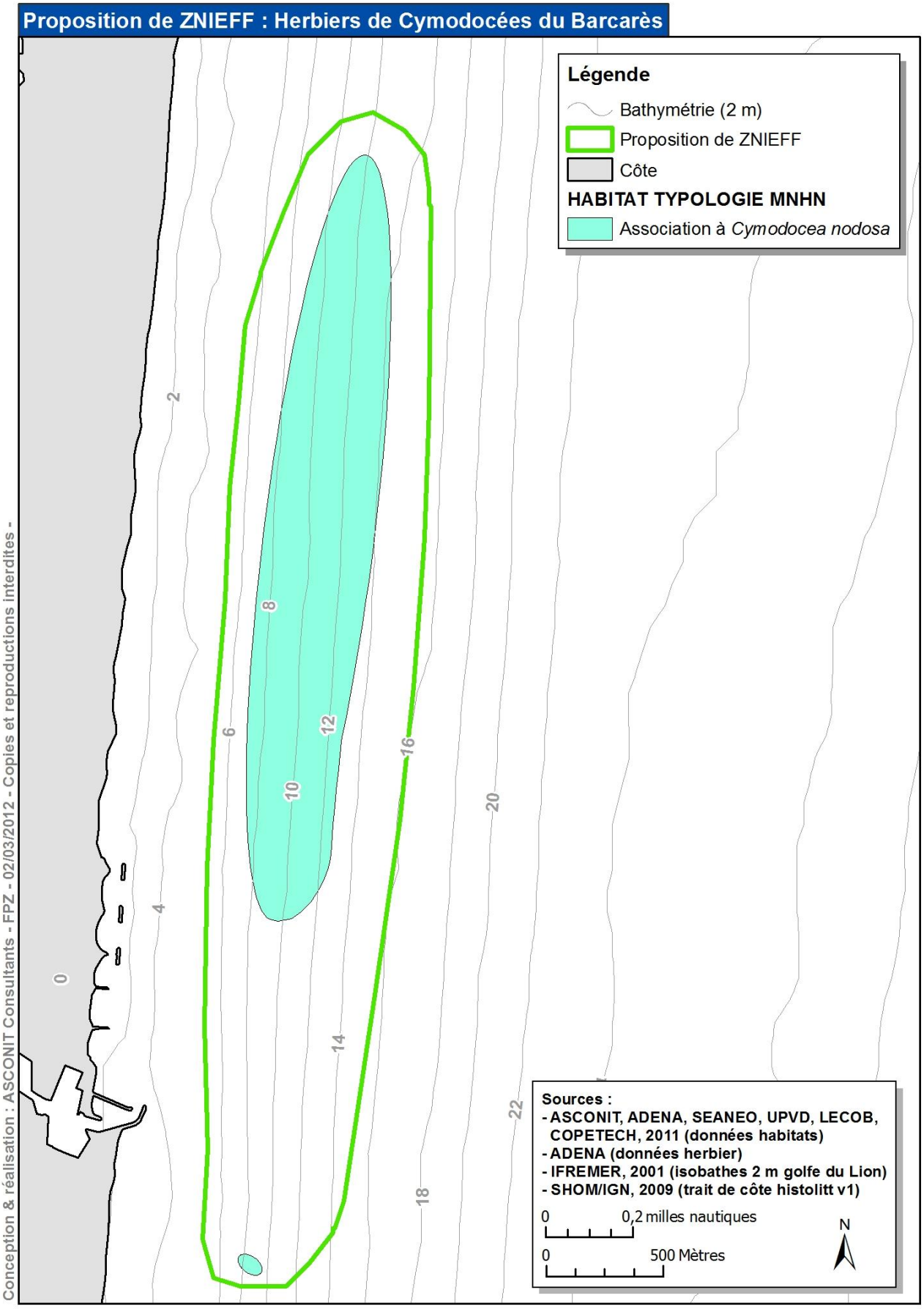


Figure 118: Proposition de ZNIEFF : herbiers à cymodocées du Barcarès.

Partie V : Etude des substrats durs et des structures artificielles

1 Habitat « Récifs » (1170)

1.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La présente étude établit une cartographie de l'habitat "Récifs" sur le Sites d'Intérêt Communautaires « FR9102012 – Prolongement en mer des cap et étang de Leucate » et un complément d'information sur le SIC « FR9101482 – Posidonies de la côte des Albères » devant servir de base à la réalisation du document d'objectifs ou de complément d'informations de ces sites.
Les habitats et sous-habitats d'intérêt communautaire, ont été inventoriés et décris quels que soient leur faciès ou leur état de conservation. Cette phase a pour but de dresser un état initial de l'existant, et ne fait intervenir aucun processus de choix ou de hiérarchisation de priorités.

Dans ce chapitre seront principalement traitées et analysées les données obtenues sur les habitats de type Récifs (1170).
Par "Récifs", le cahier d'habitats et d'espèces Natura 2000 en mer entends « Substrats rocheux et concrétions biogéniques sous-marins ou exposés à marée basse, s'élevant du fond marin de la zone sublittorale, mais pouvant s'étendre jusqu'à la zone littorale, là où la zonation des communautés animales et végétales est ininterrompue. Ces récifs offrent une stratification variée de communautés benthiques algales et animales incrustantes, concrétionnées ou coralliennes » (Le Fur *et al*., 2009).
Trois types d'habitats ont été étudiés dans cette étude :

- Roches infralittorales à algues photophiles (1170-13) ;
- Roches du circalittoral ;
- Coralligène (1170-14).

L'étude des Récifs (1170) comprend en particulier une cartographie de ces biocénoses réalisée par interprétation et interpolation de données issues de mosaïques de sonar à balayage latéral, données de sondeur multifaisceaux, confirmées par des vérités terrain et une approche biodiversité et structurelle basée sur de l'échantillonnage par des plongeurs professionels biologistes.

1.1.1 Typologie des biocénoses de substrats durs rencontrées

1.1.1.1 Récifs (1170)

Les « Récifs » sont les substrats rocheux et concrétions biogéniques sous-marins ou exposés à marée basse, s'élevant du fond marin de la zone sublittorale mais pouvant s'étendre jusqu'à la zone littorale là où la zonation des communautés animales et végétales est ininterrompue. Ces récifs offrent une stratification variée de communautés benthiques algales et animales incrustantes, concrétionnées ou coralliennes.

V.1.1.1.1.1 Caractères généraux

La moitié au moins du littoral français correspond à des substrats durs que ce soient les falaises, les platiers rocheux ou les champs de blocs. Les caractéristiques géologiques déterminent l'existence et la structure des substrats solides qu'ils soient durs et compacts (granites, basaltes), friables (schistes) ou tendres (calcaires), mais ne sont pas déterminantes dans la déclinaison des habitats.
L'action érosive des vagues, conjuguée à celle des organismes vivants (algues et animaux incrustants ou perforants), modèle un tracé général à très forte variabilité topographique. Ces milieux et micromilieux offrent des biotopes protégés (crevasses, surplombs, dessous de blocs, cuvettes permanentes, etc.) favorables à l'installation d'une flore et d'une faune sessile (épibioses) ainsi que des abris à la faune vagile. Cet habitat se présente donc sous forme d'une mosaïque de biotopes variés et juxtaposés au gré de la géomorphologie.

Dans les mers à marée le facteur essentiel qui régit la vie est la longueur du temps d'émersion, aussi les communautés s'organisent-elles en bandes horizontales ou ceintures, sans qu'aucune espèce n'occupe l'ensemble de l'espace vertical qui subit cette alternance immersion-émersion. Cette disposition ou zonation est une double résultante. Tout d'abord la réaction des organismes à l'ensemble des facteurs du milieu interagissant entre eux. Mais elle est également due aux fortes interactions biotiques existant entre les organismes vivants, la prédation et la compétition. Cette dernière est double, compétition pour la place disponible, le degré de couverture par les épibioses pouvant atteindre 100% avec plusieurs strates, compétition pour la nourriture étant donné que le temps de prise des aliments est toujours limité aux temps d'immersion, variables selon le niveau occupé par les espèces.

Les organismes de taille différente peuvent se superposer les uns par rapport aux autres en constituant des strates : encroûtante, muscinante (< 3 cm de hauteur), gazonnante (3-10 cm), herbacée (10-30 cm), buissonnante (30-100 cm), arbustive (> 100 cm).

En Méditerranée ces habitats sont essentiellement soumis au facteur lumière qui conditionne la distribution des différentes espèces d'algues (perforantes, constructrices) et qui constituent d'importants revêtements aux fonctions d'abris, d'alimentation, de supports.

V.1.1.1.1.2 Déclinaison en habitats élémentaires

En Méditerranée, il est possible de distinguer :

- 1170-13. Biocénose infralittorale des algues photophiles (Méditerranée) ;
- 1170-14. Le Coralligène (Méditerranée).

1.1.1.2 Les roches infralittorales à algues photophiles (1170-13)

Les roches infralittorales à algues photophiles correspondent à l'habitat Natura 2000 : 1170 - Code Corine :11.24,11.25 - Typologie ZNIEFF-Mer (1994) : II.9.6, III.9.7 - Typologie EUNIS (1999) : A3.2.

En Languedoc-Roussillon, les roches infralittorales à algues photophiles se retrouvent dans un étage très éclairé et relativement peu profond, entre 0 et 20 mètres (Figure 9). Sur les côtes rocheuses, le contact supérieur se fait avec la biocénose de la roche médiolittorale inférieure (fiche : 1170-12) dans laquelle remontent certaines espèces, lorsque les conditions le permettent. Le contact inférieur s'effectue avec le Coralligène (fiche : 1170-14), avec parfois des échanges de populations au niveau de l'horizon inférieur. La limite de transition entre ces deux biocénoses est donc souvent complexe à déterminer. Dans les zones les plus profondes, ce sont généralement les faciès à gorgones blanches (*Eunicella singularis*) qui prédominent.

Cet habitat est certainement le plus riche et le plus diversifié de tous. Il est dominé par la végétation et sa dynamique est largement conditionnée par le cycle biologique des algues. Suivant les faciès, le maximum de développement se situe en hiver ou en été. Dans tous les cas la plupart des algues ayant un cycle annuel, les thalles tombent ou sont arrachés entraînant une partie des épiphytes et de la faune.
Les faciès correspondant à des conditions environnementales bien particulières, seules des modifications du tracé de la côte ou des altérations du milieu peuvent les faire évoluer.

Les différentes biocénoses de l'étage infralittoral se répartissent selon 3 facteurs écologiques principaux que sont l'éclairement, l'hydrodynamisme et le degré de pollution.
Les peuplements photophiles se découpent en 3 biotopes classés selon l'hydrodynamisme ; le mode battu, semi-battu et relativement calme.

La biocénose de la Roche Infralittorale Photophile de mode Battu (RIPB) est caractérisée par la dominance de l'algue brune *Cystoseira stricta*, remplacée dans certaines zones de Méditerranée par *Cystoseira mediterranea*, espèce climax pour la région de Banyuls sur Mer.

D'autres peuplements à Cystoseires (*C. fimbriata, C. amentacea*) ou à *Corallina mediterranea* associés à la moule *Mytilus galloprovincialis*, décrivent un mode semi-battu.

En Languedoc-Roussillon, en raison de l'action abrasive du sable dans l'étage supérieur, les peuplements décrivent souvent un mode battu à semi-battu perturbé, caractérisés par la dominance et l'association de Corallina elongata, *Halopteris scoparia, Lithophylum inscrustans* et *Mytilus galloprovincialis*

La biocénose des algues photophiles (BAP) caractérise les biotopes de mode relativement calme.
Elle couvre les surfaces les plus importantes, laissant à la biocénose à Rhodophycées Calcaires Encroûtantes et Oursins (RCEO) le peu d'espace qu'elle ne colonise pas (Foulquié *et al*, 2003).

1.1.1.3 Le circalittoral

L'étage circalittoral est toujours immergé. Il s'étend plus profondément, jusqu'à la limite des algues pluricellulaires autotrophes. En principe, il n'est pas inclus dans les limites bathymétriques de la Directive Habitats. Néanmoins, dans certaines conditions de lumière très atténuée, il peut exister, dans la limite des sites à prendre en considération, des habitats (Coralligène et grottes) qui appartiennent à cet étage mais qui sont situés en enclaves dans l'étage infralittoral.

Les espèces marines présentes dans cet étagement biologique sont très diversifiées. L'habitat Coralligène est un des milieux les importants en matière de biodiversité, avec plus de 2 000 espèces recensées (mérou, langouste, homard, gorgones, corail rouge, etc.). Comme pour les autres étagements, les conditions du substrat influencent la répartition et la présence des espèces marines qui se spécialisent en fonction de la présence de vases, de sables ou de zones rocheuses. Parmi les biocénoses de fonds durs, les grottes sous-marines restent des milieux peu connus et très particuliers, mais quasi inexistants en région Languedoc-Roussillon.

V.1.1.1.3.1 Les roches du circalittoral

La roche du circalittoral est un milieu très peu connu principalement du fait de son accessibilité difficile limitant le nombres d'études. Ces surfaces rocheuses sont fréquemment recouvertes de vase. Elles sont colonisées par la faune sessile, principalement par des éponges. D'autres taxons sont également bien représentés tels que les Cnidaires, les Bryozoaires et les Brachiopodes. Les espèces caractéristiques de cette biocénose sont majoritairement d'affinité circalittorale mais des espèces appartenant à l'étage bathyal peuvent également être présentes. Au niveau des zones de contact supérieures avec la roche infralittorale, des échanges de populations peuvent avoir lieu au niveau de cet horizon. La limite de transition entre ces deux biocénoses est donc souvent complexe à déterminer. Dans des conditions de luminosité réduite, les roches du circalittoral peuvent former des enclaves au sein des roches de l'infralittoral.

Au niveau des habitats marins d'intérêt communautaire (Annexe I, DHFF), les roches du circalittoral correspondent à l'habitat Récifs (1170) mais n'ont pas de correspondance dans la liste des habitats élémentaires marins de Méditerranée (Cahiers d'habitats) (Figure 119).

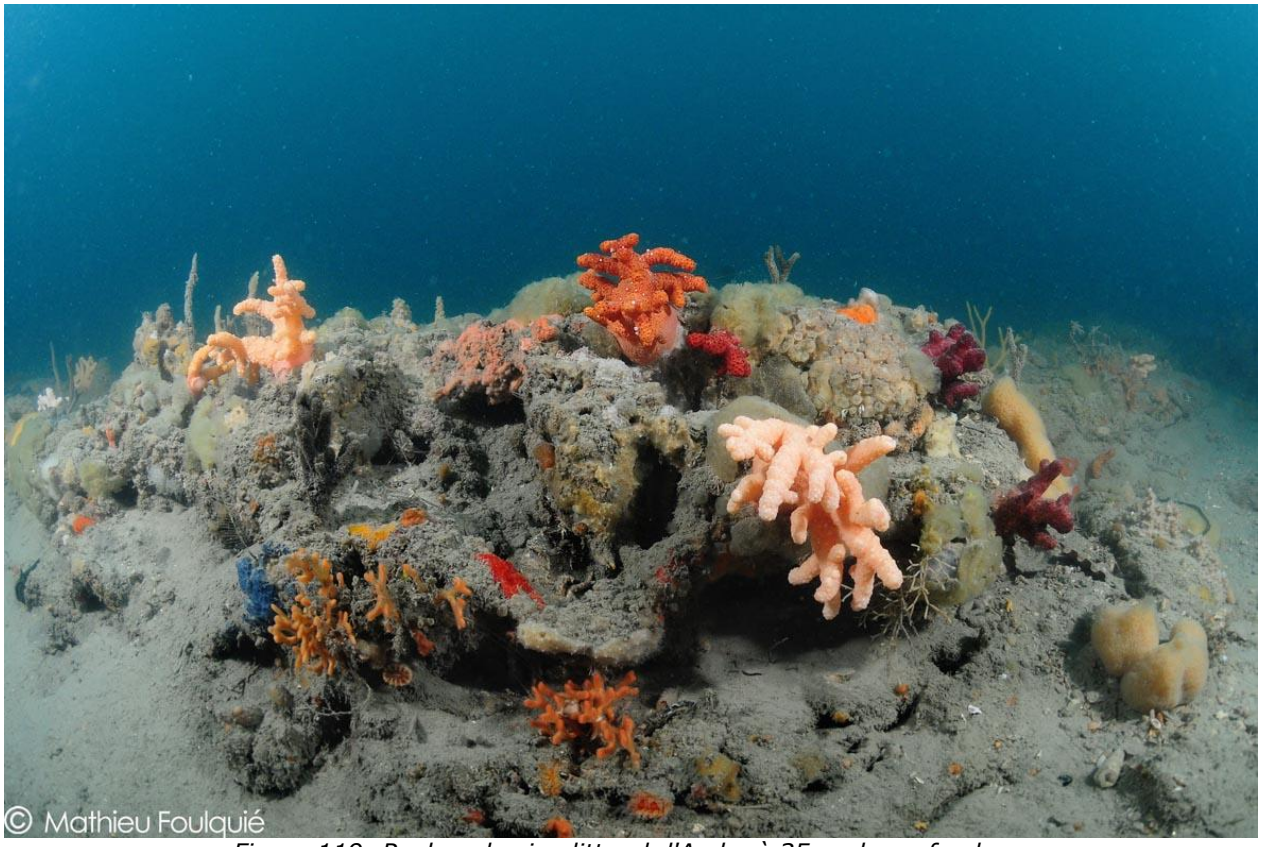


Figure 119: Roches du circalittoral d'Agde, à 35 m de profondeur.

V.1.1.1.3.2 Le Coralligène (1170-14)

Le Coralligène (1170-14) correspond à l'habitat Natura 2000 : 1170 - Code Corine :11.251 - Typologie ZNIEFF-Mer (1994) : IV.6.5 - Typologie EUNIS (1999) : A3.6.

Le Coralligène est considéré comme un carrefour écologique réunissant grâce à l'extrême hétérogénéité structurale de l'habitat, un nombre important de compartiments coenotiques allant de la Biocénose des Algues Photophiles infralittorales aux vases bathyales. La croissance des algues calcaires consolidées et compactées par des invertébrés constructeurs façonne des anfractuosités qui remodelées par les foreurs vont constituer des réseaux cavitaires qui abritent une faune variée et riche ayant souvent des besoins et des relations très diverses.
En raison de cette richesse et de cette grande diversité, le Coralligène est considéré comme un des habitats ayant la plus haute valeur écologique de Méditerranée.

En raison des conditions de forte turbidité et à l'instar de la région de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales), ou du Golfe de Fos (Bouches du Rhône), la biocénose du Coralligène se développe entre 15 et 40 m de profondeur. Au-delà, l'absence de luminosité rend difficile l'édification de véritables structures à Coralligène par les algues calcaires. Il est possible d'observer plus généralement des placages sur roche ou de petits encorbellements entre substrats durs.
En Languedoc-Roussillon, un bioconcrétionnement de type « Coralligène de plateau » tel que décrit par Laborel (1960, 1961), Pérès et Picard (1964) et Sara (1968, 1971) a été identifié dans la zone marine du Cap d'Agde (Hérault) (Blouet *et al*, 2008), au niveau de la falaise de Leucate (Aude) (CARTHAM 2012), et le long de la côte rocheuse

des Albères (Pyrénées orientales) (Laubier, 1965). Cette physionomie particulière du Coralligène apparaît localement dès 15 m de profondeur.
Hormis entre le Cap Béar et le Cap Cerbère où le Coralligène de plateau forme de véritables massifs continus, entrecoupés de langues sableuses, le Coralligène d'Agde et de Leucate se développe principalement sous l'apparence de récifs patatoïdes et de petits murets (Blouet *et al*., 2008, Foulquié *et al*., 2008).
L'étagement du Coralligène dans le Golfe du Lion est une spécificité propre par rapport au reste de la Méditerranée (Figure 120).



Figure 120 : Coralligène de plateau de Canadell à 30 m de profondeur.

1.2 CARTOGRAPHIE DE L'HABITAT RÉCIFS 1170

1.2.1 Méthodologie.

L'inventaire général des habitats « Récifs » du site a nécessité l'application conjointe de deux approches différentes :

- L'imagerie acoustique par sonar à balayage latéral (sonar) pour la prédélimitation des zones rocheuses
- Des plongées sous-marines pour les zones peu profondes et l'utilisation de ROV en zones profondes (de 30 à 65 m) pour la qualification des biocénoses (1170-13, 1170-14).

La première étape a consisté à réaliser une campagne au sonar latéral sur l'ensemble des zones recensées en substrat dur (données SHOM) afin de réaliser une cartographie des substrats (Figure 121).

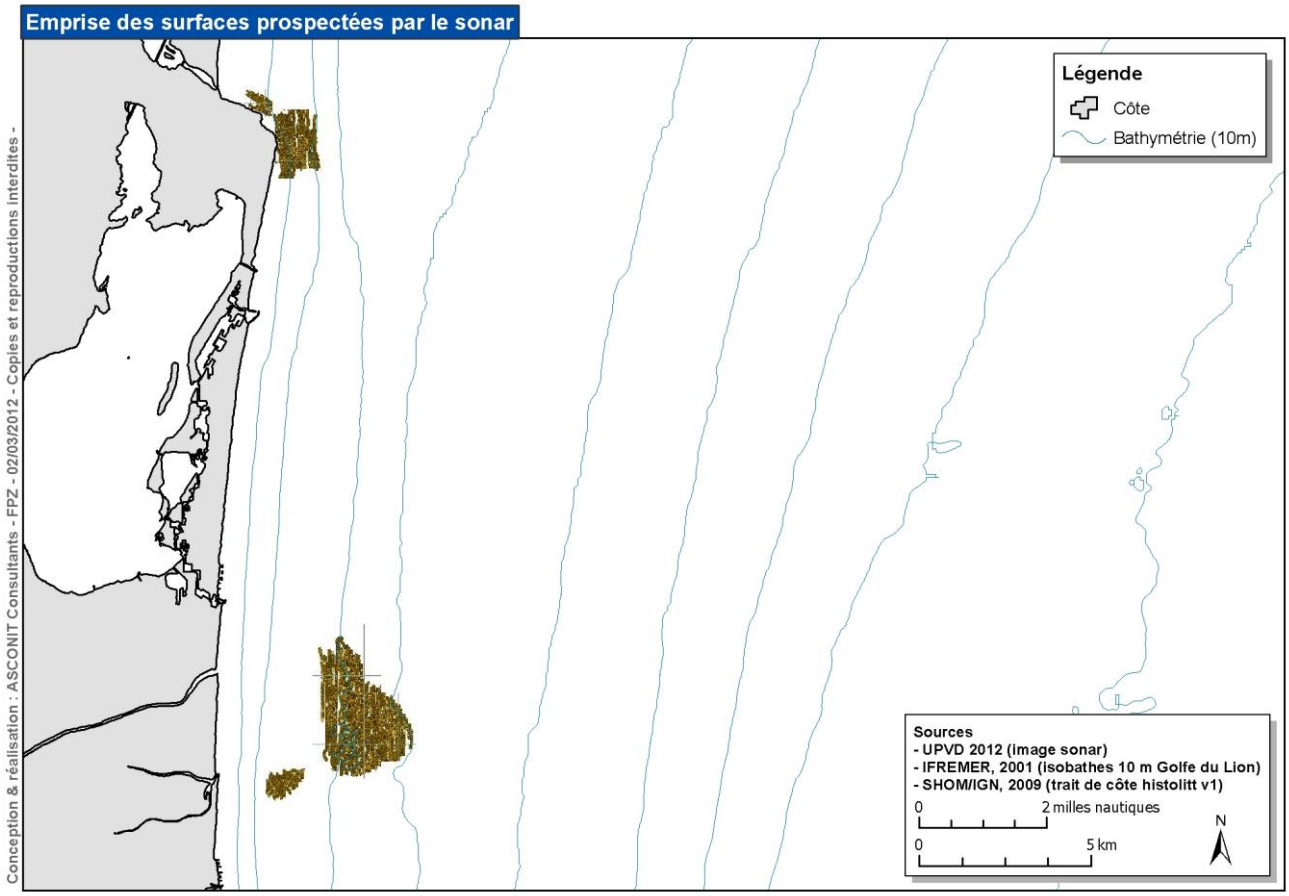


Figure 121 : Emprise des surfaces prospectées par le sonar sur les secteurs Barcarès - Leucate. UPVD 2012.

1.2.1.1 Imagerie acoustique

Le sonar à balayage latéral CM2 -Modèle EDF (Figure 122) utilisé dans cette étude est composé de deux antennes rectangulaires qui émettent et reçoivent le signal dans un secteur angulaire large (transversalement) et étroit (longitudinalement), disposées de chaque côté d'un poisson remorquable (Figure 123). Une impulsion acoustique utilisant des fréquences entre 325 et 780kHz est émise par chacun des lobes.

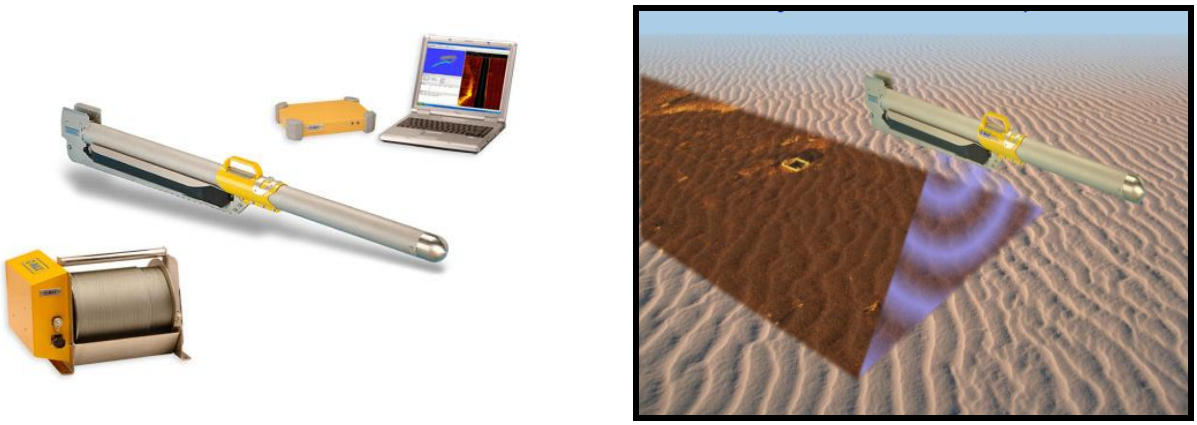


Figure 122 : Sonars à balayage latéral CM2-Modèle EDF.

Ce type de sonar peut être attaché par une potence à la coque de navire mais est normalement remorqué près du fond à une hauteur comprise entre 10 et 15 % de la

portée totale (ex 10 m. au dessus du fond pour une portée de 100 m). Cette géométrie permet d'optimiser l'effet de perspective et d'améliorer la résolution spatiale. Ce type d'appareil fourni des images du fond à haute résolution sur un large secteur.



Figure 123 : Déploiement du Sonar à balayage latéral. © Saragoni Gilles, CNRS.

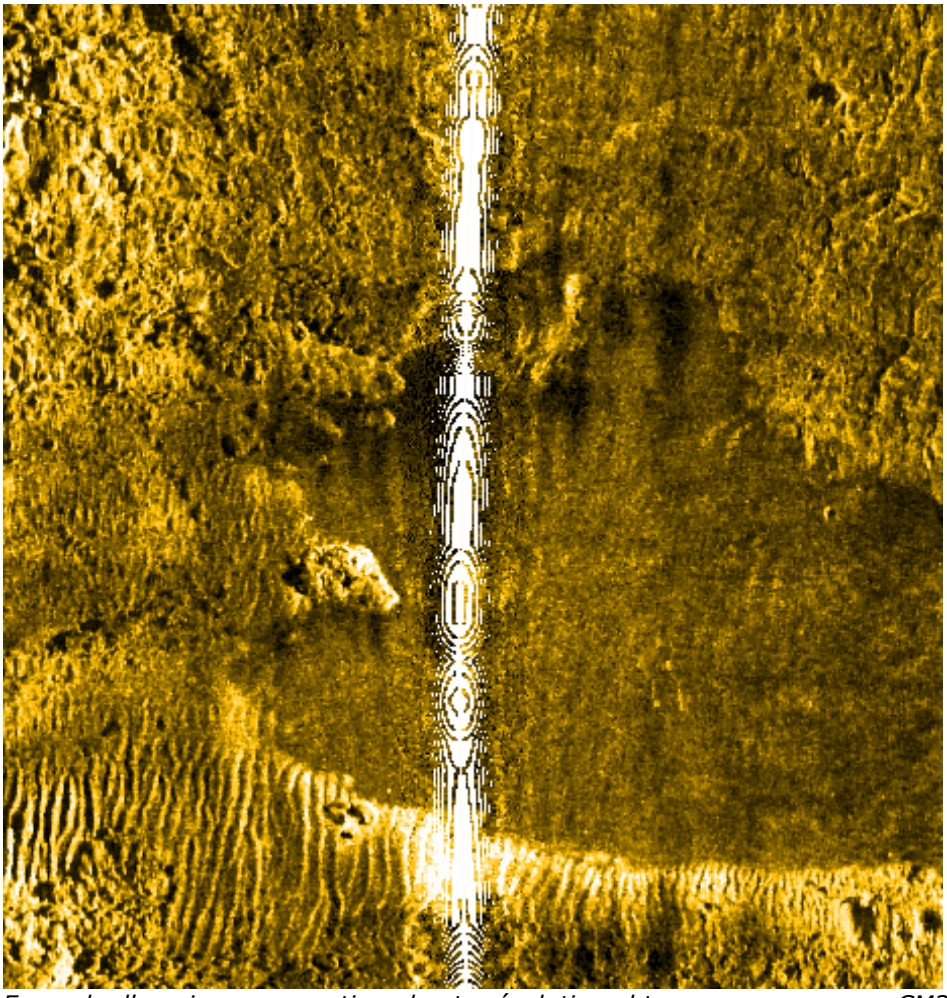


Figure 124 : Exemple d'une image acoustique haute résolution obtenue avec un sonar CM2-Modèle EDF sur un fond à rides de sable et affleurement rocheux (Roche de Leucate).

Une fois la couverture complète de la zone effectuée, l'analyse des données est réalisée avec le logiciel Hypack2011 qui permet la création de mosaïques et le traitement des données (Figure 124).
Le sonar CM2 fournit des informations qualitatives sur la texture, la rugosité, les figures sédimentaires et il est idéal pour la détection d'objet (Annexe 20). La présence des ombrages, produits par les reliefs et par l'interception des ondes acoustiques permet de mettre en évidence certaines structures.
Ces systèmes produisent des images de haute qualité qui peuvent avantageusement être exploitées si la mesure de la bathymétrie n'est pas un enjeu ou si la mesure bathymétrique est obtenue à partir d'un autre système. Ainsi les sonars à balayage latéral sont fréquemment utilisés pour cartographier les limites inférieures des bancs rocheux ou des herbiers.

La seconde étape a consisté à intégrer dans un Système d'Information Géographique (SIG) (MapInfo 7.5 ®) l'ensemble des données brutes récoltées par sonar. Un prétraitement des données a permis la création de polygones primaires bruts. Ces données acquises via l'imagerie ont ensuite nécessité une validation Terrain.
Pour ce faire, les membres du groupement ont effectué des plongées « vérités terrain » de mai à décembre 2011. Lors de ces plongées, le substrat a été décrit, soit par la méthode du plongeur tracté, soit en plongée en suivant un cap, soit en utilisant le ROV.

1.2.1.2 Plongeur tracté

Afin de couvrir le plus de surface possible en plongée, la technique du plongeur tracté a été utilisée au droit de la falaise de Leucate. Pour ce faire, des transects ont été effectués en plongée tractée, associés à une communication sous-marine et à un logiciel de cartographie SIG géo-localisé, afin de délimiter et caractériser les biocénoses *in situ*.

1.2.1.3 ROV

Pour couvrir les stations en profondeur (point compris entre 30 et 65 m), la plongée traditionnelle étant très restrictive et consommatrice de temps, des plongées ROV (Remotely Operated Vehicle) (Figure 125) avec « l'OBSERVER 3.1 » de chez SUBSEA-TECH ont été effectuées. Ce dispositif a été associé à un enregistrement vidéo et à un logiciel de cartographie SIG géo-localisé, afin de délimiter et caractériser les biocénoses plus profondes *in situ*.
Sur l'ensemble des zones couvertes, 212 plongées ROV ont été réalisées.

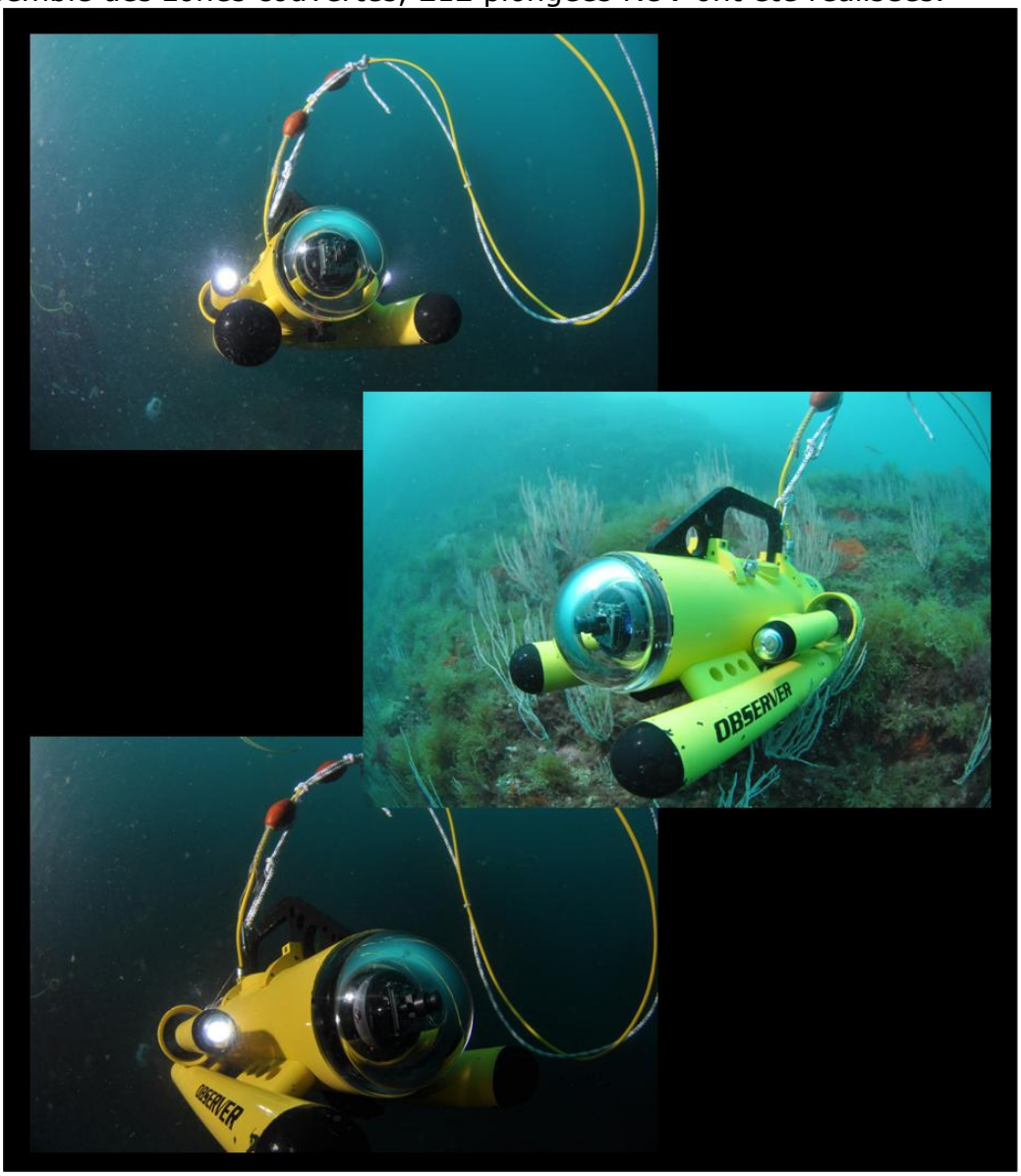


Figure 125 : ROV (Remotely Operated Vehicle) utilisé lors des vérités terrain.© Saragoni Gilles, CNRS.

1.2.2 Résultats

1.2.2.1 SIC « FR9101482 – Posidonies de la côte des Albères »

Dans la bande côtière 300-500 m de large, les travaux de Licari *et al* en 2003 avaient permis de couvrir 882 ha en imagerie afin d'identifier le type de substrat. L'analyse des bandes d'imagerie avait alors permis d'identifier deux grands types de substrats:

- Les substrats durs (galets, éboulis (blocs de 1 à 3 m de diamètre), roche massive, Coralligène, grottes) pour une surface de 352 ha, soit environ 40 % du substrat total ;
- Les substrats meubles (sable, limons et vases) cartographiés et caractérisés par l'Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer (LECOB) pour une surface de 530 ha, soit environ 60 % du substrat total.

En 2011, La redéfinition des polygones de 2003 a modifié ces surfaces avec 553 ha de surfaces meubles (57,87 %) et 403 ha de surfaces dures (42,3 %) (Tableau 41).
Les prospections de 2011 ont augmenté les surfaces dures de 7,6 % (soit 30,61 ha supplémentaires essentiellement dues aux biocénoses Coralligène.

Tableau 41 : Surface et pourcentage par habitat et par année sur la côte rocheuse.

	2011		2003		
	Surface (m²)	**% par habitat**	**Surface (m²)**	**% par habitat**	**Différence**
Substrat meuble	5 537 198	56,08	5 537 198	57,87	=
Substrat dur	4 337 424	43,92	4 031 324	42,13	+ 7,6%
Total	9 874 622		9 568 522		+306 100 m²

V.1.2.2.1.1 RECIFS

Les compléments d'informations en tête de cap ont permis une évaluation plus précise des superficies des habitats présents. Les surfaces de récifs ont été augmentées (+ 8,4 %) (Tableau 42). Cette augmentation est entièrement due au Coralligène qui passe de 93 hectares à 139 hectares (soit +32 %). Sur l'ensemble du substrat rocheux de la zone Natura 2000, le Coralligène représente 31 %.

Tableau 42 : Surface et pourcentage par habitat et par année sur la côte rocheuse.

Biocénose 1170		**2011**		**2003**		**Différence**	
		Surface (m²)	**%**	**Surface (m²)**	**%**	**Surface (m²)**	**%**
13	Roches infralittorale des algues photophiles	2 204 694	55,8	2 204 694	60.48	0	=
13	Blocs infralittorale des algues photophiles	348 464	8,8	503 630	13.82	155 166	-30,80%
14	Le Coralligene	1 398 166	35,4	936 900	25.70	461 266	+ 32.6%
1170	Total	3 951 324		3 645 224		306 100	+ 8,4%

V.1.2.2.1.2 Du Racou au Cap Bear

Entre la zone du racou et le Cap Béar, 26 stations ROV ont été étudiées entre 15 et 40 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier : 20 stations à Biocénose de Coralligène, 5 stations de Biocénose de Roches à algues photophiles et 1 station de Sable.
La cartographie de ces résultats a permis d'identifier 15.5 ha de nouveau substrat coralligène pour la zone et donc d'en reduire d'autant la surface de roches à algues photophiles par rapport à 2003 (Figure 126).
Au niveau du Cap Béar, 39 stations ROV ont été étudiées, entre 30 et 60 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 20 stations à biocénose de Coralligène, 11 stations de biocénoses à Vase terrigènes, 7 stations de biocénose de Roches à algues photophiles et 1 station de sable.

La cartographie de ces résultats a permis d'identifier 174 000 m² de nouveau substrat Coralligène pour la zone (Figure 126).

V.1.2.2.1.3 Cap l'Abeille

Au niveau du Cap Abeille, 15 stations ROV ont été étudiées, entre 25 et 37 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 13 stations à biocénose de Coralligène, 1 station de biocénose à vase terrigène et 1 station de sable.

La cartographie de ces résultats ainsi qu'un redécoupage des anciennes données SIG ont permis d'identifier 217 000m² de nouveau substrat Coralligène pour la zone (Figure 127).

V.1.2.2.1.4 Cap Rédéris

Au niveau du Cap Rédéris, 23 stations ROV ont été étudiées, entre 23 et 56 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 7 stations à biocénose de Coralligène, 10 stations de biocénose à vase terrigène, 5 stations de biocénose de roches à algues photophiles et 1 station de Sable.

La cartographie de ces résultats ainsi qu'un redécoupage des anciennes données SIG ont réduit la surface substrat Coralligène pour la zone de 24 000 m² (Figure 128).

V.1.2.2.1.5 Cap Peyrefitte

Au niveau du Cap Peyrefitte, 24 stations ROV ont été étudiées, entre 30 et 63 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 12 stations à biocénose de Coralligène, 5 stations de biocénose à vase terrigène et 7 stations de sable.

La cartographie de ces résultats ainsi qu'un redécoupage des anciennes données SIG ont réduit la surface substrat Coralligène pour la zone de 24 000 m² (Figure 128).

V.1.2.2.1.6 Cap Cerbère

Au niveau du Cap Abeille, 11 stations ROV ont été étudiées, entre 29 et 47 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 10 stations à biocénose de Coralligène, 1 station de biocénose de roches à algues photophiles.

La cartographie de ces résultats ainsi qu'un redécoupage des anciennes données SIG ont permis d'identifier 58 000 m² de nouveau substrat Coralligène pour la zone (Figure 129).

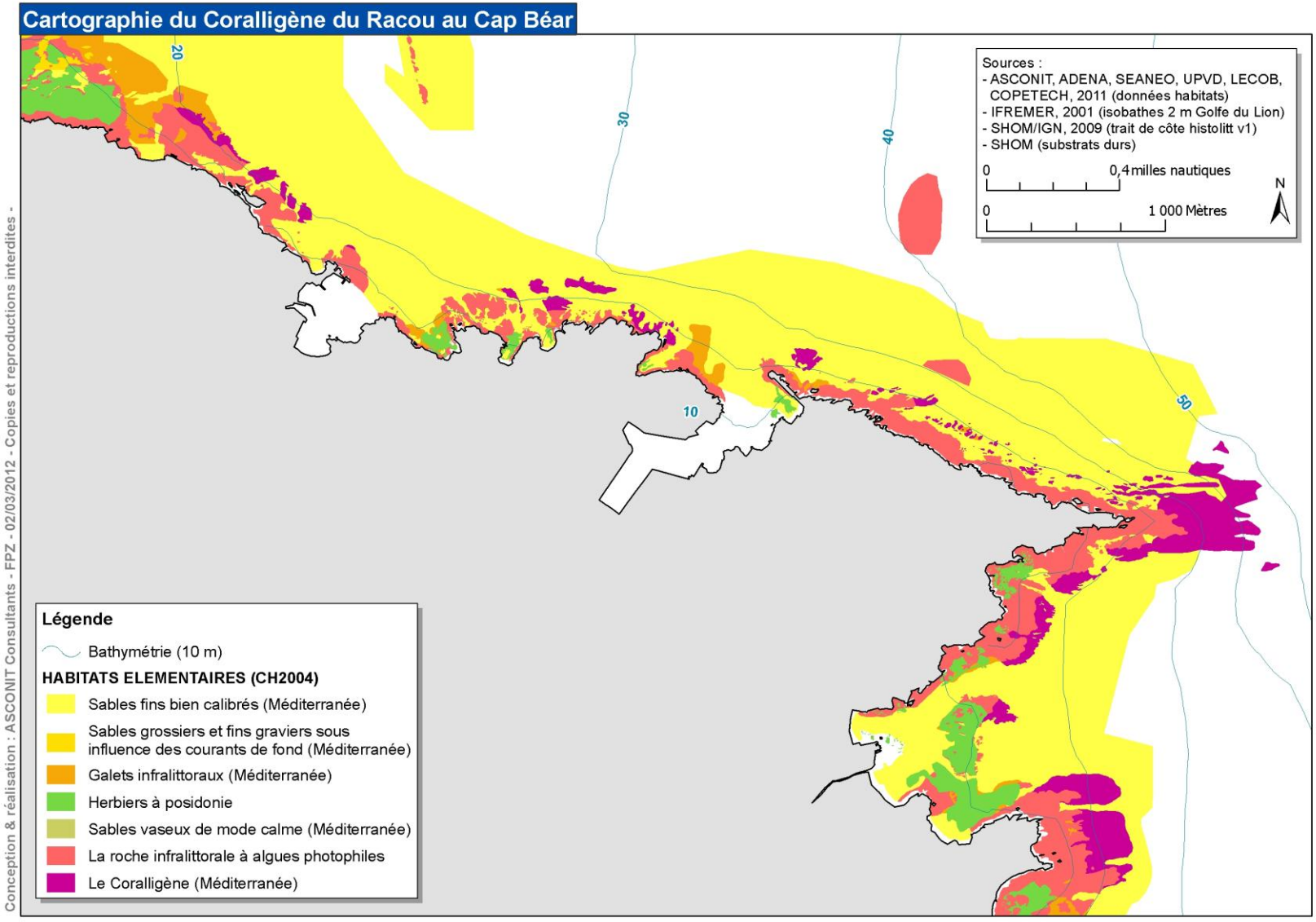


Figure 126 : Cartographie du Coralligène du Racou au Cap Béar.

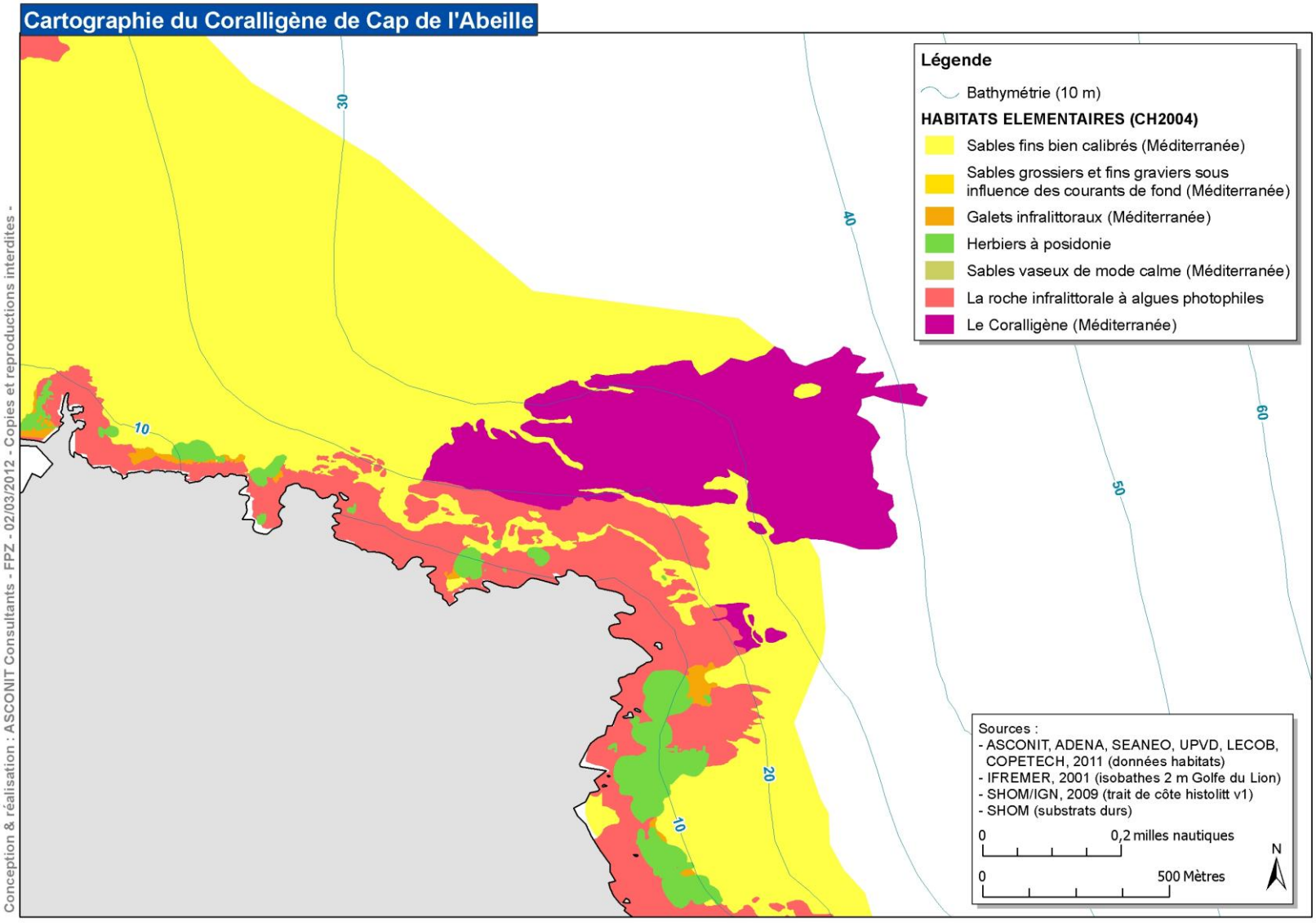


Figure 127 : Cartographie du Coralligène du Cap L'Abeille.

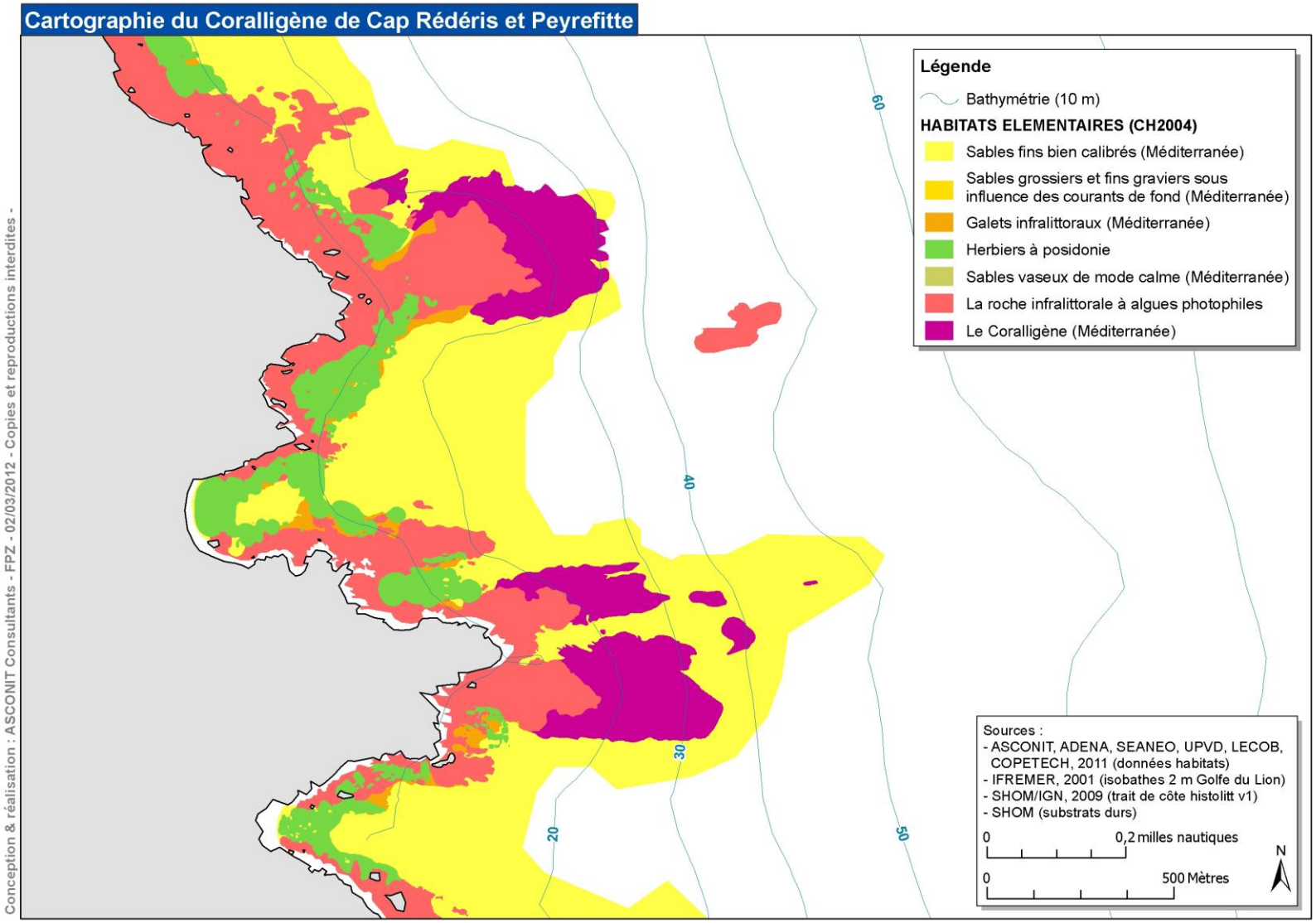


Figure 128 : Cartographie du Coralligène des Cap Rédéris et Peyrefitte.

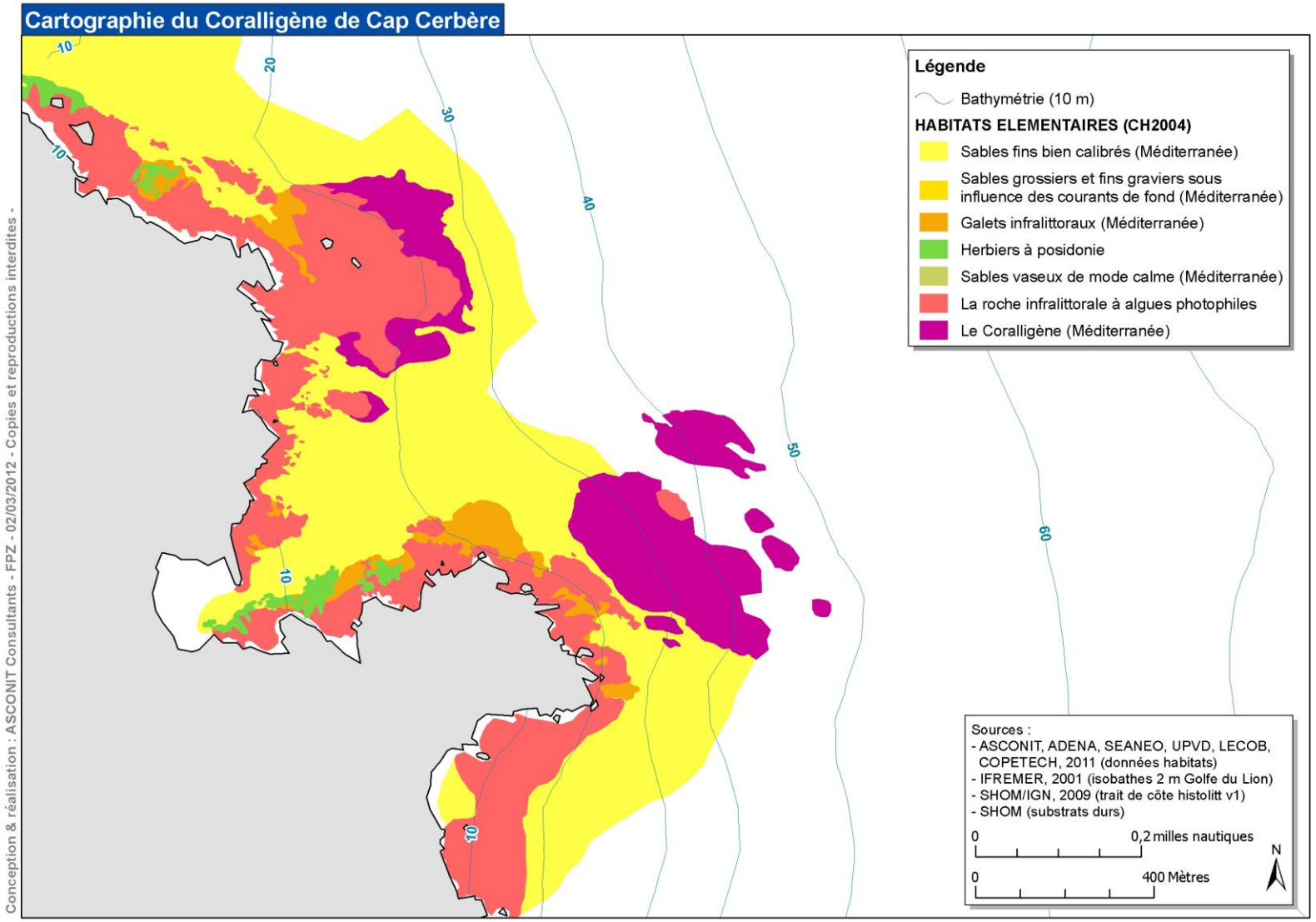


Figure 129 : Cartographie du Coralligène du Cap Cerbère.

En 2003, la largeur de la bande couverte en imagerie n'avait pas permis de sonder les roches isolées du large mais pourtant comprises dans le périmètre du site Natura 2000. Ces dernières sont essentiellement positionnées entre Argelès-sur-Mer et Port-Vendres ; il s'agit des :

- Roches de St André et de Tavac à environ 20 m de profondeur au large d'Argelès-sur-Mer ;
- Roches Fayté du Nord, Fayté du Sud et Traversière à environ 20 m de profondeur devant Collioure ;
- Roche Cardinalane à 30 m et des Roches de La Motte et Trapedou à 45 m entre Port-Vendres et le Cap Béar.

En 2011, Les roches Tavac, Fayté et Traversière ont pu être prospectées et cartographiées (Figure 130).

V.1.2.2.1.7 Roches Tavac

La Roche Tavac est un ensemble de roches de 47 642 m² (Tableau 43) situé sur 20 m de profondeur devant Argelès-sur-Mer. (Figure 131). Elle est constituée de 3 grosses entités rocheuses (6 107 m², 38 090 m² et 701 m²), avec quelques blocs rocheux éparpillés à l'Ouest de la plus grosse unité. A 340 m au Nord / Nord-Ouest se trouve un objet, non identifié de 90 m², au milieu d'une zone de sable sous influence des courants de 14 173 m². Au niveau des Roches Tavac, 3 stations ROV ont été étudiées, entre 15 et 25 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 2 stations de biocénose de roches à algues photophiles, et 1 station biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC), confirmant que l'objet non identifié était un banc de sable.

Tableau 43 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Tavac).

	Surface (m²)	% par habitat
Substrat meuble	495 075	91,22
Substrat dur	47 642	8,78
Total	542 717	

Sur ces entités, il existe des zones de sable ridé sur roche pour une surface de 2 377 m². Ceci décrit un taux d'ensablement de la roche (défini par le pourcentage de surface de sable sur roche sur la surface de roche totale) de 5,3 %. Le reste de la zone comprend du substrat meuble sur une surface de 480 902 m².

V.1.2.2.1.8 Roches Fayté et Traversière

Les roches Fayté du Nord, Fayté du Sud et Traversière sont un ensemble de roches situées à 20-25 m de profondeur devant Collioure (Figure 130). En totalité elles représentent 16 127 m² de substrat rocheux pour 384 017 m² de substrat meuble sur la surface de prospection (Tableau 44).

Tableau 44 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Fayté).

	Surface (m²)	% par habitat
Substrat meuble	384 017	95,95
Substrat dur	16 217	4,05
Total	400 234	

La roche Fayté Nord se compose d'une seule entité rocheuse de 6 939 m², la Fayté Sud de 5 entités rocheuses de 5 484 m². A l'Est à 190 m puis à 100 m, il faut noter la présence de deux petites roches isolées de 127 et 50 m². La roche Traversière se

compose d'une grosse entité de 3 551 m² et de 2 petits rochers de 42 m² et 23 m². Le substrat meuble représente 95 % de la zone prospectée. Au niveau de ces roches, 3 stations ROV ont été étudiées, entre 25 et 30 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 3 stations de Biocénose de Roches à algues photophiles.

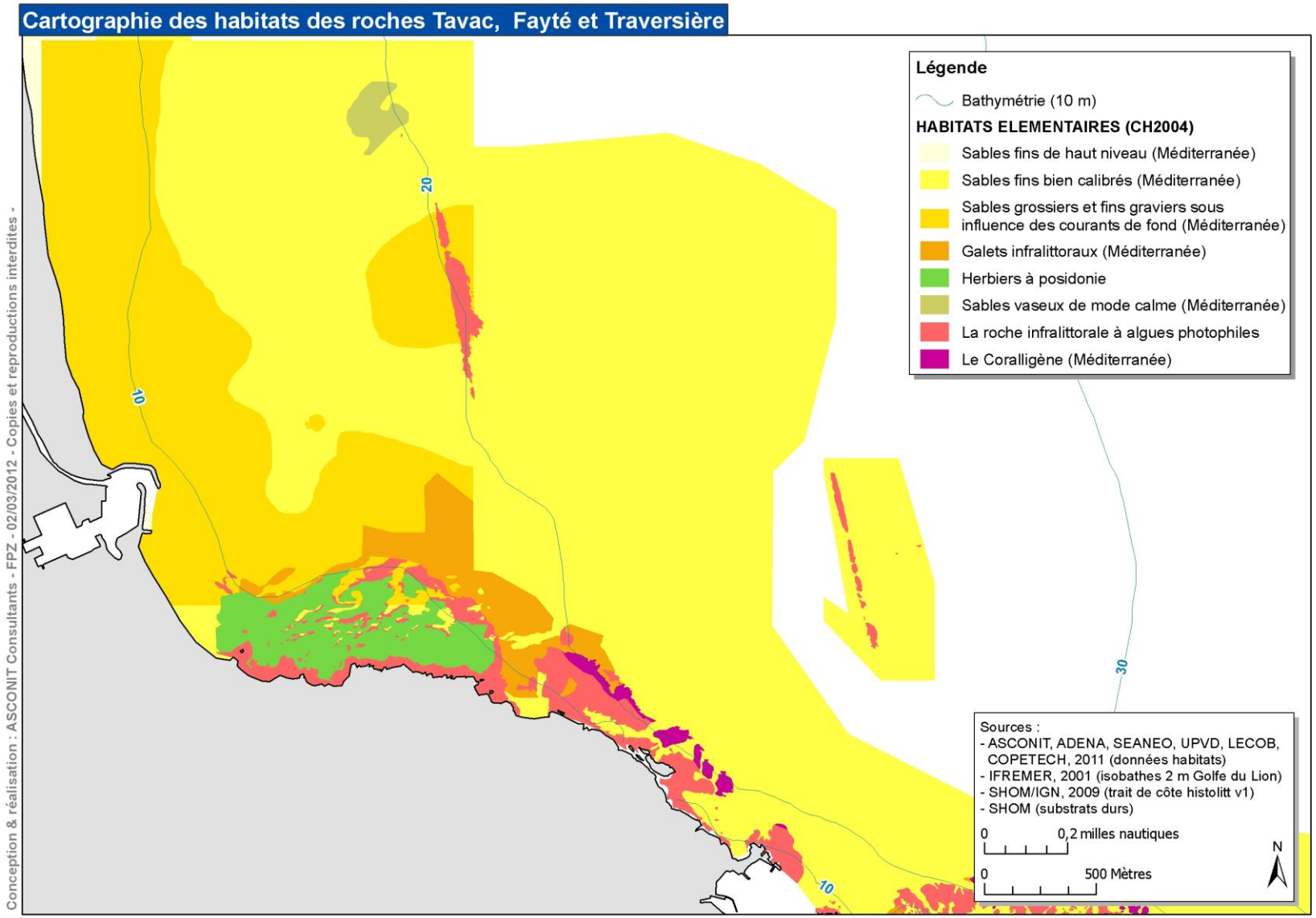


Figure 130 : Cartographie des habitats des roches Tavac, Fayté et Traversière.

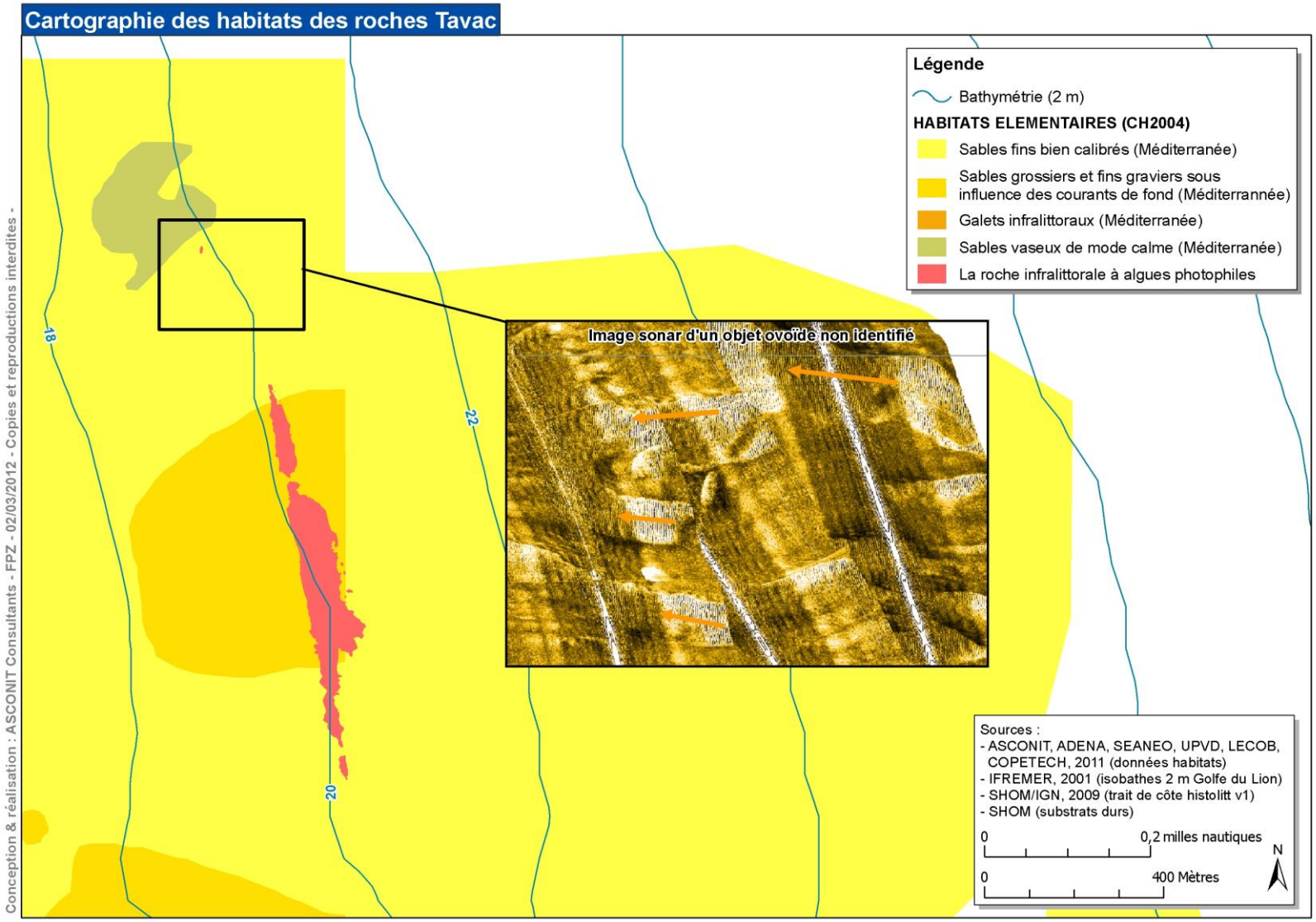


Figure 131 : Cartographie des habitats des roches Tavac et localisation d'un objet ovoïde non identifié.

1.2.2.2 SIC «FR9102012 – Prolongement en mer des cap et étang de Leucate »

V.1.2.2.2.1 Falaise de Leucate et Sorcière

Les roches de la falaise de Leucate et de la Sorcière sont un ensemble de roches situé entre 3 et 26 m de profondeur, en face de la falaise de Leucate. (Figure 132). Elles sont constituées de petites entités rocheuses composées d'éboulis en bord de falaise et d'un plateau rocheux s'étendant jusqu'à 26 m de profondeur.

V.1.2.2.2.2 Roches de la Sorcière.

Les roches de la Sorcière (29 034 m²) (Tableau 45) sont composées essentiellement d'éboulis provenant de la falaise et formant sur le fonds des blocs rocheux colonisés par les algues photophiles. La profondeur de la zone varie de 3 à 10 m maximum. Le reste de la zone prospectée se compose en majorité de substrat meuble (91,59 % avec 316 272 m²) (Figure 132).

Tableau 45 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Sorcière).

	Surface (m²)	% par habitat
Substrat meuble	316 272	91,59
Substrat dur	29 034	8,41
Total	345 306	

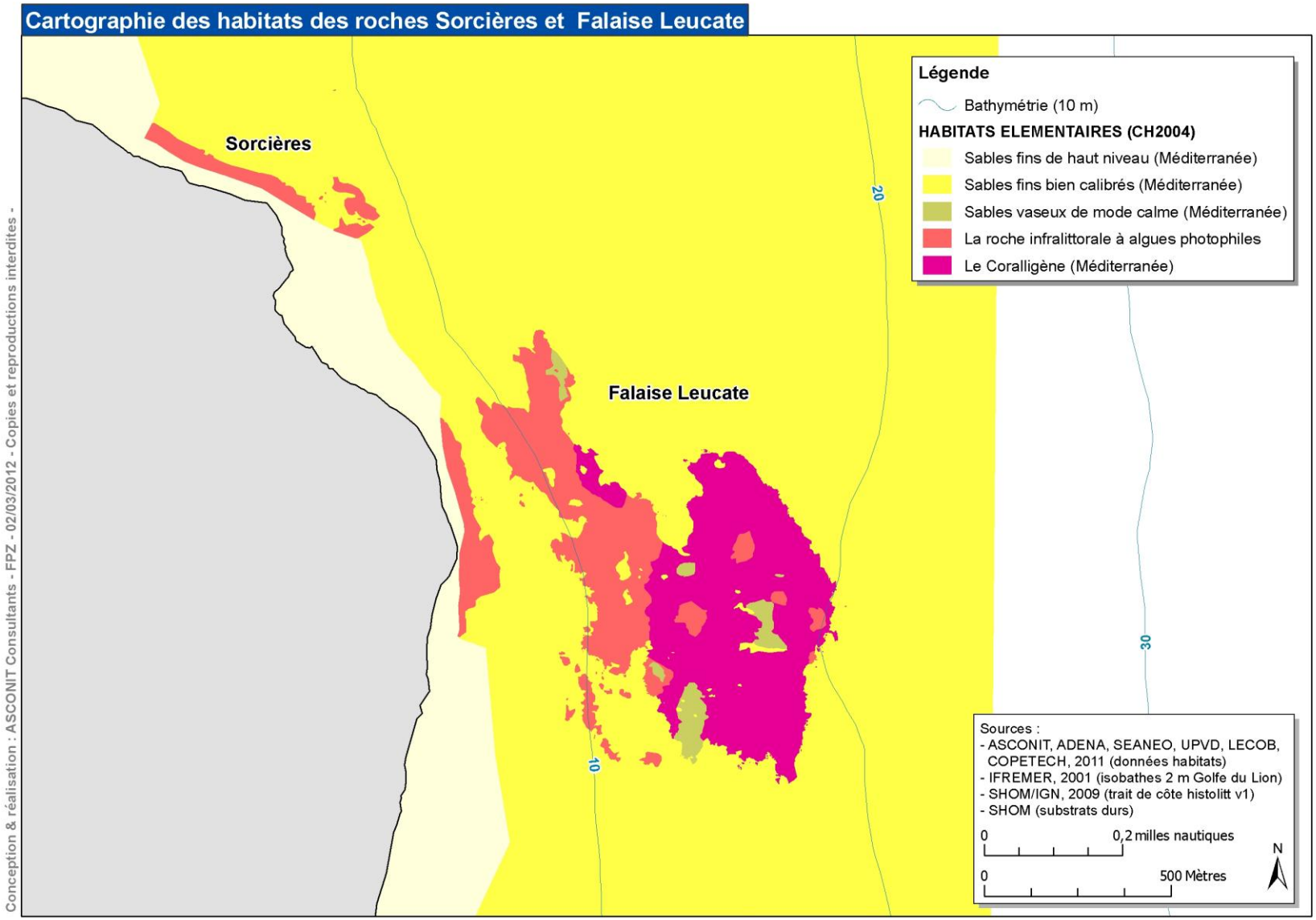


Figure 132 : Cartographie des habitats des roches Sorcières et Falaise Leucate.

V.1.2.2.2.3 Roche de la falaise de Leucate.

Les roches de la falaise (516 998 m²) (Tableau 46) représentent prés de 25 % de la zone prospectée. Le reste de la zone se compose en majorité de substrat meuble biocénose des sables fins bien calibrés principalement. Sur les 159 ha de ce substrat 0,4 % présentent des rides (ripple-mark) indiquant des zones de courants modérés. Au Nord du plateau (Figure 133), ces rides sont assez espacées et indiquent une direction du courant Nord-Ouest/Sud-Est, le reste des marques sont assez rapprochées, dirigées Ouest-Est et sont une résultante de l'action des vagues.

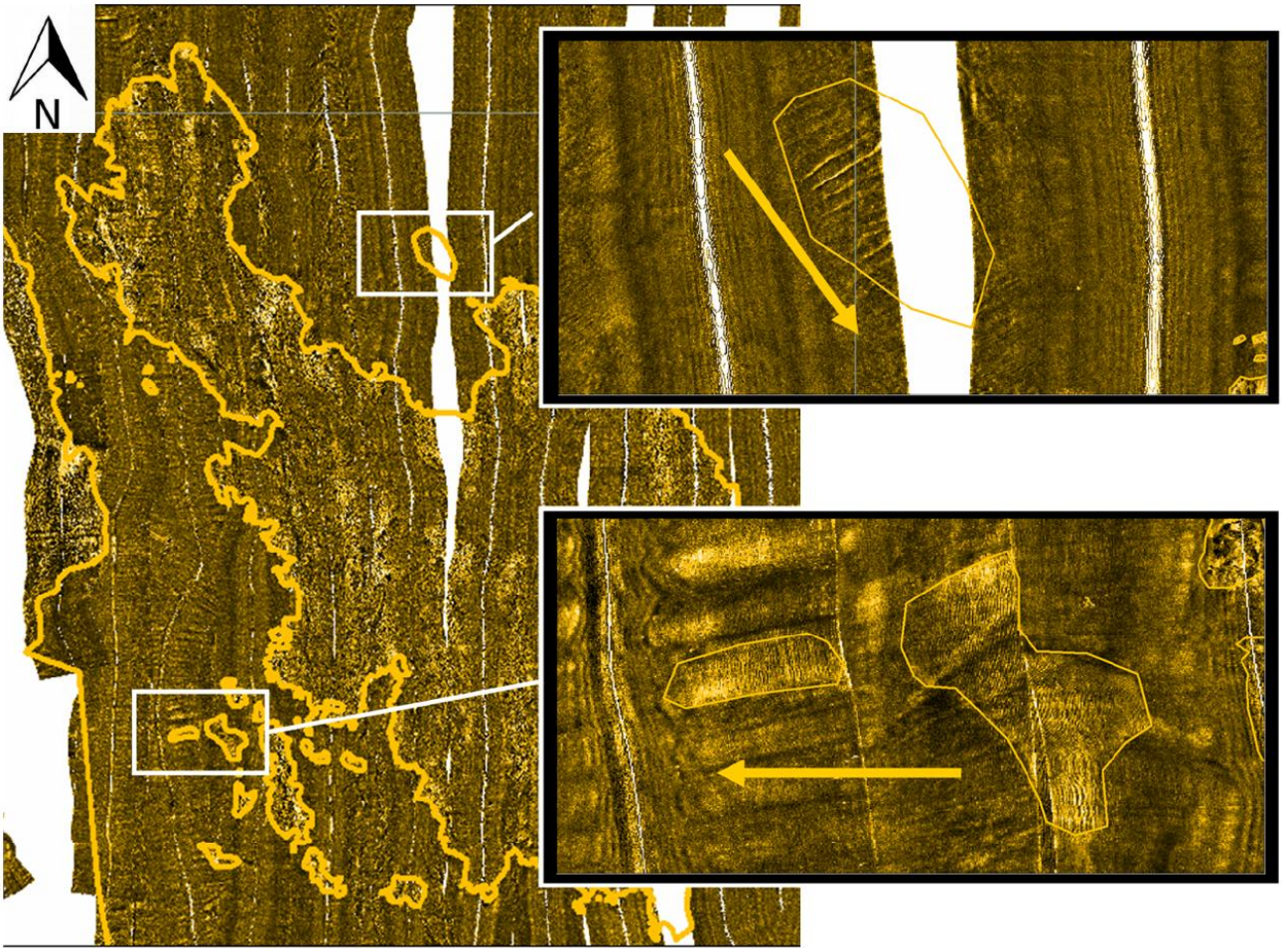


Figure 133 : Description des « ripple-mark » observé sur le plateau rocheux de la falaise de Leucate. Les flèches orange indiquent le sens du courant.

En bordure de falaise, comme pour la Sorcière, les roches sont composées essentiellement d'éboulis provenant de la falaise et formant sur le fonds des blocs rocheux colonisés par les algues photophiles. La profondeur de la zone varie de 3 à 6 m maximum. Cette zone est séparée du plateau rocheux par un chenal de substrat meuble large de 60 m au Nord et de 300 m au Sud. (Figure 132). Le transit du sable venant du Nord s'effectue par ce chenal.

Tableau 46 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Leucate).

	Surface (m²)	% par habitat
Substrat meuble	1 592 580	75,49
Substrat dur	516 998	24,51
Total	2 109 578	

Au niveau du Cap Leucate, 27 stations ROV on été étudiées, entre 8 et 21 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 5 stations de Coralligène, 3 stations de sables vaseux superficiels de mode calme, 12 stations de roches à algues photophiles et 7 stations de sables fins bien calibrés (SFBC).

Le plateau rocheux se compose de 2 grands types de biocénoses avec de la roche à algues photophiles (avec une majorité de Facies à *Eunicella singularis*), et du Coralligène se présentant sous plusieurs formes (plateau, blocs).

Sur l'ensemble du substrat rocheux sondé (Tableau 47), 269 910 m² (52,21 %) sont représentés par du Coralligène et 198 086 m² par des roches à algues photophiles (38,31 %). Les 9,48 % restant représentent de la roche recouverte soit de sable (4,51 %) soit de vase (4,97 %).

Tableau 47 : Surface et pourcentage par Biocénose de la zone Sondée (Leucate).

Biocénose			Surface (m²)	% par habitat	% par type de substrat
Meuble	Superficielle	Sous-jacente			
1110	Sable ridé		6 784	0,43	0,43
1110	Sable non ridé		1 585 796	99,57	99,57
	Total		1 592 580		100,00
Meuble	Superficielle	Sous-jacente			
1110	Sable ridé	Roche	23 322	100,00	4,51
1110	Sable non ridé	Roche		0,00	0,00
	Total Sable/Roche		23 322		4,51
Meuble	Superficielle	Sous-jacente			
1130	Vase	Roche	25 680		
	Total Vase/Roche		25 680		4,97
Dur	Superficielle	Sous-jacente			
1170	Récif		0	0,00	0,00
1170-13	Roches Photo.		198 086	42,33	38,31
1170-14	Coralligène		269 910	57,67	52,21
	Total Récif		467 996		90,52
	Total dur		516 998		

V.1.2.2.2.4 Roches de Terre et de Toreilles

Les roches de Terre et de Toreilles sont deux ensembles de roches distinctes situées entre 25 et 43 m de profondeur, en face de Toreilles (Figure 135)

V.1.2.2.2.5 Roches de terre

Situés au Sud de la zone, entre Toreilles et l'embouchure du Bourdigou, elles sont constituées d'un plateau rocheux très ensablé s'étendant entre 25 et 30 m de profondeur (Figure 135). La surface de la zone sondée représente 785 372 m², avec plus de 70% de substrat meuble. (Tableau 48)

Au niveau des roches de Terre, 6 stations ROV ont été étudiées, entre 25 et 29 m de profondeur. Celles-ci ont permis d'identifier 2 stations de Biocénose de Roches à algues photophiles et 4 stations de sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond (SGCF).

La limite Nord du plateau rocheux est distincte mais ce dernier s'enfonce très rapidement au Sud où les limites substrat dur/substrat meuble sont plus difficiles à discerner (Figure 134)

Tableau 48 : Surface et pourcentage par habitat de la zone Sondée (Terre).

	Surface en m²	% par habitat
Substrat meuble	555 170	70,69
Substrat dur	230 202	29,31
Total	785 372	

Sur les 230 202m² de substrat dur détecté, plus de 83% de celui-ci est recouvert de sable ou de sable ridé (Tableau 49). Cependant avec 38 700 m² réparties sur 33 polygones, la redéfinition de ces roches apporte un gain net de 11000 m² par rapport aux données d'Augry et Mear (1993).

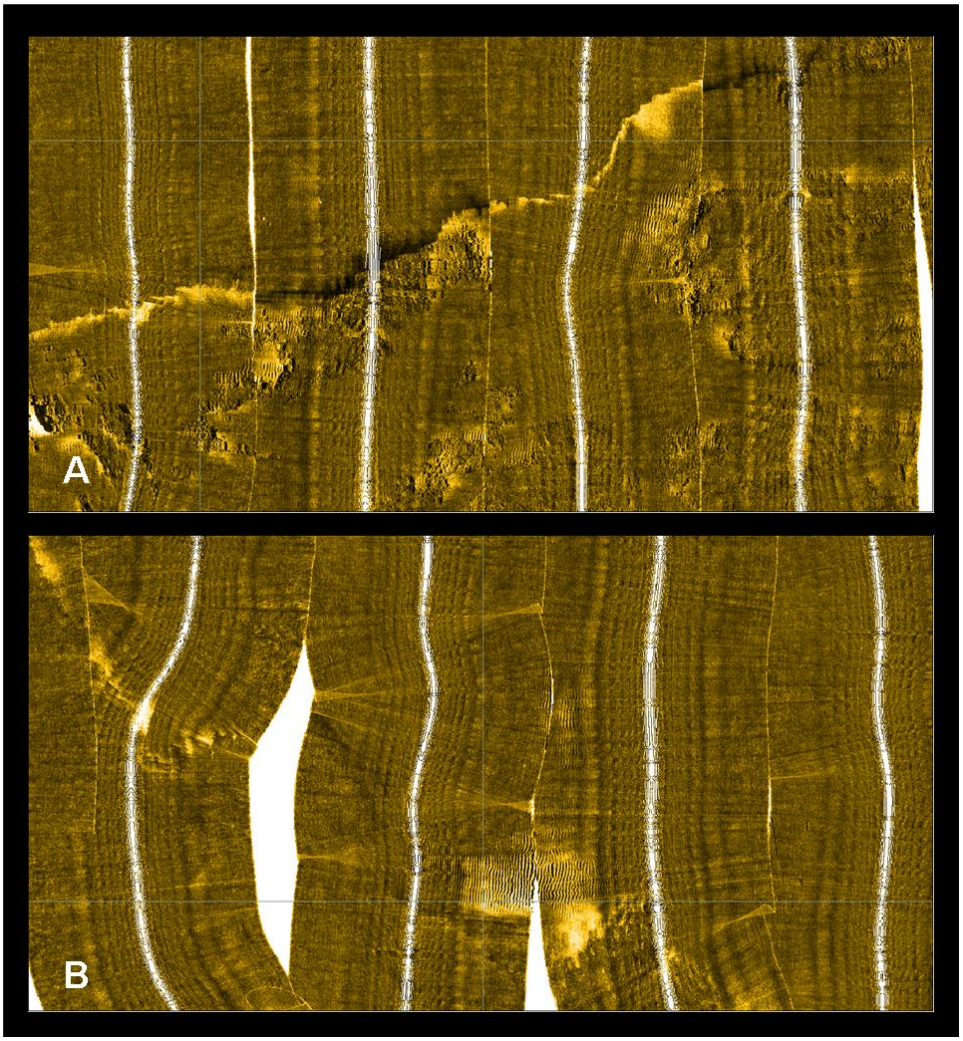


Figure 134: Image Sonar des bords Nord (A) et Sud (B) de la Roche de Terre.

Tableau 49 : Surface et pourcentage par Biocénose de la zone Sondée (Roche de Terre).

Biocénose			Surface	% par habitat	% par type de substrat
Meuble	Superficielle	Sous-jacente			
1110	Sable ridé	Roche	12 087	6,31	5,25
1110	Sable non ridé	Roche	179 438	93,69	77,95
	Total		191 525		83,20
1130	Vase	Roche	0		
	Total		0		0,00
Dur	Superficielle	Sous-jacente			
1170	Récif			0,00	0,00
1170-13	Roches Photo.		38 677	100,00	16,80
1170-14	Coralligène			0,00	0,00
	Total Récifs		38 677		16,80
	Total substrats durs		230 202		

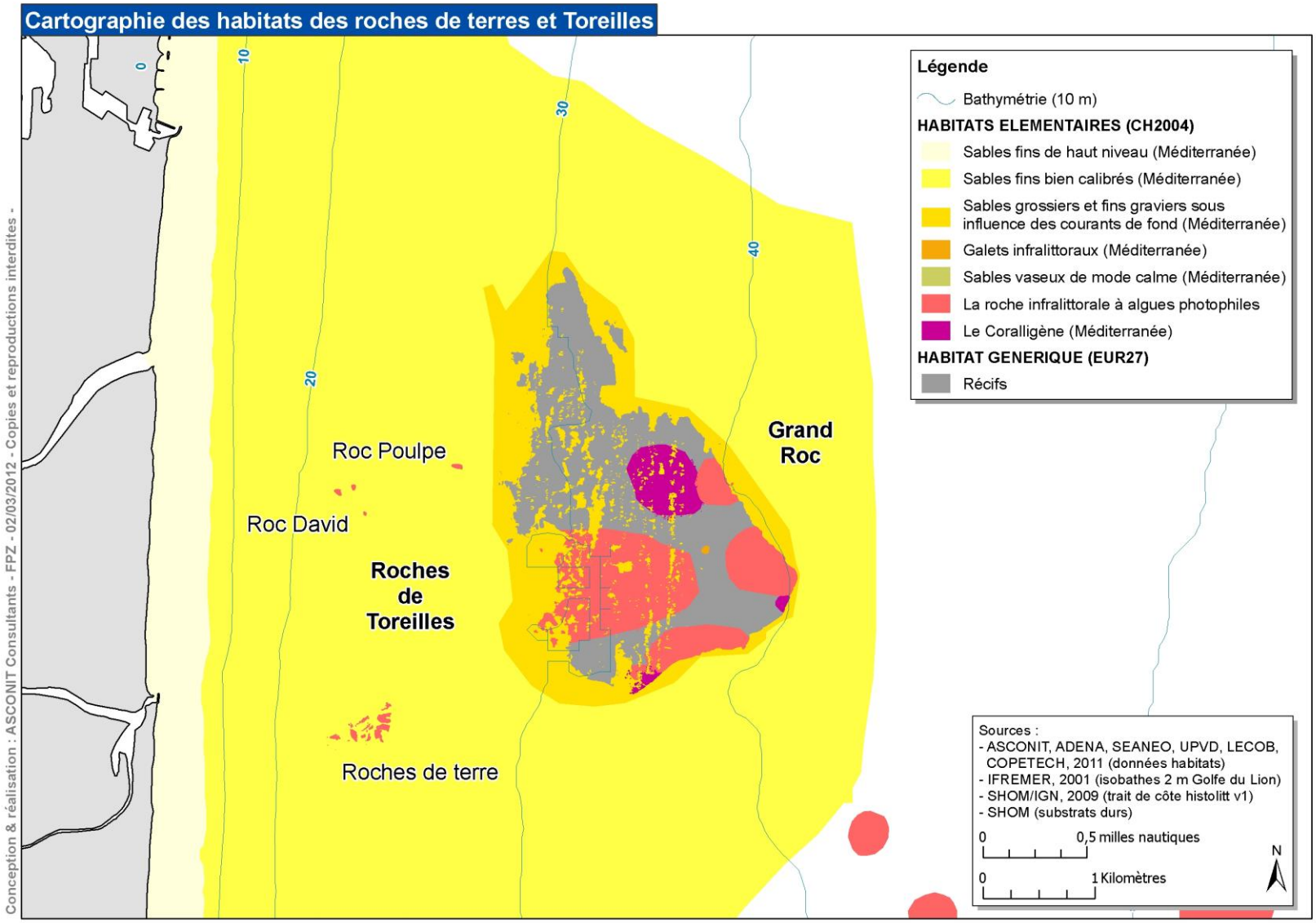


Figure 135: Cartographie des habitats des roches de Terre et Toreilles.

V.1.2.2.2.6 La Roche de Toreilles

La Roche de Toreilles est composée d'une importante entité rocheuse de prés de 4,93 km² (Figure 144). Le total de la zone sondée représente plus de 6,93 km² (Tableau 50).

Tableau 50 : Surface et pourcentage des substrats de la zone sondée (Toreilles).

	Surface (m²)	% par habitat
Substrat meuble	2 279 629	32,85
Substrat dur	4 931 635	71,08
Total	7 211 264	

En terme de substrat meuble, la zone est représentée par du sable grossier à fins graviers sous influence des courants de fonds. Quelques ripples mark (1,1%, Tableau 51) indiquent que ces courants sont surtout dirigés d'Est en Ouest, et sont donc induits par la force des vagues de tempête (Figure 136)

Tableau 51 : Surface et pourcentage par Biocénose (substrat meuble) de la zone sondée (Toreilles).

Biocénose		Surface (m²)	% par habitat	%par type de substrat
Meuble				0
1110	Sable ridé	25 559	1,12	1,12
1110	Sable non ridé	2 254 070	98,88	98,88
	Total Sable	2 279 629		100,00

Sur les 4,93 km² de roches sondées seulement 23,38 % de blocs ont été détectés (Tableau 52), ce qui permet de décrire le substrat comme une dalle rocheuse assez plate entrecoupée par de rares blocs rocheux surtout sur la partie Ouest et centrale de la zone.

Tableau 52 : Surface et pourcentage pour le Substrat dur de la zone sondée (Toreilles).

		Surface	% par habitat
Substrat dur	Bloc	1 152 815	23,38
	Roche	3 778 820	76,62
	Total	4 931 635	100.00

Sur ce substrat rocheux, des zones de sables, sables ridés et de galets (respectivement 460 705 m², 107 961 m² et 4 177 m²) ont été détectés. Cet ensablement (à hauteur de 11,62 % de la surface totale) (Tableau 53) est beaucoup moins marqué que sur le plateau rocheux de terre situé à proximité.

Ce plateau rocheux se compose donc de roche ensablé à 11,62 %, de Biocénose Coralligène à 6,7 % et de Biocénose de Roches à algues photophiles à 30,25 %, le reste (51,43 %) étant classifié dans « Récifs ». Cette classification majoritaire est due au fait de la difficulté d'inclure des sous-classes de type de roche dans la typologie proposé.

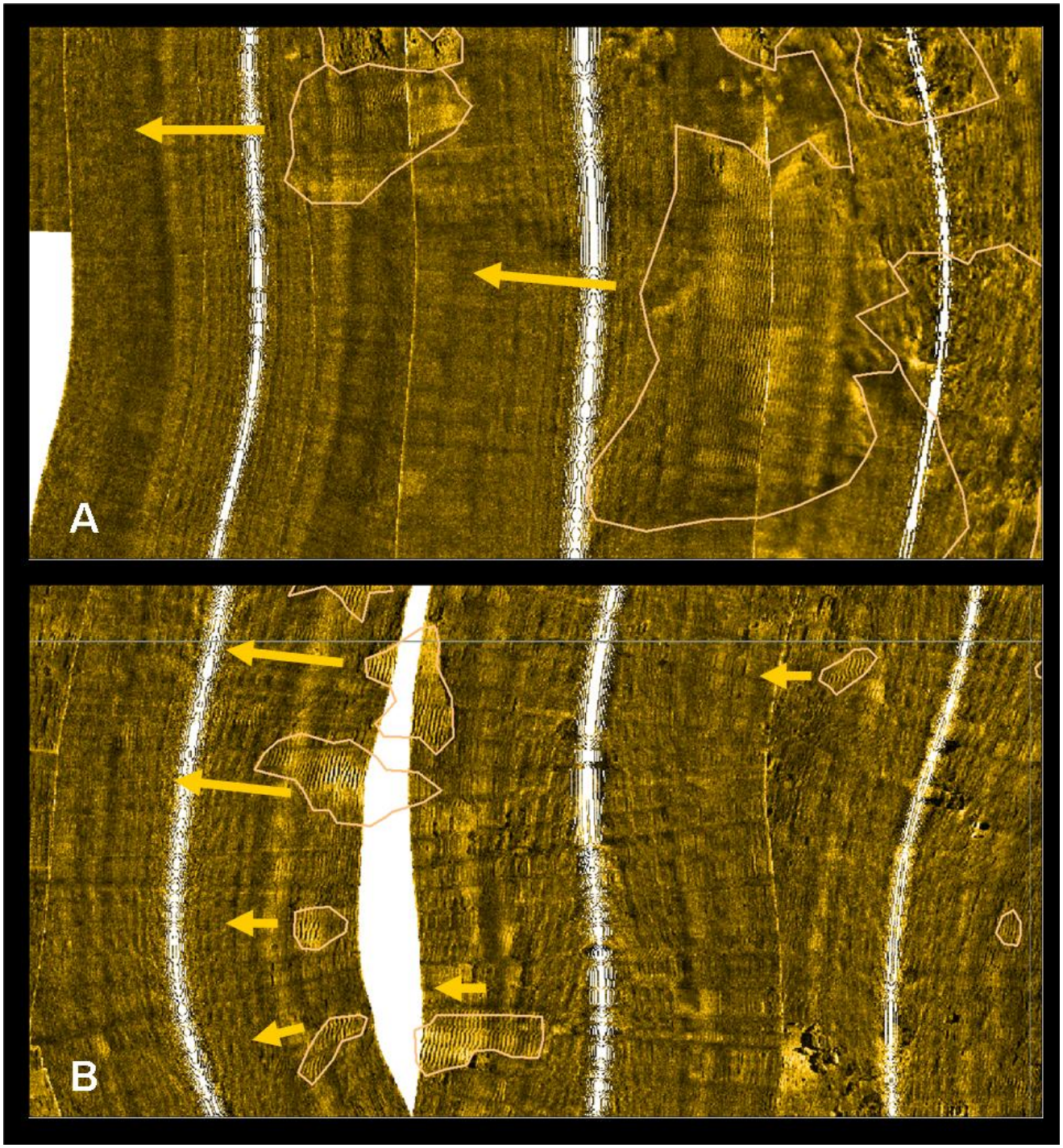


Figure 136 : Description des « ripple-mark » observées sur le plateau rocheux de la Roche de Toreilles. Les flèches orange indiquent le sens du courant.

En effet, au niveau des roches de Toreilles, 35 stations ROV on été étudiées, entre 25 et 41 m de profondeur. Les observations ont permis d'identifier 8 stations à Biocénose Récifs, 4 stations de Biocénoses Coralligène, 1 station de galets infralittoraux, 14 stations de roches à algues photophiles et 8 stations de Sables Grossiers et fins graviers sous influence des Courants de Fond (SGCF).
Sur les 8 stations identifiées en « Récifs », 7 présentent un mélange de roche infralittorale à algues photophiles avec du Coralligène soit en placage (plus ou moins épais), soit en encorbellement.

Ce complexe d'habitats observés, dans lequel il est difficile de définir le ou les habitats prédominants, amène à un classement en « Recifs » de 50 % des substrats durs de la zone. A ce jour, il est estimé (à confirmer par de futures investigations) que 80 % d'entre eux représentent un habitats mixte à Roches à algues photophiles et Coralligène.

Tableau 53 : Surface et pourcentage par Biocénose (substrat dur) de la zone Sondée (Toreilles).

Biocénose	Superficielle	Sous-jacente	Surface	% par habitat	% par type de substrat
1110	Sable ridé	Roche	460 705	80,42	9,89
1110	Sable non ridé	Roche	107 961	18,85	2,32
1110	Galet	Roche	4 177	0,73	0,09
	Total Sable/Roche		572 843		11,62
1130	Vase	Roche			
	Total Vase		0		0,00
1170	Récif	Bloc	195 032	4,47	3,95
1170	Récif	Roche	2 341 286	53,71	47,47
1170-13	Roches Photo.	Bloc	899 208	20,63	18,23
1170-13	Roches Photo.	Roche	592 422	13,59	12,01
1170-14	Coralligène	Bloc	58 575	1,34	1,19
1170-14	Coralligène	Roche	272 269	6,25	5,52
	Total Récif		4 358 792		88,38
	Total Substrats durs		4 931 635		

1.3 DISCUSSION ET CONCLUSION SUR LA CARTOGRAPHIE DE L'HABITAT « RÉCIFS »

Avant de pouvoir appréhender l'analyse de l'état de conservation, il était important de pouvoir cartographier l'ensemble des habitats présent sur le secteur du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion ainsi que sur les sites Natura 2000 « Prolongement en mer des caps et étang de Leucate » et également « Posidonies de la côte des Albères ».
Au sein du PNM GL et sur les deux premiers sites Natura 2000, les informations étaient peu disponibles ou relativement anciennes pour être actualisées. Pour le site « Posidonies de la côte des Albères », la zone a été cartographiée récemment (2003) mais l'extrémité des différents caps et quelques roches isolées n'étaient pas totalement couvert, principalement sur l'habitat « Coralligène ».

1.3.1 FR9101482 - Posidonies de la côte des Albères

Ce travail a permis de finaliser la délimitation des caps au large et de valider certaines zones déjà échantillonnées en 2003 mais présentant quelques incertitudes. Au final 306 100 m² ont été identifiés en substrat dur principalement caractérisé en Coralligène à partir de plongées ROV. Cette information est d'autant plus importante que de nombreuses espèces de poissons et d'invertébrés sont présentes sur les substrats durs profonds, strate bathymétrique souvent moins impactée par les activités anthropiques. Etant donné que la surface de chaque habitat peut être un facteur limitant pour le développement des populations, la connaissance précise des surfaces des différents habitats (qu'ils soient durs ou meubles) permet de mieux comprendre la dynamique des espèces associées. Un exemple concret est celui du mérou brun qui, lorsque les habitats sont saturés, doit se déplacer pour trouver de nouveaux sites disponibles (forte territorialité des males). Ceci conduit à une recolonisation des espaces adjacents à ceux utilisés actuellement par les populations installées depuis plusieurs années.
Concernant les roches isolées au Nord du Cap Béar (Roches Tavac, Fayté et Traversière), les informations cartographiques fournies par les cartes marines présentaient des structures assez larges et ovoïdes. Le passage du sonar montre que leur structure est totalement différente, sous forme de lignes rocheuses orientées Nord/Sud. Là encore, la connaissance de ces roches isolées (délimitation, type de substrat) est primordiale, afin de comprendre la dynamique des espèces littorales. Cette fois ci, c'est l'exemple du sar commun qui peut être mis en avant. En effet, les récentes études de marquages ont montrés des mouvements non négligeables entre la zone Nord (Falaise de Leucate, zone des récifs artificiels) et la zone Sud (Collioure) du PNM Golfe du Lion. Il est fortement envisagé que les individus utilisent potentiellement les roches isolées présentes tout le long du littoral du Roussillon.

1.3.2 FR9102012 – Prolongement en mer des caps et étang de Leucate

Ce site est composé de deux zones de substrats durs, le prolongement de la falaise de Leucate et le banc de roche de Torreilles. Elles n'ont pas ou peu été cartographiées dans le passé, d'où l'intérêt majeur de couvrir ces deux zones. Il ressort une caractérisation différente selon la zone.
La falaise de Leucate se caractérise par une complexité de ces limites intérieures et extérieures ainsi qu'une topographie assez variable même si les écarts de bathymétrie dépassent rarement deux mètres. Le cap en lui-même s'interrompt rapidement, un courant Nord/Sud alimente en sable le littoral créant une rupture du continuum rocheux. Les roches photophiles se retrouvent après 200 m d'éloignement de la côte. Dès l'isobathe 14 / 15 m, le Coralligène domine. Cette zone est connue par les pêcheurs artisanaux et de loisirs pour son intérêt halieutique. Suite à cette caractérisation, il serait intéressant aux vues de l'état de conservation et de l'activité anthropique de proposer des mesures de gestion telles que l'installation de mouillages organisés pour limiter les impacts physiques sur le fond.
Le banc de roche de Torreilles est quand à lui beaucoup plus au large et donc plus déconnecté en apparence du littoral. Sa surface est beaucoup plus grande avec une

dominance de la roche photophile et une bathymétrie assez monotone. Mais il est important de noter que la caractérisation des habitats de cette zone est difficile du fait que se rencontrent régulièrement en association à la fois les roches photophiles et le Coralligène en placages. Les zones présentant une dominance d'habitat sont peu développées et les contours mal identifiés du fait d'une caractérisation par point fixe (plongée ROV). Il apparait illusoire de couvrir l'ensemble du banc de roche de Torreilles en plongée (même avec la technique du plongeur tracté) compte tenu de la surface à échantillonner, de la visibilité et de la distribution en mosaïque des habitats. Là encore, l'activité anthropique est particulièrement importante puisqu'il s'agit d'un des plus importants spots de pêches loisirs avec une activité de pêche artisanale non négligeable également (Figure 137). Comme pour le site de la falaise de Leucate, des propositions de gestions par rapport au mouillage peuvent être envisagées.

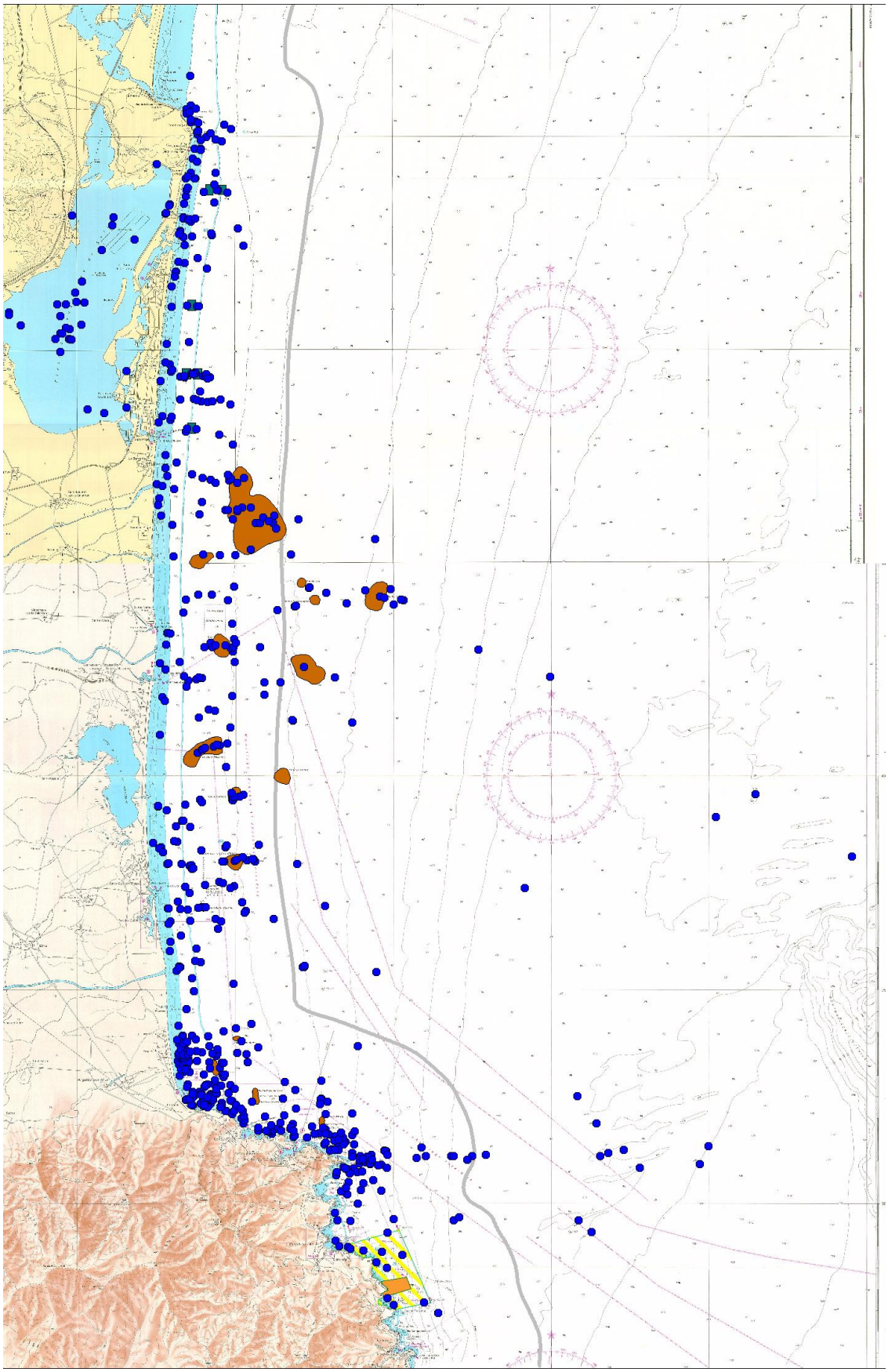


Figure 137 : Postes de pêche de loisir et artisanale sur le PNM du Golfe du Lion. Source UPVD.

1.4 ANALYSE STRUCTURELLE ET BIODIVERSITÉ DES « RÉCIFS » 1170

1.4.1 La roche infralittorale à algues photophiles (1170-13)

1.4.1.1 Localisation et caractéristiques des zones étudiées

Les zones étudiées se trouvent au sein du périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, et plus localement dans le périmètre du site Natura 2000 « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate » FR9102012 (Tableau 54; Figure 138).

Tableau 54 : Localisation des sites prospectés de la roche infralittoral à algues photophiles (WGS84).

Sites rocheux	Latitude °N	Longitude °E	Profondeur (m)
La faille	42,91900°	3,06500°	15
La sorcière	42,92600°	3,05700°	11
Petits fonds rocheux falaise de Leucate	42,92000°	3,06000°	2-6

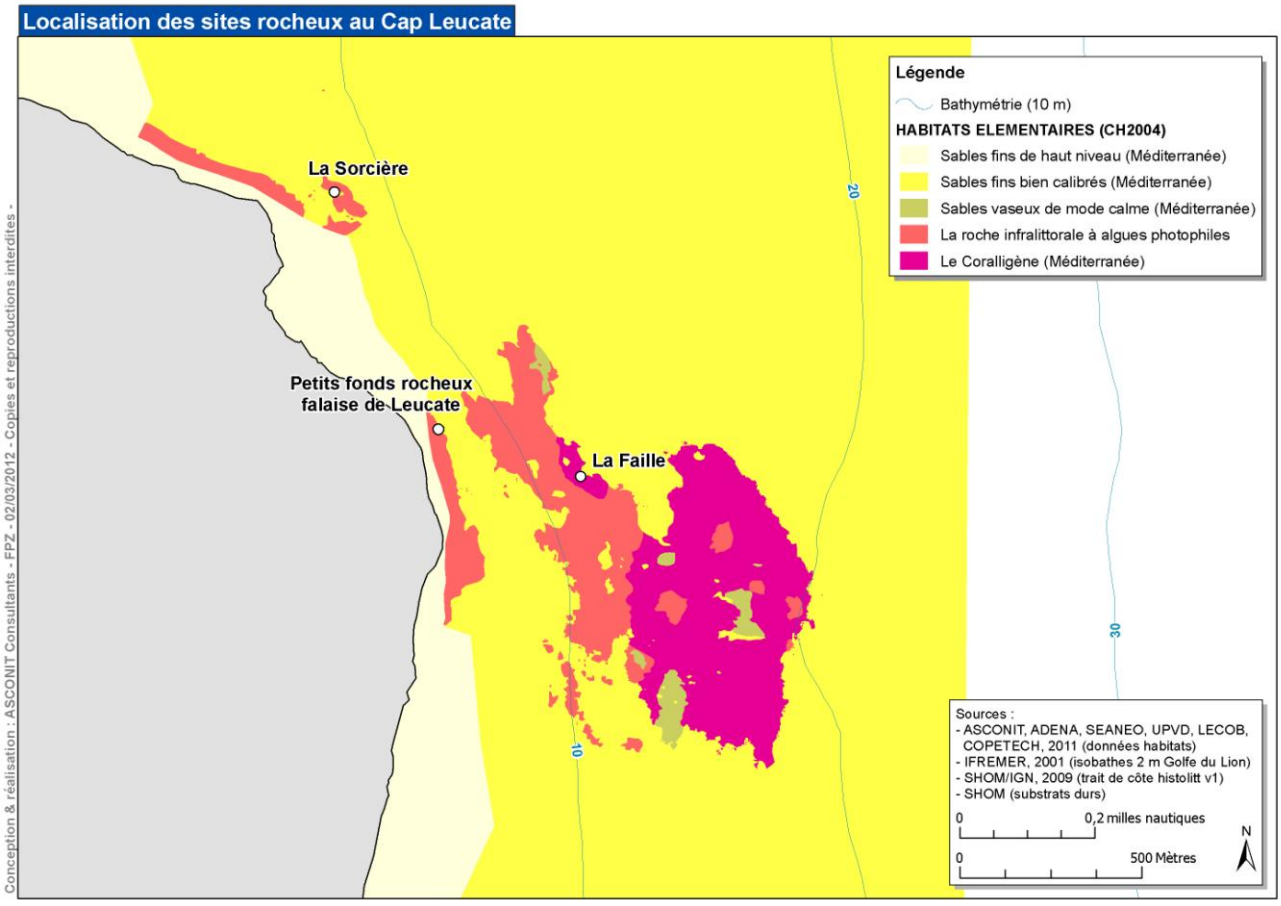


Figure 138 : Carte de localisation des sites rocheux au Cap Leucate.

En fonction des sites, les profondeurs de prospection sous-marine varient entre 3 m de profondeur le long des falaises et 15 m pour le site de la Faille.

1.4.1.2 Période d'échantillonnage

Le diagnostic scientifique des substrats durs a été réalisé entre septembre 2011 et janvier 2012.

1.4.1.3 Méthodologie

Un transect aléatoire de 30 minutes a été effectué sur chacun des sites. Une attention particulière a été portée sur la faune et la flore benthique d'intérêt patrimonial, aux espèces invasives, aux espèces protégées et aux espèces indicatrices pour la définition de l'état de conservation. Pour chaque site échantillonné, l'observateur a réalisé un parcours aléatoire durant lequel il a recensé toutes les espèces rencontrées.

L'inventaire de l'ichtyofaune est réalisé simultanément avec l'inventaire du benthos. L'observateur a recensé toutes les espèces rencontrées, hormis les Blennidés, les Gobiidés et les Triptérygiidés. Cette méthode est plus performante pour l'étude de la composition des peuplements ichtyologiques d'une zone, comme l'a démontré Epperly en 1983 (In : Harmelin-Vivien *et al*., 1985). Elle a l'avantage de dénombrer un plus grand nombre d'espèces par rapport aux autres techniques visuelles (Bortone *et al*., 1989).

Pour l'estimation de la taille du poisson, trois catégories sont retenues : Petit, Moyen, Gros (Bayle-Sempere *et al*., 1994 ; Charbonnel et Francour, 1994). Ces catégories, adaptées à chaque espèce, sont déterminées par rapport à la taille maximale (L. max) atteinte citée dans la littérature (Bauchot et Pras, 1980 ; Whitehead *et al*., 1986 ; Fisher *et al*., 1987) : Petit (inférieur à 1/3 de L. max), Moyen (1/3 à 2/3 de L. max) et Gros (supérieur à 2/3 de L. max).

De nombreux clichés sous-marins ont été réalisés afin de compléter la liste des espèces recensées *in situ*.

L'effort d'échantillonnage sur chacun des sites est de 120 minutes correspondant à quatre immersions de 30 minutes.

Pour l'ensemble des méthodes retenues lors du suivi des communautés benthiques, les descripteurs définis pour les analyses sont :

- **Richesse spécifique** : elle correspond au nombre d'espèces rencontrées lors de l'ensemble des comptages sur les différents sites d'étude ;
- **Indice de biodiversité de Shannon** (H') : cet indice permet de mesurer la diversité spécifique d'un site. Il varie toujours de 0 à H' maximal (H'max) ;

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

i : Une espèce du site d'étude
pi : Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le site d'étude.
p(i) = ni / N
(ni est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total, les individus de toutes les espèces).

- **Equitabilité (E)** : l'équitabilité s'exprime en pourcentage, elle correspond au rapport entre l'indice de Shannon (H') et son indice maximal (H'max). Ce paramètre permet d'observer la composition d'un peuplement, notamment si certaines espèces sont dominantes ;
- **Abondance** : elle est exprimée en nombre d'individus total observés. L'abondance d'une espèce témoigne des conditions plus ou moins favorables qu'offre le milieu. Elle peut être la preuve, pour une espèce considérée, de la qualité des refuges, de la disponibilité en ressource alimentaire, d'une adéquation avec la bathymétrie, etc. Les poissons ont été dénombrés de façon directe jusqu'à 10 individus (Harmelin *et al*., 1995), puis pour les espèces groupées en bancs, les individus ont été estimés selon une cotation d'abondance (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975). L'utilisation des classes d'abondance permet à la fois d'augmenter la rapidité de comptage et de diminuer les erreurs d'évaluation des groupements (Harmelin-Vivien *et al*., 1985).

1.4.1.4 Résultats

La zone rocheuse de Leucate forme un grand plateau rocheux entrecoupé de langues sableuses sur ses parties les plus profondes, et d'éboulis dans la zone de 2 à 10 m. Les paysages y sont très variés et confèrent à ce cap rocheux un caractère singulier.

Les petits fonds rocheux situés au pied des falaises, par 2 à 3 m de profondeur, se caractérisent par un enchevêtrement de bloc rocheux arrondis de 1 à 2 m de diamètres sur un fond de sable fin. La faible profondeur et la relative bonne clarté dans cette zone, en font un site fortement colonisé par les algues photophiles telles que *Codium bursa* et *Codium fragile*. La présence de corallinacées comme *Lithophyllum incrustans* témoigne aussi d'un zone soumise à la houle et au courant. A noter la présence d'*Halimeda tuna* qui recouvre de nombreuses roches (Figure 139).

Détachée à l'Est de la continuité rocheuse, une petite zone rocheuse appelée "la Sorcière", révèle un paysage tout à fait remarquable avec un ensemble de roches ou piliers rocheux disséminés sur un fond sableux. Ces roches sont de taille variable, proche des 10 m de hauteur pour 5 m de large. Leurs dispositions créent un paysage hétérogène composé de nombreuses failles, grottes et parois verticales. La gorgone blanche *Eunicella singularis* y est fortement représentée, mais aussi l'alcyon *Alcyonium coralloides*, avec de forts recouvrements sur les parois et les surplombs.

La zone plus centrale du plateau est dominée par *Eunicella singularis* et *Lophogorgia ceratophyta*. Cette zone est constituée de dalles rocheuses, dont une de grande taille cassée en son centre, créant ainsi une faille de plusieurs dizaines de mètres de long. Les fonds y sont plus monotones mais les quelques cavités ou surplombs sous cassures abritent une grande diversité d'éponges. La zone est aussi très fréquentée par des bancs de rougets de roche.



Figure 139 : Faciès à Halimeda tuna. Petits blocs rocheux au pied de la falaise de Leucate.

Les prospections sous-marines ont permis de mettre en évidence 26 espèces dont 7 invertébrés vagiles sur l'ensemble des fonds rocheux étudiés. La répartition de ces espèces dans chacune des stations est présentée dans le Tableau 55.

Tableau 55: Richesse spécifique des vertébrés et invertébrés vagiles observée des différentes stations rocheuses.

Espèces	La Faille	Falaise Leucate	La Sorcière
Apogon imberbis		X	X
Chromis chromis	X	X	X
Conger conger	X	X	X
Coris julis	X	X	X
Ctenolabrus rupestris	X	X	X
Diplodus sargus	X	X	X
Diplodus vulgaris	X	X	X
Labrus merula		X	X
Mullus barbatus		X	X
Mullus surmuletus	X	X	X
Phycis phycis			X
Sarpa salpa		X	
Scorpaena notata	X		X
Scorpaena porcus	X		X
Serranus cabrilla	X	X	X
Serranus scriba		X	X
Symphodus mediterraneus	X		
Symphodus tinca		X	X
Torpedo marmorata		X	
Vertébrés	**11**	**15**	**16**
Galathea strigosa	X		X
Necora puber	X		
Octopus vulgaris	X		X
Palaemon elegans		X	
Palinurus elephas	X		
Scyllarus arctus			X
Sepia officinalis		X	
Invertébrés vagiles	**4**	**2**	**3**
Richesse spécifique	**15**	**17**	**19**

Malgré une différence de profondeur, le nombre d'espèces observées est similaire entre les trois sites prospectés. Néanmoins, les stations plus profondes de la Sorcière (10 m) et de la Faille (15 m) suggèrent une richesse spécifique plus importante en invertébrés. Au pied de la falaise, l'exposition des petits fonds rocheux aux coups de mer du Sud-Est, rend ce milieu peu propice à l'installation des espèces de grands invertébrés, telles que la langoustes ou la petite cigale de mer alors que ces espèces sont présentes respectivement sur les sites plus profonds de la Faille et de la Sorcière (Annexe 25).

Parmi les espèces ichtyques, la présence de sars communs, sars à tête noire, rougets (de vase et de roche), et rascasses a été recensée.

Les deux sites profonds ont une abondance totale équivalente, avec respectivement 180 et 176 individus dénombrés, contre 117 pour les petits fonds rocheux de Leucate. L'étude de l'abondance relative des poissons, met en évidence une importante population de castagnoles (*Chromis chromis*), sur les sites profonds. Cette espèce représente 28 % des individus dénombrés sur le site de la Faille, et 36 % pour la Sorcière. Leurs populations étaient constituées principalement de juvéniles. Cette observation est cohérente avec la période de reproduction de cette espèce qui intervient entre juillet et septembre (Contini et Donato, 1973 In : Dulcic et Kraljevic, 1994). Outre les castagnoles, de nombreux rougets de roche et de vase ont été dénombrés. Pour la station de la Faille, cette espèce est la plus abondante, avec 27 % des individus observés. Les sars communs et les sars à tête noire, espèces d'intérêt commercial, représentent 10 % des poissons dénombrés sur la station de la Sorcière, néanmoins ils sont très faiblement représentés sur les deux autres sites (Figure 140).

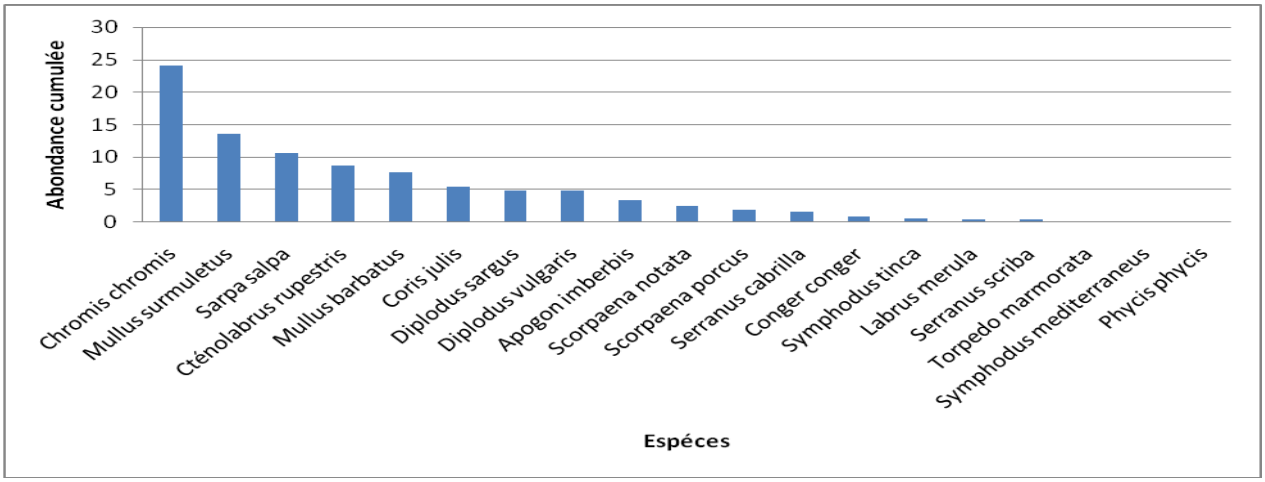


Figure 140 : Abondance cumulée (%) pour l'ensemble des sites de la faille, de la sorcière et de la falaise.

Les distances entre ces stations sont relativement faibles, pour cela, il est possible de considérer les trois sites comme un ensemble ouvert avec des échanges intersites importants. Sur la globalité, la castagnole est l'espèce la plus abondante, suivi des rougets de vase, et des sars communs. Néanmoins, en deuxième position de l'abondance relative globale, un banc de Saupes (*Sarpa salpa*) de taille moyenne est à noter. Ce banc a été observé sur les petits fonds rocheux au pied de la falaise, se nourrissant des macro-algues qui se développent sur ces roches (Figure 141).



Figure 141 : Faciès à Corallina elongata et à Halopteris scoparia. Petits fonds rocheux au pied de la falaise de Leucate.

Tableau 56 : Indice de Shannon et Equitabilité sur les peuplements ichtyques.

	La Faille	Falaise Leucate	La Sorcière
H' (Shannon)	2,99	2,86	3,18
H'max	4,16	4,24	4,24
E (Equitabilité %)	71,93	67,48	74,89

Dans l'ensemble, les plus gros individus ont été observés au sein de la station de la Faille, zone la plus profonde. A contrario, au pied des falaises de Leucate, dans seulement 2 à 3 m de profondeur, les individus de grande taille sont rares. L'utilisation de l'indice de diversité spécifique de Shannon met en évidence une diversité spécifique similaire entre les trois stations étudiées. Dans l'ensemble, la diversité spécifique au vu de l'indice de Shannon Max, est relativement importante. L'analyse de l'équitabilité montre la dominance des saupes pour le site de la falaise. Néanmoins, au vu de la faible abondance totale, il convient d'interpréter cette observation avec prudence. Les deux stations les plus riches sont celles de la Sorcière (25 espèces) et de la Faille (28 espèces) (Tableau 57; Figure 142). Sur la station de la Sorcière, un fort recouvrement en *Alcyonium acaule* a été mis en évidence, notamment sur les surplombs.

Tableau 57 : Richesse spécifique en invertébrés benthiques sessiles et macro-algues observés sur les différentes stations rocheuses.

Phylum	Espèces	La Faille	Falaise Leucate	La Sorcière
Bryozoaires	*Schizobrachiella sanguinea*	X		
	Sertella septentrionalis			X
	Pentapora fascialis	X		X
Cnidaires	*Aglaophenia sp.*	X		X
	Aiptasia mutabilis	X		X
	Eunicella singularis	X	X	X
	Lophogorgia ceratophyta	X		X
	Anemonia viridis			X
	Alcyonium acaule	X		X
	Alcyonium coralloides	X		
	Caryophyllia inornata			X
Echinodermes	*Antedon mediterranea*			X
	Paracentrotus lividus	X		
	Sphaerechinus granularis	X		
Mollusques	*Pteria hirundo*			X
Spongiaires	*Crambe crambe*	X		X
	Dysidea avara			X
	Ircinia sp.	X		X
	Oscarella loburalis	X		X
	Pleraplysilla spinifer	X		X
	Spongia officinalis	X		
	Anchinoe tenacior	X		X
	Aplysina cavernicola	X		X
	Axinella polypoïdes			X
	Cliona sp. (Gamma et Alpha)	X		X
	Chondrosia reniformis	X		X
	Clathrina clathrus	X		X
Tuniciers	*Clavelina lepadiformis*	X		
	Didemnum sp.	X		
	Halocynthia papillosa	X		
	Ecteinascidia herdmani	X		
Chlorophycées	*Codium bursa*	X	X	X
	Codium fragile		X	
	Halimeda tuna	X	X	X
Rhodophycées	*Peyssonnelia squamaria*	X		
	Lithophyllum sp.	X	X	X
	Corallina elongata		X	
Richesse spécifique		**28**	**6**	**25**

Il est intéressant de noter la présence d'éponge commune *Spongia officinalis* sur la station de la Faille, car cette espèce est assez rare sur le littoral et soumise à réglementation (Annexe III de la Convention de Barcelone et Annexe III de la Convention de Berne).
La corallinacée *Corallina elongata* observée au pied des falaises de Leucate, décrit un biotope infralittoral de mode semi-battu.



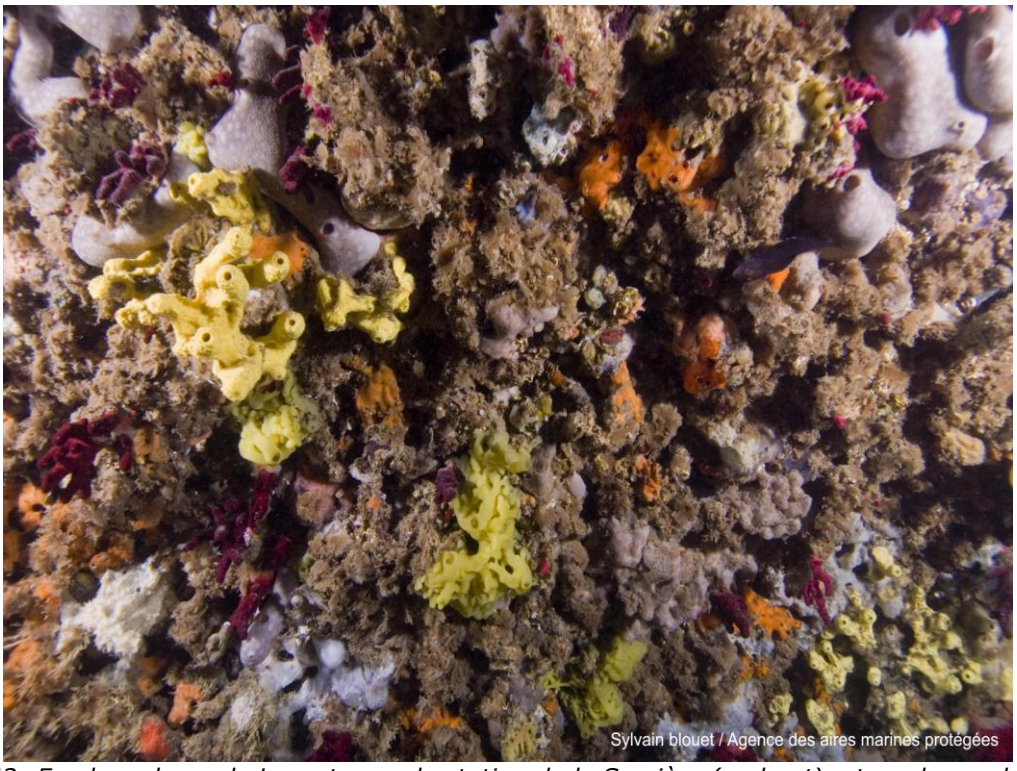


Figure 142: Fonds rocheux de Leucate, sur la station de la Sorcière (en haut), et sur le surplomb de la station de la Faille (en bas).

1.4.1.5 Discussion

Les peuplements de substrats durs sont extrêmement fragiles et stratégiques en raison de la complexité de leur structure, de leur fonctionnement, de leur haut niveau de production et de leur place dans le réseau trophique général comme producteurs primaires essentiels du littoral.

De par leur étagement, les peuplements de la roche infralittorale sont les premiers touchés par les impacts anthropiques. Les agressions chimiques provenant du rivage par lessivage impactent en premier ces peuplements, provoquant directement la mort de certains organismes ou la prolifération d'algues, uni ou pluricellulaires.
Les aménagements côtiers ont eux aussi un impact direct ou indirect sur ces communautés en modifiant l'hydrodynamisme littoral, déplaçant les sédiments ou le sable, cela pouvant abraser les roches par la suite.
Le piétinement peut aussi être à l'origine de perturbations pour ce milieu.

Les atteintes aux peuplements de l'infralittoral sont les plus nombreuses et les plus graves. Tous les types d'impacts sur le milieu marin se rencontrent au niveau de cette biocénose : action direct par « sur-occupation » , rejet de tous les types d'émissaires, construction, bétonnage, exploitation.

Les premiers signes d'un mauvais état de conservation sont souvent une baisse de la diversité spécifique, aboutissant à une uniformisation des fonds par des espèces très résistantes, à large répartition écologique.

A la différence des roches infralittorales des côtes rocheuses, la roche infralittorale des côtes sableuses est soumise aux effets abrasifs du sable qui limite la prolifération d'algues bio-indicatrices tels que *Cystoseira amentacea var stricta* ou *Cystoseria mediterrannea*, utilisées pour déterminer la qualité de cette biocénose (dans les zones peu profondes, à la limite de la roche médiolittorale).
Ainsi, sans référence de bio-indicateur, il est difficile d'établir un état de conservation.

Néanmoins, la richesse spécifique en vertébrés et invertébrés témoigne d'une relative bonne diversité dans les peuplements, aucune dominance par une espèce en particulier n'ayant été notée par ailleurs.

Il faut noter la présence de l'algue verte *Halimeda tuna* entre 2 m et 10 m de profondeur, alors que l'espèce est plutôt observée dans des milieux moins éclairés, et moins superficiels.
Plusieurs espèces déterminantes des ZNIEFF Mer du Languedoc-Roussillon ont été mises en évidences dans les sites prospectés (Dupuy De La Grandrive *et al*., 2007) (Tableau 58).

Tableau 58 : Liste des espèces déterminantes ZNIEFF marines du Languedoc-Roussillon inventoriées pour la roche infralittorale au niveau de Leucate.

Phylum	Classes	Genre - Espèce
Algues	Chlorophycées	*Codium bursa*
		Halimeda tuna
	Rhodophycées	*Peysonnelia sp.*
Spongiaires	Démosponges	*Verongia (Aplysina) cavernicola*
		Axinella polypoides
		Spongia officinalis
Cnidaires	Anthozoaires	*Leptogorgia sarmentosa*
Echinodermes	Crinoïdes	*Antedon mediterranea*
	Echinidés	*Paracentrotus lividus*
		Sphaerechinus granularis
	Ophiurides	*Ophiura ophiura*
Mollusques	Bivalves	*Pteria hirundo*
Lophophoriens	Bryozoaires	*Pentapora fascialis*
		Sertella septentrionalis
Vertébrés	Osteichthyens	*Labrus merula*
		Serranus scriba

Ce secteur de la côte n'est pas particulièrement affecté par les aménagements littoraux.
Il a toutefois été noté la présence de nombreux filets fantômes pouvant être préjudiciables à la faune fixée (Figure 143). Il est donc recommandé de prévoir des actions de collecte de ces filets abandonnés associé à un suivi de la capacité de recolonisation. Ces actions pourraient être réalisées en collaboration avec les pêcheurs artisanaux afin de les sensibiliser aux dégradations induites. La perte d'un filet est le plus souvent involontaire, car elle entraine une perte sèche pour le pêcheur. Les croches avec abandon ou perte de tout ou partie du filet pourraient faire l'objet d'une localisation GPS par le pêcheur, avec transmission au gestionnaire du Parc Naturel Marin afin d'organiser sa récupération.



Figure 143 : Filets présents sur le Coralligène de Leucate.

1.4.2 Les roches du circalittoral

1.4.2.1 Localisation et caractéristiques des zones étudiées

Pour les roches du circalittoral, les zones étudiées se trouvent au sein du périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, et plus localement au large du Barcarès (Tableau 59; Figure 144). La Roche Barcarès est un amas de roche situé sur 21 m de fonds en face de l'embouchure de l'Agli. Le Grand Roc se situe sur 33 m de fonds en bordure de la grande roche de toreilles (Figure 135)

Tableau 59 : Localisation des sites prospectés des roches au large du Barcarès (WGS84).

Sites rocheux	Latitude °N	Longitude °E	Profondeur (m)
Roche Barcarès	42,774000°	3,095000°	21
Grand roc	42,777256°	3,081569°	33

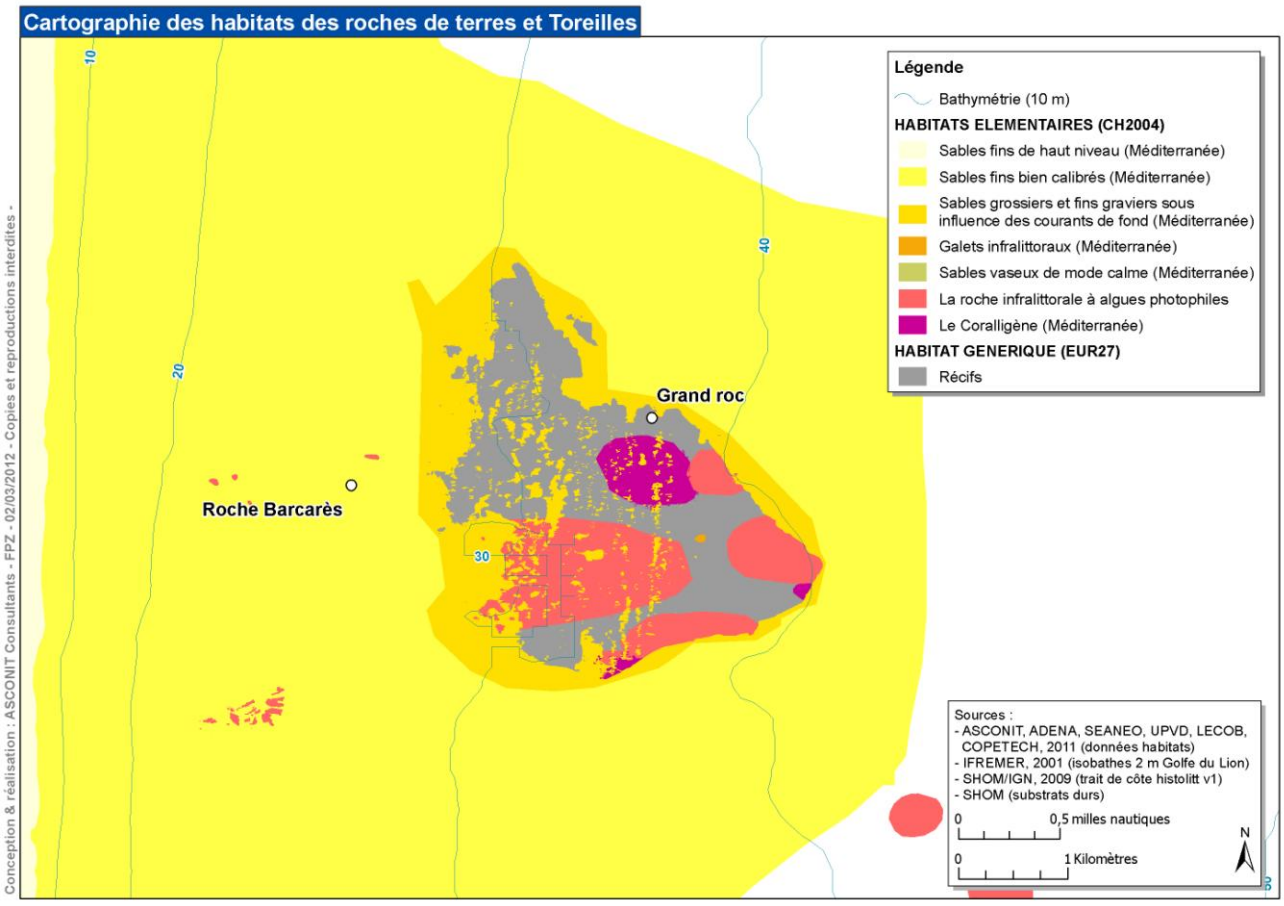


Figure 144 : Carte de localisation des sites rocheux du Barcarès.

1.4.2.2 Période d'échantillonnage

Le diagnostic scientifique des substrats durs a été réalisé entre septembre 2011 et janvier 2012.

1.4.2.3 Méthodologie

Un transect aléatoire de 30 minutes a été effectué sur chacun des sites. Une attention particulière a été portée sur la faune et la flore benthique d'intérêt patrimonial, aux espèces invasives, aux espèces protégées et aux espèces indicatrices pour la définition de l'état de conservation. Pour chaque site échantillonné, l'observateur a réalisé un parcours aléatoire durant lequel il a recensé toutes les espèces rencontrées.
L'inventaire de l'ichtyofaune est réalisé simultanément avec l'inventaire du benthos. L'observateur a recensé toutes les espèces rencontrées, hormis les Blennidés, les Gobiidés et les Triptérygiidés. Cette méthode est plus performante pour l'étude de la composition des peuplements ichtyologiques d'une zone, comme l'a démontré Epperly en 1983 (In : Harmelin-Vivien *et al*., 1985). Elle a l'avantage de dénombrer un plus grand nombre d'espèces par rapport aux autres techniques visuelles (Bortone *et al*., 1989).
Pour l'estimation de la taille du poisson, trois catégories sont retenues : Petit, Moyen, Gros (Bayle-Sempere *et al*., 1994 ; Charbonnel et Francour, 1994). Ces catégories, adaptées à chaque espèce, sont déterminées par rapport à la taille maximale (L. max) atteinte citée dans la littérature (Bauchot et Pras, 1980 ; Whitehead *et al*., 1986 ; Fisher *et al*., 1987) : Petit (inférieur à 1/3 de L. max), Moyen (1/3 à 2/3 de L. max) et Gros (supérieur à 2/3 de L. max).

De nombreux clichés sous-marins ont été réalisés afin de compléter la liste des espèces recensées *in situ*.

L'effort d'échantillonnage sur chacun des sites est de 120 minutes correspondant à quatre immersions de 30 minutes.

Pour l'ensemble des méthodes retenues lors du suivi des communautés benthiques, les descripteurs définis pour les analyses sont :

- **Richesse spécifique** : elle correspond au nombre d'espèces rencontrées lors de l'ensemble des comptages sur les différents sites d'étude ;
- **Indice de biodiversité de Shannon** (H') : cet indice permet de mesurer la diversité spécifique d'un site. Il varie toujours de 0 à H' maximal (H'max) ;

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

i : Une espèce du site d'étude
pi : Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le site d'étude.
p(i) = ni / N
(ni est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total, les individus de toutes les espèces).

- **Equitabilité (E)** : l'équitabilité s'exprime en pourcentage, elle correspond au rapport entre l'indice de Shannon (H') et son indice maximal (H'max). Ce paramètre permet d'observer la composition d'un peuplement, notamment si certaines espèces sont dominantes ;
- **Abondance** : elle est exprimée en nombre d'individus total observés. L'abondance d'une espèce témoigne des conditions plus ou moins favorables qu'offre le milieu. Elle peut être la preuve, pour une espèce considérée, de la qualité des refuges, de la disponibilité en ressource alimentaire, d'une adéquation avec la bathymétrie, etc. Les poissons ont été dénombrés de façon directe jusqu'à 10 individus (Harmelin et al., 1995), puis pour les espèces groupées en bancs, les individus ont été estimés selon une cotation d'abondance (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975). L'utilisation des classes d'abondance

permet à la fois d'augmenter la rapidité de comptage et de diminuer les erreurs d'évaluation des groupements (Harmelin-Vivien et al., 1985).

1.4.2.4 Résultats

Le banc rocheux au large de Barcarès, appelé communément le Grand Roc ou Banc de Roche de Saint Laurent et de Torreilles, situé entre 20 et 40 m de profondeur, constitue la plus grande zone rocheuse du secteur. Deux autres petits « îlots » rocheux, le Roc du Poulpe et le Roc David, sont situés à l'Ouest du Grand Roc. Ils se distinguent nettement de la plaine sédimentaire qui les entourent. Ce relief sous-marin constitué de grandes dalles offre de nombreux surplombs, cavités ou microtombants. Il est très diversifié ce qui favorise la vie sous-marine abritée.

Le site des roches du Barcarès, situé entre 20 et 28 m de profondeur, ne présente pas de construction biogène très développée mais de simples placages sur le haut des roches et de petits bourrelets dans les zones les plus abritées. La présence d'espèces sciaphiles suggèrent que les peuplements peuvent être rattachés à la biocénose du circalittoral. En effet, l'absence de macrophytes photophiles ne permet pas de les rattacher à la biocénose des algues photophiles de l'infralittoral.

Par contre, il a été observé sur le site du Grand Roc le développement de zones bioconcrétionnées de type « Coralligène de plateau » tel que décrit par plusieurs auteurs (Laborel 1960, 1961 ; Pérès et Picard 1964 ; Sara 1968, 1971) Le développement de cette bio-construction plus importante dans ce secteur, peut être due à l'hydrodynamisme local. Les peuplements des petites roches de Barcarès, de part leur profondeur et leur isolement sont très certainement plus soumis aux actions des courants de fonds que ceux du Grand Roc.

Les prospections sous-marines, sur les roches du Barcarès et du Grand Roc, ont permis de mettre en évidence 29 espèces sessiles, ainsi que 11 espèces vagiles les roches du Barcarès. Les conditions de visibilité très médiocres lors des prospections sur le Grand Roc n'ont pas permis d'observer d'espèces vagiles. La répartition de ces espèces dans chacune des stations est présentée dans les Tableau 60 et Tableau 61.

Tableau 60 : Richesse spécifique observée en vertébrés et invertébrés vagiles sur les roches du Barcarès.

Espèces	Roches du Barcarès
Chromis chromis	X
Conger conger	X
Diplodus sargus	X
Diplodus vulgaris	X
Pagellus acarne	X
Physis physis	X
Scorpaena notata	X
Serranus cabrilla	X
Trisopterus luscus capelanus	X
Vertébrés	**9**
Galathea strigosa	X
Palinurus elephas	X
Invertébrés vagiles	**2**
Richesse spécifique	**11**

Tableau 61 : Richesse spécifique observée en invertébrés benthiques sessiles sur les roches du Barcarès.

Phylum	Genre	Espèce	Roches du Barcarès	Grand Roc
Bryozoaires	*Dentiporella*	*sardonica*	X	X
	Myriapora	*truncata*	X	
	Pentapora	*fascialis*	X	
	Sertella	*septentrionalis*		X
Cnidaires	*Aglaophenia*	*sp.*		X
	Alcyonium	*acaule*	X	
	Alcyonium	*coralloïdes*		X
	Alcyonium	*sp.*		X
	Cerianthus	*membranaceus*	X	
	Corynactis	*viridis*	X	
	Eunicella	*singularis*		X
	Lophogorgia	*ceratophyta*		X
	Maasella	*edwardsi*		X
	Paralcyonium	*spinulosum*		X
	Parazoanthus	*axinellae*	X	
Spongiaires	*Aplysina*	*aerophoba*	X	
	Aplysina	*cavernicola*	X	
	Axinella	*damicornis*	X	X
	Axinella	*sp.*		X
	Ciocalypta	*penicillus*		X
	Cliona	*sp.*		X
	Crambe	*crambe*		X
	Dysidea	*tupha*		X
	Spongia	*officinalis*	X	
	Pleraplysilla	*spinifera*	X	X
Tuniciers	*Clavelina*	*sp.*		X
	Diazona	*violecea*		X
	Halocynthia	*papillosa*	X	X
	Pleurociona	*edwardsi*	X	
Richesse spécifique			**14**	**19**

Chez les invertébrés, des espèces intéressantes d'un point de vue patrimonial et commercial ont été observées, comme la langouste et la galathée. Parmi les espèces ichtyques, la présence de sars communs, sars à tête noire et rascasses a également été recensée (Figure 145).

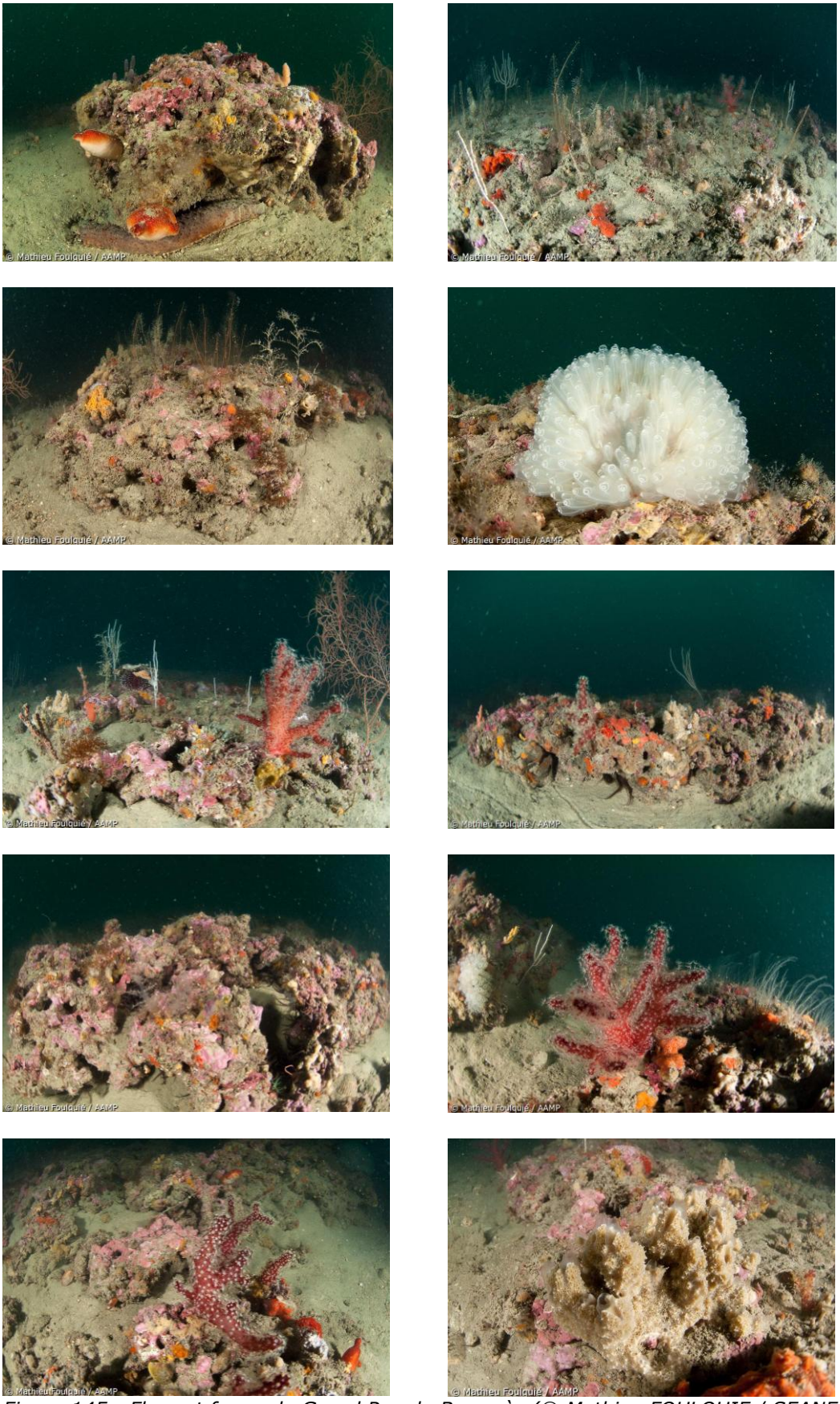


Figure 145 : Flore et faune du Grand Roc du Barcarès (© Mathieu FOULQUIE / SEANEO).

1.4.2.5 Discussion

L'état de conservation des roches du circalittoral a été défini d'après l'approche, la détermination et la caractérisation des habitats, du Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2007), et d'autres travaux de référence (Peres; 1961; Peres et Picard, 1964; Bellan *et al*., 1994; Relini, 2000; Augier, 2007). Au titre de la DHFF, il a été pris en compte les 4 classes d'état de conservation :

- Etat favorable ;
- Etat défavorable inadéquat, traduit en moyen ;
- Etat défavorable mauvais ;
- Etat inconnu.

Du fait du peu de connaissances antérieures sur cette biocénose, il a donc été défini de classer les critères en "inconnu", notamment pour les structures et les fonctions de cet habitat. Les pressions pouvant porter atteinte aux roches du circalittoral sont d'une part d'ordre environnemental (mouvements sédimentaires) et d'autre part d'ordre anthropique (ports, activité de pêche, pratique de sports et de loisirs nature). Les suivis ou les autres études qui seront réalisés par le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion permettront de renseigner l'évolution de l'état de conservation de ces milieux dans le temps.

Par conséquent, l'état de conservation des roches du circalittoral peut être renseigné comme "inconnu".

Lors du programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines de la région Languedoc-Roussillon (Dupuy De La Grandrive *et al*., 2007), le banc rocheux du Barcarès avait été retenu, compte tenu de la présence de ces enclaves circalittorales de substrat dur. Le présent diagnostic scientifique confirme l'intérêt de classer en ZNIEFF le banc rocheux du Barcarès, du fait notamment de la présence de certaines espèces déterminantes et complémentaires (Tableau 62).

Tableau 62 : Liste des espèces déterminantes et complémentaires ZNIEFF marines du Languedoc-Roussillon inventoriées pour les roches du Barcarès.

	Phylum	Classes	Espèces
Espèces déterminantes	Spongiaires	Démosponges	*Verongia (Aplysina) cavernicola*
			Spongia officinalis
	Cnidaires	Anthozoaires	*Leptogorgia sarmentosa (Lophogorgia ceratophyta)*
			Paralcyonium spinulosum (elegans)
	Lophophoriens	Bryozoaires	*Pentapora fascialis*
			Sertella septentrionalis
	Tuniciers	Ascidiacés	*Diazona violacea*
Espèces complémentaires	Cnidaires	Anthozoaires	*Alcyonium acaule*
			Alcyonium coralloides
			Cerianthus membranaceus
			Eunicella singularis (stricta)
	Lophophoriens	Bryozoaires	*Hippodiplosia (= Pentapora) fascialis*
			Myriapora truncata
	Spongiaires	Démosponges	*Aplysina aerophoba*
			Ciocalypta penicillius
			Crambe crambe
	Vertébrés	Osteichthyens	*Conger conger*
			Trisopterus luscus capelanus

1.4.3 La roche à Coralligène (1170-14)

1.4.3.1 Localisation et caractéristiques des zones étudiées

Le Coralligène étant, avec les herbiers de posidonie un habitat essentiel pour le maintien de la biodiversité en Méditerranée, un diagnostic détaillé de cet habitat a été réalisé sur l'ensemble du périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion (PNM GL).

Il a donc été convenu de procéder à un échantillonnage Nord-Sud de la zone. Les conditions environnementales de la zone montrent un gradient de turbidité Nord-Sud pouvant influencer la distribution des peuplements benthiques du Coralligène. L'ensemble des stations d'échantillonnage est situé dans la tranche bathymétrique 20-25 m afin de procéder à une éventuelle comparaison inter-sites. Cette tranche bathymétrique a été définie afin que les futurs suivis du patrimoine naturel du PNM puissent d'une part bénéficier d'un point de référence à la création du Parc Naturel Marin, et d'autre part permettre un suivi reproductible, avec une profondeur accessible à des plongeurs. Cette tranche bathymétrique correspond également à la zone potentiellement la plus exposée à l'impact mécanique induit par les plongeurs ou les plaisanciers.

La station la plus au Nord se situe au pied des falaises de Leucate, à l'intérieur du site Natura 2000 « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate » FR9102012. Plus au Sud, au niveau de la côte rocheuse, site Natura 2000 « Posidonies de la côte des Albères » FR9101482, se trouvent les quatre autres stations, entre Argelès-sur-Mer et Cerbère. Ces sites sont respectivement la Mauresque, au Sud d'Argelès-sur-Mer, le

Cap Béar, le Cap l'Abeille et le site de Canadell à Cerbère. Le site du Cap l'Abeille est le seul situé dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls (Tableau 63 ; Figure 146).

Tableau 63 : Localisation des sites à Coralligène prospectés (WGS84).

Sites à Coralligène	Latitude °N	Longitude °E	Profondeur (m)
Leucate	42,91620°	3,07013°	22
Mauresque	42,52658°	3,10236°	21
Cap Béar	42,51421°	3,14285°	25
Cap l'Abeille	42,47677°	3,15783°	21
Canadell	42,44816°	3,17243°	24

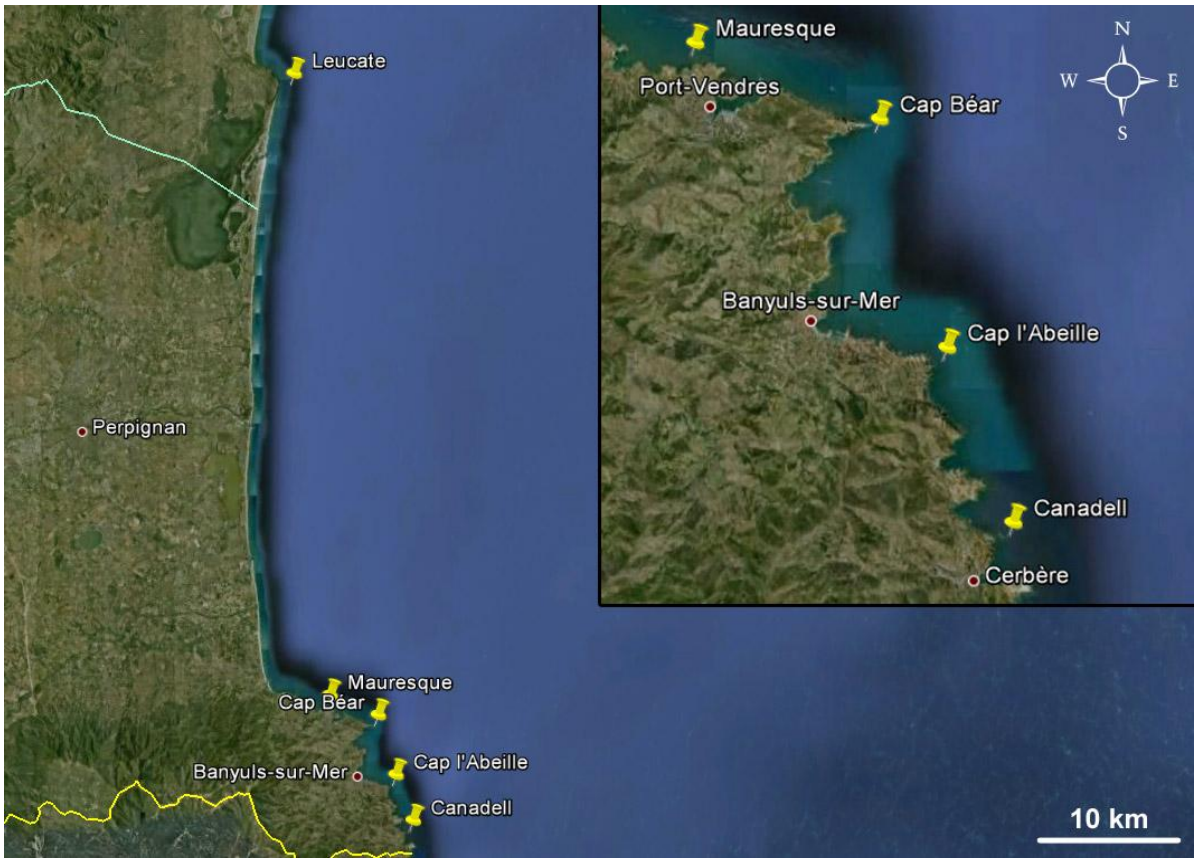


Figure 146 : Carte de localisation des sites à Coralligène (Source : Google earth).

1.4.3.2 Période d'échantillonnage

Le diagnostic de l'habitat Coralligène a été réalisé courant septembre 2011.

1.4.3.3 Méthodologie

V.1.4.3.3.1 Transect aléatoire

Trois transects aléatoires de 30 minutes ont été effectués sur chacun des sites. Chaque transect a été réalisé par un plongeur différent, relevant et mesurant soit :

- Les Bryozoaires ;
- Les Gorgonaires ;
- Les Echinodermes ;
- L'ichtyofaune.

Afin d'évaluer le degré d'impact physique potentiel, chaque individu a été classé selon 6 catégories de répartition spatiale (Figure 147).

1	Epibionte
2	Surface convexe
3	Surface plane
4	Cavité
5	Surplomb
6	Paroi verticale



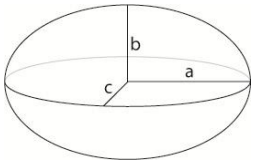
Figure 147 : Degré d'exposition des espèces étudiées (d'après Francour et Koukouras, 2000, modifié).

Les colonies de Bryozoaires situées au niveau de la strate supérieure du concrétionnent, sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse. La hauteur et la largeur de chacune des colonies ont ainsi été mesurées au centimètre près. Pour l'espèce *Myriopora truncata*, les diamètres des branches ont également été mesurés (Figure 148). Les anthozoaires et les spongiaires ont été mesurés avec une pige graduée.



Figure 148 : Mesure des colonies de Bryozoaires (Gauche : Pentapora fascialis, droite : Myriopora truncata).

- Calcul de la surface théorique pour les Bryozoaires : Les mesures réalisées permettent de calculer le volume théorique (Vt) des Bryozoaires (Figure 149):



$$Vt = (4/3\pi.a.b.c)/2$$

Figure 149 : Calcul du volume théorique d'une colonie de Bryozoaires : Volume d'une demi ellipsoïde avec b pour la hauteur et a,c pour la largeur de la colonie.

La corrélation entre la hauteur et la largeur de la colonie de *Myriopora truncata* et *Pentapora fascalis* est très faible (Dalias *et al*., 2008 ; 2009 ; 2010; Blouet *et al*., 2011 ; Dalias *et al*., 2011). Le volume théorique de ces deux colonies est donc considéré comme la mesure principale, afin de décrire la structure démographique sur les sites d'études.

Le taux de nécrose représente le pourcentage de surface occupé par la partie inerte de la colonie par rapport à sa surface totale. L'étude du taux de nécrose a été mise au point par Harmelin et Marinopoulos (1994) dans le cadre du suivi des gorgonaires (Figure 150). Selon ce principe, les mêmes classifications de nécrose seront appliquées pour l'ensemble des gorgonaires. Les taux de nécrose inferieurs à 10 % sont considérés comme naturels. Le taux de nécrose est évalué à 5% près.

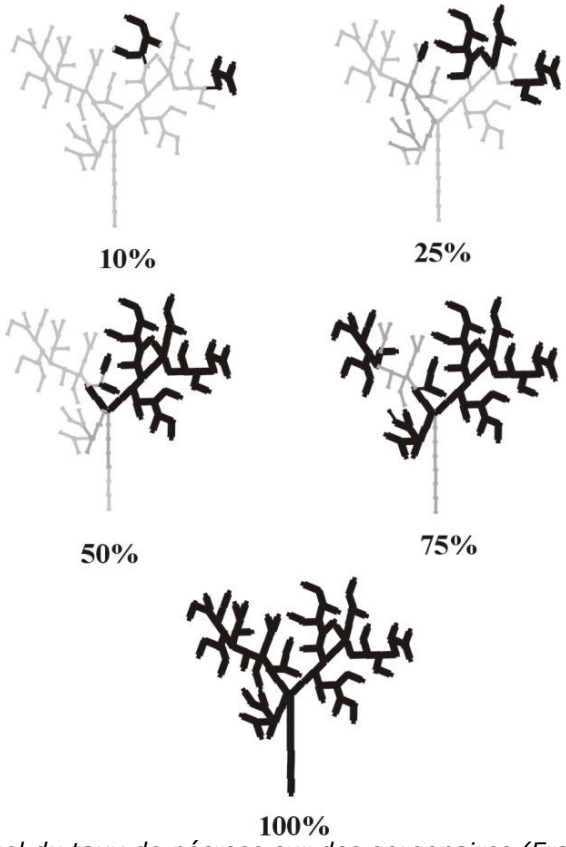


Figure 150 : Evaluation visuel du taux de nécrose sur des gorgonaires (Francour et Koukouras, 2000).

Les Echinodermes sont relevés et identifiés.

L'inventaire de l'ichtyofaune est réalisé simultanément à l'inventaire du benthos, et dans les mêmes conditions que pour la roche infralittorale à algues photophiles (1170-13) et les roches du circalittoral.

Pour l'ensemble des méthodes retenues lors du suivi des communautés benthiques, les descripteurs définis pour les analyses restent inchangés :

- Richesse spécifique ;
- Indice de biodiversité de Shannon (H') ;
- Equitabilité (E) ;
- Abondance.

V.1.4.3.3.2 Transect permanent

L'utilisation d'un quadrat photographique le long d'un transect fixe a été retenue. Cette méthode permet de disposer d'un référentiel spatio-temporel des communautés benthiques (Figure 151).

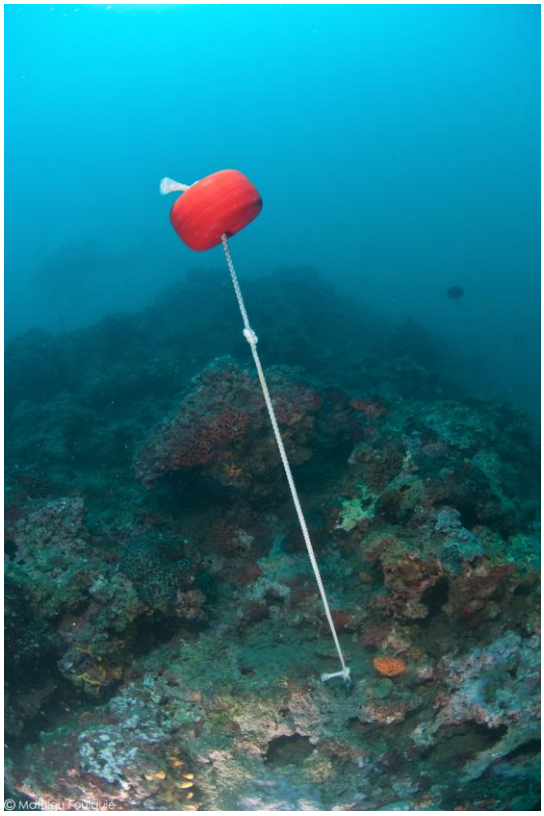


Figure 151 : Flotteur de repérage.

La technique du quadrat est couramment utilisée pour l'étude des communautés benthiques (Weinberg, 1978 ; Francour et Koukouras, 2000 ; Skoufas et Poulicek, 2001 ; Sartoretto, 2002 ; Munro et Munro, 2003 ; Dalias *et al*., 2008 ; 2009; 2010; 2011). Un quadrat photographique de 0,25 m² (50 cm x 50 cm) sur pied a été fabriqué pour l'occasion (Figure 152). Cette surface correspond à l'ouverture maximale pour un objectif de 18 mm, et permet ainsi d'obtenir une surface maximale photographiée sans déformation. En deçà de 18 mm (10 – 18 mm) la déformation de l'objectif augmente significativement les erreurs d'interprétations surfaciques (Blouet *et al*., 2011).

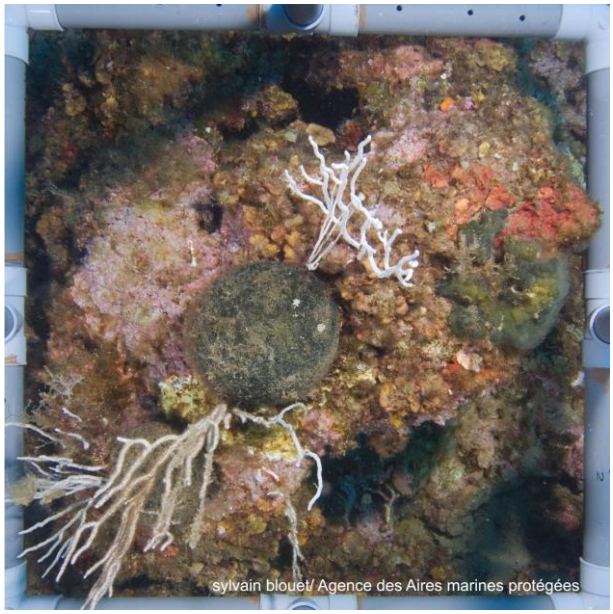


Figure 152 : Quadrat photographique.

Cette surface de comptage correspond à celle utilisée lors des différents suivis des communautés benthiques de substrats rocheux (Pérez *et al*., 2000, Sartoretto, 2002, Ballestros, 2003).

L'utilisation d'un pied fixe de soutien de l'appareil photographique permet de limiter les erreurs de calcul de surface, lors de l'interprétation spatiale des espèces. L'analyse du recouvrement des espèces suivies est ensuite réalisée à l'aide du logiciel Mapinfo.

Pour chaque site d'étude un minimum de 30 quadrats photos le long d'un transect de 15 m a été effectué (Figure 153).

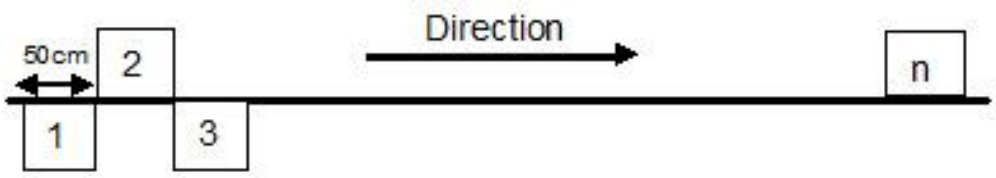


Figure 153 : Schéma du positionnement des quadrats le long des transects.

Chaque transect a été matérialisé avec une bouée de repère scellée afin de permettre un retour sur site.

Dans cette étude, les quatre phylums les plus significatifs ont été déterminés pour l'étude de l'état de conservation du Coralligène selon des critères de taille (> 3 cm), et de détermination (Guides d'identification : Weinberg, Vigot, Nathan, Rupert Riedl). Les surfaces dites de dégénérescences ou zones de blanchiments ont également été mises en évidence et quantifiées.

La détermination des Corallinacées et des Peyssonneliacées est complexe et peu fiable par traitement photographique. De plus, au vu des indicateurs disponibles, elle n'est pas nécessaire pour une étude de l'état de conservation du Coralligène. Toutefois, il a été établi par principe que la surface visible occupée par les Corallinacées et les

Peyssonneliacées correspondait à la surface totale du quadrat moins les zones de dégénérescence et la surface occupée par les espèces observées.

Pour l'ensemble des méthodes retenues lors du suivi des communautés benthiques du Coralligène, les descripteurs définis pour les analyses sont :

- **Richesse spécifique** : elle correspond au nombre d'espèces inventoriées par station ;
- **Abondance** : elle est exprimée en nombre d'individus total observés. L'abondance d'une espèce témoigne des conditions plus ou moins favorables qu'offre le milieu ;
- **Densité** : elle est exprimée en nombre d'individus par quadrat (0,25 m²). La densité d'une espèce témoigne des conditions plus ou moins favorables qu'offre le milieu. Elle peut être la preuve, pour une espèce considérée, de la qualité des refuges, de la disponibilité en ressource alimentaire, d'une adéquation avec la bathymétrie, etc. ;
- **Recouvrement** : Le recouvrement est exprimé en m². Il représente la surface occupée par une espèce au sein du quadrat et du transect. Ce paramètre est utilisé pour étudier les surfaces occupées par les différentes espèces indicatrices, ainsi que les zones de dégénérescence du Coralligène.

1.4.3.4 Résultats

V.1.4.3.4.1 Transects aléatoires

Ichtyofaune

Les inventaires ont permis de dénombrer 24 espèces de poissons sur l'ensemble des sites à Coralligène étudiés. La répartition de ces espèces dans chacune des stations est présentée dans le Tableau 64.

Tableau 64 : Richesse spécifique par station.

	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell
Anthias anthias					x
Chromis chromis	x	x		x	x
Conger conger	x				x
Coris julis	x	x	x	x	x
Ctenolabrus rupestris	x		x		x
Diplodus cervinus				x	
Diplodus puntazzo				x	
Diplodus sargus	x	x		x	x
Diplodus vulgaris	x	x	x	x	x
Labrus bimaculatus	x	x			x
Labrus merula				x	x
Labrus viridis		x		x	
Mullus surmuletus		x			x
Phycis phycis					x
Sarpa salpa				x	
Scorpaena porcus	x		x	x	
Scorpaena scrofa	x				
Serranus cabrilla	x	x	x	x	x
Sphyraena sp.				x	
Spondyliosoma cantharus		x		x	
Symphodus mediterraneus		x		x	x
Symphodus melanocercus		x		x	
Symphodus ocellatus		x		x	
Symphodus tinca		x			x
Vertébrés	**10**	**13**	**5**	**16**	**14**

Les stations du Cap l'Abeille et de Canadell révèlent les plus importantes richesses spécifiques observées. En comparaison des autres stations, la complexité des formations Coralligène sur ces deux stations montre une plus forte hétérogénéité pouvant expliquer une richesse spécifique plus élevée. La complexité des milieux peut avoir un effet en termes d'augmentation de richesse ou d'abondance totale (Ody et Harmelin, 1994 ; Potts et Hulbert, 1994). Le secteur à Coralligène du Cap Béar, situé sur 25 m de profondeur, est le site ayant le moins de relief, dépourvu de faille et de cavité. Cette observation peut être reliée à la très faible richesse spécifique observée lors de cette étude.

En 2007, lors du suivi du peuplement ichtyque au sein et à proximité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, 33 espèces (26 espèces en considérant les espèces nectobenthiques et les scorpaenidés) avaient été recensées par 20 m de fond sur le substrat dur du Cap l'Abeille, et 20 (14 espèces nectobenthiques, scorpaenidés inclus) sur le site de Canadell (Lenfant *et al*., 2007). Pour ce dernier, les données sont relativement proches, mais il est important de considérer un effort d'échantillonnage supérieur lors de l'étude de 2007, même si la comparaison est faite sans la prise en compte des Blennidés, des Gobiidés et des Triptérygiidés dans les comptages.

Outre l'ichtyofaune, deux espèces d'invertébrés mobiles et plus précisément de crustacés, ont été observées (galathée et langouste). Les langoustes ont été dénombrées sur la Mauresque, Canadell, le Cap l'Abeille et Leucate.

La diversité spécifique est plus importante sur Canadell et Leucate (indice de diversité de Shannon, Tableau 65 ; Figure 154). Toutefois, la diversité spécifique reste dans l'ensemble relativement faible. Le Cap l'Abeille, ayant pourtant la plus importante richesse spécifique, met en évidence une très faible diversité. Ceci s'explique par la répartition de l'abondance des espèces. Sur les 1 147 individus observés, la très forte dominance des castagnoles sur la composition du peuplement, avec 960 individus dénombrés, fait diminuer la diversité spécifique. Outre le site de l'Abeille, le peuplement ichtyque de la Mauresque est aussi dominé par les castagnoles. Concernant le site de Canadell, au Sud de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, même si le peuplement est dominé par les castagnoles, d'autres espèces sont abondantes, comme les barbiers (*Anthias anthias*) et les sars à tête noire.

Tableau 65 : Indice de Shannon et d'équitabilité sur les peuplements de poissons présents sur le coralligéne.

	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell
H' (Shannon)	2,46	1,68	1,48	1,05	2,22
H'max	3,32	3,70	2,32	4,00	3,81
E (Equitabilité %)	73,93	45,42	63,56	26,13	58,27

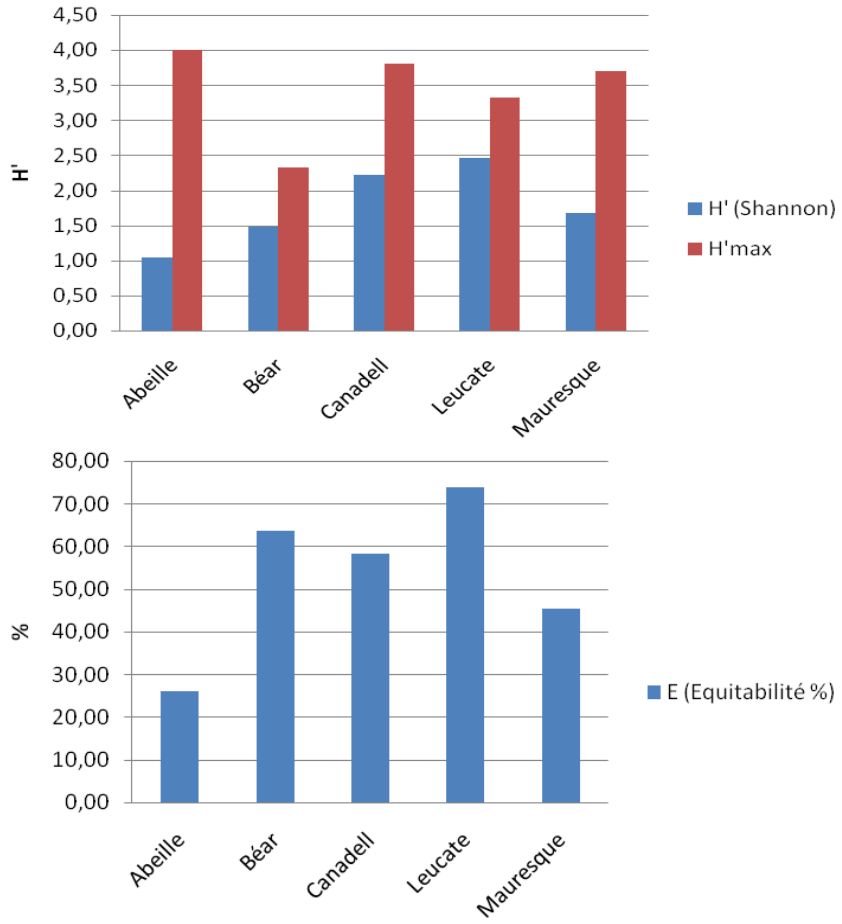


Figure 154 : Indice de Shannon et d'équitabilité sur les peuplements de poissons présents sur le coralligéne.

La composition des peuplements diffère en fonction des sites, malgré leur proximité pour certains. Les sites de l'Abeille et de la Mauresque, montrent une forte dominance par les castagnoles, avec une abondance relative de 84 et 70 % (Figure 154, équitabilité). Concernant le Coralligène de Canadell et de Leucate, les castagnoles dominent toujours, mais nettement moins. Elles sont d'ailleurs suivies par des espèces comme le sar à tête noire, le barbier, le serran chevrette ou encore le cténolabre. Pour ce paramètre, le Cap Béar montre encore une différence, avec une dominance des girelles (55 %), puis des serrans chevrettes (20 %). Ces dernières valeurs mettent en évidence un site relativement pauvre en terme de richesse.

L'abondance relative (Annexe 21), soit le nombre total d'individus dénombrés, suit la même tendance que la richesse spécifique. Il existe une forte abondance sur la station de l'Abeille avec 1 147 individus, ainsi que sur le site de Canadell avec 849 individus, situé sur la côte rocheuse au Sud de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls. Le site de Béar est le moins peuplé, avec seulement 132 individus dénombrés. Les cinq espèces les plus abondantes représentent 90 % des individus dénombrés lors de cette étude. Ces espèces sont, dans un ordre décroissant d'abondance, la castagnole (63 %), la girelle (10 %), le sar à tête noire (8 %), le barbier (5 %)et le serran chevrette (4 %).

L'étude des classes de taille des individus montre une composition du peuplement ichtyque sur Canadell constituée principalement de grands individus (69 %). A l'inverse, les sites de l'Abeille et de la Mauresque mettent en évidence environ 60 % de petits individus, ceci est expliqué par la dominance de juvéniles de castagnoles. Au niveau de Béar, la taille des individus observés est également proportionnelle aux espèces dominantes, comme les girelles et les serrans chevrettes (Annexe 21).

Si la structure démographique des individus est étudiée sans les castagnoles, Canadell conserve une majorité de grands individus dans sa composition. L'Abeille et Mauresque montrent une certaine similarité avec proportionnellement la même représentativité en petit , moyen et grand individus. La plus forte représentativité de la classe "moyen" est concentrée principalement sur le site de Leucate.

Les Echinodermes

Deux espèces d'oursins ont été recensées, l'oursin brun *Paracentrotus lividus* et l'oursin violet *Sphaerechinus granularis*. Outres ces deux oursins, les autres espèces recensées sont l'holothurie *Holothuria tubulosa*, l'étoile de mer *Echinaster sepositus* et l'étoile de mer glaciaire *Marthasterias glacialis*.

Les oursins, tout comme les éponges du genre *Cliona*, font partie des espèces indicatrices des processus de bio-érosion du Coralligène. Ces organismes brouteurs sont à l'origine de l'érosion des biohermes. Parmi les différents bio-érodeurs du Coralligène, les brouteurs représentés par les oursins sont responsables de la majorité de la masse de calcaire érodée (Sartoretto, 1996).

Sur les deux espèces d'oursins observées, *Sphaerechinus granularis* est considéré par certains auteurs comme l'espèce la plus active dans la bio-érosion du Coralligène (Sartoretto, 1996).

L'oursin *Paracentrotus lividus* a principalement été observé sur le site de Leucate (Tableau 66).

Tableau 66 : Nombre d'oursins comptés sur les différents sites d'étude.

	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell
Paracentrotus lividus	27	1			
Sphaerechinus granularis		8	6	1	1

La présence d'échinodermes tels que *S. granularis*, *P. lividus* et *H. tubulosa* est habituelle. Néanmoins une augmentation significative de leur densité peut indiquer une pollution d'origine domestique (Harmelin, 1980, 1981, 1995). Cette corrélation n'existe pas dans le cadre de la présente étude mais elle mérité d'être relevé afin que cet indicateur puisse éventuellement être suivi dans le temps.

Les Gorgonaires

Trois espèces de gorgones ont été observées : la gorgone blanche *Eunicella singularis* dominante sur l'ensemble des stations, la gorgone orange *Lophogorgia ceratophyta* ainsi que la gorgone rouge *Paramuricea clavata* (Tableau 67). Le site de Béar, ainsi que celui de Mauresque sont les plus pauvres en gorgones.

Tableau 67 : Nombre de gorgones dénombrées sur les différents sites d'étude

	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell	Total
Eunicella singularis	25	6	8	21	16	**76**
Lophogorgia cerathophyta	1	1	0	1	0	**3**
Paramuricea clavata	0	0	0	1	0	**1**
Total	**26**	**7**	**8**	**23**	**16**	**80**

La gorgone blanche est présente sur les cinq sites d'étude, avec une hauteur moyenne de 22 cm. La hauteur entre les colonies ne montre pas de différence significative entre les différentes sites (Test de Kruskall Wallis P>0,05) ni même en termes de surface (Test de Kruskall Wallis P>0,05).

Sur l'ensemble des observations réalisées sur *Eunicella singularis* lors des quatre années de suivi de l'impact plongée au sein de la réserve marine de Cerbère-Banyuls (2007 à 2010), la hauteur des colonies mesurées oscille entre 1 cm et 110 cm. Une colonie a été mesurée à 110 cm de hauteur pour 30 cm de largeur au niveau de l'Abeille Nord. Il s'agirait d'une colonie dont une des ramifications s'est particulièrement prolongée. La hauteur moyenne des colonies *d'Eunicella singularis* est de 12,99 cm. Les analyses réalisées depuis 4 ans ont permis de mettre en évidence une dynamique de la population de gorgones blanches essentiellement structurée par le recrutement. Sur l'ensemble de la zone d'étude, celui-ci a été beaucoup plus faible en 2007 qu'en 2008. Ce faible succès reproducteur lors de l'été 2007 pourrait être lié à l'anomalie thermique observée lors de l'été 2006. Au courant du mois de juillet 2006, la température de l'eau s'est maintenue à plus de 27°C dans les petits fonds alors que la thermocline s'est positionnée beaucoup plus en profondeur. Un impact sur les communautés benthiques a d'ailleurs été observé jusqu'à environ 15 m de profondeur aux îles Medes (Cristina Linares, comm. pers.). Il est probable que le phénomène se soit fait ressentir au sein de la Réserve Marine. Weinberg (1975) avait d'ailleurs déjà associé la mortalité de l'espèce *Eunicella singularis*, dans la région de Banyuls-sur-Mer, à une température trop élevée (plus de 24°C, au-dessus de la thermocline, au cours de l'été 1973). La reproduction *d'Eunicella singularis* ayant déjà eu lieu, l'impact sur les jeunes recrues de cette même année a peut-être été négligeable. Cependant, les colonies génitrices auraient subi une nécrose plus importante, en particulier au niveau des extrémités (portions les plus fertiles). Les conséquences de cette anomalie

thermique se seraient faites ressentir jusqu'à l'automne 2007. Anormalement nécrosées, les colonies n'ont pu assurer un succès reproductif suffisant, traduisant le faible recrutement observé en 2007. Le meilleur recrutement observé en 2008 montrerait que la population aurait surmonté cet épisode en retrouvant une dynamique plus classique. En 2009 et 2010, le recrutement semble plus faible et comparable aux valeurs de 2007 (Dalias *et al*., 2008; 2009; 2010; 2011).

Cette espèce dressée, caractéristique des fonds rocheux de la côte de Albères (Lenfant *et al*., 2001), et très exposée aux agressions mécaniques, est un bon indicateur de l'impact mécanique que subit le secteur (Dalias *et al*., 2008; 2009; 2010; 2011 ; Blouet *et al*., 2011b). La gorgone blanche *Eunicella singularis* a déjà été choisie pour suivre l'évolution dynamique de sites et les effets de l'installation de dispositifs d'amarrage écologiques (Blouet *et al*., 2006 ; Bonhomme *et al*., 2006). Cette espèce a également déjà été utilisée comme indicatrice des effets de la plongée dans d'autres Aires Marines Protégées. Ainsi, après trois ans de surveillance à Cabo de Palos, Réserve Marine de Islas Hormigas, les scientifiques du Grupo de Investigacion « Ecologia y Ordenacion de Ecosistemos Marinos Costeros » Departamento de Ecologia e Hidrologia, Universidad de Murcia (Espagne) ont démontré que les populations de gorgones blanches sont endommagées par les plongeurs qui fréquentent ces sites (Garcia-Charton *et al*., 2003 ; 2005).

Les gorgones oranges (*Lophogorgia ceratophyta*) recensées lors de cette étude, peuvent être considérées comme étant de petits individus, avec un maximum de 23 cm de hauteur. A contrario, le seul individu de *P. clavata* observé se révèle de grande taille avec une hauteur de 40 cm pour une largeur de 80 cm.

L'analyse de l'exposition des gorgones met en évidence une répartition exclusivement sur la partie supérieure du concrétionnement, en exposition 2, 3 et 4, témoignant sur les stations étudiées d'un faible impact mécanique (ancrage, plongée sous-marine).

Ces organismes peuvent être influencés par les polluants, véhiculés sous forme particulaire, par les courants marins.
En raison de leur large distribution bathymétrique, les gorgonaires peuvent être utilisés pour la caractérisation et le suivi de la qualité du milieu marin dans la tranche de profondeur comprise entre -15 et -50 m (Perez, 2003, Dalias *et al*., 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2011; Blouet *et al*., 2011a).

Les Bryozoaires

Sur l'ensemble des stations, 5 espèces de Bryozoaires dressés ont été observées (Tableau 68). Parmi ces espèces, certaines sont très communes sur le Coralligène du Languedoc-Roussillon, telle *Myriapora truncata*, qui est d'ailleurs l'espèce la plus représentée. Cette importante abondance a également été mise en évidence au niveau de Caball Bernat, à 20 m de profondeur (Créocéan, 2007 ; 2008 ; 2010a ; 2010b; Dalias *et al*., 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2011).

Tableau 68 : Nombre de Bryozoaires dénombrés sur les différents sites d'étude.

	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell	Total
Adeonella calveti	0	1	3	1	0	**5**
Hornera frondiculata	0	4	0	0	0	**4**
Myriapora truncata	61	24	5	75	34	**199**
Pentapora fascialis	0	1	1	3	0	**5**
Sertella septentrionalis	2	18	2	2	0	**24**
Total	**63**	**48**	**11**	**81**	**34**	**237**

Les peuplements de Bryozoaires réagissent très clairement à la qualité de l'environnement par leur richesse spécifique, leurs compositions, et leurs taux de couverture du substrat. Cette sensibilité s'illustre particulièrement par une nette disparité de la richesse spécifique (Harmelin 1979, 1985). Néanmoins, *Myriapora truncata* fait partie des espèces les plus tolérantes aux pollutions des eaux usées (Capo, 1998). *Myriapora truncata* est également considéré comme l'animal bio-constructeur le plus actif (Hong, 1980).

A l'exception de certaines colonies de *P. fascialis*, dont la taille est relativement grande, les colonies des autres Bryozoaires sont globalement de petite taille. Le site de Leucate dispose des colonies de *M. truncata* les plus grandes, suivi par le site de la Mauresque. Leurs tailles moyennes sont proches de celles observées sur le site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde » (Blouet *et al*., 2011a). Après le Cap Béar, en direction du Sud, la taille des colonies est nettement plus faible (Annexe 22). La hauteur des *P. fascialis* mesurées oscille entre 1 et 20 cm pour une moyenne de 3,31 cm. La hauteur des *Myriapora truncata* entre 1,00 cm et 4,28 cm pour une moyenne de 2,97 cm. La population est dominée par de petites colonies (Dalias *et al*., 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2011).

Les deux plus grosses colonies de Bryozoaires ont été observées sur le site de la Mauresque, avec une colonie de *M. truncata* de 6 cm de haut par 13 cm de large, ainsi que sur le site du Cap l'Abeille avec une colonie de P. fascialis de 9 cm par 14 cm de large. *Pentapora fascialis* se retrouve au niveau des communautés du Coralligène, à partir de 12 m (Laborel, 1961 ; Ros *et al*., 1985 ; Zabala, 1986 ; Ballesteros, 2003), voire en dessous de 15 m (Weinberg, 1993).

Pour les colonies de M. truncata, le diamètre moyen des brins a été mesuré à 3,7 mm (±0,07). De plus, il n'existe aucune différence significative entre les différentes zones (test de Kruskal Wallis $p<0,05$). Lors du suivi du Coralligène réalisé sur le Cap d'Agde en 2010, le diamètre moyen était de 3,6 (±0,04) (Blouet *et al*., 2011a).

Les colonies de Bryozoaires sont majoritairement positionnées sur le dessus du concrétionnement, dans des cavités et des failles. Seule une colonie de *P. fascialis* a

été observée en épibionte sur une gorgone blanche. En Espagne, dans la Réserve des Iles Medes, deux études (Sala *et al*., 1996 ; Garrabou *et al*., 1998) ont été réalisées sur *Pentapora fascialis*. Les auteurs ont démontré que dans les sites interdits à la plongée, le grand et fragile Bryozoaire calcaire *Pentapora fascialis* occupait tous les types d'expositions (de l'exposition en surplomb à celle de l'épibionte), alors que dans les endroits où la plongée était autorisée, les colonies étaient limitées aux positions les plus cryptiques. La densité, le diamètre et la hauteur des colonies étaient significativement plus faibles dans les sites fréquentés que dans ceux peu fréquentés. Dans un site de la Réserve des îles Medes récemment autorisé à la plongée, la densité des colonies du Bryozoaire *Pentapora fascialis* a diminué de 50 % dans l'année qui a suivi l'ouverture du site (Garrabou *et al*., 1998). L'impact était plus important sur des substrats durs sub-horizontaux occupés par le Coralligène que sur les parois verticales, probablement grâce, entre autres, à la protection fournie par l'auvent dense du gorgonaire *Paramuricea clavata. Myriapora truncata* a d'ailleurs déjà été utilisé comme indicateur de l'impact de la plongée (Calvisi *et al*., 2003). Enfin, ces deux espèces ont également été étudiées au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls (Dalias *et al*., 2008 ; 2009 ; 2010; 2011).

V.1.4.3.4.2 Transects permanents

Composition du peuplement

L'analyse des 154 quadrats, tous sites confondus, a permis de dénombrer un total de 16 espèces représentant 5 phylums et 14 genres. Au total, pour les 16 espèces déterminées, 549 individus ont été dénombrés.

Le phylum le plus représenté est celui des Spongiaires avec 186 individus, suivi des Bryozoaires (163 individus), des Cnidaires (132 individus), des Chlorophycées (40 individus) et des Tuniciers (28 individus). En moyenne, chacun des groupes est constitués par 4 espèces, sauf pour les tuniciers dont l'unique représentant est l'ascidie rouge, *Halocynthia papillosa*.

Certains taxons recensés ont un intérêt patrimonial marqué : My*riopora truncata, Adeonella calvetti, Sertella septentrionalis* et *Eunicella singularis*. La majorité des autres espèces est dite ubiquiste et ne présente pas d'intérêt patrimonial spécifique.

La richesse spécifique

L'analyse des données a mis en évidence une richesse spécifique totale de 16 espèces. Le site de Canadell montre la plus importante richesse spécifique, soit 75% du nombre d'espèces total observées (Tableau 69).

Tableau 69 : Richesse spécifique observée sur les différents sites d'étude.

Phylum	Genre	Espèce	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell
Chlorophycées	*Codium*	*bursa*		x	x	x	x
	Codium	*coralloides*					x
	Codium	*fragille ou vermilara*				x	
	Halimeda	*tuna*		x			x
	Udotea	*petiolata*				x	x
Bryozoaires	*Myriapora*	*truncata*	x	x	x	x	x
	Pentapora	*fascialis*					x
	Porella	*cervicornis*			x		
	Sertella	*septentrionalis*					x
Cnidaires	*Alcyonium*	*sp.*	x			x	x
	Eunicella	*singularis*	x	x	x	x	x
	Parazoanthus	*axinellae*	x	x	x		
Spongiaires	*Anchinoe*	*tenacior*		x			x
	Aplysina	*cavernicola*	x	x		x	
	Cliona	*sp.*	x	x	x	x	x
Tuniciers	*Halocynthia*	*papillosa*		x	x	x	x
Richesse spécifique			**6**	**9**	**7**	**9**	**12**

Ces espèces sont réparties dans cinq phylums, à savoir ; quatre espèces de Bryozoaires, trois de Spongiaires et de Cnidaires, un de Tunicier et cinq de Chlorophycées. Ces espèces sont relativement communes sur le littoral du Languedoc-Roussillon. Il est intéressant de noter la présence systématique de *Myriapora truncata*, *Eunicella singularis* et *Cliona sp*. Du fait de leur présence à l'échelle du Parc Naturel Marin, ces espèces pourront être suivies dans le temps, comme indicateurs d'éventuels impacts anthropiques ou climatiques dans le futur.

En comparaison, les zones à Coralligène du site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde » sont moins riches en Chlorophycées (Blouet *et al*., 2011a), de même que le site de Leucate. Néanmoins, elles disposent d'une plus importante richesse spécifique en Spongiaires.

Abondance

Au total, sur les différents sites d'étude, 549 individus ont été dénombrés. Avec respectivement 153, 151 et 143 individus dénombrés sur les stations de Canadell, de Leucate et de la Mauresque (Tableau 70). Tenant compte de la difficulté d'analyse de certaines photos, ces trois sites peuvent être considérés comme semblables en terme d'abondance. Concernant le Cap Béar, les faibles valeurs d'abondance relevées sont cohérentes avec les résultats obtenus ci-dessus, lors de l'analyse des transects aléatoires.

Tableau 70: Abondance des individus dénombrés sur les différents sites d'étude.

Phylum	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell
Bryozoaires	92	36	3	1	31
Chlorophycées		3	1	22	14
Cnidaires	15	37	3	12	65
Spongiaires	44	52	23	33	34
Tuniciers		15	2	2	9
Nb ind total	**151**	**143**	**32**	**70**	**153**

Parmi les cinq phylums observés, les Spongiaires représentent 33 % des individus et 19 % des espèces rencontrées. Les Bryozoaires représentent 30 % des individus pour 25 % des espèces, et les Cnidaires 24 % des individus pour 19 % des espèces.

La proportion des phylums n'est pas homogène entre les différents sites (Figure 155). Le site du Cap l'Abeille compte la plus importante abondance relative en Chlorophycées avec de nombreux *Codium bursa*. Concernant les Bryozoaires, sur ce site, seule une colonie de *M. truncata* a été observée. A contrario, sur le site de Leucate, plus au Nord, aucune Chlorophycée n'a été mise en évidence et 92 colonies de *M. truncata* ont été observées, soit 60 % de l'abondance totale de ce site.

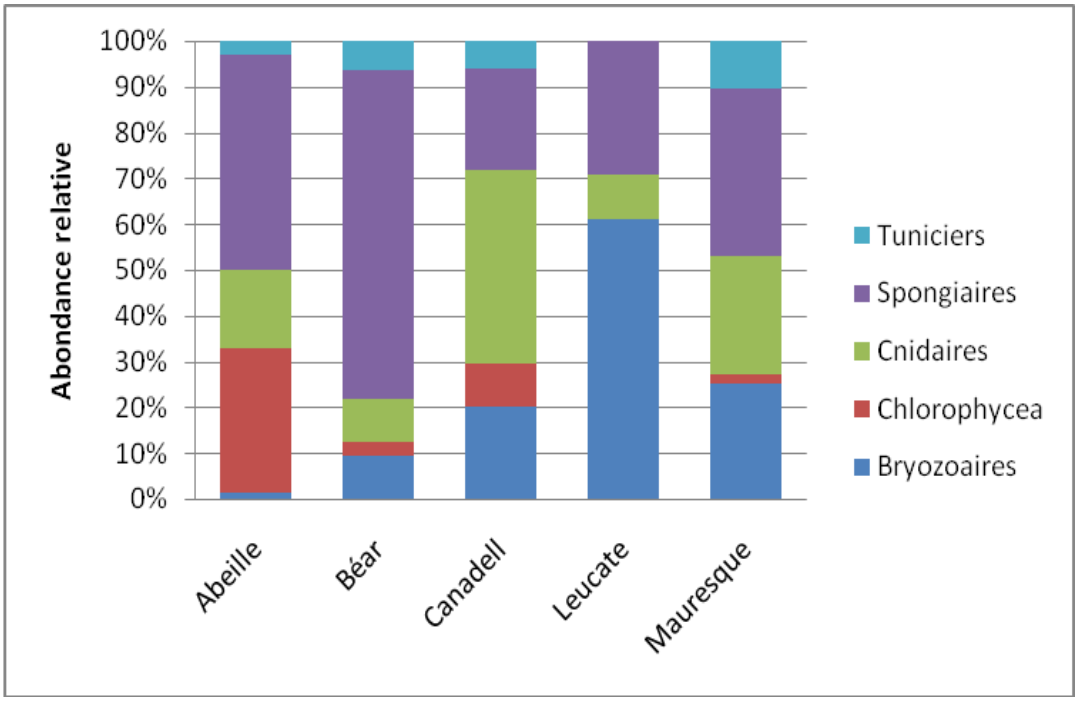


Figure 155 : Abondance relative des cinq Phylums mis en évidence sur les différents sites d'étude.

A l'échelle de l'espèce, les éponges *Cliona sp*. en formes gamma, béta et alpha, ainsi que le Bryozoaire *M. truncata* sont les plus abondants, suivis par les colonies d'*Eunicella singularis* (Annexe 23).

Densité

Les densités moyennes en nombre d'espèces dénombrées par quadrat sont comprises entre 0,82 esp/ 0,25 m² (±0,75) pour le site de Béar et 2,8 (±1,52) sur le site de Canadell. D'après l'analyse des densités, les cinq stations peuvent être regroupées de la façon suivante (Comparaisons multiples :Test de Kruskal et Wallis) (Figure 156).

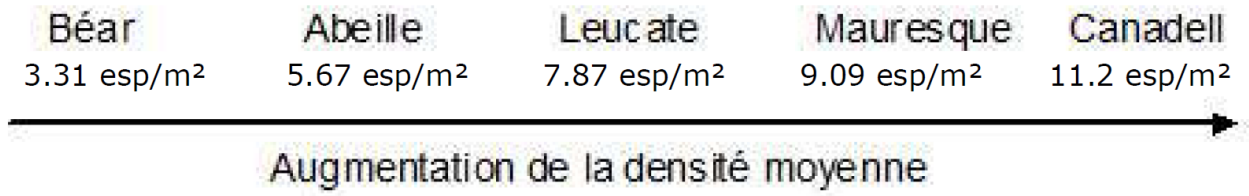


Figure 156 : Densité sur les transects permanents.

Les densités moyennes, en nombre d'individus observés par quadrat, sont comprises entre 1,1 ind/ 0,25 m² (±1,08) au sein du site de Béar et 5,1 (±2,9) pour Canadell. Dans ce cas, les trois stations de Canadell, Mauresque et Leucate peuvent être regroupées au sein d'un même groupe. Comme précédemment, Béar met en évidence le nombre d'individus d'espèces le plus faible.

Par comparaison, les densités en nombre d'espèces par quadrat sur le site Natura 2000 du Cap d'Agde, ont été mesurées entre 1,62 et 6,35 espèces par 0,25 m², soit une moyenne locale de 4,36 (±3,6) (Blouet *et al*., 2011a).

L'analyse des deux espèces les plus abondantes, *Cliona sp.* et *M. truncata*, met en évidence une densité moyenne relativement similaire entre l'ensemble des sites pour le genre *Cliona* 1,16 clione /quadrat (±1,09) (Annexe 23). Tandis que *M. truncata* est quasi-inexistant au sein des sites de l'Abeille et de Béar, et très dense sur la station de Leucate avec 2,96 colonies de *M. truncata* /0,25m² (±2,59).

Ces deux espèces interagissent simultanément et de façon opposée dans l'état de conservation du Coralligène. Le genre *Cliona* fait partie des macro-foreurs, responsables de la bio-érosion du Coralligène. En 1999, Rosell *et al*., décrivent l'espèce *Cliona viridis* comme l'éponge la plus destructive et la plus présente dans le Coralligène (Uriz *et al*., 1992). Ces espèces d'éponge sont aussi utilisées comme des indicateurs d'une mauvaise qualité, en termes d'enrichissement du milieu en sels nutritifs et en matières organiques. A l'inverse, *M. truncata* fait partie des constructeurs les plus actifs, directement liés au concrétionnement (Hong, 1980).

La répartition de ces deux espèces le long des cinq stations, met en évidence une plus forte proportion d'espèces bio-érosives, par rapport aux animaux bio-constructeurs, sur les sites du Cap Béar et de l'Abeille.

<u>Recouvrement</u>
L'analyse du recouvrement a été réalisée sur les espèces occupant une surface suffisamment représentative pour être étudiée. Le pourcentage de recouvrement des Corallinacées et des Peyssonneliacées a été soustrait au recouvrement total occupé par les autres Phylums.

Les Corallinacées et les Peyssonneliacées couvrent plus de 95 % de la surface des quadrats. Les spongiaires représentent près de 4 % du recouvrement total et les Bryozoaires seulement 0,6 %. Les données sont comparables aux données sur les sites à Coralligène du Cap d'Agde (Blouet *et al*., 2011a).

Dans l'ensemble, les taux de recouvrement moyen des Spongiaires sont supérieurs à ceux des Bryozoaires, ce sont d'ailleurs les taux les plus importants relevés. Ce résultat concorde avec l'importante représentation des Cliones chez les Spongiaires,

espèce pouvant former des massifs encroûtants de grande taille (Annexe 24 ; Figure 157).



Figure 157 : Cliona viridis sous forme gamma.

Les Cliones, bio-érodeurs du Coralligène, sont présentes sur l'ensemble des stations, notamment sur la station de Canadell où elles représentent 5,2 % de la surface globale du transect, Mauresque avec 3,9 %, ainsi que Leucate avec 3,4 %.

Concernant les Bryozoaires, bio-constructeurs fortement représentés par l'espèce *M. truncata*, leur taux de recouvrement augmente selon un gradient Sud-Nord, de même que leur densité. Sur le site de Leucate, le plus important recouvrement en Bryozoaires a été mis en évidence avec 2,37 % de la surface totale du transect. Ce taux de recouvrement par M. truncata, est le plus important observé entre le Cap d'Agde et Canadell.

Au Sud du Cap Béar, les conditions de turbidité et de luminosité sont plus propices au développement des Chlorophycées. Ainsi, entre le Cap Béar et le site de Canadell, plus au Sud, le recouvrement en algues vertes est plus important. Lors de l'analyse des photographies du secteur de Canadell un recouvrement relativement important en algues brunes de petite taille a été observé. Parmi celles-ci, des algues du genre *Dictyota* ont pu être identifiées.

Etat général

La dynamique de croissance du Coralligène est conditionnée par une succession de processus de croissance et de mortalité des algues calcaires. En phase de dégénérescence, les Corallinacées blanchissent comme tous les organismes marins pourvus de carbonate de calcium (Blouet *et al*., 2011a). L'exemple du blanchiment des coraux tropicaux est sans doute le phénomène le plus marquant en la matière. L'analyse des zones de blanchiment a été réalisée pour l'ensemble des stations.

Sur les cinq sites d'étude, 66 % des quadrats présentent des zones de blanchiment (Annexe 24).
Lors de l'analyse du site de Canadell, il a été mis en évidence le plus important recouvrement en zone blanchie, avec 3,6 % de la surface globale du transect, suivi par le site de Leucate, puis celui de la Mauresque. Toutefois, le plus grand nombre de taches de blanchiment a été observé sur le secteur de Leucate avec 64 zones blanches, soit 2,3 zones par quadrat. Cette remarque coïncide avec une taille moyenne de zones blanchies plus importante sur le site de Canadell. Il faut noter le faible nombre de taches pour le site de Béar, et leur taille relativement petite. Même si il est encore difficile de mettre en relation blanchiment et impact (climatique ou anthropique), ce paramètre serait intéressant à suivre sur le long terme, en cas d'accélération du phénomène.

1.4.3.5 Discussion

Comme toute communauté littorale, le Coralligène subit des agressions liées à la pollution des eaux côtières, et aux impacts directs des activités maritimes telles que la plongée sous-marine ou la pêche professionnelle.

L'effet de la pollution sur les substrats durs a une action directe sur la composition du peuplement en diminuant significativement la richesse spécifique tout en réduisant encore plus fortement la densité des individus (Hong, 1980).

L'activité constructrice est autant réduite par une diminution de la diversité et l'abondance des espèces bio-constructrices que par l'accroissement des bio-érodeurs, notamment du genre *Cliona*. D'autres bio-érodeurs comme les échinidés prolifèrent dans les masses d'eau enrichies en matière organique, en particulier *Sphaerechinus granularis* (Laubier, 1966).

Les impacts anthropiques comme ceux induits par la plongée sous-marine ou la pêche professionnelle sont aussi néfastes pour les bio-constructeurs en impactant les grands Bryozoaires dressés, et en favorisant la remise en suspension des particules fines qui par ennoyage suppriment les micro-habitats disponibles.

Dans un site de la Réserve des îles Mèdes nouvellement autorisé à la plongée, la densité des colonies du bryozoaire *Pentapora fascialis* a diminué de 50 % dans l'année qui a suivi son ouverture (Garrabou *et al*., 1998).

Certaines études de surveillance des activités de plongée ont montré que l'augmentation des sédiments remis en suspension par les plongeurs avait un impact majeur, voire supérieur à l'impact mécanique (Garrabou *et al*, 1998 , Zakai et Chadwick-Furman, 2002 , Barker et Roberts, 2004 et Luna et coll., 2009).

Les activités de pêche traditionnelle et de pêche de loisirs mènent elles aussi à une diminution significative du nombre spécifique moyen d'espèces de cet habitat, impliquant des changements dans la composition de l'ichtyofaune (Bell, 1983; Garcia-Rubis et Zabala, 1990).

D'autres facteurs naturels peuvent être à l'origine de la dégradation du Coralligène : l'espèce invasive *Womersleyella setacea* est actuellement distribuée le long de la plupart du bassin Méditerranéen (Athanasiadis, 1997).

Les phénomènes climatiques de grande ampleur liés à l'augmentation de la température peuvent engendrer des modifications dans la structure des peuplements.

Lors de l'été 1999, un événement de mortalité massif de suspensivores benthiques, sur plusieurs centaines de kilomètres, a affecté les communautés de Coralligène situées à une profondeur inférieure à 40 mètres (Perez *et al*., 2000; Romano *et al*, 2001, Ben Mustapha *et al* Abed, 2001).

A partir des inventaires réalisés sur les sites à Coralligène du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, certaines tendances sur l'état de conservation des habitats peuvent être dégagées. Ces tendances demandent toutefois à être précisées, notamment via la mise en place de suivis à long terme.

Les sites de Canadell et de l'Abeille sont les témoins d'impacts mécaniques, conduisant à une diminution significative de la taille des colonies de Bryozoaires.

Pour autant, le site de Canadell possède la plus grand richesse spécifique et la plus grande densité d'individus. La proportion de recouvrement entre bio-constructeurs et bio-érodeurs est égale, témoignant d'une relative stabilité entre les deux groupes sur ce site.
L'analyse de la composition du peuplement pour le site de la Mauresque et de Leucate (photos en Annexe 26) met en avant une densité élevée du nombre spécifique d'individus, ainsi qu'une bonne représentativité des bio-constructeurs. Concernant le site de Leucate, la faible richesse spécifique peut s'expliquer par les conditions environnementales du site, la forte turbidité limitant le nombre d'espèces aux espèces tolérantes à l'envasement.

A l'inverse, le site de l'Abeille, malgré une richesse spécifique relativement bonne, abrite un faible nombre d'individus, dont une forte proportion de bio-érodeurs.

Le site de Béar, qui apparait comme peu diversifié et peu dense, peut être classé à part, bien qu'aucun impact mécanique ou lié à une mauvaise qualité des eaux n'ait été observé. Toutefois, il est important de prendre en considération que le site choisi sur ce cap n'est pas le plus représentatif de sa diversité et richesse globale.

Une des hypothèses pourrait être un taux de recrutement très faible du benthos lié à une situation géographique particulière favorisant la dispersion des propagules vers le large par les courants dominants Nord-Est / Sud-Est.

Malgré une richesse spécifique élevée et une grande diversité notamment dans les peuplements de poissons, les deux sites Canadell et l'Abeille, montrent les signes d'une dégradation de leur état de conservation (plus marqué pour l'Abeille). La proportion de bio-érodeurs est plus importante que la proportion de bio-constructeurs, signe d'un déséquilibre dans les processus biodynamiques du concrétionnement. Depuis plusieurs années, la prolifération d'algues filamenteuses a été constaté dans ce secteur de la côte rocheuse, ce qui pourrait expliquer en partie cette tendance à la dégradation. Néanmoins, les suivis réalisés par Créocean dans ce secteur, ne montrent pas de

modification dans la composition du peuplement, signe d'une relative bonne stabilité depuis 2007.

A l'inverse, la proportion de bio-constructeurs est plus élevée pour Leucate et la Mauresque, signe d'un état de conservation du site relativement favorable.

1.5 Complément pour l'inventaire faunistique et floristique en région Languedoc-Roussillon (ZNIEFF-LR)

Lors du programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines de la région Languedoc-Roussillon, la zone rocheuse de Leucate avait fait l'objet d'une délimitation de ZNIEFF sur sa partie nord au niveau du site de la Sorcière (Figure 11). N'ayant que des données partielles de la délimitation du plateau rocheux aucunes délimitations n'avaient alors été proposées afin éviter des erreurs de zonages. A partir des données recueillis au cours de cette étude, il est proposé d'élargir la zone vers le large afin d'englober la biocénose du coralligène (Figure 158 ; Tableau 71).

Tableau 71 : Habitats déterminants programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines de la région Languedoc-Roussillon.

		Vulnérabilité	Valeur patrimoniale	Rareté au niveau régional	Intérêt paysager	Note globale / 12	Classement
Habitats déterminants							
3	**Coralligène**	3	3	3	2	11	**D**

Les formations de coralligène au niveau du plateau rocheux de Leucate, sont d'une grande diversité biologique. La taille du concrétionnent témoigne de formations très anciennes. La présence de filets ou la présence de plaisanciers ancrés sur le site confirme l'intérêt de renforcer la protection du site.

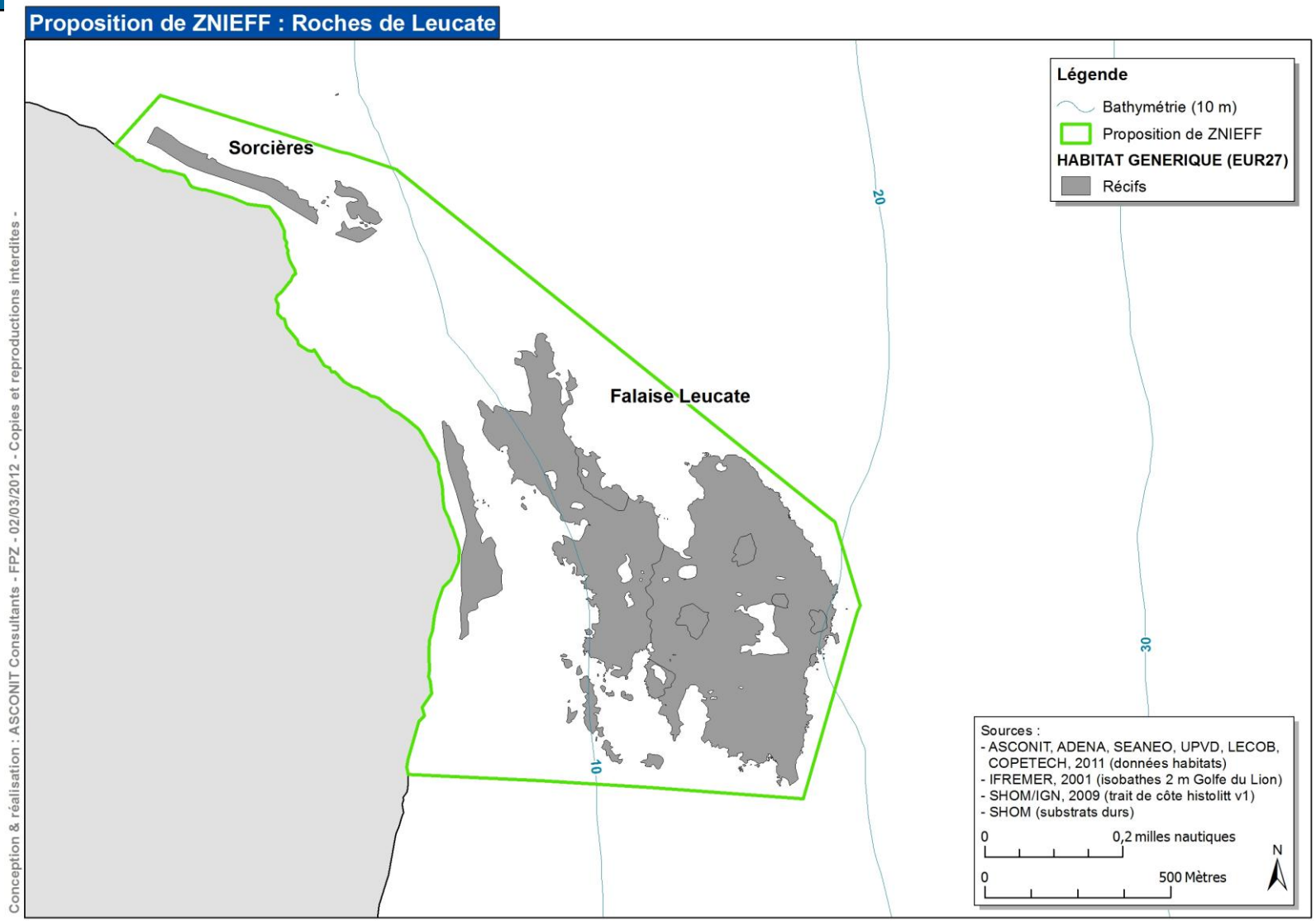


Figure 158 : Proposition de ZNIEFF : Roches de Leucate.

2 Epaves

2.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de l'atelier thématique sur l'amélioration des connaissances dans le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion (PNM GL) auquel des membres du groupement ont participé, l'inventaire des espèces présentes sur les épaves correspondait à des « données manquantes qu'il est important d'acquérir pour la création puis la bonne gestion du futur PNMCV ».

Faits de guerre, accidents de mer, sabordages, une vingtaine d'épaves ont coulé entre 1863 et 1997 au large de la côte Vermeille.

La présente étude a porté sur les principales épaves de la côte Vermeille :
- L'Alice Robert dit "Le Bananier" ;
- L'Astrée ;
- Le Saumur ;
- Le Saint Lucien ;
- Le Pythéas.

Le diagnostic scientifique comprend l'étude de la colonisation des épaves en plongée sous-marine.

2.2 DIAGNOSTIC SCIENTIFIQUE DES ÉPAVES

2.2.1 Localisation et caractéristiques des zones étudiées

La présente étude porte sur les principales épaves (Annexe 27) dont les coordonnées sont indiquées en WGS 84 (degrés minutes) :
- L'Alice Robert "Le Bananier" (42°35'370 / 03°07'770) ;
- L'Astrée (42°31'670 / 03°08'000) ;
- Le Saumur (42°31'520 / 03°07'990) ;
- Le Saint Lucien (42°31'126 / 03°08'419) ;
- Le Pythéas (42°31'335 / 03°07'295) (Figure 159).

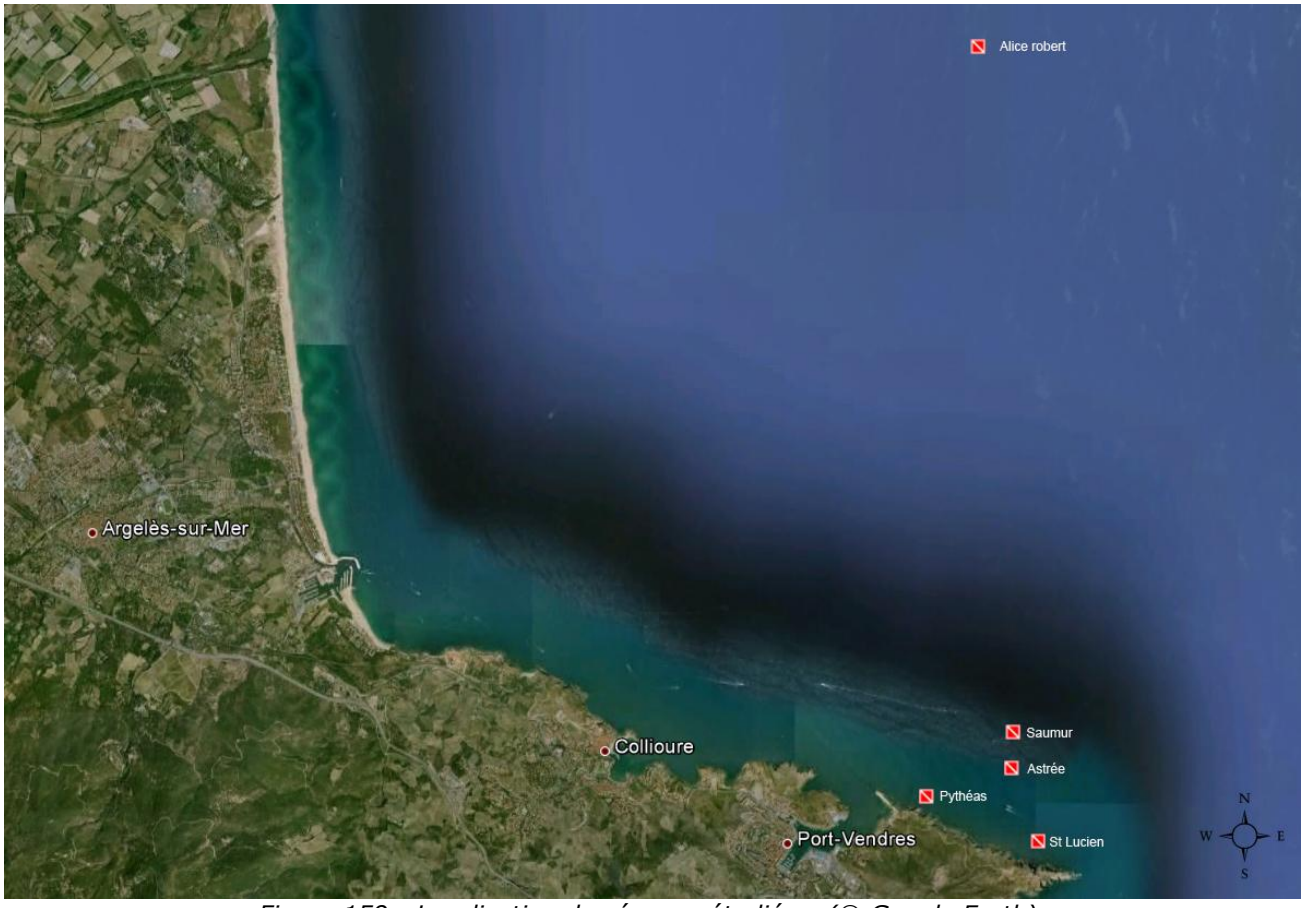


Figure 159 : Localisation des épaves étudiées. (© Google Earth).

La majorité des épaves (Alice Robert, Astrée, Saumur et Saint Lucien) se trouvent sur du substrat meuble, compris entre 40 et 47 m. Le Pytheas se situe sur du substrat dur, à proximité immédiate de la côte, entre 10 et 15 m.

2.2.1.1 L'Alice Robert "Le Bananier"

L'Alice-Robert, ou Bananier, est probablement la plus prisée des épaves de la région. Eloignée de la côte, l'épave mesure 88,3 m de long pour 14,65 m de large et pèse 2 588 tonnes.

Construite au Danemark en 1934, elle assure durant cinq ans pour la Compagnie Franco-Coloniale de Navigation de Nantes, le transport rapide des fruits, les matières périssables des colonies françaises vers Bordeaux et Nantes. Le 4 octobre 1939, l'Alice Robert est réquisitionné et relève de la Société Maritime Nationale. Elle sera armée de deux canons de 90 mm et affecté aux Lignes Coloniales.

Le 14 octobre 1942, elle est réquisitionnée par les allemands, sous le nom de prise de Frida1, et affectée comme escorteur rapide et armé pour lutter contre l'aviation et les sous-marins alliés. Le mât arrière est retiré et l'Alice Robert sera le SG11. Dès mai 1943, elle réalise des missions d'escorte du trafic maritime allemand sur les côtes d'Italie.

Le 2 juin 1944, accompagnée du SG 21 (amiral SENES, construit en juillet 1942 à Port de Bouc), l'Alice Robert a pour mission d'évacuer les troupes allemandes de Corse. Elle

est repérée par un sous-marin anglais de la U-Class, le Ultor, commandé par le lieutenant G.E.Hunt. Croyant que l'Alice Robert est un navire escorté, et donc transportant des marchandises de valeur, le sous-marin tire ses trois dernières torpilles à environ deux kilomètres. La première touche le navire sur bâbord arrière, provoquant une voie d'eau très importante. A 8h36, le commandant de l'Alice Robert donne l'ordre d'évacuer. Un quart d'heure plus tard, le navire sombre.
Cette épave dispose encore de ses canons.

2.2.1.2 L'Astrée

L'Astrée est un navire charbonnier anglais, construit en 1921 à Blyth en Angleterre. Sous le nom de Bellbro, elle appartenait à la Halifax Shipping Corporation, basée à Hull. Elle sera vendue à la Société Navale Caennaise en 1933 et rebaptisée Astrée 2. En 1939, ce navire dépendra de la société Maritime Nationale, et sera affecté au transport de marchandises pondéreuses (charbon, minerai, phosphates, acier) vers les ports d'Afrique du Nord.

En décembre 1942, l'Astrée est réquisitionnée par les Allemands, puis navigue sous pavillon Italien, rebaptisée Siena (ou Elena selon les sources). Elle est affectée au trafic avec la Tunisie.

Le 1er mai 1944, l'Astrée, revenant d'Egypte, est torpillée à proximité de Port-Vendres par le sous-marin anglais UMS Untiring. Torpillé à l'avant du château, celui-ci demeure bien conservé ainsi que toute la partie arrière. La proue est dans le prolongement de l'épave, à quelques dizaines de mètres.

2.2.1.3 Le Saumur

Le Saumur est un cargo de 108 m de long, construit en 1920 en Écosse par la Forth Shipbuilding and Engineering. Le Saumur est tout d'abord un navire charbonnier puis il sera affecté aux lignes coloniales. Navire charbonnier géré par la Société Maritime Auxiliaire de Transport de Nantes, il est racheté en 1929 par l'armateur marseillais Delmas-Vieljeux, qui affecte le Saumur aux lignes coloniales. Le 29 septembre 1939, le Saumur est pris en charge au nom de l'Etat Français par la Société Maritime Nationale et armé d'un canon de 25 automatique installé sur le toit du logement du capitaine.

En décembre 1942, il passe aux mains des allemands.

Le 21 mai 1944 il est 18h00 quand à bord de l'Upstart le Lt. Cdr Paul Chapman aperçoit le Saumur quitter Port-Vendres. Le sous-marin est sur Béar à 40 m de profondeur, il tire quatre torpilles et fait mouche par deux fois. Le Tolentino (Saumur) touché par son milieu, s'enfonce.

Il repose presque en un seul morceau malgré le torpillage à l'avant du château, comme l'Astrée. Sauf que dans ce cas, la partie avant n'est qu'à quelques mètres après la cassure. L'élément emblématique de cette épave est l'une des deux mitrailleuses restantes, montée sur une tourelle à la proue. A l'arrière, une énorme hélice de secours est posée à coté des cales béantes, sur bâbord.

2.2.1.4 Le Saint Lucien

Le Saint Lucien porte à l'origine le nom de la ville danoise où il fut construit, en 1920, soit Aalborg. Il correspond à un cargo minéralier de 80 m de long.

A la suite de l'invasion du Danemark par l'Allemagne, Français et Anglais se partagent les navires danois mouillés dans leurs ports. Ainsi, en avril 1940, l'Aalborg est saisi à Leith par l'Amirauté anglaise et effectue deux voyages en Bretagne comme navire charbonnier avant d'être cédé à la France le 10 mai. Il sera géré par la Société Maritime Nationale, et affrété pour l'Afrique du Nord. A l'armistice, il est immobilisé à Casablanca. En 1941, rebaptisé Saint-Lucien, il sera réarmé avec un équipage français, pour le trafic entre la zone libre et l'Afrique du Nord, avec à son bord 24 hommes.

Le 28 novembre 1942 à Marseille, il est remis au Reich qui lui rend son premier nom.

Le 23 avril 1943, alors qu'il rapporte de Marseille 1 230 tonnes d'oranges, l'Aalborg est coulé derrière Béar par le sous-marin anglais Unruly, à la deuxième torpille. Des pêcheurs de Port-Vendres récupéreront tout l'équipage ainsi qu'une partie de la cargaison.

Il repose tout prés du Cap Béar, posé droit de la poupe à l'avant du château. Il est ensuite vrillé sur tribord. L'énorme hélice est encore en place, et son château s'est écroulé.

2.2.1.5 Le Pythéas

Construit en 1856 à Londres, le Pythéas, trois mâts à vapeur de 50 m, navigue d'abord pour la Société Phocéenne de Navigation Altaras, Caune et Cie, pour laquelle il effectue des liaisons entre Marseille et l'Algérie. Après un changement de machine en 1887, il est vendu en 1888 à Artaud et Seytre, puis en 1890 au négociant Amadou Hérail, de Sète. En 1894, il passe entre les mains de la petite compagnie marseillaise Louis Castaldi et Fils, et fait la liaison Marseille, Port-La-Nouvelle, Port-Vendres.

Le 19 octobre 1897, avec une cargaison de 170 tonnes de marchandises en provenance de Marseille, le Pythéas se dirige vers Port-Vendres dans un épais brouillard. Le capitaine du navire, Roca, un enfant du pays, est inquiet. Il est 11h et les membres d'équipage ne voient pas le phare. Le vapeur ralentit, mais alors que la sonde est encore de 9 brasses, un sinistre craquement retentit, déchirant le silence pesant. Le port n'est pas loin, les sifflets du navire attirent les deux pilotes du port qui alertent aussitôt les secours. Vers 8h30, l'arrière du Pythéas s'incline et tout le bateau s'affaisse. Seul l'avant sort de l'eau. La plus grande partie de la cargaison sera récupérée par trois scaphandriers de Marseille avant qu'une forte tramontane n'achève de couler le navire.

Le Pythéas s'étend de ses grosses ancres posées sur 4 m entre les rochers au pied des falaises jusqu'à 15 m à la poupe. Tout le long d'une pente douce, les membrures s'étalent à plat. La grosse chaudière est dressée verticalement. La poupe repose sur bâbord.

2.3 CHOIX DE LA MÉTHODE

L'évaluation des peuplements dans une épave, comme dans une structure artificielle, peut comporter deux stratégies différentes :

- Utilisation de méthodes destructives, avec des engins de pêche traditionnels (trémail, filet maillant, chalut, palangre, canne) ou d'autres engins (fusil-harpon, divers poisons) ;
- Utilisation de méthodes conservatrices, directes (évaluation en plongée par des comptages visuels, enregistrement vidéo et/ou photo) (Tessier *et al*., 2005) ou indirectes (ROV ou caméra téléguidés depuis la surface, station hydroacoustique) (Fabi et Sala, 2002).

Les avantages et les inconvénients des deux méthodes ont été analysés par Charbonnel *et al*. (1995, 1997) pour les structures artificielles et sont présentés dans le Tableau 72.

Tableau 72 : Synthèse des avantages et inconvénients des méthodes par pêche et par plongée pour l'évaluation des peuplements de poissons sur les structures artificielles (in Charbonnel et al., 1995, 1997).

	Pêche expérimentale	Plongée sous-marine
Avantages	- Données précises sur tailles et poids des individus ; - Spécimens disponibles pour d'autres analyses (alimentation, reproduction) ; - Nombre d'espèces échantillonnées, en théorie, plus important ; - Evaluation de l'impact bénéfique des structures artificielles sur la pêche professionnelle ; - Possibilité d'échantillonner les espèces nocturnes.	- Surface et volumes échantillonnés connus (calculs de densité et de biomasses) ; - Caractéristiques du site connues ; - Pas de prélèvement dans le peuplement étudié (comparaisons répétées et suivi à long terme possibles) ; - Données sur les espèces vivant à l'intérieur et autour de la structure artificielle ; - Evaluation plus efficace des espèces craintives et bonnes nageuses (Sparidae) ; - Possibilité d'observation sur le comportement.
Inconvénients	- Pas d'accès à l'intérieur des structures artificielles et accès limité entre les structures artificielles ; - Méthode aveugle, pas de contrôle des caractéristiques de la zone échantillonnée ; - Evitement des poissons devant l'engin de pêche, sous-estimation des biomasses ; - Suivi régulier à long terme du peuplement impossible sur des petites structures artificielles.	- Comptages impossibles si turbidité importante ; - Obligation d'un entraînement régulier et d'une intercalibration des observateurs ; - Interactions entre plongeur / poisson ; - Temps d'intervention limité (problème d'étude des variabilités spatiales et temporelles.

Les méthodes par pêche ont été largement utilisées en Europe sur les structures artificielles de la Mer Adriatique (Bombace *et al*., 1994 ; Fabi et Fiorentini, 1994), sur les anciennes structures artificielles du Languedoc- Roussillon (immergées en 1985) par l'IFREMER (Duval-Mellon, 1987 ; Duclerc et Bertrand, 1993).

Néanmoins, ces techniques d'échantillonnage ne sont pas totalement appropriées à l'étude des peuplements des structures artificielles étant donné que la pêche aux filets est impossible à proximité directe des structures artificielles (problème d'accessibilité et accrochage des filets) où se situe l'essentiel du peuplement. Ainsi les pêches expérimentales (filets trémails, chalutage) et les enquêtes sur les débarquements, menées par l'IFREMER, ont été effectuées sur des zones trop éloignées des structures artificielles pour pouvoir montrer l'impact halieutique bénéfique attendu (Duval-Mellon, 1987 ; Duclerc et Bertrand, 1993). De plus, une technique de pêche classique comme le chalutage sous-échantillonne fortement les Sparidae (Harmelin-Vivien et Francour, 1992), alors qu'en Méditerranée, ils représentent la principale famille de poissons d'intérêt commercial rencontrée sur les structures artificielles.

Les évaluations visuelles en plongée sous-marine comportent également un certain nombre de biais, synthétisés par Harmelin-Vivien *et al*. (1985). Les sources d'erreurs proviennent à la fois de l'observateur, du sujet observé et des interactions qu'ils peuvent établir entre eux. Néanmoins, cette méthode non destructive ne perturbe pas les peuplements en place et n'entraîne pas un biais d'échantillonnage trop important, contrairement aux méthodes destructives qui laissent croire à une plus grande précision (Harmelin-Vivien *et al*., 1985). Les comptages en plongée permettent d'échantillonner les espèces à domaine vital étendu (sars, loups), les espèces à plus faible déplacement spatial, inféodées à la structure artificielle (labres, serrans) ou les espèces cryptiques de la structure artificielle (congres, mostelles, rascasses). Les relevés visuels constituent toutefois une estimation car la totalité du peuplement ne peut être pris en compte.

Même si chaque méthode présente des avantages et des inconvénients, seule l'utilisation de la plongée sous-marine a pu être envisagée pour ce diagnostic des épaves.

2.4 LE DIAGNOSTIC DE LA COLONISATION DES ÉPAVES

Depuis leur mise au point par Brock (1954) sur les récifs coralliens d'Hawaii, les comptages visuels en plongée sous-marine sont largement utilisés à travers le monde.
En Méditerranée, la plupart des travaux réalisés concernent les zones naturelles : substrats rocheux et herbier à posidonies (Harmelin-Vivien *et al*., 1985 ; Harmelin, 1987 ; Francour, 1990 ; Garcia-Rubies et Mac Pherson, 1995 ; Lenfant *et al*., 2008c).
Plusieurs équipes de recherche ont tout de même adapté ces techniques de comptage à l'étude des structures artificielles (Charbonnel *et al*., 1997 ; Charbonnel *et al*., 2001 ; Dalias *et al*., 2006a et b ; Lenfant *et al*., 2007 ; Dalias *et al*., 2008 ; Dalias *et al*., 2009 ; Dalias *et al*., 2010 ; Dalias *et al*., 2011 ; Blouet *et al*., 2010; Lenfant *et al*., 2008a).

Une stratification de l'échantillonnage est nécessaire. Chaque épave est un cas particulier, du fait de sa taille et de son hétérogénéité structurale. Il faut donc adapter à chaque fois sa méthode d'étude.

Dans le cadre de la présente étude, les opérations de terrain ont été conduites par deux équipes de deux plongeurs scientifiques (titulaires du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie IIB), Les différentes mesures ont été consignées dans un tableau préparé à l'avance sur une plaquette en PVC immergeable. Des clichés photographiques ont été notamment réalisés avec :

- Un Nikon D200 dans un caisson Sea&Sea DX-D200, équipé d'un objectif fisheye Nikkor DX 10,5mm, d'un objectif 60mm macro Nikkor, d'un dôme en verre minéral Sea&Sea, d'un hublot plan macro Sea&Sea et de deux flash Ikelite S125 ;
- Un Nikon D3X équipé d'un objectif 10,5mm Nikkor en caisson Secam + 2 seaflash 150 ;
- Un Nikon D70s dans un caisson Aquatica équipé d'un objectif 18-70 mm, d'un flash SB105.

Lors de ce diagnostic, de nombreux facteurs limitants (vent, houle, courant, froid, turbidité des eaux et manque de visibilité) doivent être pris en compte pour les différents échantillonnages.

2.5 PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Les échelles de temps de l'échantillonnage doivent être compatibles avec les taux de renouvellement et les cycles de vie des espèces considérées. Les communautés et les populations biologiques évoluent dans le temps au sein d'une épave. Les variations diurnes de la composition des assemblages de poissons et des abondances des espèces sont importantes (Santos *et al*., 2002). La succession d'espèces colonisatrices est plus rapide durant la période suivant l'immersion de l'épave que plusieurs années après. Les suivis scientifiques de structures artificielles sont préconisés par exemple sur une durée de 5 ans par les directives IFOP (Pary, 2004). Malgré tout, différents auteurs (Relini *et al*., 2002 ; Perkol-Finkel et Benayahu, 2004) ont démontré qu'après 5 ans de suivi d'une structure artificielle, les communautés présentes n'avaient toujours pas atteint un équilibre et continuaient d'évoluer.

Les épaves sont le plus souvent positionnées dans des zones côtières et sont donc sujettes aux changements saisonniers de la température, de la salinité et de la clarté de l'eau. Les facteurs pouvant avoir une influence sur l'échantillonnage sont l'heure de la journée, la saison et l'année. Quelque soit le nombre de fois où les assemblages doivent être échantillonnés et l'intervalle de temps entre les différentes observations, et s'il est souhaité que l'échantillonnage ne coïncide pas avec une quelconque structure cyclique au sein d'une population, il est recommandé de choisir des horaires aléatoires et non réguliers (Underwood, 1981, 1994). Pour comparer des épaves entre différentes localités, il est important de réaliser les suivis pendant la même saison.

Le diagnostic scientifique des épaves est effectué lors d'une campagne correspondant à une période chaude et de recrutement.

- 23 août 2011 : Saumur (40 - 45 m) et le Pytheas (10 - 15 m) ;
- 24 août 2011 : Alice Robert (40 – 45 m) et Saint Lucien (35 - 40 m) ;
- 25 août 2011 : Astrée (40 - 47 m).

En effet, la Méditerranée est une mer tempérée qui présente une saison froide et une saison chaude. Le minimum moyen de température est de 13°C durant l'hiver et le maximum moyen de 23°C durant l'été à la profondeur de 20 m. En saison chaude, la Tramontane peut très vite se lever et temporairement refroidir les eaux superficielles jusqu'au seuil moyen de 13°C (phénomène de remontée d'eaux profondes froides appelé upwelling côtier). La température conditionne le comportement des peuplements, notamment celui des populations de poissons. Les espèces « locales » agrandissent leur territoire en saison chaude, d'autres espèces migratrices apparaissent temporairement dans la zone selon les saisons.

2.6 MÉTHODOLOGIE

2.6.1 Les espèces étudiées

Une attention particulière, mais non exclusive, est portée aux espèces d'intérêt patrimonial et à leur cycle de vie (présence des différentes classes d'âge, des alevins aux géniteurs, etc.).

2.6.1.1 Les espèces vagiles (poissons et invertébrés)

Afin de ne pas perturber les peuplements ichtyques des épaves, deux observateurs de la palanquée, légèrement espacés, réalisent les comptages. L'approche et le déplacement sont réalisés strictement de la même façon à chaque inventaire.

Quatre types de distribution des espèces mobiles ont été choisies :

- Les espèces très mobiles et difficiles d'approche (sars, bars, pageots). Elles sont comptées en premier (Figure 160) ;
- Les espèces à proximité immédiate de l'épave (poissons : Labridae, Serranidae ; invertébrés : calmars, seiche) sont dénombrées (Figure 161) ;
- Les espèces inféodées aux épaves (poissons : congres, mostelles, rascasses, blennies, gobies ; invertébrés : poulpes, langoustes, etc.) sont répertoriées en explorant consciencieusement toutes les cavités ainsi que les zones internes à l'aide de phares sous-marins (Figure 162) ;
- Les espèces grégaires de pleine eau, peu craintives, souvent très abondantes (bogues, tacauds, athérines) sont estimées en dernier.

Des photographies sont réalisées sur chaque épave par le deuxième plongeur lorsque la visibilité le permet.

La difficulté de l'étude peut être directement liée aux conditions météorologiques (visibilité faible, fort vent, courant). Une estimation ou une mesure de la visibilité est réalisée. La méthodologie de comptage est adaptée en fonction des sites et des conditions environnementales. Cette méthodologie est clairement consignée pour être facilement reproduite.

Les paramètres biologiques sont suivis selon les quatre niveaux définis précédemment : mobiles et difficiles d'approche, à proximité de l'épave, à l'intérieur de l'épave et les espèces grégaires de pleine eau.

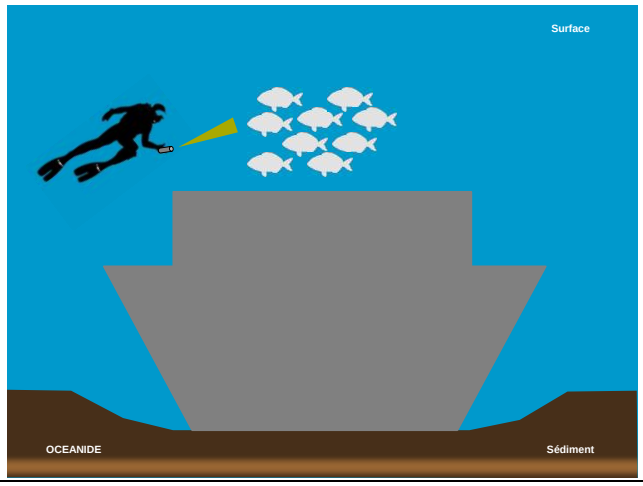


Figure 160 : Représentation schématique de la première phase du comptage, les espèces mobiles et difficiles d'approche. (© Nicolas DALIAS / SEANEO).

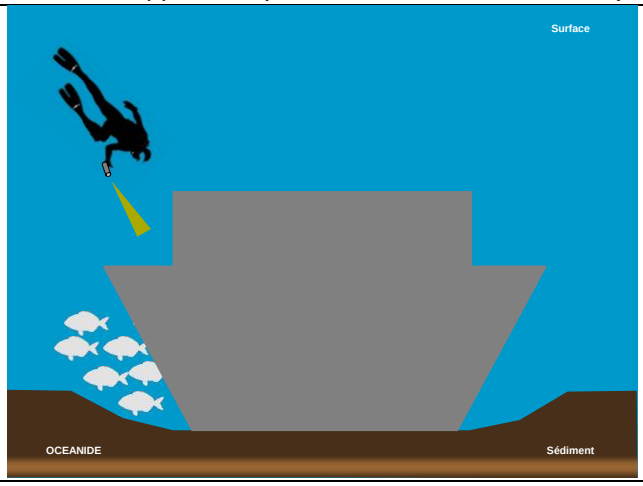


Figure 161 : Représentation schématique de la deuxième phase du comptage, les espèces à proximité immédiate de l'épave. (© Nicolas DALIAS / SEANEO).

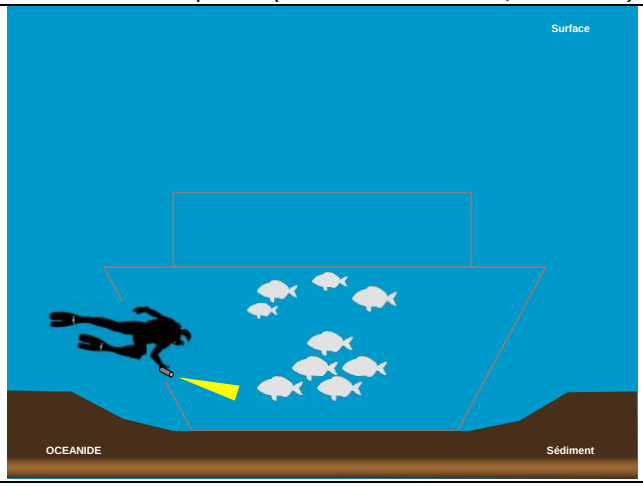


Figure 162 : Représentation schématique de la troisième phase du comptage, les espèces vivant à l'intérieur de l'épave. (© Nicolas DALIAS / SEANEO).

2.6.1.2 Les espèces sessiles (macro-flore et invertébrés)

L'évaluation est réalisée en scaphandre autonome. Lors de la plongée, l'observateur étudie les principales espèces fixées sur l'épave. En complément, quand les conditions météorologiques le permettent, des prises de vue sont réalisées pour une analyse d'images à terre.

La présence d'espèces caractéristiques peut éventuellement permettre d'identifier les différents stades de colonisation de l'épave (espèces pionnières comme les moules, certaines ophiures, etc.). Lors de ce diagnostic scientifique des épaves, une attention toute particulière est apportée aux invertébrés présentant un intérêt patrimonial.

2.6.2 Les paramètres biologiques étudiés

2.6.2.1 La richesse spécifique

Lors de cette étude, le nombre d'espèces différentes est évalué. Une attention particulière est portée sur les espèces d'intérêt patrimonial.

2.6.2.2 L'abondance des espèces d'intérêt patrimonial

L'abondance des espèces d'intérêt patrimonial peut ainsi être évaluée.

2.6.2.3 L'abondance des espèces en fonction des classes de taille

L'abondance est exprimée en nombre d'individus par épave. Le nombre d'individus présents sur chaque épave est dénombré de façon directe jusqu'à 30 individus. Pour les espèces regroupées en bancs, le nombre d'individus est estimé selon une cotation d'abondance proche d'une progression géométrique de base 2 : 31-50 / 51-100 / 101-200 / 201-500 / plus de 500. Cette cotation correspond généralement aux abondances des différents groupements de poissons les plus souvent observés en plongée (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975). Les abondances sont calculées à partir de la moyenne arithmétique de chaque limite de classe (ex : 31 - 50 = 40).

L'emploi de classes d'abondance préfixées a l'avantage d'augmenter la rapidité de comptage et minimise donc les pertes d'informations qui découleraient de toute perte de temps lors de l'estimation d'un groupe de poissons. Malgré tout, plusieurs auteurs (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975 ; Frontier et Viale, 1977) ont démontré que le nombre d'individus comptabilisés est généralement sous-estimé. Les expériences réalisées par Harmelin-Vivien *et al*. (1985) ont montré qu'au-delà de 20 à 30 poissons, la numération directe était difficile. D'ailleurs, l'existence d'un seuil maximal de dénombrement possible, sans sous-estimation importante, a déjà été démontrée en psychologie humaine par Brevan *et al*. (1963). Ce seuil se situe aux alentours de la vingtaine d'objets.

Pour l'estimation de la taille des invertébrés, trois catégories sont généralement retenues : Petit, Moyen, Gros (Bayle-Sempere *et al*., 1994 ; Charbonnel et Francour, 1994). Ces catégories, adaptées à chaque espèce, sont déterminées par rapport à la

taille maximale (L. max) atteinte citée dans la littérature (Bauchot et Pras, 1980 ; Whitehead *et al*., 1986 ; Fisher *et al*., 1987) : Petit (0 à 1/3 de L. max), Moyen (1/3 à 2/3 de L. max) et Gros (2/3 à L. max). La taille des vertébrés a été évaluée à 2 centimètres près (Garcia-Charton et Perez Ruzafa, 1998 ; Bayle-Sempere, 1999; Goni *et al*., 2000).

2.7 RÉSULTATS

2.7.1 Les invertébrés

La surface des épaves est parfois occupée par quelques espèces d'invertébrés remarquables :

- Dromiidae : Dromie, *Dromia personata*;
- Echinidae : Oursin melon, *Echinus melo*;
- Galatheidae : Galathée, *Galathea squamifera*;
- Octopodia : Poulpe, *Octopus vulgaris*;
- Palinuridae : Langouste, *Palinurus elephas*;
- Portunidae : Etrille, *Polybius puber*;
- Scyllaridae : Cigale, *Scyllarides latus*.

La richesse spécifique (nombre d'espèces par épave) en invertébrés a été étudiée sur chacune des épaves (Tableau 73).

Tableau 73 : Richesse spécifique des invertébrés présents sur les épaves.

Epaves	Dromie	Oursin melon	Galathée	Poulpe	Langouste	Etrille	Cigale	Total
Alice Robert				x	x	x	x	**4**
Astrée	x	x	√		x		x	**5**
Saumur					x			**1**
Saint Lucien					x	x	x	**3**
Pythéas			x	x			x	**3**
Occurrence	**20%**	**20%**	**40%**	**40%**	**80%**	**40%**	**80%**	

L'abondance (nombre total d'individus par épave observé en plongée) en invertébrés a été étudiée sur chacune des épaves (Tableau 74).

Tableau 74 : Abondance totale des invertébrés présents sur les épaves.

	Nombre
Alice Robert	13
Astrée	15
Saumur	2
Saint Lucien	7
Pythéas	17

L'abondance en fonction des classes de taille (nombre total d'individus par épave) en invertébrés a été étudiée sur chacune des épaves (Tableau 75).

Tableau 75 : Abondance des invertébrés présents sur les épaves en fonction des classes de taille.

	Taille	Nombre
Alice Robert	**Petit**	5
	Moyen	8
	Gros	0
Astrée	**Petit**	3
	Moyen	11
	Gros	1
Saumur	**Petit**	0
	Moyen	2
	Gros	0
Saint Lucien	**Petit**	3
	Moyen	3
	Gros	1
Pythéas	**Petit**	8
	Moyen	6
	Gros	3

L'observation s'étant limitée aux individus aisément déterminables *in situ*, des espèces de petite taille et difficiles à observer (cachées) n'ont certainement pas été identifiées, ainsi le nombre total d'espèces et d'individus est certainement plus important.

2.7.2 Les vertébrés

Lors de ce diagnostic scientifique des épaves, une attention toute particulière est apportée aux espèces présentant un intérêt patrimonial (*).
Plusieurs espèces de vertébrés ont été observées sur les épaves (Tableau 76).

Tableau 76 : Vertébrés observés sur les épaves

Famille	Nom Commun	Genre espèce	Intérêt patrimonial
Carangidae	Chinchard	*Trachurus trachurus*	
Centracanthidae	Mendole	*Spicara maena*	
Congridae	Congre	*Conger conger*	
Gadidae	Capelan	*Trisopterus minutus capelanus*	
	Mostelle	*Phycis phycis**	*
Labridae	Crénilabre queue noire	*Symphodus melanocercus*	*
	Cténolabre	*Ctenolabrus rupestris*	
	Girelle	*Coris julis*	
	Labre vert	*Labrus viridis*	*
Molidae	Poisson lune	*Mola mola*	*
Moronidae	Loup	*Dicentrarchus labrax*	*
Mullidae	Rouget de roche	*Mullus surmuletus*	
Mullidae	Rouget de vase	*Mullus barbatus*	
Pomacentridae	Castagnole	*Chromis chromis*	
Sciaenidae	Corb	*Sciaena umbra*	*
Scorpaenidae	Chapon	*Scorpaena scrofa*	*
	Petite rascasse rouge	*Scorpaena notata*	
	Rascasse brune	*Scorpaena porcus*	
Serranidae	Anthias	*Anthias anthias*	
	Serran chevrette	*Serranus cabrilla*	
Sparidae	Bogue	*Boops boops*	
	Canthare	*Spondyliosoma cantharus*	*
	Denti	*Dentex dentex*	*
	Dorade	*Sparus aurata*	*
	Pagre	*Pagrus pagrus*	*
	Sar à museau pointu	*Diplodus puntazzo*	*
	Sar à tête noire	*Diplodus vulgaris*	
	Sar commun	*Diplodus sargus*	
	Sar tambour	*Diplodus cervinus*	*
	Sparaillon	*Diplodus annularis*	

La richesse spécifique des épaves (nombre d'espèces par épave) en vertébrés a été étudiée sur chacune des épaves (Tableau 77).

Tableau 77 : Richesse spécifique des vertébrés présents sur les épaves.

	Epaves					Occurrence
	Alice Robert	**Astrée**	**Saumur**	**Saint Lucien**	**Pythéas**	
Anthias	X	X	X	X		**80%**
Bogue	X	X	X			**60%**
Canthare	X	X	X	X		**80%**
Capelan		X		X		**40%**
Castagnole					X	**20%**
Chapon					X	**20%**
Chinchard	X	X				**40%**
Congre			X	X		**40%**
Corb			X			**20%**
Crénilabre queue noire					X	**20%**
Cténolabre			X	X	X	**60%**
Denti		X	X	X		**60%**
Dorade		X				**20%**
Girelle				X	X	**40%**
Labre vert					X	**20%**
Loup		X	X			**40%**
Mendole			X	X		**40%**
Mostelle				X	X	**40%**
Pagre			X	X		**40%**
Petite rascasse rouge	X	X		X	X	**80%**
Poisson lune		X				**20%**
Rascasse brune					X	**20%**
Rouget de roche			X	X	X	**60%**
Rouget de vase				X		**20%**
Sar à museau pointu		X	X	X		**60%**
Sar à tête noire	X	X	X	X	X	**100%**
Sar commun		X	X	X	X	**80%**
Sar tambour		X	X	X		**60%**
Serran chevrette	X	X	X	X		**80%**
Sparaillon					X	**20%**
Total général	**7**	**15**	**16**	**18**	**13**	

L'indice de Shannon-Weaver en vertébrés a été étudié sur chacune des épaves (Tableau 78).

Tableau 78 : Indice de Shannon-Weaver en invertébrés sur chacune des épaves.

	Alice Robert	**Astrée**	**Saumur**	**Saint Lucien**	**Pythéas**
H' (Shannon)	1,82	2,73	2,65	2,57	1,06
H'max	2,32	3,58	3,81	4,09	3,70

La diversité varie de "faible" à "bonne". L'Astrée, le Saumur et le Saint Lucien présentent un indice supérieur à 2,5, correspondant à une relative bonne diversité dans la composition du peuplement.

Les résultats de cet indice confirment une richesse spécifique présentant un nombre d'espèces relativement élevé par épaves.

Les valeurs d'équitabilité pour chaque épave suivent respectivement les mêmes tendances que l'indice de Shannon (Figure 163). La moyenne de l'équitabilité pour l'ensemble des épaves est de 63,1 %. Ce résultat met en évidence la dominance de certaines espèces dans la composition des peuplements de chacune des épaves. Il faut noter la présence de nombreux individus de castagnoles sur le Pythéas. La présence de castagnoles sur cette épave est liée à la faible profondeur et à sa distance de la côte. Hormis les bancs d'anthias , présents en masse sur les épaves profondes, les sars à tête noire constituent la majeure partie de la composition du peuplement.

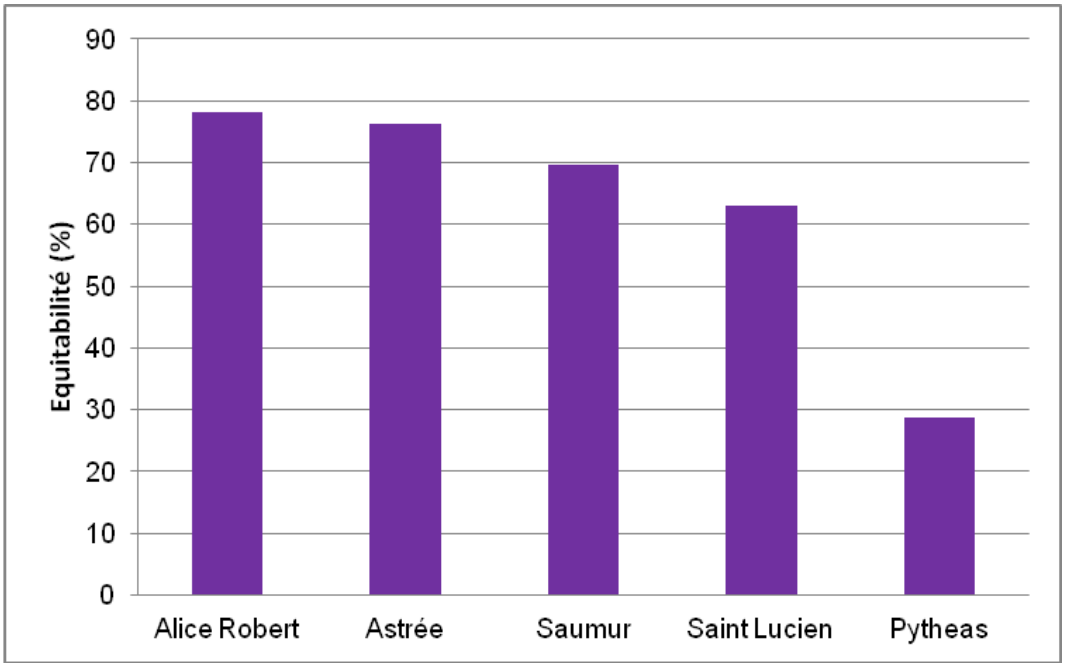


Figure 163 : Indice d'équitabilité en vertébrés sur chacune des épaves.

L'abondance des épaves (nombre total d'individus par épave) en vertébrés a été étudiée sur chacune des épaves (Tableau 79). Les anthias, les bogues et les chinchards ne sont pas pris en compte du fait de leur nombre très élevé.

Tableau 79 : Abondance des vertébrés présents sur les épaves.

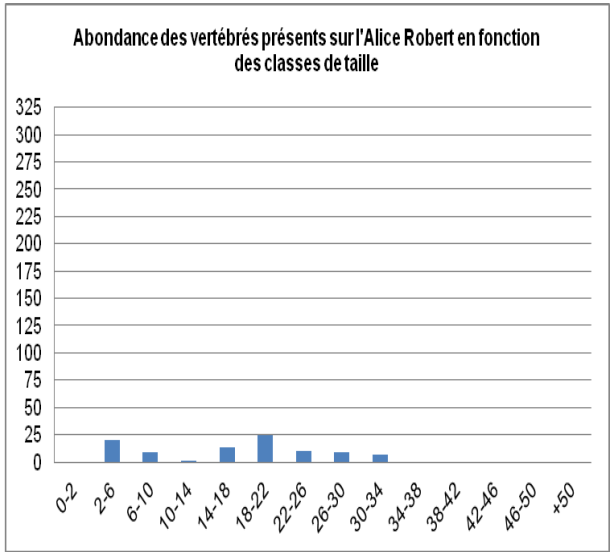
	Nombre
Alice Robert	94
Astrée	174
Saumur	252
Saint Lucien	571
Pythéas	754

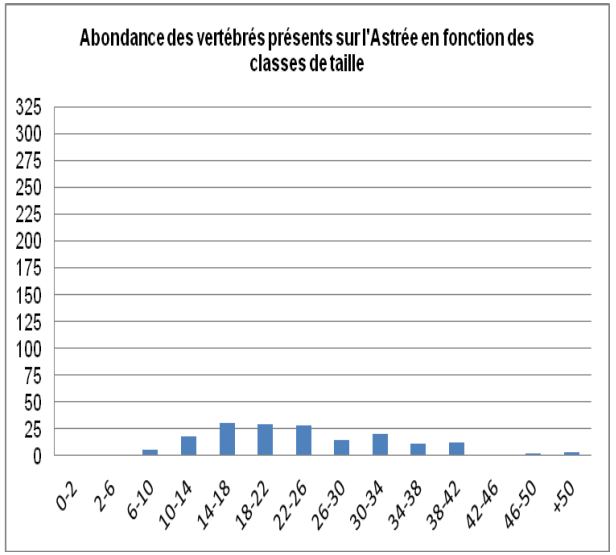
L'abondance en fonction des classes de taille (nombre total d'individus par épave) a été étudiée sur chacune des épaves (Figure 164).

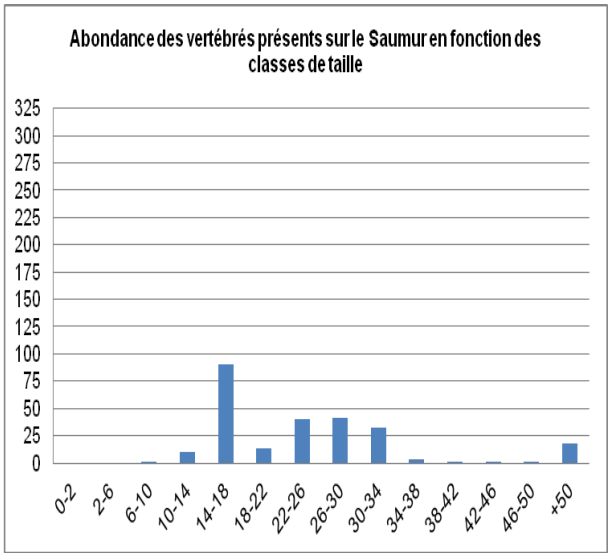
L'expression de l'abondance en fonction des classe de tailles renseigne sur la structure démographique des peuplements au sein de chacune des épaves.

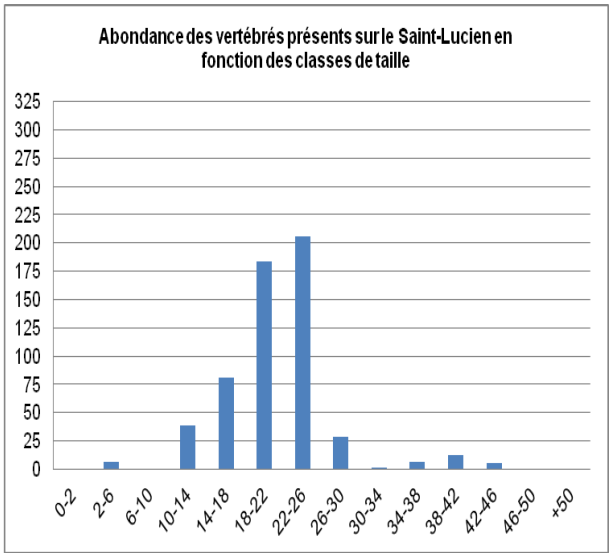
Globalement sur l'ensemble des épaves, la taille des individus est relativement grande, voire très grande pour certains individus. Il n'est pas rare d'observer pour certains Sparidae des individus susceptibles d'avoir une taille dite maximale.

La profondeur influence la distribution des individus adultes. Ainsi, toutes espèces confondues, plus de juvéniles sont observés sur le Pythéas que sur les autres épaves, plus profondes.









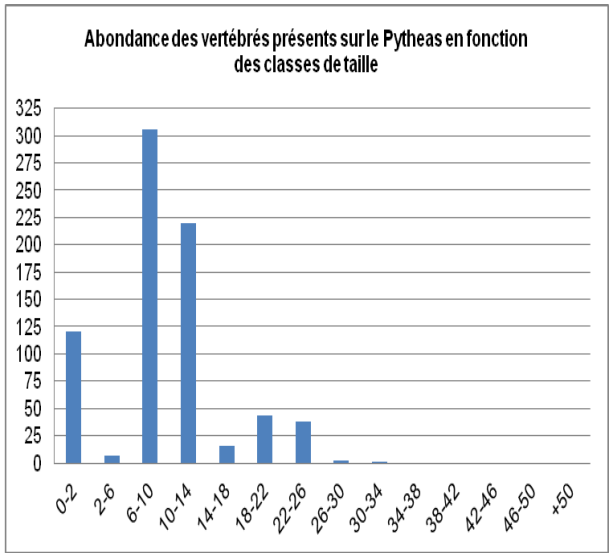


Figure 164 : Abondance totale en fonction des classes de taille (cm).

.

L'importance des Sparidae dans la composition des peuplements des épaves témoigne d'une diversité relativement importante mais aussi d'un intérêt économique majeur au regard des activités de pêche professionnelle et récréative se pratiquant à proximité des épaves. La présence d'individus adultes met également en évidence le rôle des épaves comme habitat pour le maintien de géniteurs voire de « super géniteurs ».

L'abondance des Sparidae, famille la plus présente sur toutes les épaves, en fonction des classes de taille (nombre total d'individus par épave) a été étudiée sur chacune des épaves (Figure 165).

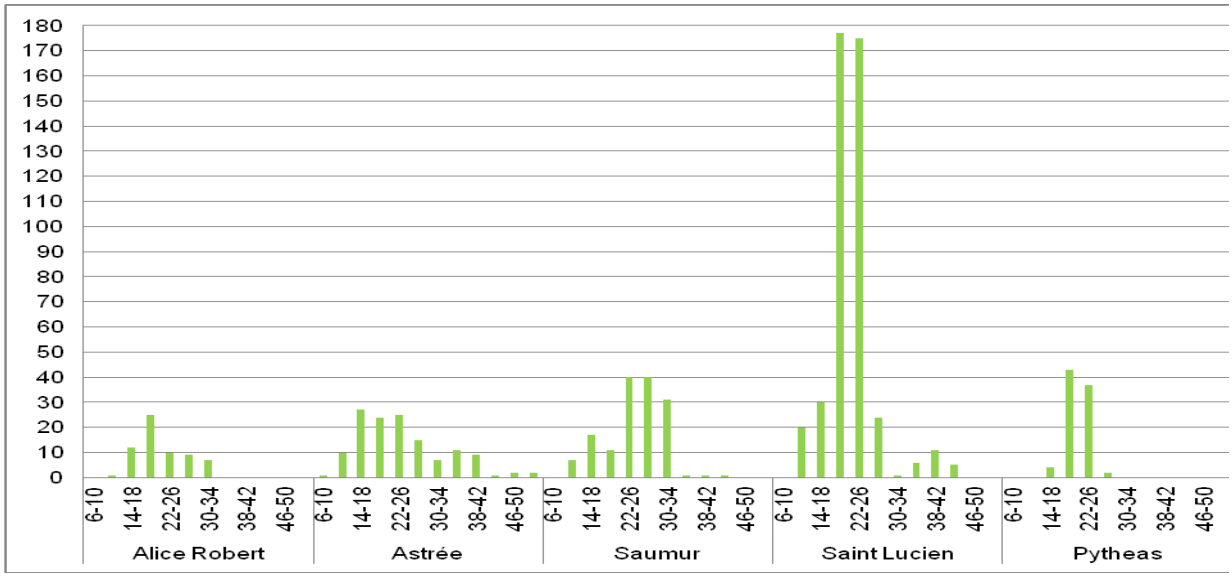


Figure 165 : Abondance de Sparidae présents sur les épaves, en fonction des classes de taille (cm).

Dans la composition de la famille des Sparidae, le sar à tête noire représente l'espèce la plus représentative, seule espèce ayant une occurrence de 100%.

L'abondance totale du sar à tête noire, présent sur toutes les épaves, en fonction des classes de taille (nombre total d'individus par épave) a été étudiée sur chacune des épaves (Figure 166).

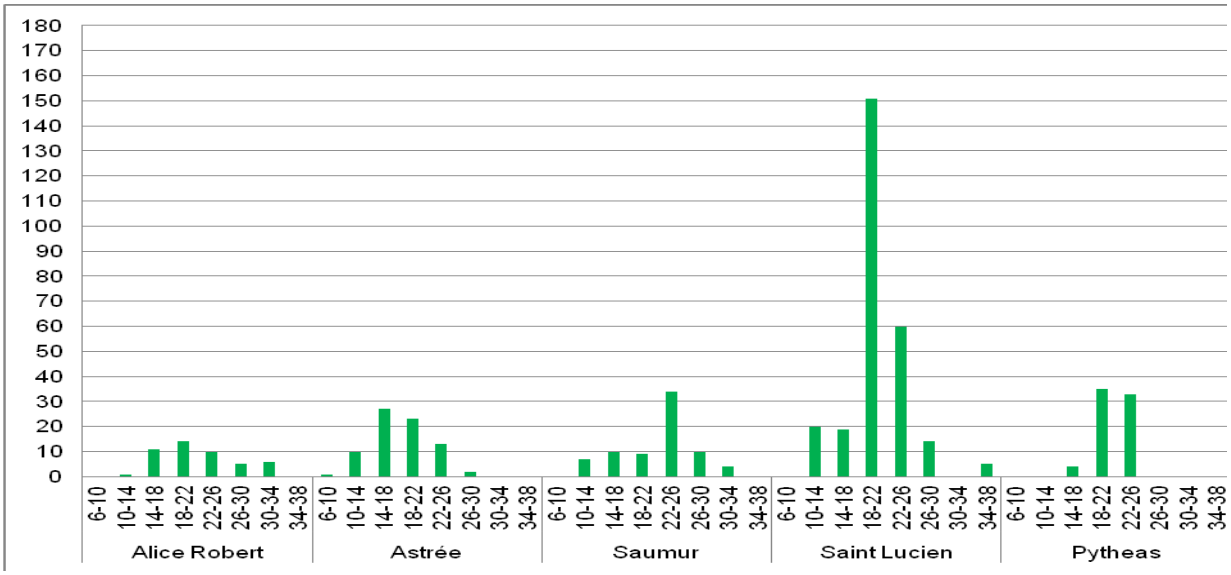


Figure 166 : Abondance de sar à tête noire présents sur les épaves, en fonction des classes de taille (cm).

2.8 DISCUSSION

Lors de ce diagnostic scientifique des épaves de la côte Vermeille, les observations réalisées vont dans le même sens que celles réalisées à Port-Cros par Ruitton *et al*. (2004) :

- Richesse spécifique variant de 7 (Alice Robert) à 18 (Saint Lucien), contre entre 12 à 16 espèces à Port-Cros ;
- Prédominance des Sparidae ;
- Espèces cryptiques bien représentées (capelan, chapon, congre, mostelle, petite rascasse rouge, rascasse brune) ;
- Espèces bonnes nageuses, à domaine vital étendu, bien représentées (denti, dorade, loup, pagre) ;
- Abondance relativement importante.

Les peuplements de poissons constituent le principal attrait des épaves pour les plongeurs. Globalement, la composition du peuplement de l'ichtyofaune des épaves se caractérise donc par l'abondance des Sparidae, alors que les Labridae sont peu nombreux, contrairement aux assemblages des petits fonds rocheux littoraux ou des peuplements des roches Coralligène plus profondes (Lenfant *et al*., 2008). Le peuplement est dominé par les espèces de pleine eau (anthias, bogue, mendole), et celles à domaine vital assez vaste comme les Sparidae. La particularité du peuplement des épaves par rapport aux zones rocheuses situées à la même profondeur, est l'abondance du nombre de gros individus, caractéristique retrouvée sur les épaves profondes, du fait de leur isolement (Ruitton *et al*., 2004).

La plupart du temps, la taille des structures artificielles influence de manière significative la richesse spécifique, l'abondance totale et la biomasse des individus présents (Dalias *et al*., 2006a ; 2006b ; Lenfant *et al*., 2007 ; Dalias *et*

al., 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2011; Lenfant *et al*., 2008a; Blouet *et al*, 2010). Sur les grandes structures, les individus sont de plus grandes tailles et la biomasse y est plus importante (Claudet, 2006). Selon Amanieu et Lassèrre (1982), une forte richesse spécifique trouvée dans un habitat aussi complexe que des structures artificielles, indique une forte capacité d'accueil de ces habitats. La complexité des structures peut avoir un effet en terme d'augmentation de richesse ou d'abondance totale (Ody et Harmelin, 1994 ; Potts et Hulbert, 1994 ; Charbonnel *et al*., 2002 ; Dalias *et al*., 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2011; Lenfant *et al*., 2008a). L'augmentation de la richesse spécifique a été rapportée par divers auteurs (D'Anna *et al*.,1994; Bortone *et al*., 1994; Fabi et Fiorentini, 1994 ; Santos et Monteiro, 1997, 1998 ; Lenfant *et al*., 2008a).

L'évolution des différents paramètres biologiques au sein des épaves peut s'expliquer sur la base d'hypothèses « écologiques », par le fait que le système n'est pas clos. Il peut donc exister des échanges plus ou moins importants entre une épave et les zones adjacentes. Une grande majorité des ressources en énergie disponible et consommable par les assemblages de poissons et les macro-invertébrés associés aux épaves provient de la colonne d'eau environnante, par le biais des organismes filtreurs (Fang, 1992 ; Relini *et al*., 2002a ; Steimle *et al*., 2002). Ainsi, une grande partie du succès d'une épave dépend de la productivité et de la disponibilité des ressources nutritives benthiques dans les habitats environnants. Dans ces conditions, il est probable que des espèces n'utilisent les épaves qu'une partie de la journée, de la saison, de l'année ou de leur cycle de vie. De ce fait, il peut exister une variation du nombre d'espèces sur les différentes épaves. L'hypothèse alternative est un peuplement sur les épaves non stabilisé, du fait de la poursuite des phénomènes de colonisation à plus long terme. Cette stabilisation ne serait pas nécessairement synchrone d'une épave à l'autre. Les faibles proportions d'individus de taille moyenne ou grande sont, par contre, en faveur d'une non stabilisation des peuplements des épaves.

D'autres paramètres peuvent être pris en compte afin d'expliquer ces diverses observations, totalement ou en partie. Tout d'abord, la mauvaise accessibilité de certaines espèces peut les rendre difficilement observables lors des comptages en plongée sous-marine. De plus, certaines espèces ont un comportement particulier : espèces cryptiques (c'est-à-dire vivant le plus souvent cachées, ex : congres, mostelles), espèces craintives (comportement de fuite à l'approche des plongeurs), et espèces à domaine vital étendu (espèces non nécessairement sur la zone lors du comptage).

Même si le système n'est pas clos, il est intéressant de noter que les espèces patrimoniales sont largement présentes sur les épaves. De plus, des mouvements d'espèces entre les zones rocheuses naturelles, les épaves, les enrochements présents au niveau des plages et des ports se sont probablement mis en place par la suite.

Les échelles de temps de l'échantillonnage doivent être compatibles avec les taux de renouvellement et les cycles de vie des espèces considérées. Les communautés et les populations biologiques évoluent au cours du temps au sein d'une épave. Il est reconnu que la succession d'espèces colonisatrices est plus rapide durant la période suivant l'immersion de l'épave que plusieurs années

après. De plus, différents auteurs (Relini *et al*., 2002b ; Perkol-Finkel et Benayahu, 2004) ont démontré qu'après dix ans de suivi d'une structure artificielle, les communautés présentes n'avaient toujours pas atteint un équilibre. Quatorze ans après l'installation de structures artificielles sur la côte Sud de l'Algarve (Portugal), la richesse spécifique globale est toujours en croissance sur les structures artificielles de Faro (Santos et Monteiro, 2007).

Des perturbations extérieures à la dynamique de colonisation des épaves ou aux espèces présentes sur les épaves sont à envisager, toujours sur la base des observations faites sur le terrain lors de la réalisation du diagnostic. Des filets de pêche ont pu être observés directement sur les épaves. L'impact de la pêche professionnelle ou de la pêche plaisance pourrait perturber la dynamique de colonisation. Les autres perturbations extérieures pourraient être les tempêtes ou encore l'envasement fluctuant.

Le secteur est fréquenté par les plaisanciers, avec une fréquentation maximale durant la période estivale (Ageorges, 2007). Les épaves complètent les secteurs de substrats rocheux qui sont des sites privilégiés pour la pêche. Au niveau de la plongée sous-marine, les épaves sont des sites particulièrement intéressants pour les centres de plongée sous-marine et les particuliers, en raison de la diversité du paysage sous-marin qu'elles offrent et de la densité d'espèces présentes. Par exemple, en Australie ou aux Etats-Unis, les structures artificielles sont immergées pour des usages récréatifs tels que la plongée sous-marine (Murray et Betz, 1994 ; Murray *et al*., 1999 ; Ditton *et al*., 2002). La plongée sous-marine est un loisir en progression constante qui a entraîné la naissance du concept de structures artificielles « paysagères », intégrant une recherche de l'esthétisme et un aspect plus ludique. Ce volet récréatif est sans doute amené à se développer, ce qui permettrait notamment de diminuer la fréquentation de certaines zones naturelles. Les épaves de navires fonctionnant comme des structures artificielles sont aussi très prisées des plongeurs. Cependant, en France, l'immersion d'épave est réglementairement impossible compte tenu de la Convention de Barcelone. Par ailleurs, les retombées économiques locales que la plongée sous-marine engendre de par sa vocation touristique sont parfois plus importantes que celle liées à la pêche (CEPRALMAR, 2008).

Toutefois, il ne faudrait pas que ces zones marines protégées connaissent une trop grande fréquentation (mouillages, plongée) qui viendrait perturber les peuplements présents. Dans le cadre de l'exploitation par la pêche des épaves, il conviendra que cette exploitation soit contrôlée et bien gérée, au risque de dépeupler cette zone, mais également les zones périphériques.

Développées au cours de ces dernières décennies, les structures artificielles sont une des réponses aux problèmes concernant les ressources côtières, les écosystèmes et les pêches. Actuellement, elles forment des éléments importants des plans de gestion intégrée dans différents pays (Seaman et Hoover, 2001; Anonyme, 2003; Wilson *et al*., 2003). Utilisées initialement et exclusivement à des fins halieutiques et au développement des pêcheries (Nakamura, 1985 ; Samples et Sproul, 1985 ; Polovina, 1991, Bohnsack *et al*., 1994), avec l'objectif simple d'augmenter les revenus des pêcheurs, les structures artificielles ont maintenant de plus larges applications, principalement au niveau écologique, contribuant entre autre à la production biologique pour favoriser la biodiversité,

la protection de juvéniles et la revitalisation des écosystèmes (Santos et Monteiro, 1997, 1998; Pondela *et al*., 2002; Stephens et Pondela, 2002). Actuellement, de nombreux pays ne sont plus disposés à dépenser de l'argent en recherche et en gestion. Par conséquent, ils concentrent leurs politiques de gestion de la pêche dans l'agencement des habitats, en investissant dans le développement et le déploiement des structures artificielles. Beaucoup de structures artificielles ont été installées dans l'Atlantique Ouest (Haroun et Herrera, 2000; Jensen *et al*., 2000; Monteiro et Santos, 2000) et dans la Méditerranée (Allemand *et al*., 2000; Barnabé *et al*., 2000; Bombace *et al*., 2000; D'Anna *et al*., 2000; Moreno, 2000; Relini, 2000; Revenga *et al*., 2000; Spanier, 2000 ; Dalias *et al*., 2006a ; 2006b ; Lenfant *et al*., 2007 ; Dalias *et al*., 2008 ; Lenfant *et al*., 2008a ; Dalias *et al*., 2009 ; Blouet *et al*., 2010; Dalias *et al*., 2010 ; 2011). L'argent dépensé dans ces pays est considéré comme un bon investissement grâce aux retombées économiques potentielles sur le long terme (Whitmarsh et Pickering, 1995 ; 1997 ; Whitmarsh *et al*., 2008).

Dans le contexte local actuel, l'influence positive des structures artificielles sur les stocks exploitables par les pêcheurs semble donc se traduire de plusieurs façons :

- Par la protection des juvéniles ou des pontes ;
- Par la création d'un substrat dur.

En plus de ces effets positifs plus ou moins déjà constatés, la présence de structures artificielles peut être globalement favorable ou défavorable au développement des stocks, selon la manière dont l'exploitation halieutique est gérée.

Les structures artificielles attirent la faune et la flore et par conséquent les pêcheurs. Aussi, il est souvent difficile de savoir si la structure artificielle fonctionne plutôt comme un engin de pêche ou comme un moyen de protection. Ce problème est particulièrement délicat en période de reproduction car la pêche des adultes venus sur les structures artificielles pour se reproduire peut avoir des conséquences assez catastrophiques, surtout dans des zones où les substrats durs sont rares (côte sableuse).

Le problème est assez complexe. Par exemple, dans une zone côtière de substrat meuble non aménagée en structures artificielles et soumise uniquement à des pressions de pêche de la part des chalutiers et des petits métiers (cas simplifié), la ressource est dispersée et les mortalités par pêche (MP) sont dues à la pêche au chalut (MP1) et à la pêche aux petits métiers (MP2). Les mortalités par chalutage concernent de nombreux juvéniles. En aménageant une zone de structures artificielles, un certain nombre d'espèces va avoir tendance à être attiré et se concentrer ainsi autour de ces structures (reproduction, alimentation, abri, etc.). En l'absence de l'activité de chalutage, la mortalité par pêche n'est pas le simple fait de la pêche aux petits métiers (MP3). Par contre, comme la capturabilité des espèces augmente (MP1 = 0 et effet « concentration »), la pêche aux petits métiers peut ainsi prélever une plus grande partie de la ressource (MP3 devient supérieure à MP2). Ainsi, suivant ces éléments de mortalité par pêche, il apparaît que dans le cas où MP3 devient supérieur à MP1 + MP2, la structure artificielle devient un engin de pêche trop performant en raison de son effet concentrateur. Dans ce cas, le bilan final correspond à une

baisse globale de la ressource. Ce raisonnement un peu simpliste ne tient pas compte d'autres paramètres pouvant influer sur la dynamique des populations des espèces concernées (Collart et Charbonnel, 1998).

Ainsi, tous les modèles de mortalité testés tiennent rarement compte d'un facteur essentiel : l'intégrité du biotope. Sans stabilité à long terme du biotope et sans complexité structurale, le devenir de l'écosystème est fortement compromis. La mortalité apparente est alors élevée. En zone littorale, les techniques de pêche destructives (chalutage) sont très néfastes pour le maintien à long terme des stocks de poissons exploitables. Par conséquent, les structures artificielles favorisant des techniques de pêche respectant l'intégrité physique du milieu (pêche aux petits métiers) sont des outils permettant d'espérer le maintien et le renouvellement à long terme des stocks exploitables. Aucune ressource n'est inépuisable et un équilibre doit être trouvé entre la protection, la production, la concentration d'espèces et le maintien de certaines activités (pêche aux petits métiers).

D'une manière générale, différents types d'engins de pêche peuvent être utilisés au sein de structures artificielles afin de diversifier au maximum les captures et permettre ainsi l'exploitation de toutes les ressources accessibles. Les pêcheurs ont d'ailleurs l'habitude de faire évoluer leurs techniques de pêche en fonction des espèces visées et du type de fond sur lequel les engins de pêche sont calés.

Dans le cadre d'une gestion raisonnée et durable des structures artificielles, la stratégie théorique pourrait être la suivante :

- Des lignes et des palangres utilisées directement sur les modules afin de réguler les populations de congres ;
- Des filets maillants calés à 50-150 m des structures au vu des résultats obtenus lors de la présente étude et des travaux de Nèves-Santos (1997) ;
- Des filets trémails calés au-delà, sur les zones de fonds meubles, pour la capture des espèces benthiques (poissons plats).

L'effort de pêche doit être réparti sur l'ensemble du peuplement et non focalisé sur certaines espèces cibles (Nèves-Santos, 1997). L'équilibre et l'organisation des différents groupes fonctionnels des peuplements pourront alors être maintenus.

De plus, des mesures temporaires d'interdiction de la pêche pendant les périodes de reproduction peuvent être envisagées. De même, la mise en place d'un système de jachère pourrait être mis en place.

Diverses mesures de gestion peuvent donc être citées :

- Mesures d'interdiction :
  - Le cantonnement : C'est une zone : "dans les limites desquelles sont interdits soit l'exercice de toute pêche, soit seulement l'utilisation de navires de certains tonnages d'une certaine force motrice ou l'emploi de certains engins de pêche ;
  - Le moratoire : Il suspend temporairement les activités qu'il vise, dans une zone précise. Il peut entre autre interrompre toutes les activités sur une zone donnée ;

- Mesures de régulation :
  - Aire Marine Protégée (AMP) ;
  - La mise en jachère : La jachère consiste en un temps de repos inclus dans la stratégie d'exploitation d'une zone, pendant lequel tous les prélèvements sont interdits. Une jachère tournante reposerait donc sur l'exploitation successive de chaque zone artificielle ;
  - Le partage de l'espace : Cette mesure permet de restreindre chaque activité du milieu à une zone différente en instaurant des périmètres réglementaires pour chaque activité, professionnelle ou récréative.

Ces deux dernières mesures de régulation peuvent être incluses dans le principe d'une AMP.

Ces mesures de gestion doivent être adaptées au territoire local mais aussi s'inscrire dans une démarche structurée de gestion à l'échelle régionale, en associant les différents usagers de la mer et/ou en créant une structure de gestion.

2.9 CONCLUSION

Le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, comporte de nombreuses épaves.

Dans le cadre de l'atelier thématique sur l'amélioration de la connaissance dans le périmètre du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion (PNM GL) auquel des membres du groupement ont participé, l'inventaire des espèces présentes sur les épaves correspond à des « données manquantes qu'il est important d'acquérir pour la création puis la bonne gestion du futur PNMCV ».

Faits de guerre, accidents de mer, sabordages, une vingtaine d'épaves ont coulé entre 1863 et 1997 au large de la côte Vermeille.

La présente étude a porté sur les principales épaves de la côte Vermeille :
- L'Alice Robert dit "Le Bananier";
- L'Astrée;
- Le Saumur;
- Le Saint Lucien;
- Le Pythéas.

Le diagnostic scientifique comporte l'étude de la colonisation des épaves en plongée sous-marine.

Sur le plan biologique, les épaves démontrent leur intérêt en créant un substrat dur permettant l'installation rapide de peuplements assez diversifiés (poissons et invertébrés). Les espèces recensées en plongée sous-marine sont pour la plupart des espèces d'intérêt patrimonial, présentant une forte affinité pour les substrats durs. Les biomasses de poissons peuvent atteindre des valeurs importantes en raison de l'abondance de certaines espèces (capelans, congres) ou familles

(Sparidae). Le rôle de production des épaves s'illustre principalement par la protection de pontes et d'individus de poissons de petite taille, et par une certaine production conchylicole (moules, huîtres).

Cette étude a permis de confirmer les composantes influençant la distribution des poissons sur les épaves. La richesse et l'abondance du peuplement de poissons dépendant de facteurs tels que l'architecture et le design de l'épave (plus la structure d'une épave est complexe, avec une disponibilité en habitats de type cavitaire, plus l'épave sera riche), l'environnement naturel de l'épave (l'éloignement à la côte, la profondeur, la proximité d'habitats naturels comme les roches favorisant les échanges et les apports de nouvelles espèces sur l'épave). Il ressort également que chaque épave est un cas particulier. Il existe, en effet, de fortes variations d'une épave à l'autre.

Tous les acteurs socio-économiques fréquentant le site doivent être consultés afin de mettre en place une gestion raisonnée et durable de la zone.

Partie VI : Bilan global

1 Analyse écologique et fonctionnelle globale

1.1 Au niveau du PNM du Golfe du Lion

Le PNM du Golfe du Lion (Figure 1) représente une superficie de 401 342 ha, surface très importante qui demandera de nombreuses années avant de connaître l'ensemble des habitats et spécificités qu'il héberge.
Dans le cadre du programme CARTHAM (cartographie des habitats marins) objet du présent rapport, différents protocoles ont été mis en œuvre pour mieux connaître ces habitats, particulièrement au sein des 3 Sites d'Intérêts Communautaires (SIC) (Figure 10). Ils ont été explicités tout au long de ce rapport.

Dans le cadre de ce marché, les habitats marins ont pu être définis sur 69,5 % de la superficie du PNM du Golfe du Lion, par observation ou par analyse bibliographique (Figure 167).

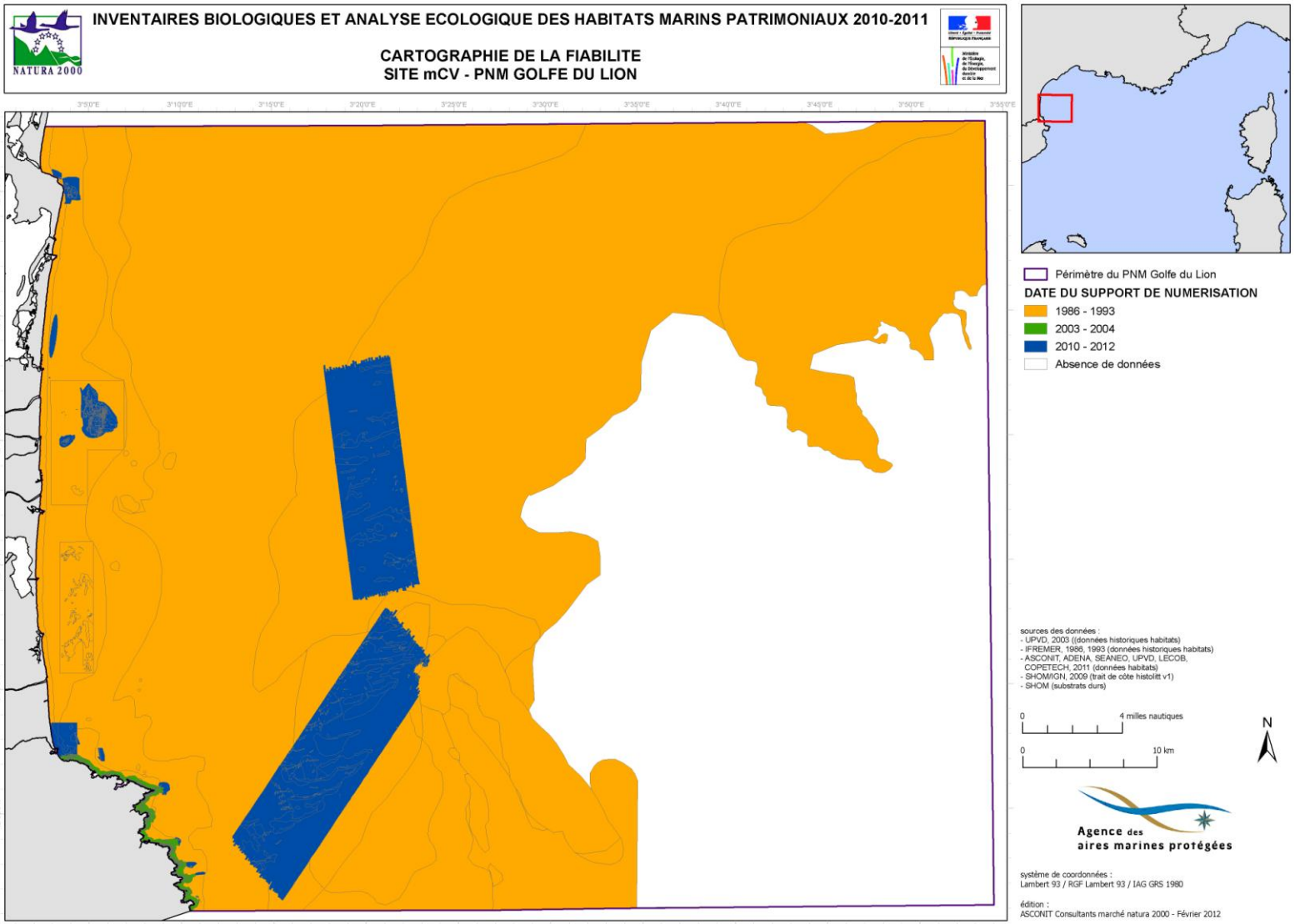


Figure 167 : Données historiques.

1.1.1 Données bibliographiques

Les données bibliographiques utilisées dans le cadre de ce marché sont présentées en Annexe 28. Sur ce listing, 3 ont été particulièrement utiles pour compléter les cartes habitats :

- Licari *et al.*, Données habitats du site N2000 "Posidonies de la côte des Albères". 2003. *Ces données récentes décrivent précisément les habitats marins de la côte rocheuse, particulièrement les habitats « Récifs » 1170 et « Herbiers » 1120. Ces données ont pu être intégrées avec un indice de confiance élevé (3 = qualification et limite certaines) suite à un complément d'information sur l'habitat « Coralligène » (Partie V : 1.2),*
- IFREMER. AUGRIS C. et MEAR Y. (1993) - Carte des formations superficielles sous-marines entre Port-Barcarès et Saint-Cyprien (Pyrénées Orientales). Echelle 1/20 000. Ed. - Région Languedoc-Roussillon. *Cette étude correspond à une description des roches et substrats meubles adjacents sur les secteurs de Saint-Cyprien et Port-Barcarès. Ces données relativement anciennes ont été qualifiées de douteuses (1 = qualification douteuse) puisque ce secteur très influencé par les courants de fonds et les tempêtes hivernales voit souvent les dalles rocheuses évoluer en fonction des déplacements sédimentaires,*
- IFREMER. Géosciences Marines Sédimentologie Golfe du Lion : ALOISI J.C. (1986) Sur un modèle de sédimentation deltaïque: contribution à la connaissance des marges passives. Unpublished Doctorat Thesis, Université de Perpignan, 162p. *Cette étude correspond à une modélisation à l'échelle du Golfe du Lion (très petite échelle) à partir de prélèvements éloignés les uns des autres. Les habitats ont donc été intégrés suite à un travail de mise en forme des données par l'UPVD (CEFREM) en fonction de la bathymétrie précise du secteur et des prélèvements qui ont été faits pour CARTHAM. L'imprécision de ces données impose leur qualification de douteuse (IC=1).*

1.1.2 Observations terrain

Dans le cadre de cette étude, les opérations d'acquisition de données ont permis de caractériser :

- 533 sites d'observations ponctuelles (ROV, benne, plongeur) (Tableau 80),
- Plus de 1 200 ha en surface cumulée.

Les sites d'observations ponctuels se répartissent de façon homogène entre prélèvements de benthos et de sédiment à la benne Van Veen, plongées ROV (descente verticale + mouvements de caméra) et observations en scaphandre autonome.

Tableau 80 : Observations de type ponctuel.

Observations ponctuelles	Nombre
Benne Van Veen	209
Plongée	154
Plongée avec ROV	170
Total	533

En ce qui concerne les données linéaires, 97 % de ces informations proviennent de l'analyse des données acoustiques récupérées au sonar latéral sur les zones profondes. Ces données ont permis d'identifier les traits laissés sur le fond par les panneaux des chaluts (Partie II : 5). Le reste correspond à 19,5 km d'observations ROV sur les zones profondes et 1,4 km de prélèvements à la drague dans la gravelle à Amphioxus.

Tableau 81 : Observations de type linéaire.

Observations linéaires	Longueur (km)
Drague	1,4
Plongée ROV Achille	19,5
Sonar latéral (= trait de chalut)	584,7
Total	605,6

En plus de ces observations ponctuelles ou linéaires, des levés hydrographiques ont été réalisés au sonar latéral seul, ou combiné avec un sondeur multifaisceaux, sur les zones profondes (Tableau 82).
Ainsi 12,2 km² ont été numérisés avec un sonar latéral seulement sur le littoral entre Cap Leucate,les roches de Toreilles et les roches au Nord du Cap Béar, alors que sur les zones profondes (Partie II : 3), la bathymétrie et les faciès sédimentaires ont été décrits sur 204,8 km². L'ensemble de ces levés hydrographiques correspondent à environ 5,5 % de la surface totale du PNM GL.

Tableau 82 : Levés hydrographiques sur le PNMGL dans le cadre de CARTHAM.

Levés hydrographiques	Zone	Surface (km²)	%
Sonar latéral	Cap Leucate, roches Toreilles et Nord Béar	12,22	5,6%
Sonar latéral + Multifaisceaux	zones profondes	204,77	94,4%
Total		216,99	

A partir de ces observations (pontuelles ou linéaires), un grand nombre de données espèces ont été récoltées. Les détails des listes d'espèces par habitat et méthodes de prélèvements sont présentés dans les chapitres précédents.
Au global sur le périmètre du PNM Golfe du Lion, 4495 lignes de données sur les espèces et par station d'observation ont été encodées (voir le tableur PN_MED_N2000_DHFF_mCV_occurence_especes_AAMP_L93.xls).
608 espèces ont été identifiées au sein de 255 familles.

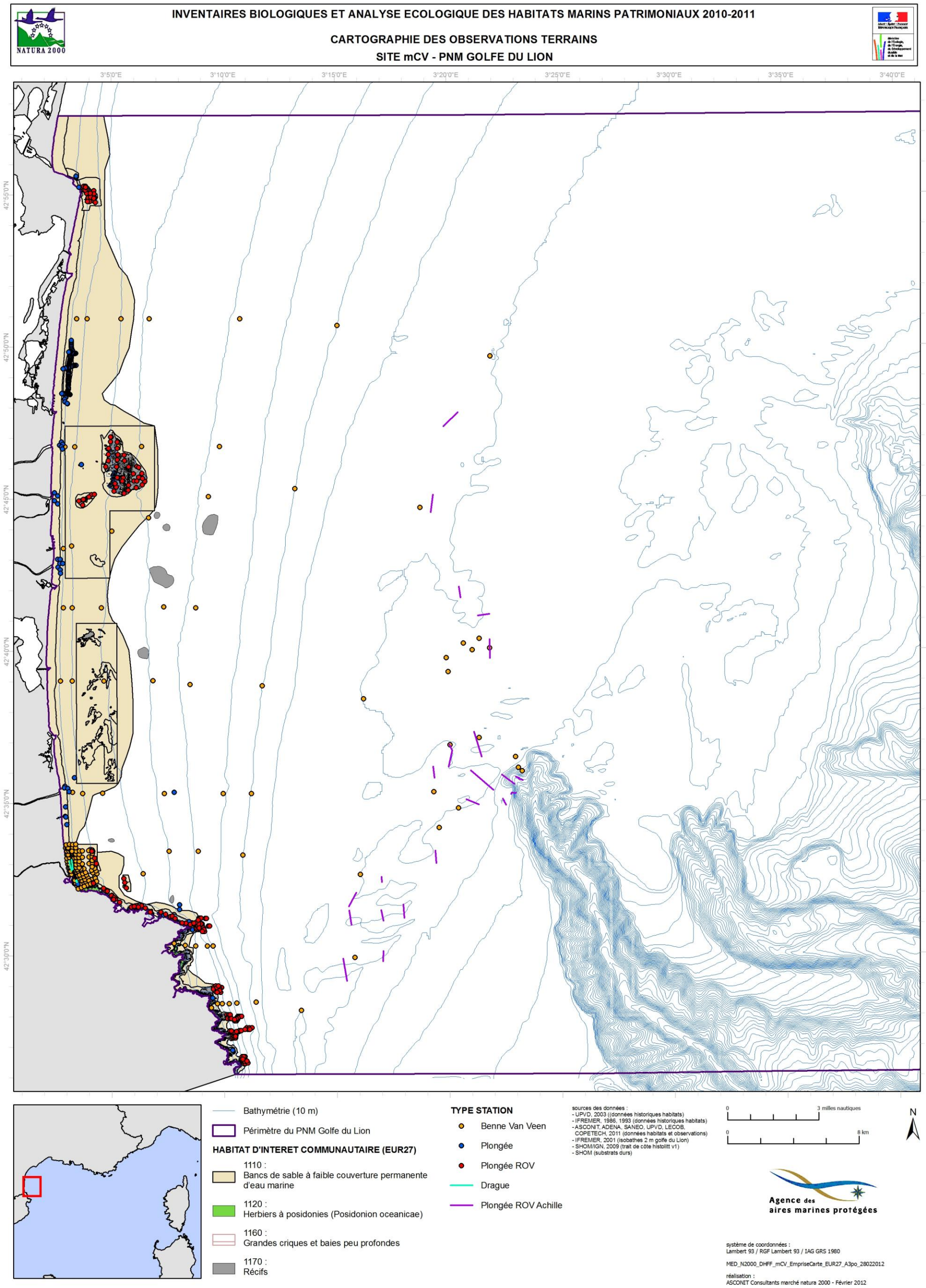


Figure 168 : Observations terrain CARTHAM.

1.1.3 Fiabilité des données

Afin de déterminer la qualité des données cartographiques remises à l'AAMP, le groupement s'est basé sur la définition de l'indice de confiance (IC) transmis par l'AAMP.
Pour des raisons de semantique, ces indices ne correspondent pas à un indice de confiance, mais à une autoévaluation de la qualité des données pour celles obtenues lors de cette étude et un indice chronologique pour les données bibliographiques :

- 0 : Non déterminé (couleur rouge) ;
- 1 : Qualification douteuse voire ancienne (couleur orange) ;
- 2 : Qualification certaine mais limites incertaines (couleur verte) ;
- 3 : Qualification certaine et limites certaines (couleur bleue).

La qualification des données bibliographiques est expliquée dans le paragraphe Partie VI : 1.1.1. Le reste des données provenant des investigations CARTHAM sur la période 2010-2012 a un indice de confiance de 3, mis-à-part l'herbier de cymodocée (IC=2) dont le détourage précis est inenvisageable.

Le Tableau 83 présente une synthèse de la qualité des données cartographiques sur l'ensemble du périmètre d'étude.

Les 30,5 % d'indice de confiance 0 correspondent aux habitats inconnus des zones abyssales. Cette valeur était de 30,6 % selon la typologie MNHN, mais la variation est liée aux épaves qui correspondent à des habitats artificiels de substrats durs mais qui ne correspondent à aucun habitat marins eur27/ch2004/MNHN.
Ensuite 63,7 % des données présentent un indice de confiance 1 et correspondent aux données bibliographiques issues des études de Augris et Mear (1993) et Aloisi (1986).
Le reste des données d'indice de confiance 2 et 3 représentent donc les données bibliographiques récentes (Natura 2000 côte des Albères) et les habitats définis depuis 2010 dans le cadre de la présente étude.

Tableau 83 : Indice de confiance des Habitats sein du PNM du Golfe du Lion.

Indice de Confiance	Km²	%
0	1223,71	30,43%
1	2564,53	63,78%
2	1,26	0,03%
3	231,27	5,75%
Total	4020,77	

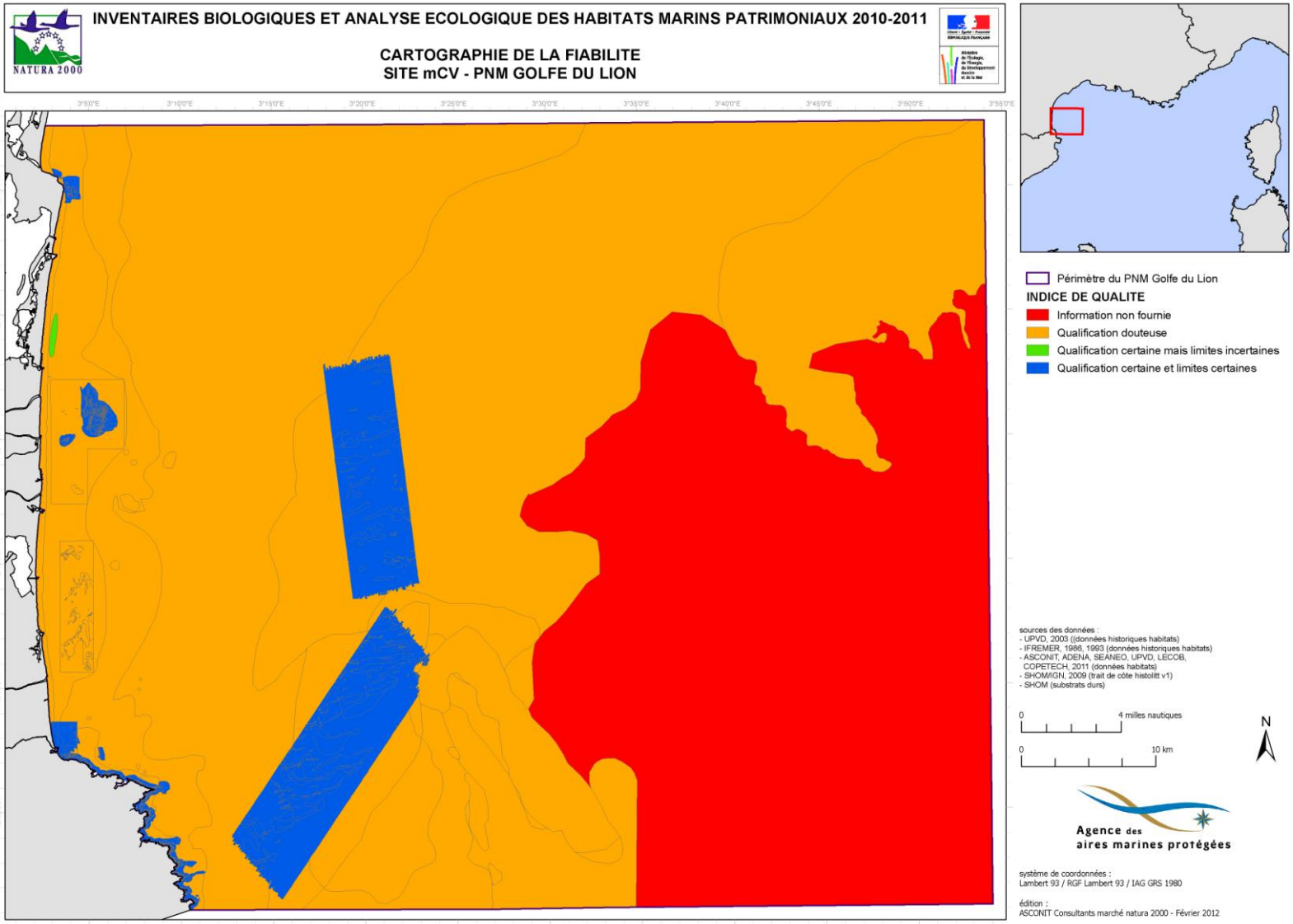


Figure 169 : Carte fiabilité PNM.

1.1.4 Habitats marins

1.1.4.1 Habitats du cahier des habitats EUR27 / CH2004

VI.1.1.4.1.1 Habitats génériques EUR27

La Figure 170 représente les habitats génériques (cahier habitat EUR27) sur l'ensemble du PNMGL. Ces habitats EUR27 sont essentiellement définis sur la partie littorale. Ainsi 95 % des habitats marins du secteur d'étude (Tableau 84) ne peuvent pas être définis.
Sur les 5 % restants, la très grande majorité, soit 94 %, correspond à l'habitat générique « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » (1110). L'habitat « Récifs » (1170) correspond aux 6 % restant, les habitats 1120 et 1160 étant négligeables d'un point de vue surface sur le secteur.
A l'échelle du PNMGL, l'habitat récifs ne représente que 0,3 % concentré essentiellement sur la côte rocheuse, autour du Cap Leucate puis sur les dalles rocheuses disséminées (roches Tavac, Torreilles, Terre, etc.) le long du littoral.

Tableau 84 : Habitats marins EUR27 au sein du PNM du Golfe du Lion.

COD_EUR27	LIB_EUR27	Km²	%
-	Information non connue	3819,18	94,99%
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	188,30	4,68%
1120	Herbiers à posidonies (*Posidonia oceanica*)	0,94	0,02%
1160	Grandes criques et baies peu profondes	0,08	0,00%
1170	Récifs	12,27	0,31%

VI.1.1.4.1.2 Habitat élémentaire CH2004

La Figure 171 représente les habitats élémentaires (cahier habitat CH2004) sur l'ensemble du PNMGL. Les habitats CH2004 sont des sous-habitats EUR27, par conséquent, là aussi, 95 % des habitats du périmètre d'étude n'ont pas pu être définis.

Il est possible d'observer une très légère augmentation (0,08 %) d'inconnu supplémentaire pour les habitats CH2004 par rapport aux EUR27 en raison de l'absence de données suffisamment précises sur l'habitat « Récifs » (1170) qui n'a pas permis de déterminer les sous-habitats.
Au sein de l'habitat générique 1110, la grande majorité (3,93 %) correspond à l'habitat élémentaire « sables fins bien calibrés » (1110-6). Les habitats « Galets infralittoraux » 1110-9, « Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond » 1110-7 et « Sables fins de haut niveau » 1110-5 représentent respectivement 0,01, 0,24 et 0,52 % sur l'ensemble du PNMGL.
L'habitat « Récifs » 1170 se partage, lui, entre « Roche infralittorale à algues photophiles » (1170-13) pour 0,17 % et 0,05 % de « Coralligène » (1170-14).

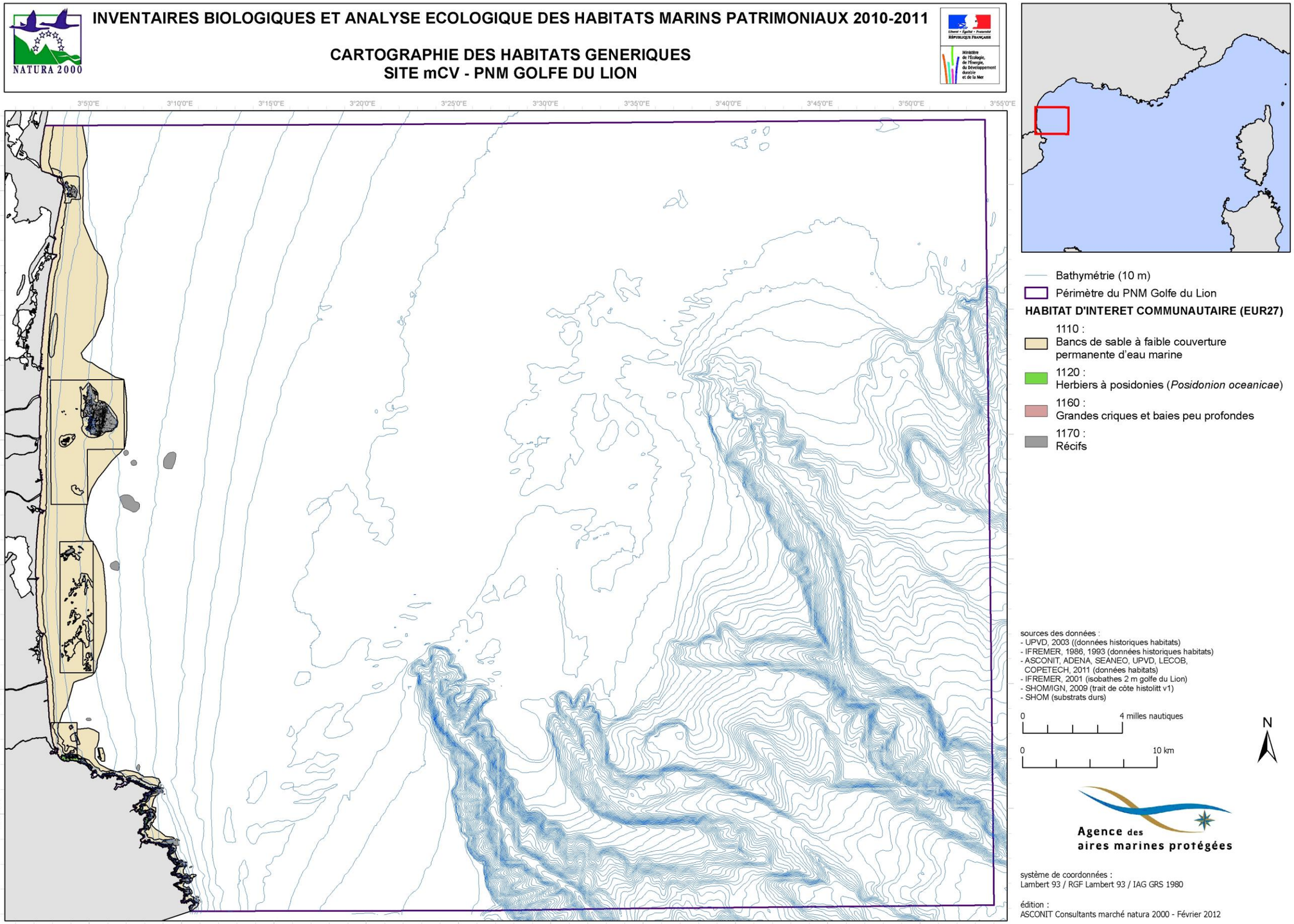


Figure 170 : Habitats EUR27.

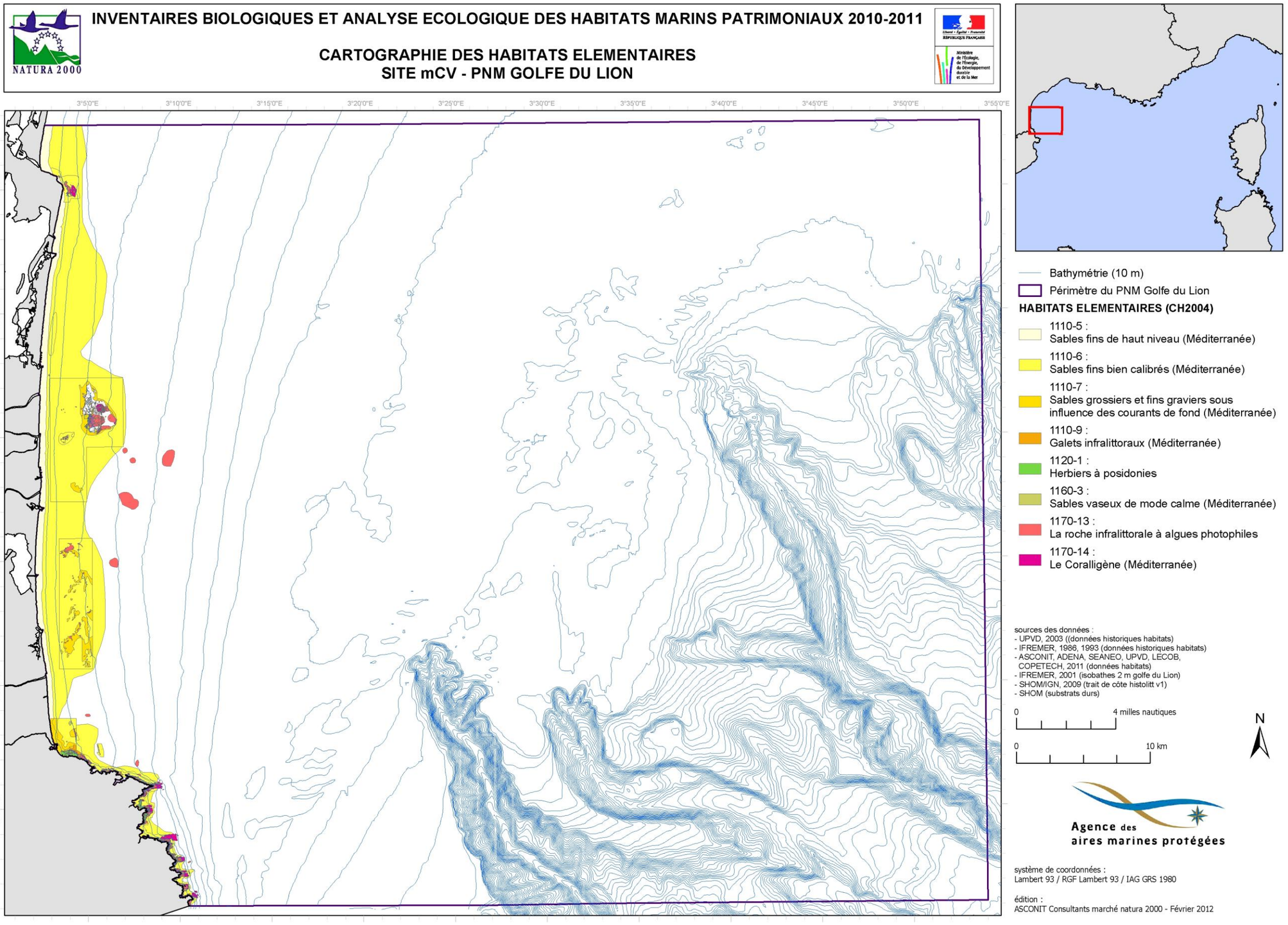


Figure 171 : Habitats CH2004.

Tableau 85: Habitats marins CH2004 au sein du PNM du Golfe du Lion.

COD_CH2004	LIB_CH2004	Km²	%
-	Information non connue	3821,71	95,05%
1110-5	Sables fins de haut niveau	20,85	0,52%
1110-6	Sables fins bien calibrés	157,58	3,92%
1110-7	Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	9,37	0,23%
1110-9	Galets infralittoraux (Méditerranée)	0,44	0,01%
1120-1	Herbiers à posidonie	0,94	0,02%
1160-3	Sables vaseux de mode calme	0,08	0,00%
1170-13	La roche infralittorale à algues photophiles	7,78	0,19%
1170-14	Le Coralligène (Méditerranée)	2,01	0,05%

1.1.4.2 Habitats marin typologie MNHN Méditerranée

La Figure 172 représente les habitats selon la typologie MNHN Méditerranée sur l'ensemble du PNMGL. Cette typologie décrit les habitats sur l'ensemble des étages (médiolittoral, infralittoral, circalittoral, bathyal et abyssal (Figure 9), permettant une meilleure représentation des habitats marins sur le secteur par rapport au cahier habitats Natura 2000. Seules les zones abyssales des canyons (hors Lacaze-Duthiers) ne sont pas du tout connues et n'ont donc pas pu être qualifiées (30,6 %).

A l'échelle du PNM (hors zones de canyon inconnues) (Tableau 86), 99,6 % des substrats sont meubles, 0,3 % correspondent à des fonds durs et 0,1 % à des habitats particuliers (herbiers, Coralligène) tout deux concentrés sur la zone littorale (< 40 m).

Sur les habitats définis (Tableau 87), 86 % correspondent à des substrats meubles du circalittoral, répartis essentiellement entre les biocénoses « des fonds détritiques envasés », « vases terrigènes côtières » et « fonds détritiques du large ». Le reste se partage quasiment pour moitié entre les substrats meubles de l'infralittoral (essentiellement biocénose des sables fins bien calibrés) et de l'étage bathyal (essentiellement biocénose des « Vases bathyales »).
Le Coralligène et les herbiers (posidonie et cymodocée) représentent chacun moins de 0,1 % de la surface des habitats, et encore probablement moins pour les herbiers étant donné la difficulté de détourage des herbiers de cymodocées (Partie IV : 2). Sur ce dernier point, l'observation assez aléatoire et éclatée de cette magnoliophyte dans la tranche bathymétrique 8 - 12 m incite à rester prudent et à envisager des prospections futures plus au Sud et plus au Nord du secteur Barcarès avec la possibilité d'observer de nouvelles taches d'herbiers.

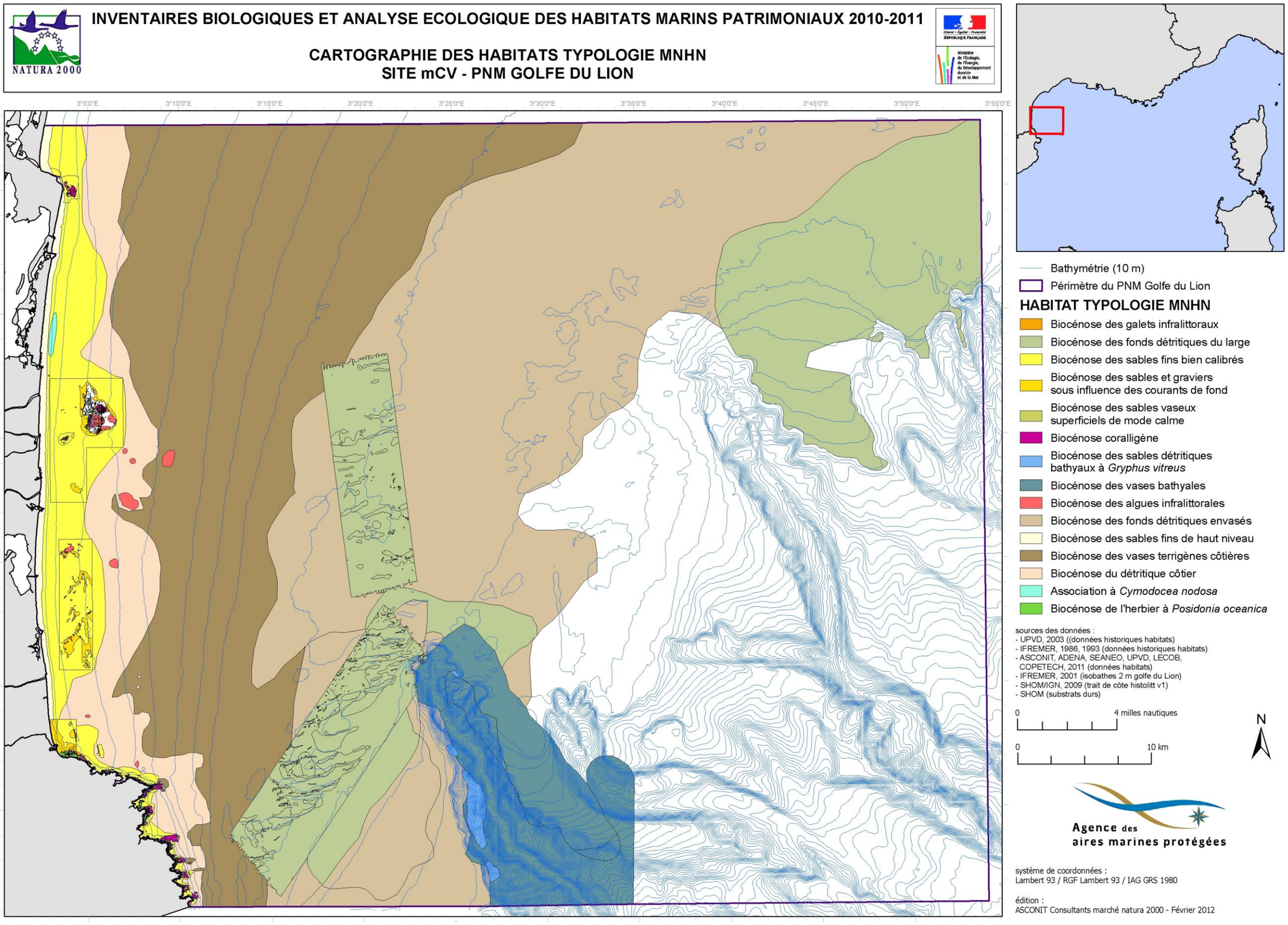


Figure 172 : Habitats MNHN.

Tableau 86: Répartition des substrats au sein du PNM du Golfe du Lion.

Substrat	Code MNHN	Km²	% (hors zone inconnue)
Fonds meubles	2.2.4.a	4 010,09	99,73%
	2.2.5.a		
	2.2.6.a		
Fonds durs	2.2.4.b	7,73	0,19%
Habitats particuliers (herbiers, Coralligène)	2.2.4.c	2,95	0,07%
	2.2.5.c		

Tableau 87 : Habitats marins (typologie MNHN) au sein du PNM du Golfe du Lion.

COD_MNHN		LIB_MNHN	km²	%	%
Information non connue			1226,38	30,50%	/
2.2.4.a	Infralittoral	Biocénose des sables fins de haut niveau	20,85	0,52%	6,74%
		Biocenose des Galets infralittoraux	0,49	0,01%	
		Biocenose des sables fins bien calibrés (SFBC)	156,32	3,89%	
		Association à *Cymodocea nodosa* sur SFBC	1,26	0,03%	
		Biocenose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	9,37	0,23%	
		Biocenose des sables vaseux superficiels de mode calme	0,08	0,00%	
2.2.4.b		Biocénose des algues infralittorales	7,73	0,19%	0,28%
2.2.4.c		Herbier à *Posidonia oceanica* (= Association à *Posidonia oceanica*) (1120 1)	0,94	0,02%	0,03%
2.2.5.a	circalittoral	Biocénose des fonds détritiques envasés	921,39	22,92%	86,02%
		Biocénose des vases terrigènes côtières	778,57	19,36%	
		Biocénose du Détritique côtier	165,03	4,10%	
		Biocenose des fonds detritiques du large	538,88	13,40%	
2.2.5.c		Biocénose coralligène	2,01	0,05%	0,07%
2.2.6.a	bathyale	Biocénose des Sables détritiques bathyaux	7,59	0,19%	6,85%
		Biocénose des Vases bathyales	183,87	4,57%	

1.2 AU NIVEAU DES SITES D'INTERÊTS COMMUNAUTAIRES

Cette partie correspond à un zoom du paragraphe précédent sur les 3 SIC présents dans le PNM du Golfe du Lion.

1.2.1 FR9101482 « Posidonies de la côte des Albères »

La majorité des informations sur ce SIC proviennent du DOCOB validé en 2006. Le terrain avait été réalisé sur les zones rocheuses en 2003.
A partir de ces données, des compléments ont été réalisés en 2010, 2011 et 2012 sur les parties profondes des prolongements des caps via l'utilisation du mini-Rov du CEFREM, afin de compléter les découpages de cet habitat, particulièrement en dessous de 30 m, profondeur en dessous de laquelle la plongée bouteille devient contraignante. Enfin les données ont été complétées par les éléments bibliographiques (Aloisi, 1986), les cartes SHOM, les résultats des relevés au sonar latéral sur les roches au Nord de Béar et les plongées sur les principales épaves du secteur.

1.2.1.1 Habitats marins

VI.1.2.1.1.1 Habitats du cahier des habitats EUR27

La Figure 173 représente les habitats génériques (cahier habitat EUR27) sur l'ensemble du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».

Dans le cadre du DOCOB, les habitats ont été définis essentiellement jusqu'à 30 m de profondeur. Il est donc normal de ne pas avoir d'information EUR27 sur 56 % du SIC (Tableau 88).
Sur les zones les plus littorales, 73 % des habitats appartiennent aux « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine », 20 % aux habitats « Récifs », 2 % aux « Herbiers à posidonies » et 0.1 % de « Grandes criques et baies peu profondes » (1160).

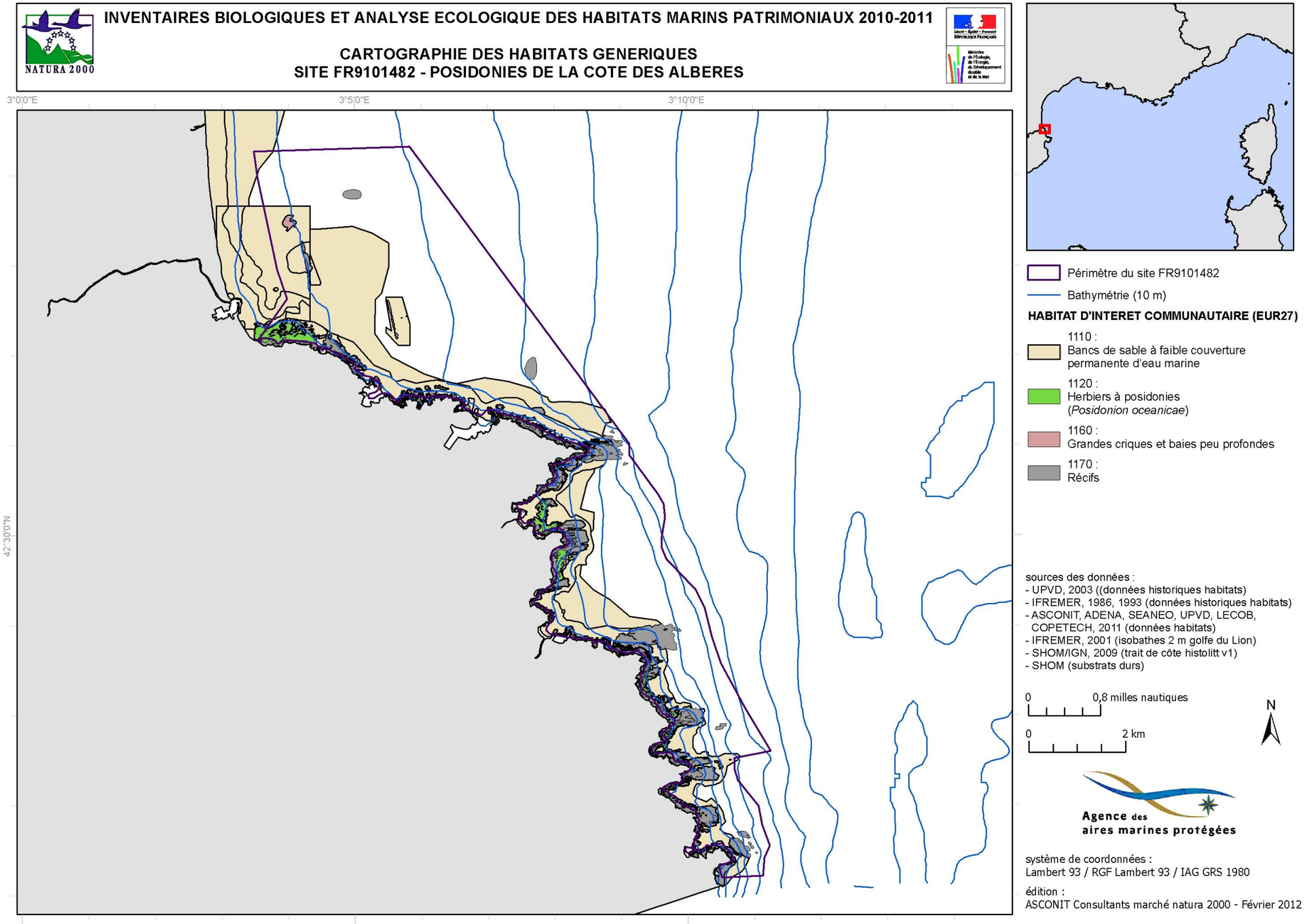


Figure 173 : Habitats EUR27 SUR FR9101482.

Tableau 88 : Habitats marins EUR27 du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».

COD EUR27	LIB EUR27	Km²	%
-	Information non connue	24,48	58,14%
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	13,56	32,21%
1120	Herbiers à posidonies (*Posidonia oceanica*)	0,76	1,80%
1160	Grandes criques et baies peu profondes	0,05	0,12%
1170	Récifs	3,25	7,73%

VI.1.2.1.1.2 Habitats du cahier des habitats CH2004

La Figure 174 représente les habitats génériques (cahier habitat CH2004) sur l'ensemble du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».

L'habitat 1110 qui représente 73 % (Tableau 89) des habitats connus est constitués quasiment en totalité par des « Sables fins bien calibrés » (1110-6). Le reste des substrats meubles étant partagés entre « Sables fins de haut niveau », « Galets infralittoraux » et « Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond ».
L'habitat « Récifs » (1170) est quant à lui constitué pour 2/3 de « Roche infralittorale à algues photophiles » (1170-13) et 1/3 de « Coralligène » (1170-14).

Tableau 89: Habitats marins CH2004 du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».

COD CH2004	LIB CH2004	Km²	%
-	Information non connue	24,48	58,14%
1110-6	Sables fins bien calibrés	12,71	30,20%
1110-7	Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	0,46	1,10%
1110-9	Galets infralittoraux (Méditerranée)	0,38	0,91%
1120-1	Herbiers à posidonies	0,76	1,80%
1160-3	Sables vaseux de mode calme	0,05	0,12%
1170-13	La roche infralittorale à algues photophiles	1,85	4,40%
1170-14	Le Coralligène (Méditerranée)	1,40	3,32%

VI.1.2.1.1.3 Habitat marin typologie MNHN Méditerranée

La Figure 175 représente les habitats selon la typologie MNHN Méditerranée sur l'ensemble du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».
Sur ce SIC (Tableau 90 et Tableau 91), plus de 88 % des substrats (connus) sont meubles, avec 6,7 % de fonds durs et 4,9 % d'habitats particuliers (Coralligène et herbiers à posidonies).
Les substrats meubles sont constitués en grande majorité par la biocénose « du détritique côtier », puis les « sables fins bien calibrés ». Les fonds durs correspondent à la biocénose des algues infralittorales, alors que les habitats particuliers se répartissent assez équitablement entre « Coralligène » et « Herbiers à posidonies ».

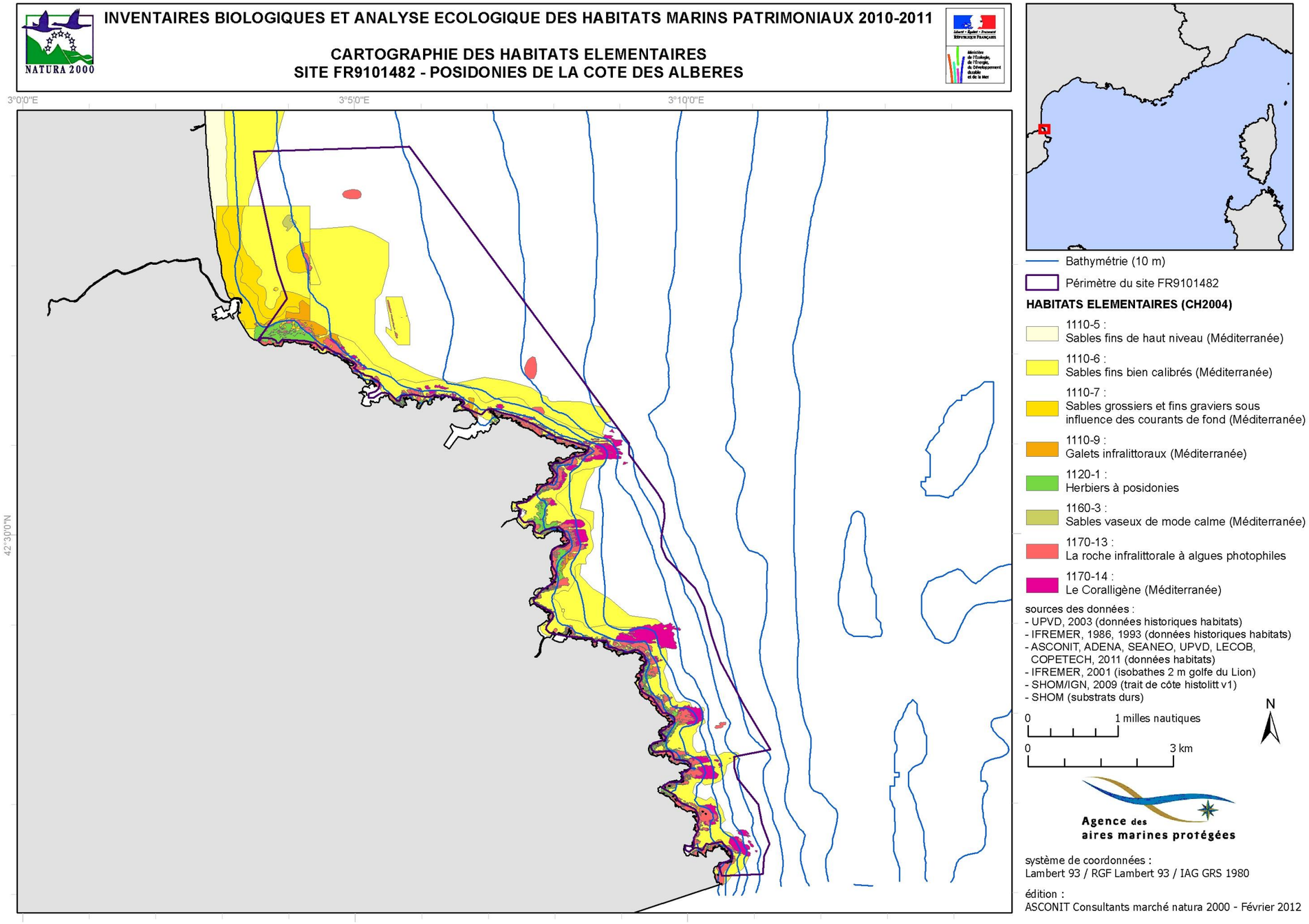


Figure 174 : Habitats CH2004 SUR FR9101482.

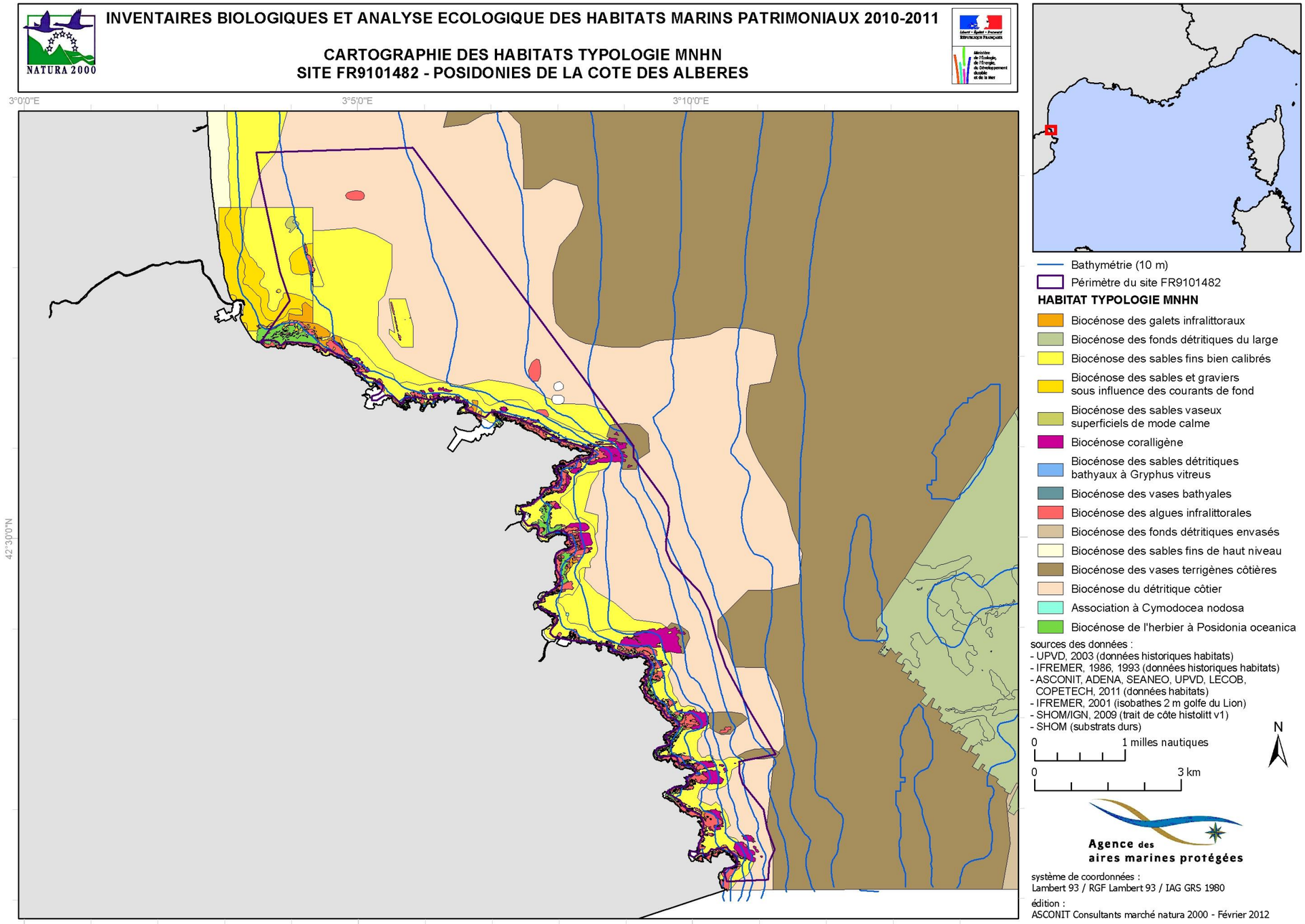


Figure 175 : Habitats MNHN sur FR9101482.

Tableau 90 : Répartition des substrats au sein du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».

Substrat	COD_MNHN	% (hors zone inconnue)
Information non connue	/	
Fonds meubles	2.2.4.a	90,47%
	2.2.5.a	
Fonds durs	2.2.4.b	4,40%
Habitats particuliers	2.2.4.c	5,12%
	2.2.5.c	

Tableau 91: Habitats marins (typologie MNHN) du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».

COD_MNHN		LIB_MNHN	km²	%	%
Information non connue			0,07	0,17%	/
2.2.4.a	Infralittoral	Biocenose des Galets infralittoraux	0,38	0,91%	32,39%
		Biocenose des sables fins bien calibrés (SFBC)	12,71	30,19%	
		Association à *Cymodocea nodosa* sur SFBC	0,00	0,01%	
		Biocenose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	0,46	1,10%	
		Biocenose des sables vaseux superficiels de mode calme	0,05	0,12%	
2.2.4.b		Biocénose des algues infralittorales	1,85	4,40%	4,41%
2.2.4.c		Herbier à *Posidonia oceanica* (= Association à *Posidonia oceanica*) (1120 1)	0,76	1,80%	1,80%
2.2.5.a	circalittoral	Biocénose des vases terrigènes côtières	0,70	1,65%	58,07%
		Biocénose du Détritique côtier	23,71	56,32%	
2.2.5.c		Biocénose coralligène	1,40	3,32%	3,33%

1.2.1.2 Fiabilité des données

72 % du périmètre ayant été complété par la synthèse bibliographique via l'étude d'Aloisi (1986), l'IC 1 (qualification douteuse) domine sur ce SIC (Tableau 92).
Le reste des habitats globalement plus proches de la côte a un indice de confiance de 3, soit une qualification certaine et des limites certaines.

Tableau 92 : Indice de Confiance des Habitats marins du SIC « Posidonies de la côte des Albères ».

Indice de Confiance	Km²	%
0	0,00	0,00%
1	30,54	72,54%
2	0,00	0,01%
3	11,56	27,45%

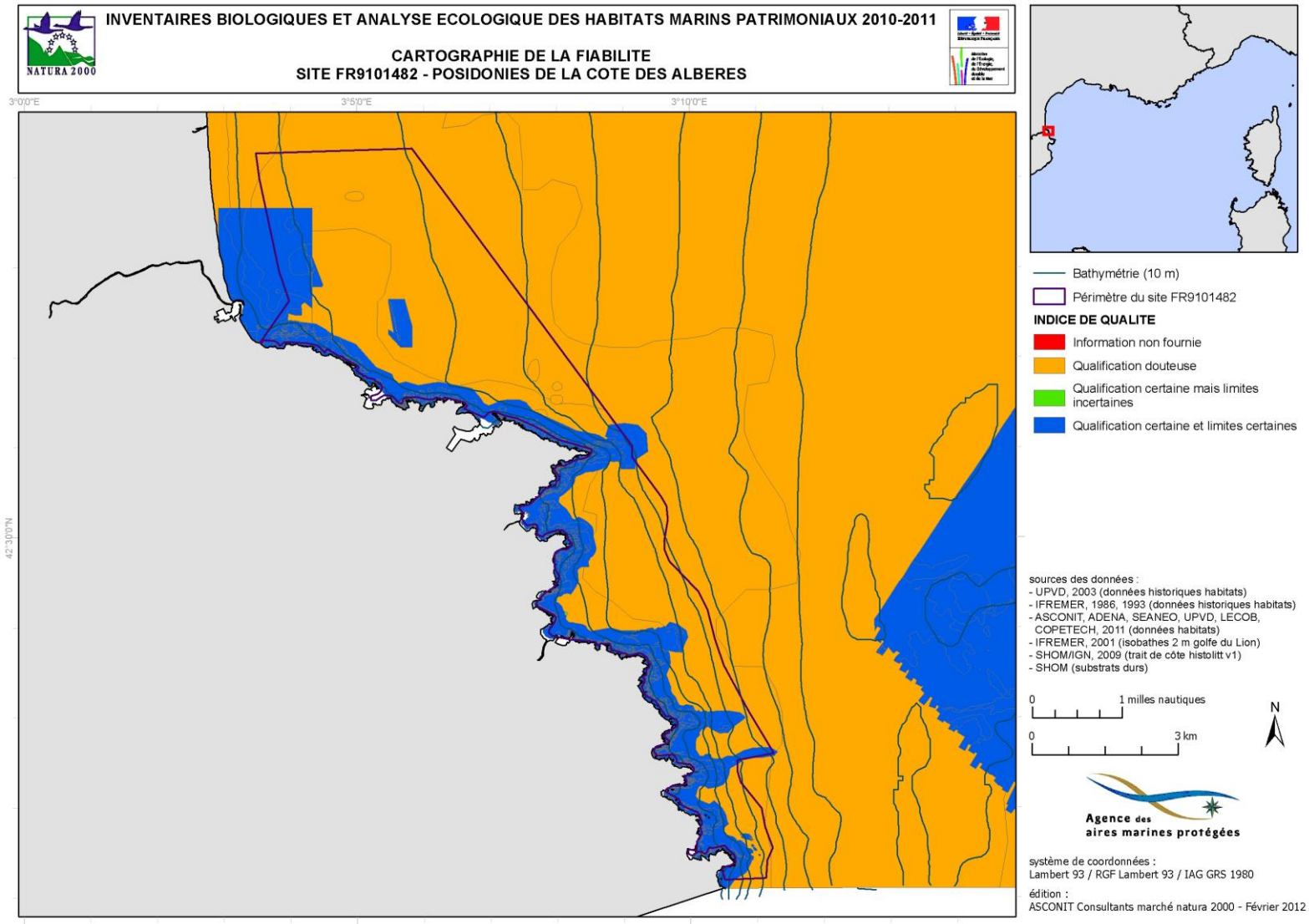


Figure 176 : Indices de confiance sur FR9101482

1.2.2 FR9101493 « Embouchure du Tech et grau de la Massane »

Le DOCOB n'est pas lancé sur ce site actuellement.
Les habitats représentés proviennent du terrain réalisé lors de cette étude et plus particulièrement les suivis des Amphioxus (Partie III : 2), de la macrofaune benthique (Partie III : 1) et des vasières (Partie III : 3), ainsi que de la compilation des données bibliographiques d'Aloisi 1986.

1.2.2.1 Habitats marins

VI.1.2.2.1.1 Habitats du cahier des habitats EUR27

La Figure 177 représente les habitats génériques (cahier habitat EUR27) sur l'ensemble du SIC « Embouchure du Tech et grau de la Massane ».

Sur ce site plus de 97 % (Tableau 93) des habitats (EUR27) correspondent à des « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » (1110).
2 % des habitats ne sont pas définis selon le cahier d'habitat EUR27, ce petit triangle (au centre de la Figure 177) non identifié méritant une expertise terrain complémentaire qui le classera probablement dans l'habitat dominant 1110.
Les habitats génériques restant sont des « Herbiers » (1160) pour 0,7 % de la surface et des « Récifs » (1170) avec 0,1 %.

Tableau 93: Habitats marins EUR27 du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane.

COD EUR27	LIB EUR27	Km²	%
-	Information non connue	0,11	1,65%
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d eau marine	6,50	97,64%
1120	Herbiers à posidonies (*Posidonia oceanica*)	0,04	0,64%
1170	Récifs	0,01	0,08%

VI.1.2.2.1.2 Habitats du cahier des habitats CH2004

La Figure 178 représente les habitats élémentaires (cahier habitat CH2004) sur l'ensemble du SIC « Embouchure du Tech et grau de la Massane ».

Les habitats élémentaires meubles sont essentiellement des « Sables fins bien calibrés » (1110-6) (Tableau 94), puis des « Sables fins de haut niveau » (1110-5) et « Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond » (1110-7). Ces derniers correspondent aux « Gravelles à Amphioxus ».
Par ailleurs l'habitat générique « Récifs » est entièrement composé de « Roche infralittorale à algues photophiles (1170-13) ».

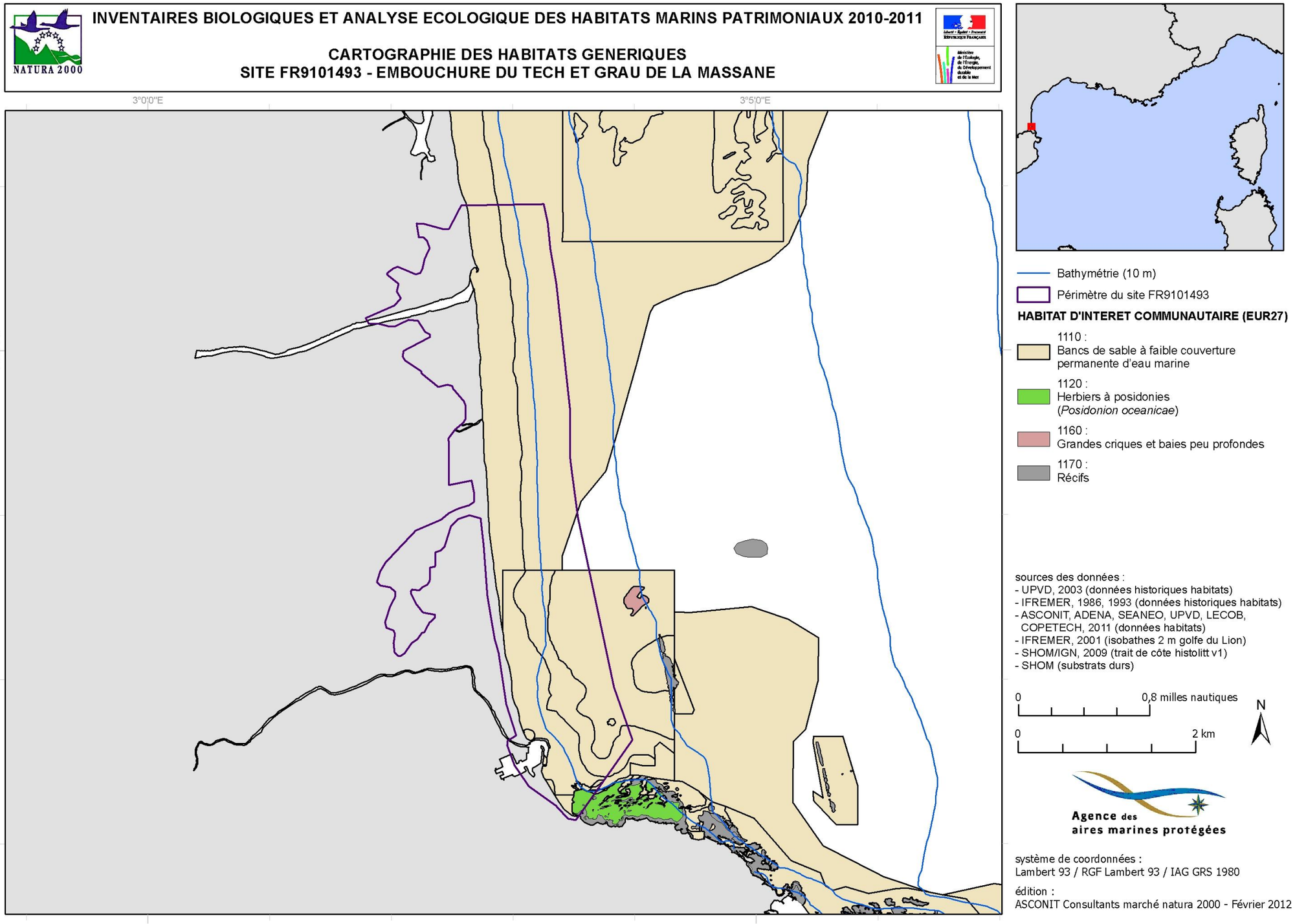


Figure 177 : Habitats EUR27 sur FR9101493.

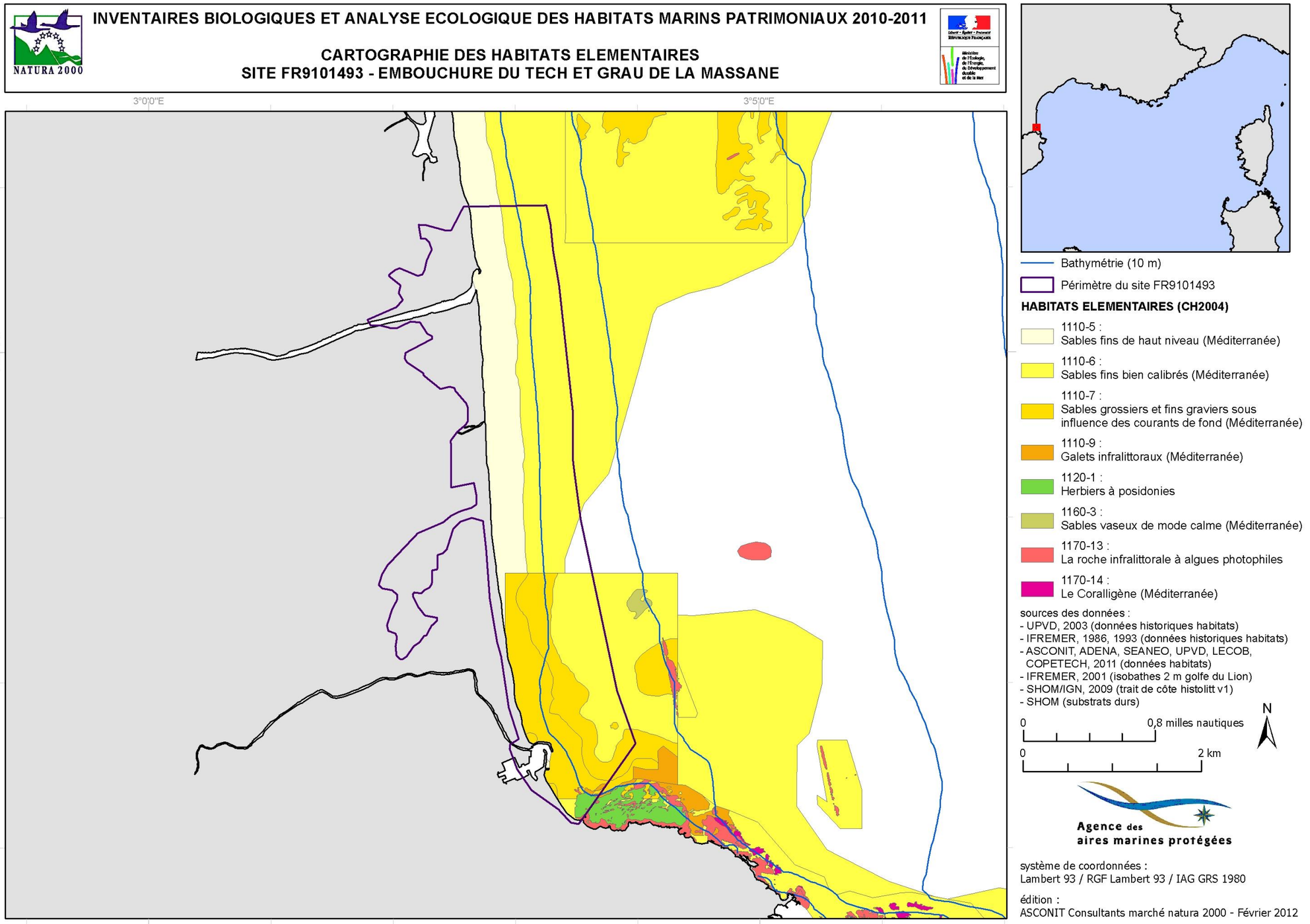


Figure 178 : Habitats CH2004 sur FR9101493.

Tableau 94: Habitats marins CH2004 du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane.

COD_CH2004	LIB CH2004	Km²	%
-	Information non connue	0,11	1,65%
1110-5	Sables fins de haut niveau	1,63	24,42%
1110-6	Sables fins bien calibrés	3,23	48,50%
1110-7	Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	1,63	24,53%
1110-9	Galets infralittoraux (Méditerranée)	0,01	0,19%
1120-1	Herbiers à posidonie	0,04	0,64%
1170-13	La roche infralittorale à algues photophiles	0,01	0,08%

VI.1.2.2.1.3 Habitats marins typologie MNHN Méditerranée

La Figure 179 représente les habitats selon la typologie MNHN Méditerranée sur l'ensemble du SIC « Embouchure du Tech et grau de la Massane ».

Sur ce SIC (Tableau 95 et Tableau 96), plus de 99 % des substrats (connus) sont meubles, avec 0,7 % d'habitats particuliers (herbiers à posidonies) et 0,1 % de fonds durs.
Les substrats meubles sont constitués pour moitié de la « Biocénose des sables fins bien calibrés » et pour ¼ chacun des « Biocénoses des sables fins de haut niveau » et « Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond ».
Les fonds durs correspondent à la « Biocénose des algues infralittorales », alors que les habitats particuliers correspondent uniquement à des « Herbiers à posidonies ».

Tableau 95 : Répartition des substrats au sein du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane.

Substrat	COD_MNHN	%
Fonds meubles	2.2.4.a	99,29%
	2.2.5.a	
Fonds durs	2.2.4.b	0,08%
Habitats particuliers	2.2.4.c	0,64%

Tableau 96: Habitats marins (typologie MNHN) du SIC Embouchure du Tech et grau de la Massane.

COD_MNHN	LIB MNHN	Km²	%
2.2.4.a	Biocénose des sables fins de haut niveau	1,63	24,42%
	Biocénose des galets infralittoraux	0,01	0,19%
	Biocénose des sables fins bien calibrés	3,23	48,50%
	Biocénose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	1,63	24,53%
2.2.4.b	Biocénose des algues infralittorales	0,01	0,08%
2.2.4.c	Herbier à *Posidonia oceanica* (= Association à *Posidonia oceanica*) (1120 1)	0,04	0,64%
2.2.5.a	Biocénose du détritique côtier	0,11	1,65%

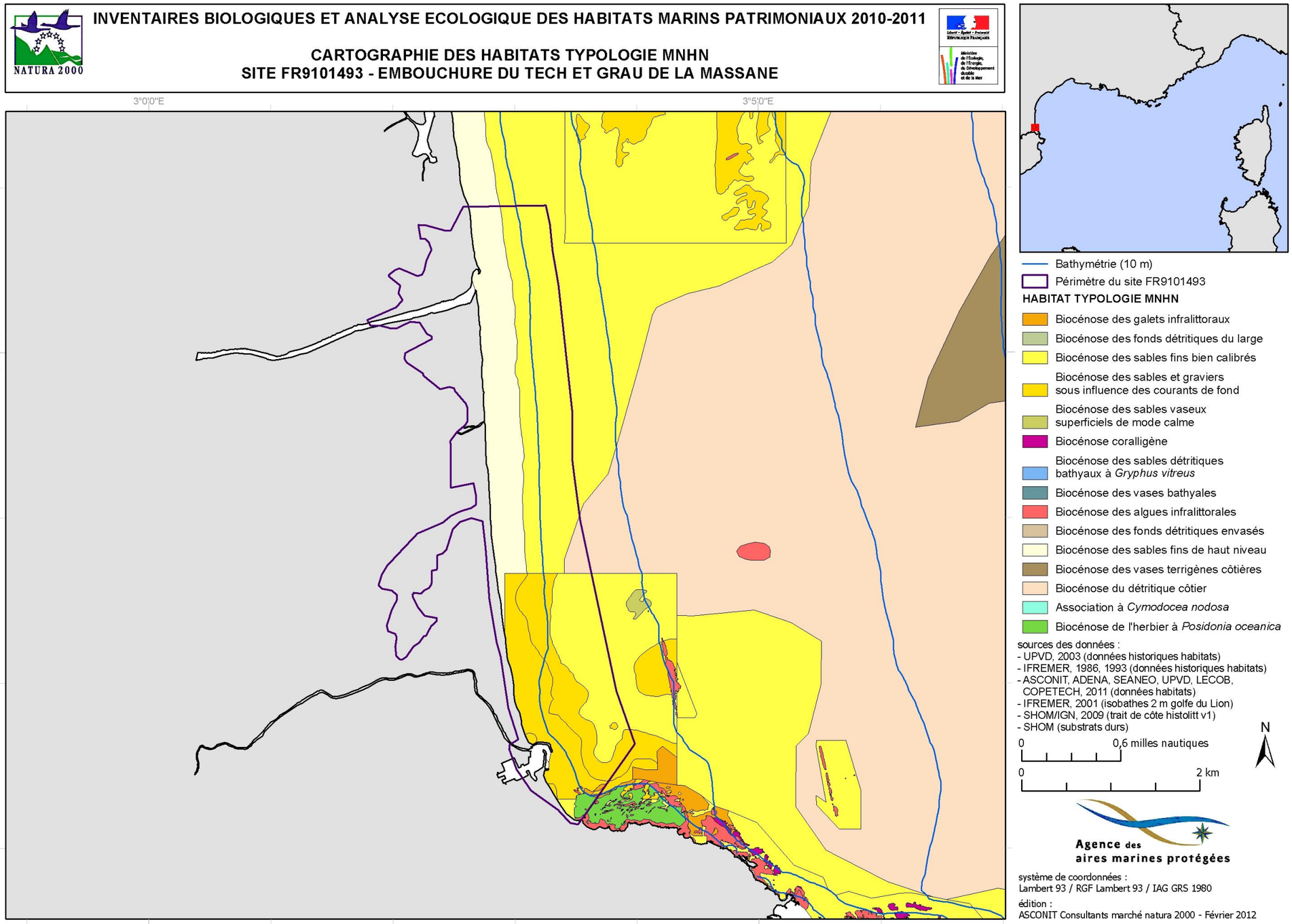


Figure 179 : Habitats MNHN sur FR9101493.

1.2.2.2 Fiabilité des données

Plus de 60 % du périmètre ayant été complété par la synthèse bibliographique via l'étude d'Aloisi (1986), l'indice de confiance 1 (Figure 180) domine sur ce SIC (Tableau 97). Le reste des habitats a un indice de confiance de 3, ils correspondent globalement à la zone d'étude des gravelles à Amphioxus.

Tableau 97 : Indice de confiance des habitats du SIC « Embouchure du Tech et grau de la Massane ».

Indice de Confiance	Km²	%
0	0,00	0,00%
1	4,00	60,02%
2	0,00	0,00%
3	2,66	39,98%

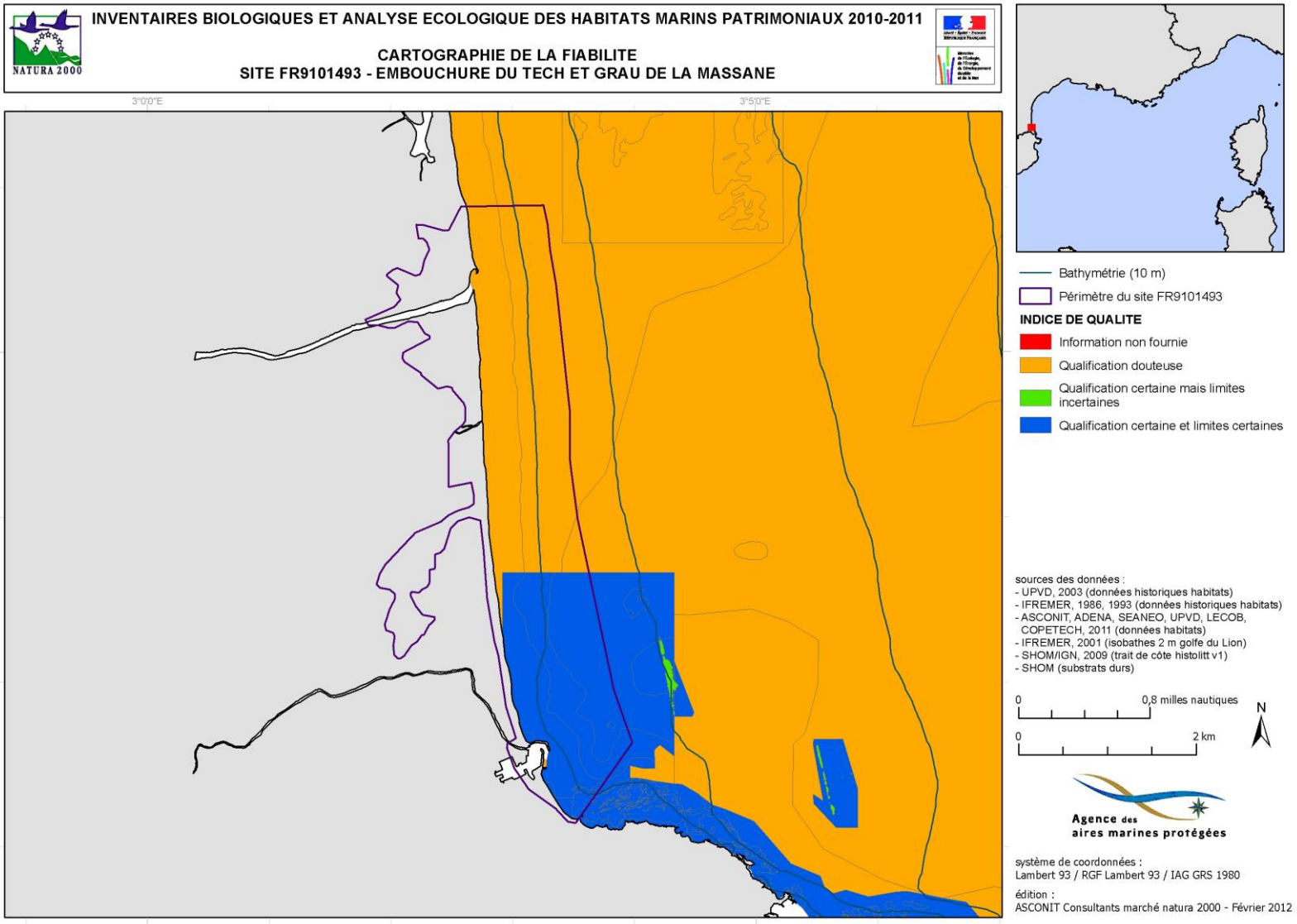


Figure 180 : Indice de confiance sur FR9101493.

1.2.3 FR9102012 « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate »

Le DOCOB n'est pas initié sur ce site actuellement.
Les habitats représentés ont été définis à partir des observations sur le terrain réalisées sur les substrats durs (Partie V), les herbiers de cymodocée (Partie IV) et les vasières (Partie III : 3), ainsi que de la compilation des données bibliographiques d'Aloisi (1986), Augris et Mear (1993).

1.2.3.1 Habitats marins

VI.1.2.3.1.1 Habitats du cahier des habitats EUR27

La Figure 181 représente les habitats génériques (cahier habitat EUR27) sur l'ensemble du SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

Sur ce site, 1/3 des surfaces d'habitat ne sont pas définies comme habitat générique (Tableau 98).
Sur les habitats génériques connus, 94,0 % sont constitués de « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » (1110) et le reste de « Récifs » (1170) à 5,97 % et de « Grandes criques et baies peu profondes » (1160) pour moins de 0,03 %. Ce dernier habitat se retrouve au sein du plateau rocheux de Leucate dans des zones de renfoncement abritées entre roches et Coralligène.

Tableau 98 : Habitats marins EUR27 du SIC Prolongement en mer des cap et étang de Leucate.

COD EUR27	LIB EUR27	Km²	%
-	Information non connue	44,96	32,81%
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	87,22	63,67%
1160	Grandes criques et baies peu profondes	0,03	0,02%
1170	Récifs	4,79	3,50%

VI.1.2.3.1.2 Habitats du cahier des habitats CH2004

La Figure 182 représente les habitats élémentaires (cahier habitat CH2004) sur l'ensemble du SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

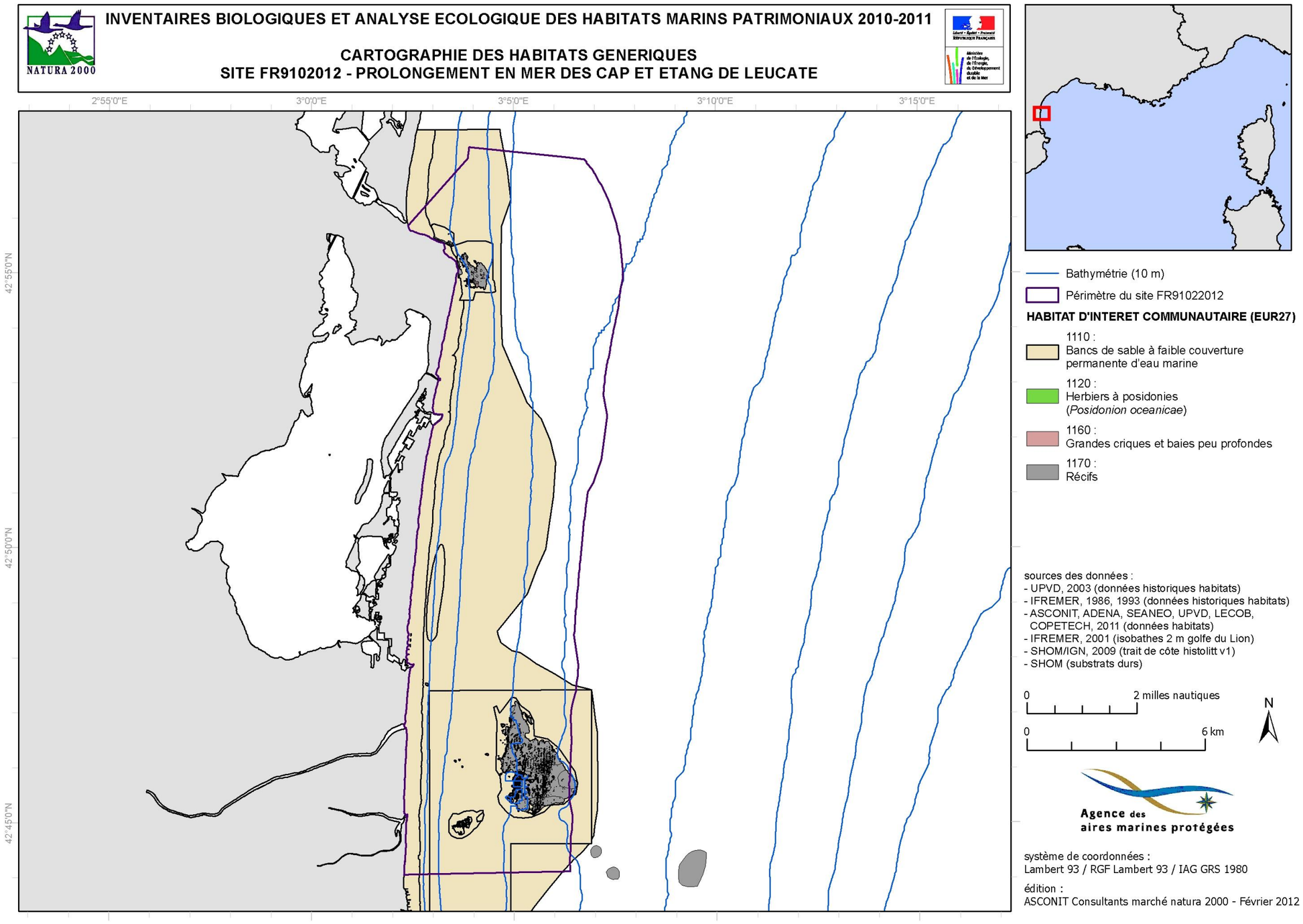


Figure 181 : Habitats EUR27 sur FR9102012.

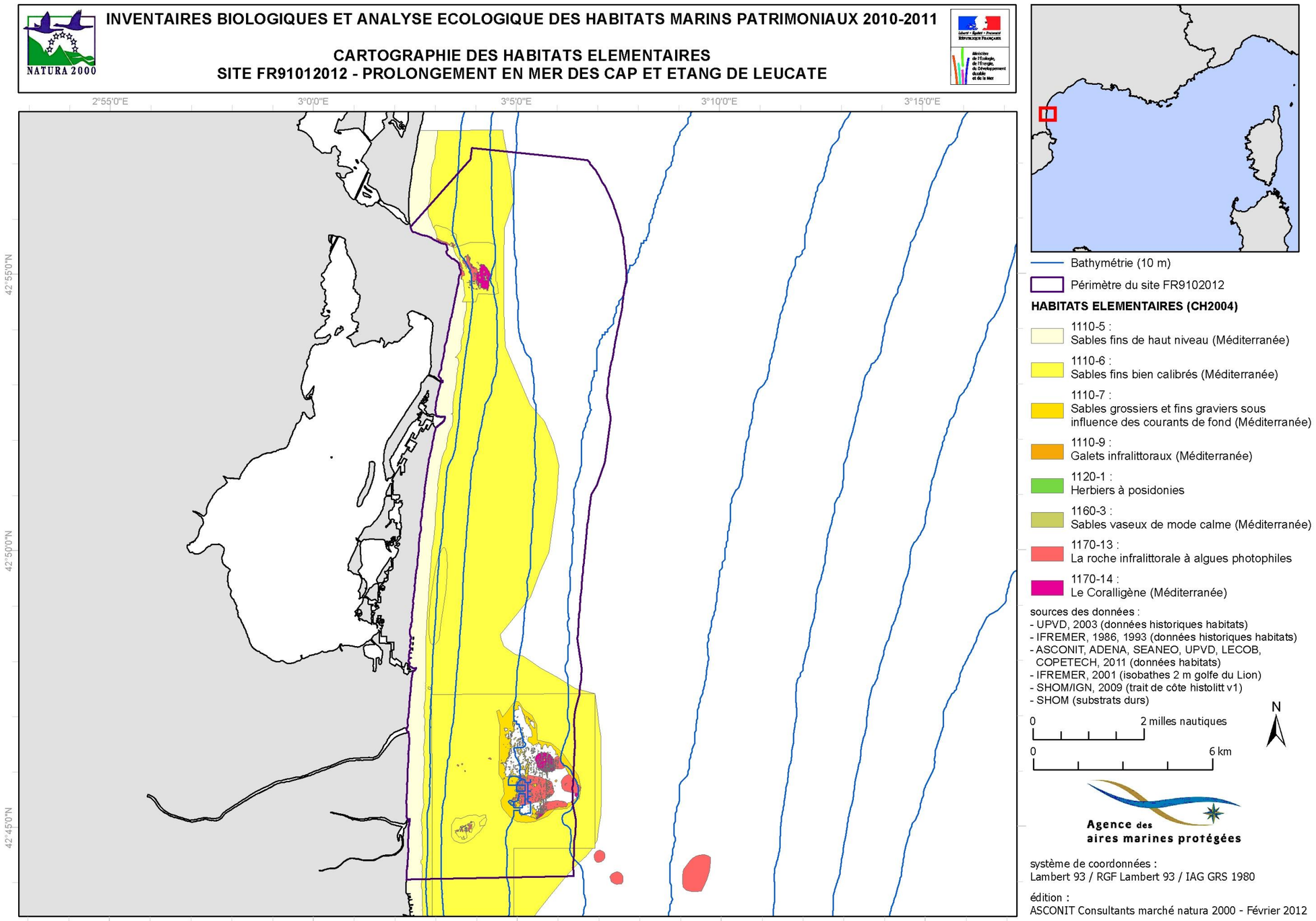


Figure 182 : Habitats CH2004 sur FR9102012.

Les habitats élémentaires meubles sont essentiellement des « Sables fins bien calibréss (1110-6), puis en faible quantité des « Sables fins de haut niveau » (1110-5).
Par ailleurs l'habitat générique « Récifs » (Tableau 99) est composé à 60 % de « Roche infralittorale à algues photophiles » (1170-13) et 40 % de « Coralligène » (1170-14), alors que les « Sables vaseux de mode calme » constituent l'ensemble de l'habitat générique 1160 au sein du plateau de Leucate.
Sur ce périmètre Natura 2000, des herbiers de cymodocée existent. Ils ont été intégrés à l'habitat élémentaire « Sables fins bien calibrés » (1110-6) qui est colonisé partiellement (Figure 116) par cette magnoliophyte. Cette zone recouverte d'herbiers plus ou moins denses sur 1110-6 fait environ 122 ha.
La méconnaissance de cet habitat et les faibles densités de faisceaux observés en 2010/11 ne permettent pas de garantir l'absence de cette magnoliophyte plus au Nord ou Sud du périmètre définit.

Tableau 99 : Habitats marins CH2004 du SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

COD_CH2004	LIB CH2004	Km²	%
-	Information non connue	47,47	34,65%
1110-5	Sables fins de haut niveau	10,32	7,53%
1110-6	Sables fins bien calibrés	74,14	54,12%
1110-7	Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	2,76	2,01%
1110-9	Galets infralittoraux (Méditerranée)	0,00	0,00%
1160-3	Sables vaseux de mode calme	0,03	0,02%
1170-13	La roche infralittorale à algues photophiles	1,69	1,23%
1170-14	Le Coralligène (Méditerranée)	0,59	0,43%

VI.1.2.3.1.3 Habitats marin typologie MNHN Méditerranée

La Figure 183 représente les habitats selon la typologie MNHN Méditerranée sur l'ensemble du SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

Sur ce SIC (Tableau 100 et Tableau 101), plus de 98 % des substrats (connus) sont meubles, avec 1,3 % d'habitats particuliers (herbiers de cymodocée) et 0,6 % de fonds durs.
Les substrats meubles sont constitués au ¾ par les « Biocénoses des sables fins bien calibrés » et « Biocénose du détritique côtier ».
Les fonds durs correspondent à la « Biocénose des algues infralittorales » (83 ha), alors que les habitats particuliers correspondent pour 1/3 à du « Coralligène » (59 ha) et pour 2/3 d'herbiers de cymodocée.

Tableau 100 : Répartition des substrats au sein SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

Substrat	COD_MNHN	% (hors zone inconnue)
Fonds meubles	2.2.4.a	98,34%
	2.2.5.a	
Fonds durs	2.2.4.b	1,23%
Habitats particuliers	2.2.5.c	0,43%

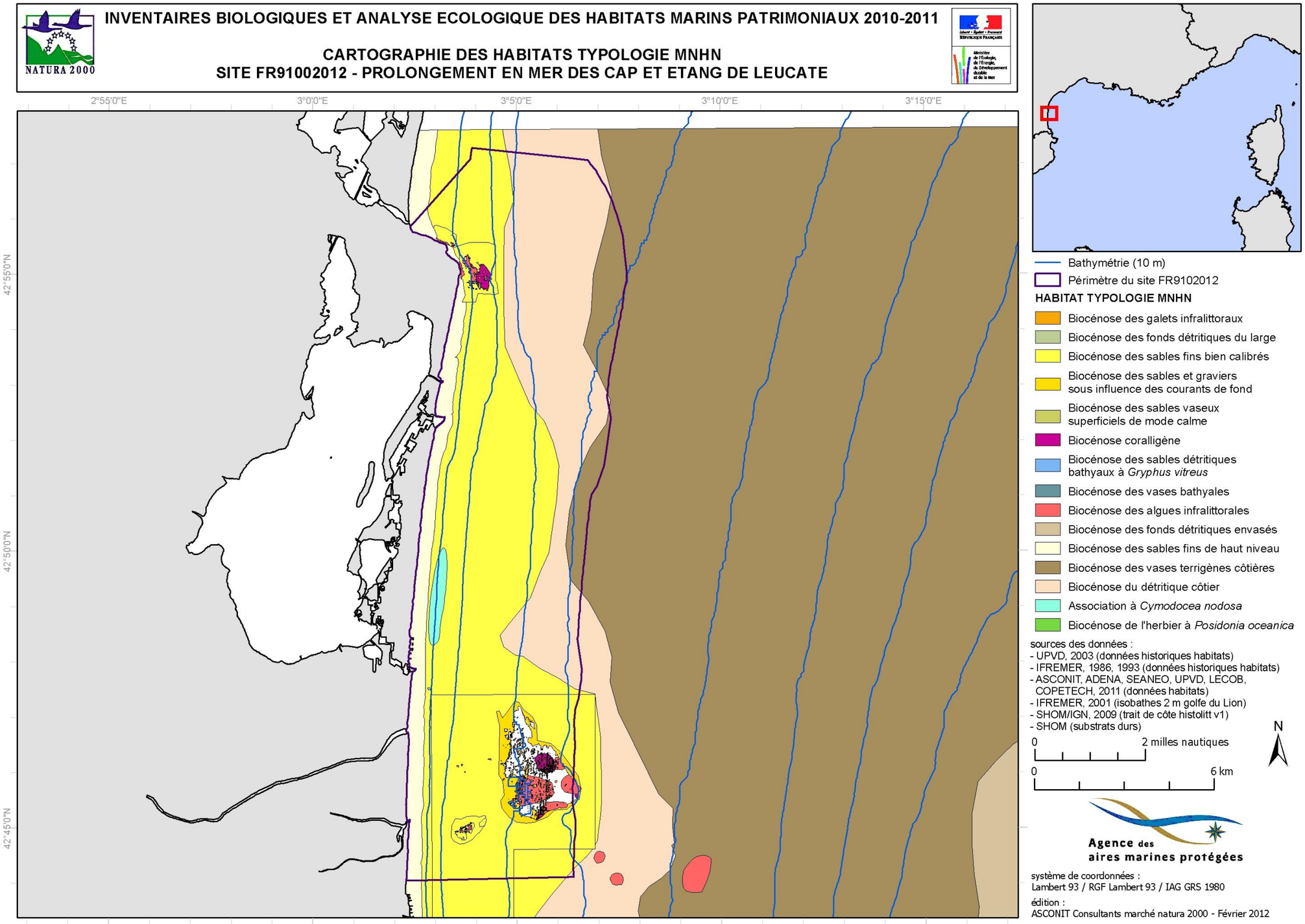


Figure 183 : Habitats MNHN sur FR9102012.

Tableau 101 : Habitats marins (typologie MNHN) du SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

COD_MNHN		LIB_MNHN	km²	%	%
Information non connue			2,52	1,84%	/
2.2.4.a	Infralittoral	Biocénose des sables fins de haut niveau	10,32	7,53%	64,88%
		Biocenose des Galets infralittoraux	0,00	0,00%	
		Biocenose des sables fins bien calibrés (SFBC)	72,88	53,20%	
		Association à Cymodocea nodosa sur SFBC	1,26	0,92%	
		Biocenose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond	2,76	2,01%	
		Biocenose des sables vaseux superficiels de mode calme	0,03	0,02%	
2.2.4.b		Biocénose des algues infralittorales	1,69	1,23%	1,26%
2.2.5.a	Circalittoral	Biocénose des vases terrigènes côtières	8,07	5,89%	33,43%
		Biocénose du Détritique côtier	36,88	26,92%	
2.2.5.c		Biocénose coralligène	0,59	0,43%	0,44%

1.2.3.2 Fiabilité des données

Le SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate » présente une superficie importante sur laquelle l'analyse des habitats pour CARTHAM s'est concentrée sur les habitats rocheux et les herbiers.
Ainsi 92 % des habitats du SIC (13 042 ha) proviennent de l'analyse bibliographique (Aloisi, 1986 ; Augris et Mear 1983) et présentent donc un indice de confiance 1 (Tableau 102). Le reste des données relatives aux habitats présente un indice de confiance 3, hormis 211 ha de qualification certaine mais de limites incertaines (IC=2) pour la zone à herbiers de cymodocée et une zone de « Récifs » (1170) sur laquelle une dernière journée de terrain est prévue pour une délimitation entre « Coralligène » et « Biocénose des algues infralittorales ».

Tableau 102 : Indice de confiance des Habitats marins SIC « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

Indice de Confiance	Km²	%
0	0	0%
1	125,48	91,60%
2	1,26	0,92%
3	10,25	7,49%

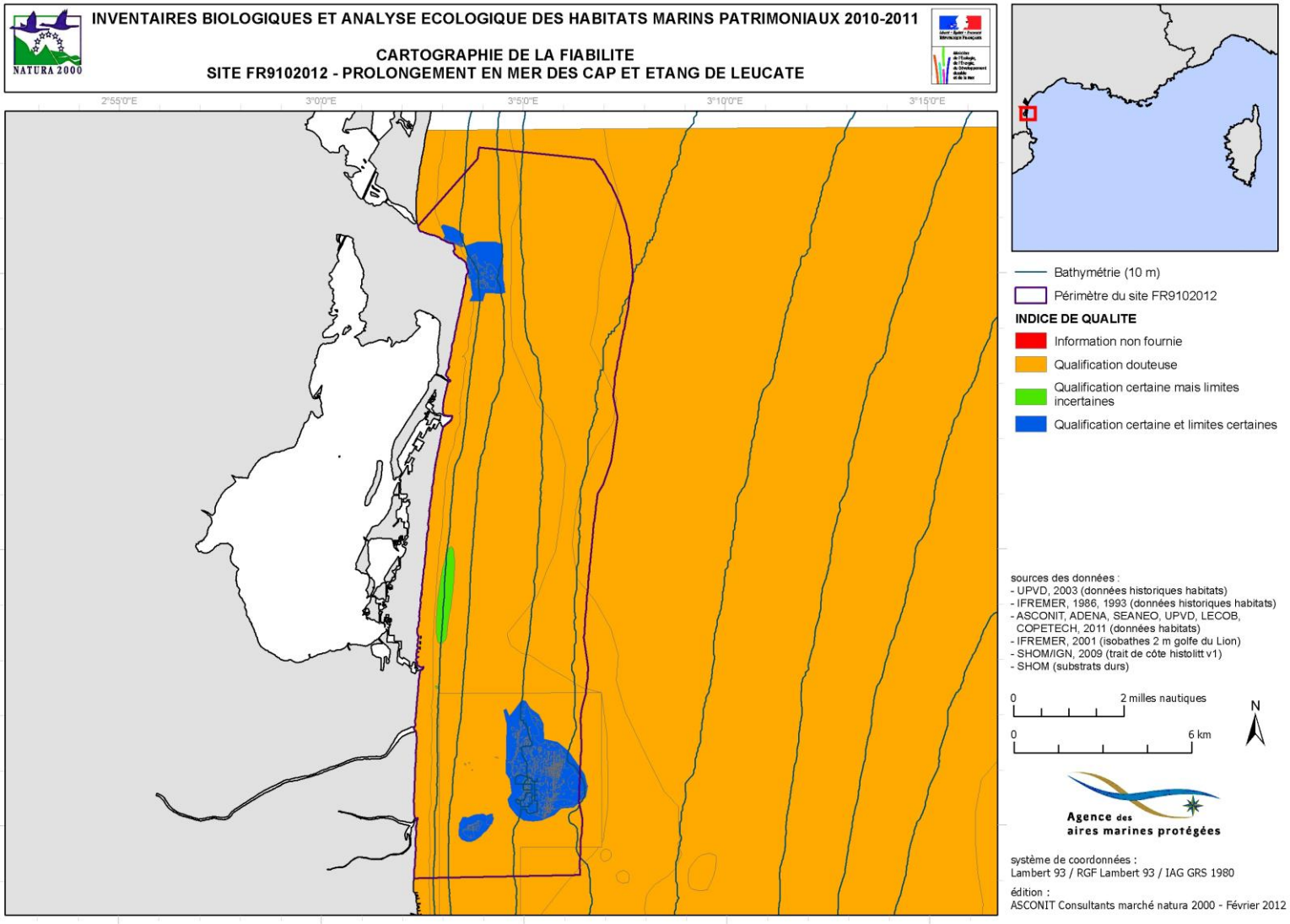


Figure 184 : Indice de confiance sur FR9102012.

2 Etat de conservation global

Le Tableau 103 est une synthèse qui présente l'évaluation des états de conservation des habitats et stations étudiés dans le cadre de cette étude. La définition des états de conservation par habitat sont détaillées dans les différentes parties traitants des habitats.

Tableau 103 : Etat de Conservation des Habitats marins du PNM du Golfe du Lion.

Habitat	Statut	Remarque
Zones profondes		
Habitat détritique du large autour de la tête de canyon de Lacaze-Duthiers	Inconnu	Zone très peu connue en général et sur le secteur du PNMGL. Une activité halieutique est présente et semble intensive (nombreux traits de chaluts, restes de culs de chalut, etc.).
Substrats Meubles		
Points observation macrofaune benthique entre 10 et 50 m	Favorable	Diversité importante et espèces présentes indicatrices d'un état favorable.
Points observation macrofaune benthique de 50 à 90 m	Inconnu	Diversité, biomasse moins importante que pour les points moins profonds. Pas vraiment de référence existante sur ces zones. Ces points sont par ailleurs potentiellement impactés par les arts trainants (étude halieutique nécessaire).
Gravelles à Amphioxus au large du Racou	Inconnu	Etat de conservation semblant moins bon que lors des premières études, mais le manque de connaissance de ces habitats ne permet pas de définir un état actuellement.
Vasières	Inconnu	Aucun habitat de ce type observé sur le secteur en 2011. Apparition probablement intermittente de cet habitat en fonction des déplacements des bancs sableux lors des tempêtes hivernales, mais qui reste à confirmer.
Herbiers à Magnoliophytes		
Herbiers de cymodocée	Inconnu	Mis à part sur ce site, l'absence d'herbiers de cymodocée en mer ouverte en Languedoc-Roussillon ne permet pas d'avoir des données de comparaison pour cet habitat. Par ailleurs, cette étude correspond à un état initial et il est donc impossible de discuter de l'évolution de l'aire de répartition et des surfaces en cymodocée.
Substrats durs		
Roches de l'infralittoral	Inconnu	Cette étude correspond à un état initial de cet habitat dans ce secteur et il est donc impossible de discuter de son évolution et de son état de conservation avec les connaissances actuelles.
Coralligène	Inconnu	Cette étude correspond à un état initial de cet habitat et il est donc impossible de discuter de son évolution et de son état de conservation avec les connaissances actuelles. A signaler tout de même un rapport bio-érodeurs / bio-constructeurs important pour les points de suivis au niveau du Cap Abeille et de Canadell, ce qui est souvent signe d'un état de conservation en cours de dégradation. Au contraire ce rapport est faible pour les sites de Leucate et de la Mauresque.

Le programme CARTHAM a permis de mieux identifier les différents habitats présents au sein des 3 Sites d'Intérêt Communautaire (Figure 10), ainsi que sur le périmètre du PNM du Golfe du Lion (Figure 170).
Cependant, les habitats étudiés l'ont souvent été pour la 1ère fois et par conséquent chaque connaissance acquise a permis la réalisation d'un état initial, sans pour autant permettre de dégager une évaluation, ni une évolution de l'état écologique des habitats observés. A cela s'ajoute l'absence de protocole précis sur l'état de conservation de la plupart de ces habitats, particulièrement en comparaison de la région PACA (hors influence du Rhône et beaucoup moins turbide), rendant impossible dans la majorité des cas de définir un état de conservation.
En ce qui concerne la macrofaune benthique, l'expertise importante du laboratoire ARAGO de Banyuls-sur-Mer (LECOB) a permis, en croisant les différents résultats d'analyse des peuplement, l'indice AMBI et sur la base d'une bonne connaissance du secteur, de qualifier l'état de conservation de la tranche bathymétrique 10-50 m comme étant favorable, alors que les zones plus profondes sont actuellement trop peu connues pour leur attribuer un état de conservation.
Au final le programme CARTHAM correspond à un état initial des habitats du PNM du Golfe du Lion et des SIC qu'il héberge. Ce premier état des lieux devra être suivi d'études complémentaires afin de détailler les nombreux points d'interrogation subsistants et de définir un état de conservation pour chaque habitat, des protocoles de suivis ainsi que leur mise en place.

3 Conclusion

Le PNM du Golfe du Lion a été créé fin 2011, il s'étend de Cap Cerbère à la frontière espagnole, jusqu'au Cap Leucate sur 401 342 ha de superficie marine. Il inclut dans son périmètre 3 Sites d'Intérêt Communautaire :

- FR9101482 « Posidonies de la côte des Albères » ;
- FR9101493 « Embouchure du Tech et grau de la Massane » ;
- FR9102012 « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

Cette étude a été l'occasion de réaliser une synthèse bibliographique sur la connaissance des habitats marins du PNM et la mise en place de divers protocoles pour affiner leurs délimitations et leurs caractéristiques.
La commande initiale a pour objectif de compléter les données du DOCOB « Posidonies de la côte des Albères » sur les habitats « Coralligène », de définir les habitats marins sur les deux autres SIC et d'étudier plus précisément l'interface plateau continental / canyon Lacaze-Duthiers.

Au final, le programme CARTHAM sur le PNM du Golfe du Lion correspond à plus de 530 observations ponctuelles (plongées, prélèvements à la benne, Rov), plus de 20 km de transects d'observation (ROV Achille) ou prélèvements (drague) et à la réalisation de levés hydrographiques sur près de 22 000 ha.
Ce nombre d'observations déjà important ne permet pourtant de caractériser de manière certaine que 5,8 % des surfaces d'habitats du PNM du Golfe du Lion. En ajoutant les données bibliographiques (modélisation à très petite échelle), 69,5 % de la superficie du PNM est caractérisée et 30,5 % des zones abyssales restent encore quasi-inconnue.
Sur l'ensemble des informations compilées (hors zone inconnue), 99,6 % des substrats sont meubles, un peu plus de 0,3 % correspondent aux substrats durs concentrés globalement dans les faibles bathymétries (< 40 m) particulièrement sur la côte rocheuse, le plateau de Leucate et les roches de Torreilles (Grand Roc), et moins de 0,1 % sont constitués d'herbiers de magnoliophytes (posidonie sur la côte rocheuse et cymodocée face au Barcarès).
En ce qui concerne les 3 Sites d'Intérêt Communautaire, leurs habitats sont tous définis sur l'ensemble de leurs superficies, tout du moins selon la typologie Méditerranée MNHN. En effet les habitats Natura 2000 sont des habitats très côtiers et ils n'ont pas pu être définis sur l'ensemble des SIC par un manque de correspondances avec la typologie MNHN ou par manque d'informations précises sur zones (uniquement issues de la bibliographie). Il faut noter que pour ces 3 SIC, les habitats « Herbiers » (1120) et « Récifs » (1170) ont tous, sans exception, été caractérisés, ce qui permettra le remplissage des Formulaires Standards de Données (FSD) des sites Natura 2000.

En conclusion, les zones du large sont les moins bien connues sur le PNM du Golfe du Lion, voire inconnues pour les zones abyssales des canyons (hors Lacaze-Duthiers).

La grande superficie du PNM a par ailleurs nécessité une compilation de données à partir de modélisation à très petite échelle et donc avec des précisions et indices de confiance relativement faibles. Il faudra donc sur ces zones ajuster la définition des habitats et peut-être leurs délimitations en fonction des futures études menées sur ces substrats en très grande majorité meubles.
Enfin pour de nombreux habitats, cette étude a consisté un état initial qui n'a, par conséquent, pas permis de définir leurs états de conservation et encore moins d'analyse temporelle de l'évolution de leur état écologique. Ainsi les herbiers de cymodocée de la côte sableuse et de Banyuls-sur-Mer nécessiteront des suivis complémentaires afin de mieux les caractériser, tout comme le suivi de l'habitat Coralligène pour mieux caractériser cet habitat et comprendre sa dynamique. D'une manière générale il manque souvent des données bibliographiques sur les habitats marins et des références adaptées aux caractéristiques environnementales du Languedoc-Roussillon. Ce manque et le développement d'indices et de critères de suivis nécessaires à la bonne gestion du PNM du Golfe du Lion devront être comblés et soutenus.

Partie VII : Annexes

1 Présentation de la problématique générale

Annexe 1 : Qualité des eaux de baignades.

POINTS DE SURVEILLANCE SANITAIRE DES EAUX DE BAIGNADE EN MER Evolution de la qualité 2005-2010								
COMMUNES	BAIGNADE	Simulation du classement selon directive 2006 (2007 à 2010)	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CERBERE	Piscine Eau de Mer	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	5 A
	Centrale Village	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Peyrefitte	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
BANYULS SUR MER	Troc Pinell	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Centrale	Qualité excellente	21 A	21 B	21 A	21 A	21 A	20 A
	Plage des Elmes	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Centre Hélio-Marin	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
PORT-VENDRES	Anse de Paulilles	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Plage d'En Baux	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Plage de l'Oli	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Plage de l'Usine	Qualité excellente	-	21 A	17 A	21 A	21 A	20 A
	Plage du Fourat	Qualité excellente	-	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
COLLIOURE	Plage du Faubourg	Bonne qualité	21 B	21 B	21 A	21 B	21 A	20 B
	Plage des Pêcheurs	Qualité excellente	21 A	21 B	21 A	21 A	21 B	20 A
	Plage Saint-Vincent	Qualité excellente	21 A	21 B	21 B	21 A	21 A	20 B
	Plage Saint-Vincent Nord	Qualité excellente	21 A	21 A	21 B	21 A	21 B	20 A
ARGELES SUR MER	Plage Calanque de l'Ouille	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Plage du Racou	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Plage Sud	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	20 A
	Plage Centre - des Pins (P3)	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A
	Plage de la Marenda - Tamariguer P2	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A
	Plage du Mas Larrieu	Qualité excellente	21 A	21 A	21 A	21 A	22 A	20 A
ELNE	Plage Bocal du Tech	Qualité excellente	-	-	-	7 A	11 A	17 A

Annexe 2 : Qualité des eaux de baignades (suite).

POINTS DE SURVEILLANCE SANITAIRE DES EAUX DE BAIGNADE EN MER Evolution de la qualité 2005-2010								
COMMUNES	**BAIGNADE**	**Simulation du classement selon directive 2006 (2007 à 2010)**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**
SAINT-CYPRIEN	PS N°6, Plage de la lagune	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	PS N°4, Plage des Capellans	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	PS n° 3, Le Port	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	PS N°2, Plage de l'Art	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	PS N°1, Plage de l'Art	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
CANET EN ROUSSILLON	Plage du Lido	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 B
	Plage du Mar Estang	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage de la Marenda	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage du Grand Large	Qualité excellente	-	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage Centrale	Qualité excellente	21 A	21 A	22 B	21 A	21 A	20 A
	Plage du Roussillon	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage du Sardinal (Nord du Port)	Bonne qualité	21 A	21 A	22 A	21 A	21 B	20 A
	Plage du Sardinal (Niveau GCU)	Bonne qualité	21 A	21 A	22 A	21 A	21 B	20 B
	Plage du Sardinal (Poste de Secours)	Qualité suffisante	21 A	21 A	22 A	21 A	21 B	20 B
SAINTE-MARIE LA MER	Plage du 1er Epi	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 B	20 A
	Plage du 2ème Epi	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 B
	Plage du 3ème Epi	Qualité excellente	21 B	21 A	22 A	21 A	21 B	20 A
	Plage du 4ème Epi	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 B	20 A
	Plage Centrale	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage du Camping Municipal	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
TORREILLES	Plage Sud	Qualité excellente	11 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage Centre	Qualité excellente	11 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage Nord	Qualité excellente	11 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
LE BARCARES	Plage du Village	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage digue Sud du Port	Qualité excellente	-	-	-	21 A	21 B	20 A
	Plage du Lydia	Qualité excellente	21 A	21 A	22 A	21 A	21 A	20 A
	Plage du Lido	Qualité excellente	-	-	-	21 A	21 A	20 A

Annexe 3 : Résultats obtenus pour la masse d'eau côtière FRDC01 (Frontière espagnole – Racou plage).

Frontière espagnole – Racou plage (FRDC01)

Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O_2 dissous ; P10, $mg.L^{-1}$) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 $\mu g.L^{-1}$) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FRDC01.

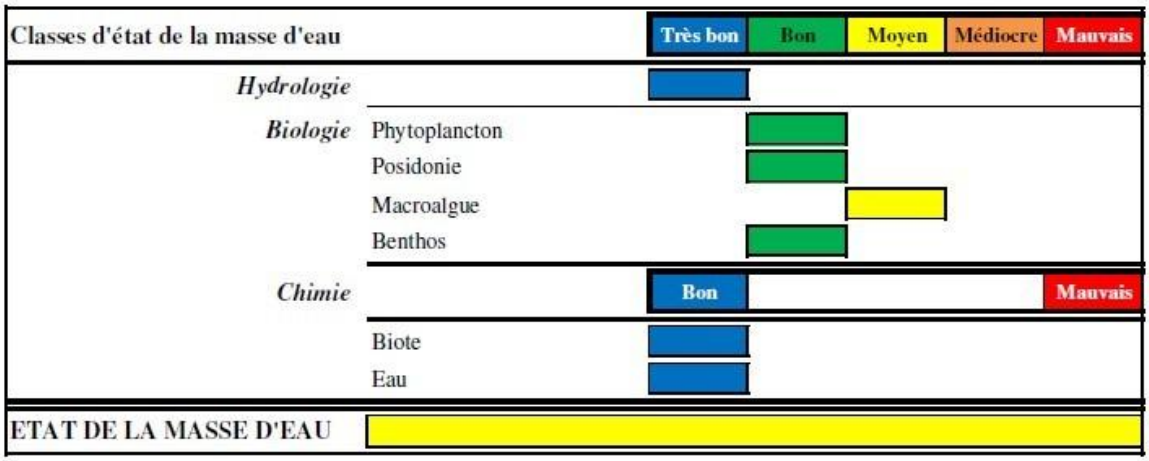
O_2 dissous	Etat colonne d'eau	Chl *a*	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQR$_\varphi$	Etat phytoplancton
5,74		<1,8*	0,5		9	1		1	

*Données graphiques issues du site SOMLIT (http://somlit.epoc.u-bordeaux1.fr/fr/)

Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FRDC01.

EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	AMBI	Etat Macrofaune
0,554		0,52		0,65	

Bilan de l'état de la masse d'eau FRDC01 au titre de la DCE, campagne 2009.



Annexe 4 *: Résultats obtenus pour la masse d'eau côtière FRDC02a (Racou plage – Embouchure de l'Aude).*

Racou plage – Embouchure de l'Aude (FRDC02a)

Classification de l'état de l'élément de qualité de la colonne d'eau (O_2 dissous ; P10, $mg.L^{-1}$) et de l'élément de qualité "phytoplancton", résultant de la combinaison des indices biomasse (Chl *a* ; P90 $\mu g.L^{-1}$) et abondance (% de blooms) de la masse d'eau FRDC02a.

O_2 dissous	Etat colonne d'eau	Chl *a*	EQRb	Etat biomasse	Abondance	EQRa	Etat abondance	EQRφ	Etat phytoplancton 2004-2009
7,22		1,87	1,000		28,90	0,578		0,789	

Classification de l'état des éléments de qualité biologique "Posidonie", "Macroalgue" et "Macrofaune de substrat meuble" de la masse d'eau FRDC02a.

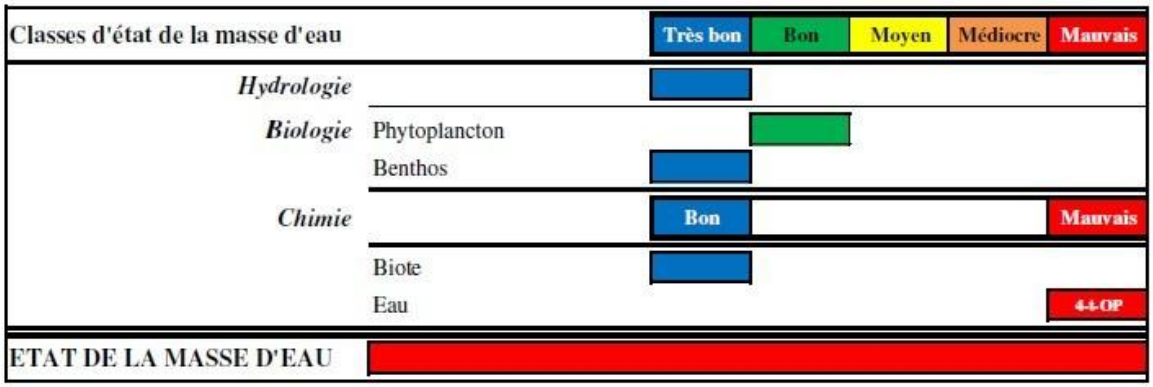
EQR Posidonie	Etat Posidonie	EQR Macroalgue	Etat Macroalgue	AMBI	Etat Macrofaune
				0,813	

Elément de qualité non prospecté dans cette masse d'eau

Résultats pour l'élément de qualité "Chimie dans l'eau" (POCIS ; $\mu g.L^{-1}$) : composé pour lequel la NQE est dépassée pour la masse d'eau FRDC02a.

		4-ter-octylphénol
	NQE ($\mu g.L^{-1}$)	0,01
FRDC02a	Port Leucate	0,016

Bilan de l'état de la masse d'eau FRDC02a au titre de la DCE, campagne 2009.



Annexe 5 : Résultats obtenus pour la masse d'eau transition FRDT02 (Etang de Salses-Leucate).

Grille estivale de diagnostic de la colonne d'eau de l'étang de Canet.

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
Δ % O_2 SAT		20		30		40		50	94
TUR (NTU)		5		10		25	39,2	40	
PO_4^{3-} (µM)		0,3		1		1,5		4	22,07
NID (µM)	0,6	2		6		10		20	
NO_2^- (µM)	0,05	0,3		0,5		0,75		1	
NO_3^- (µM)	0,11	1		3		5		10	
NH_4^+ (µM)	0,47	1		3		5		10	
NT (µM)		50		75		100		120	257
PT (µM)		0,75		1,5		2,5		4,5	46,36

Etat de la colonne d'eau	

Classification de l'état des éléments de qualité "Phytoplancton", "Macrophyte" et "Macrofaune benthique de substrat meuble" de l'étang de Canet.

EQRφ	Etat phytoplancton	EQR Macrophyte	Etat Macrophyte	M-AMBI	Etat Macrofaune
0,016		0,07		0,44	

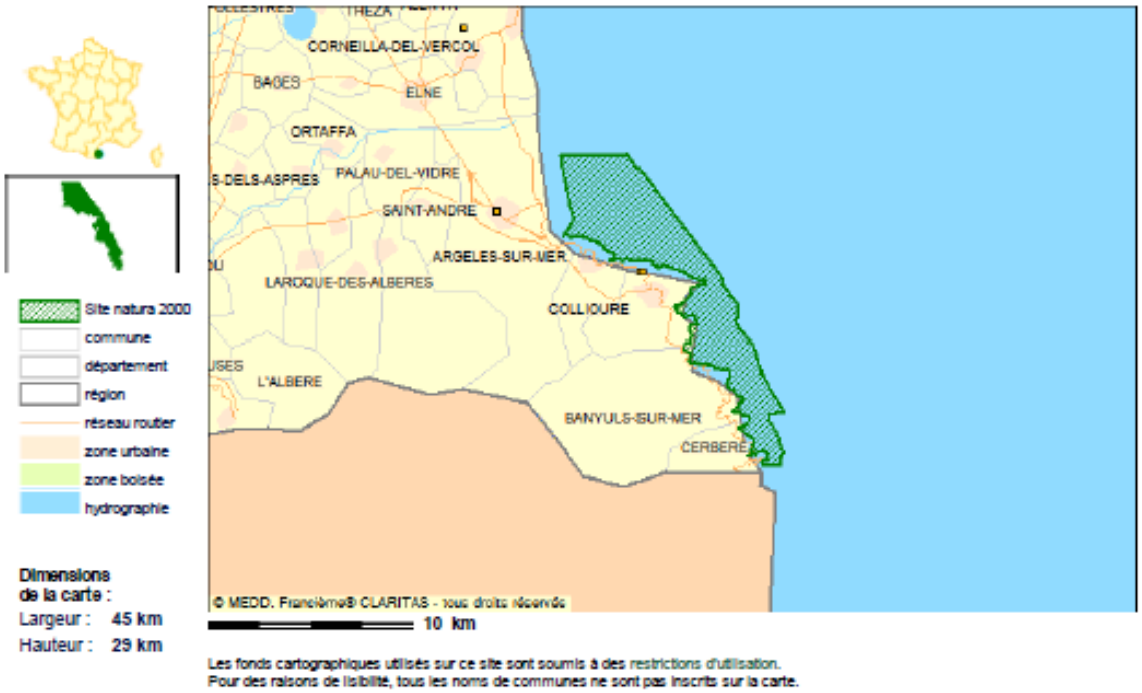
Bilan de l'état de l'étang de Canet au titre de la DCE, campagne 2009.

Classes d'état de la masse d'eau	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Hydrologie					
Biologie Phytoplancton					
Macrophyte					
Benthos					
ETAT DE LA MASSE D'EAU					

Annexe 6 : Fiches Natura 2000 des Sites d'Intérêt Communautaire :

- « FR9101482 Posidonies de la côte des Albères ».

POSIDONIES DE LA COTE DES ALBERES



Dimensions de la carte :
Largeur : 45 km
Hauteur : 29 km

Les fonds cartographiques utilisés sur ce site sont soumis à des restrictions d'utilisation.
Pour des raisons de lisibilité, tous les noms de communes ne sont pas inscrits sur la carte.

IDENTIFICATION

- **Appelation :** POSIDONIES DE LA COTE DES ALBERES
- **Statut :** Site ou proposition de Site d'Importance Communautaire (SIC/pSIC)
- **Code :** FR9101482

Liens utiles

Lexique
Liste des sigles

Localisation

Afficher les infos

- **Région :**
- **Département :** Domaine maritime
- **Superficie :** 4229 ha
- **Altitude minimale :** -40 m
- **Altitude maximale :** 40 m
- **Région biogéographique :** Mediterranéenne

La surface de ce site intersecte les Zones de Protection Spéciale suivantes :
FR9112023 MASSIF DES ALBERES
FR9112034 CAP BEAR- CAP CERBERE

Vie du site

Afficher les infos

Mise à jour des données : 06/2007

Vie du site : Date de proposition comme SIC : 12/1998
La démarche Document d'objectifs (DOCOB) est entamée sur ce site. Pour en savoir plus, contacter la direction régionale de l'environnement (DIREN).

Description du site

Afficher les infos

La côte des Albères présente une grande richesse au niveau de ses fonds marins où se succèdent plusieurs habitats naturels depuis les trottoirs d'algues incrustantes jusqu'à des zones coralligènes.
On trouve également des abris sous roche marins.
Des prairies de posidonies ont trouvé refuge sur cette côte alors qu'elles ont été en majorité détruites sur les côtes languedociennes.
La richesse algale est très grande et la faune marine est très diversifiée.

Ce site exclusivement marin englobe les seuls fonds rocheux d'importance significative du littoral languedocien. Complétant les sites proposés sur le massif des Albères et la côte, il confirme l'intérêt majeur pour la biodiversité de l'ensemble de la zone littorale orientale du massif pyrénéen français.

Composition du site :

Mer, Bras de Mer 100 %

Habitats naturels présents

Afficher les infos

	% couv.	SR[1]
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	5 %	B
Herbiers à Posidonia (Posidonion oceanicae) *	5 %	B
Récifs	1 %	C
Grottes marines submergées ou semi-submergées	1 %	A

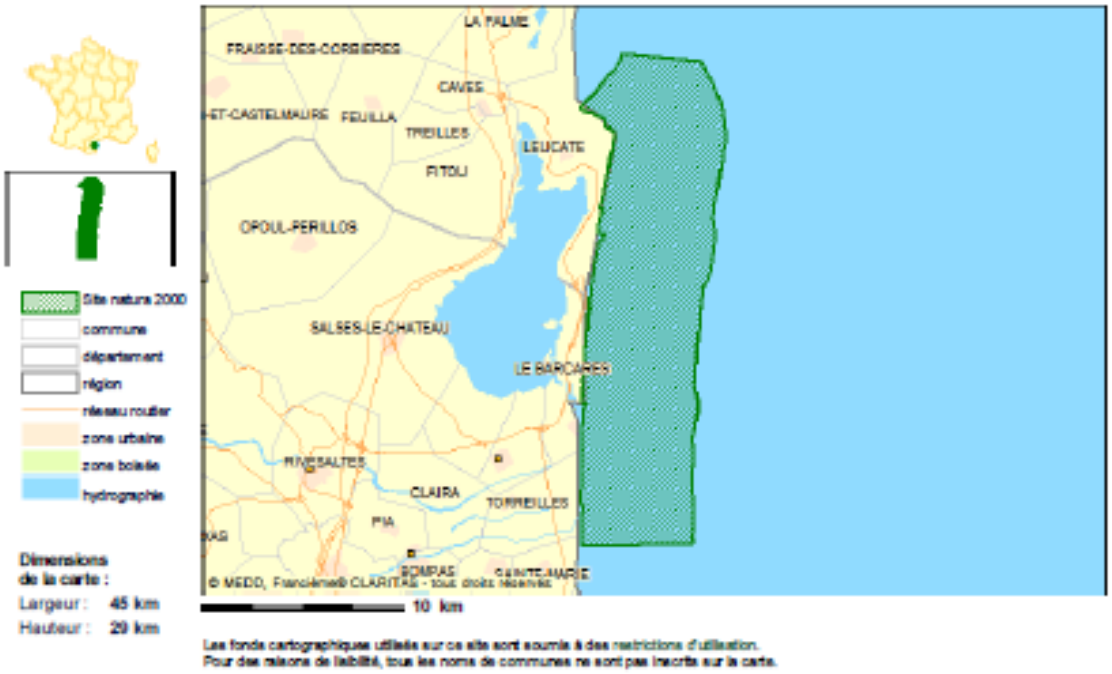
Espèces végétales et animales présentes

Afficher les infos

Mammifères		PR[2]
Grand Dauphin (Tursiops truncatus)	Etape migratoire.	D

- « FR9102012 Prolongement en mer des cap et étang de Leucate »

PROLONGEMENT EN MER DES CAP ET ETANG DE LEUCATE



Les fonds cartographiques utilisés sur ce site sont soumis à des restrictions d'utilisation.
Pour des raisons de lisibilité, tous les noms de communes ne sont pas inscrits sur la carte.

IDENTIFICATION

- **Appelation :** PROLONGEMENT EN MER DES CAP ET ETANG DE LEUCATE
- **Statut :** Site ou proposition de Site d'Importance Communautaire (SIC/pSIC)
- **Code :** FR9102012

Liens utiles

Lexique
Liste des sigles

Localisation

Afficher les infos

- **Région :**
- **Département :** Domaine maritime
- **Superficie :** 13733 ha
- **Altitude minimale :** -45 m
- **Région biogéographique :** Mediterranéenne

La surface de ce site intersecte les Zones de Protection Spéciale suivantes :
FR9112005 COMPLEXE LAGUNAIRE DE SALSES-LEUCATE
FR9112006 ETANG DE LAPALME
FR9112030 PLATEAU DE LEUCATE
FR9112035 COTE LANGUEDOCIENNE

Vie du site

Afficher les infos

Mise à jour des données : 08/2008

Vie du site : Date de proposition comme SIC : 10/2008

Description du site

Afficher les infos

Le secteur du Cap Leucate représente un des rares appointements rocheux sur un littoral sableux. De plus, la configuration du plateau continental et la situation du cap par rapport au courant ligure-provençal confèrent à ce site une certaine singularité qui se traduit par la présence de biocénoses particulières.
Le site comprend des herbiers à Cymodocées encore bien conservés, mais également au sein de l'habitat 1110, des poches plus vaseuses originales et très riches d'un point de vue halieutique. Par ailleurs, ce secteur présente des récifs 1170 en continuité du Cap Leucate ou isolés intéressants par leurs formations de coralligène. Ce secteur détient une position importante en terme de réseau.

Composition du site :

Mer, Bras de Mer 100 %

Habitats naturels présents

Afficher les infos

	% couv.	SIC[1]
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	8 %	C
Récifs	8 %	C

- « FR9101493 Embouchure du Tech et grau de la Massane »



IDENTIFICATION

- **Appelation :** EMBOUCHURE DU TECH ET GRAU DE LA MASSANE
- **Statut :** Site ou proposition de Site d'Importance Communautaire (SIC/pSIC)
- **Code :** FR9101493

Liens utiles

Lexique

Liste des sigles

Localisation

Afficher les infos

- **Région :** Languedoc-Roussillon (32.00 %)
- **Départements :** Domaine maritime (68 %), Pyrénées-Orientales (32 %)
- **Superficie :** 956 ha
- **Altitude minimale :** -2 m
- **Altitude maximale :** 3 m
- **Région biogéographique :** Méditerranéenne

Vie du site

Afficher les infos

Mise à jour des données : 06/2007
Vie du site : Date de proposition comme SIC : 12/1998

Description du site

Afficher les infos

Site présentant une zone de sables marins de faible profondeur à Amphioxus et des milieux littoraux dunaires riches en espèces végétales endémiques. Avec l'embouchure du Tech et les divagations passées de son cours, on trouve de nombreux types de formations végétales hygrophiles et des formations boisées de ripisylves.

Les pourcentages de recouvrement des habitats sont estimées et restent provisoires

Composition du site :

Mer, Bras de Mer	50 %
Dunes, Plages de sables, Machair	20 %
Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées	5 %
Forêts caducifoliées	5 %
Pelouses sèches, Steppes	5 %
Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines)	5 %
Marais (vegetation de ceinture), Bas-marais, Tourbières,	4 %
Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)	2 %
Autres terres arables	2 %
Rivières et Estuaires soumis à la marée, Vasières et bancs de sable, Lagunes (incluant les bassins de production de sel)	1 %
Marais salants, Prés salés, Steppes salées	1 %

Habitats naturels présents

Afficher les infos

	% couv.	SR[1]
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	10 %	C
Dunes fixées du littoral du Crucianellion maritimae	1 %	B
Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou Hydrocharition	1 %	C
Rivières permanentes méditerranéennes à Glaucium flavum	1 %	C
Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du Ranunculion fluitantis et du Callitricho-Batrachion	1 %	C
Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	1 %	C
Forêts-galeries à Salix alba et Populus alba	1 %	C
Galeries et fourrés riverains méridionaux (Nerio-Tamaricetea et Securinegion tinctoriae)	1 %	C

Espèces végétales et animales présentes

Afficher les infos

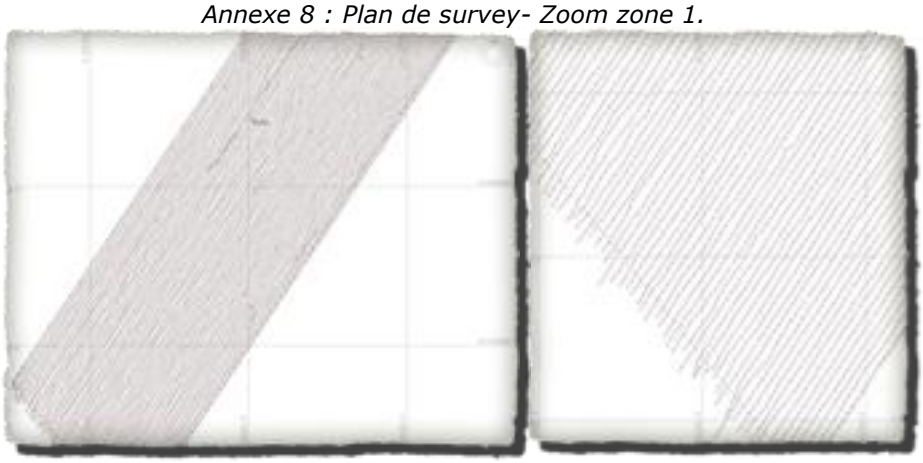
	PR[2]
Invertébrés	
Cordulie à corps fin (Oxygastra curtisii)	D
Poissons	
Barbeau méridional (Barbus meridionalis)	D

2 Etude des zones profondes

Annexe 7 : Caractéristiques du navire l'ESSOR.

Pavillon : Français	**Indicatif** : FTPB
Longueur : 21.75 m	**Largeur** : 5.85 m
Tirant d'eau : 2.20 m	**Classe** : BV
GRT : 77.40 tonneaux	**NRT** : 8.30 tonneaux
Propulsion : Poyaud 800 BHP	**GE** : 22 Kwa – 220/380 Volts
Capacité GO : 26 m3	**Eau douce** : 9 m3
Autonomie/Consomation : 150 litres/heure – 3.5 m3/jour	
Vitesse : 9.5 noeuds	**Bollard pull** : 10 tonnes
Radar Furuno bi-fréquences 72 Mn	VHF – SDSM et GPS
Diffusion audio	Télé surveillance pont/machine
PERSONNEL A BORD	
Equipage : 4/3 personnes	**Passagers/Techniciens** : 6
Cuisine/Carré/Douches	5 couchettes
Armateur : Antoine Ferrando – Mobile : +33 6 03 99 37 19	

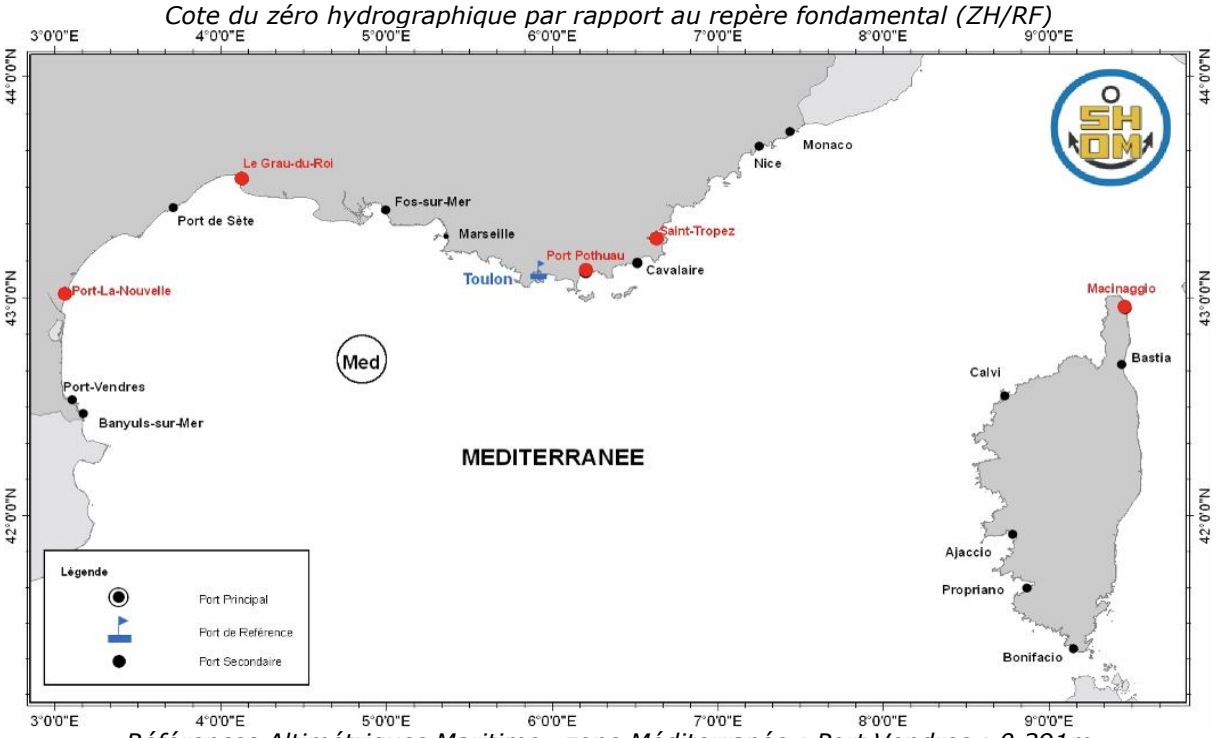
Annexe 8 : Plan de survey- Zoom zone 1.



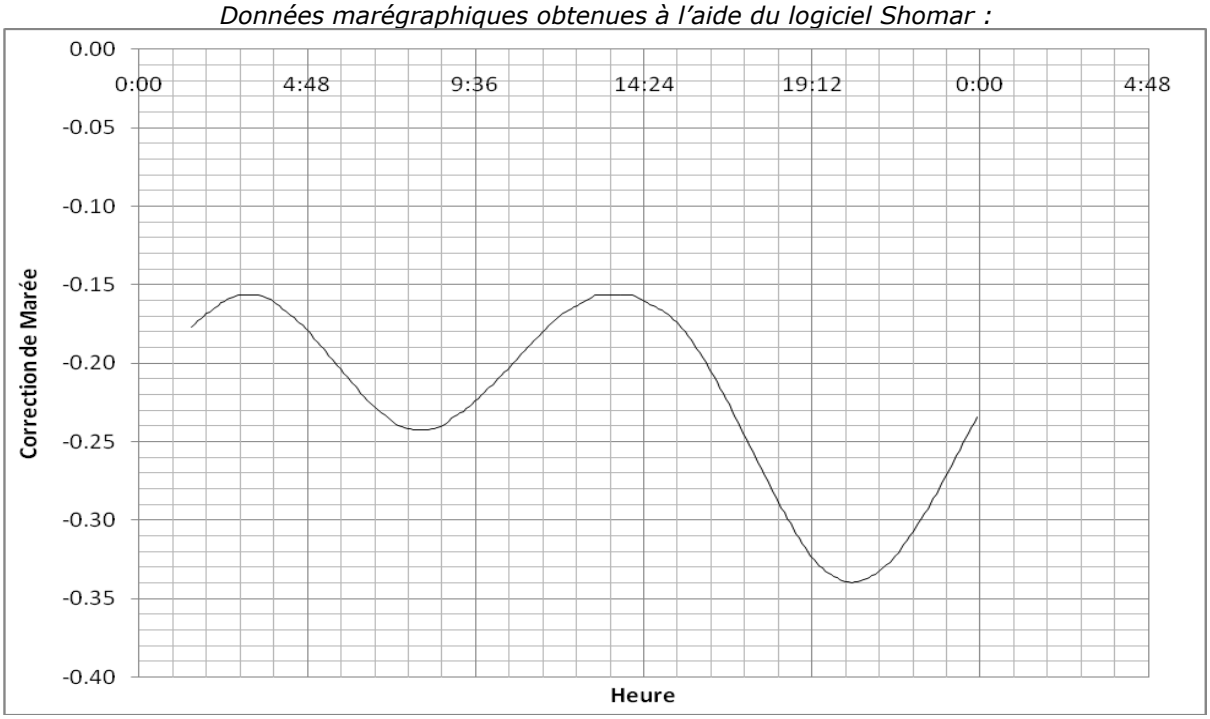
Annexe 9 : Caractérisation des campagnes en mer.

Système géodésique
Paramètres géodésiques de Géo-positionnement par satellites
ELLIPSOÏDE : WGS84
DEMI-GRAND AXE (A) : 6 378 137.0000
APLATISSEMENT : F = 1 / 298.2572
Paramètres géodésiques locaux
DENOMINATION : FRANCE – RGF 93
ELLIPSOÏDE DE REFERENCE : GRS-1980
DEMI-GRAND AXE (A) : 6 378 137.00
APLATISSEMENT : F = 1 / 298.257 222 101
Paramètres de projection locale
DENOMINATION : PROJECTION CONIQUE CONFORME SECANTE
PARALLELES : Φ1 = 44° N / Φ2 = 49° N
ORIGINE : MERIDIEN CENTRAL : Λ0 = 3° E GREENWICH
LATITUDE ORIGINE : Φ0 = 46° 30' N
COORDONNEES DE L'ORIGINE : X0 = 700 000 M / Y0 = 6 600 000 M
FACTEUR D'ECHELLE : 1
Référence altimétrique
GEOÏDE : RAF 98
ZERO HYDROGRAPHIQUE : PAR RAPPORT AU ZERO IGN 69

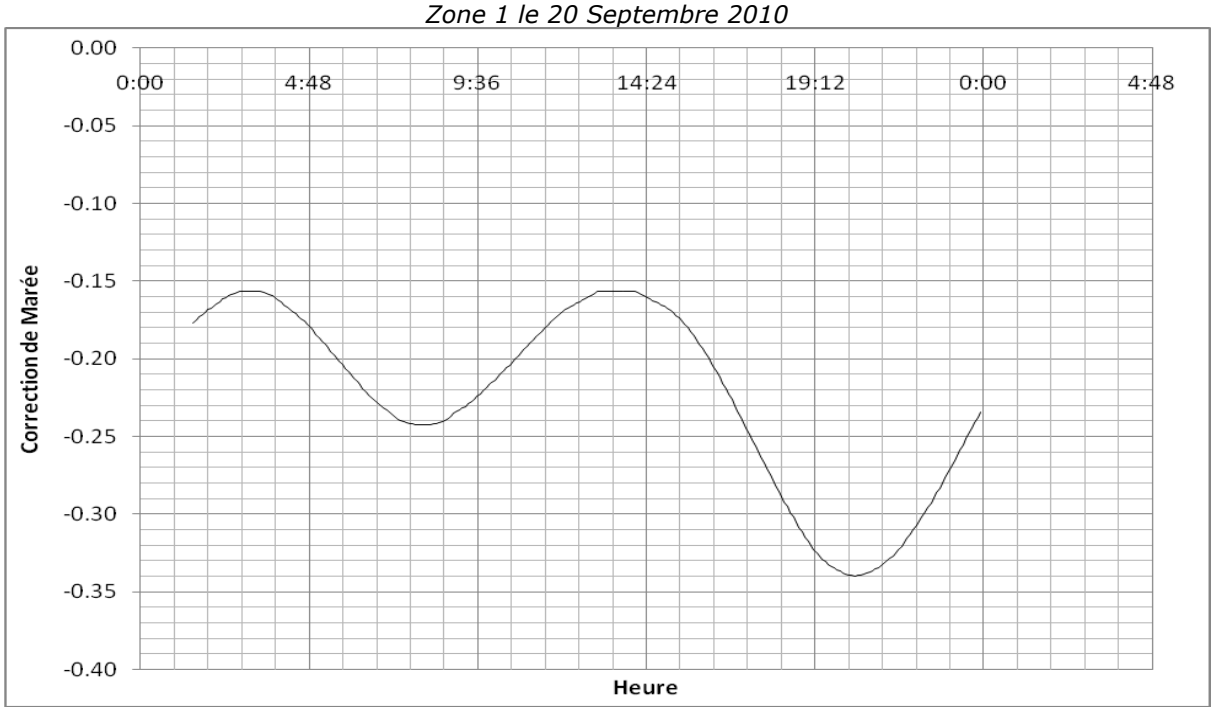
Annexe 10 : Données de marée.
Cote du zéro hydrographique par rapport au repère fondamental (ZH/RF)



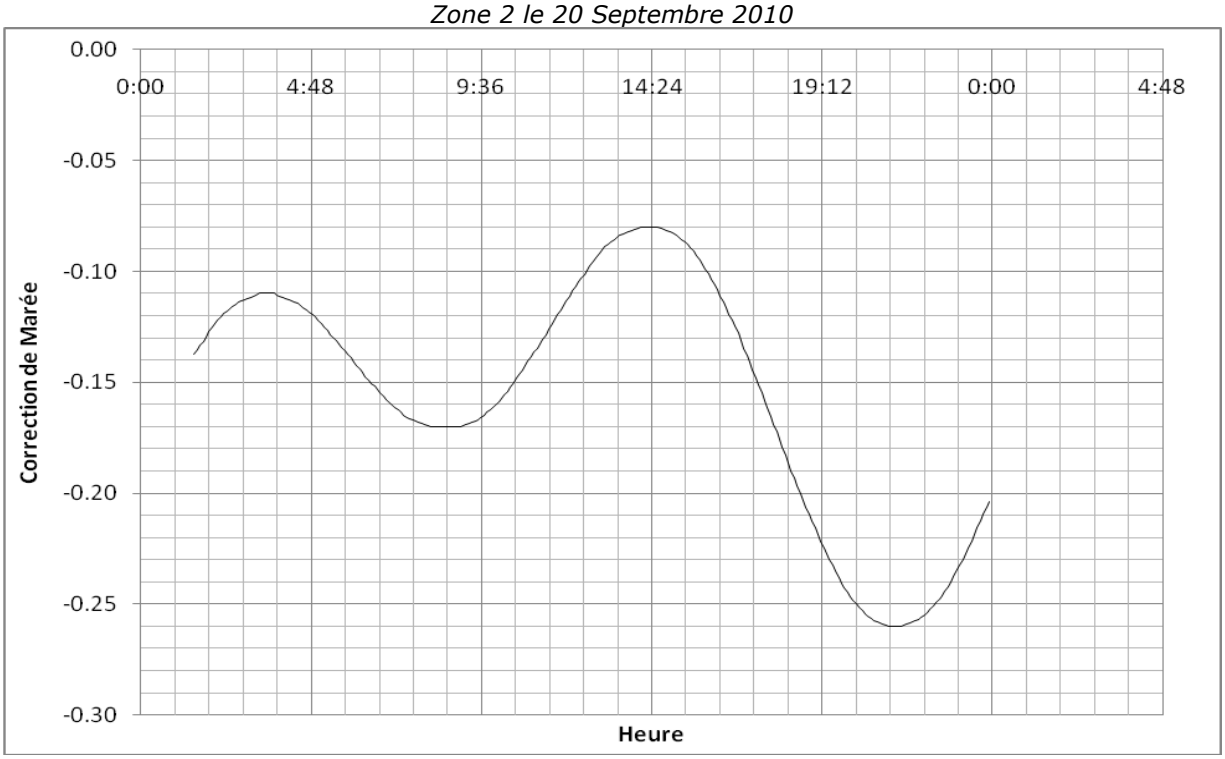
Références Altimétriques Maritime_ zone Méditerranée : Port Vendres : 0,391m
Données marégraphiques obtenues à l'aide du logiciel Shomar :



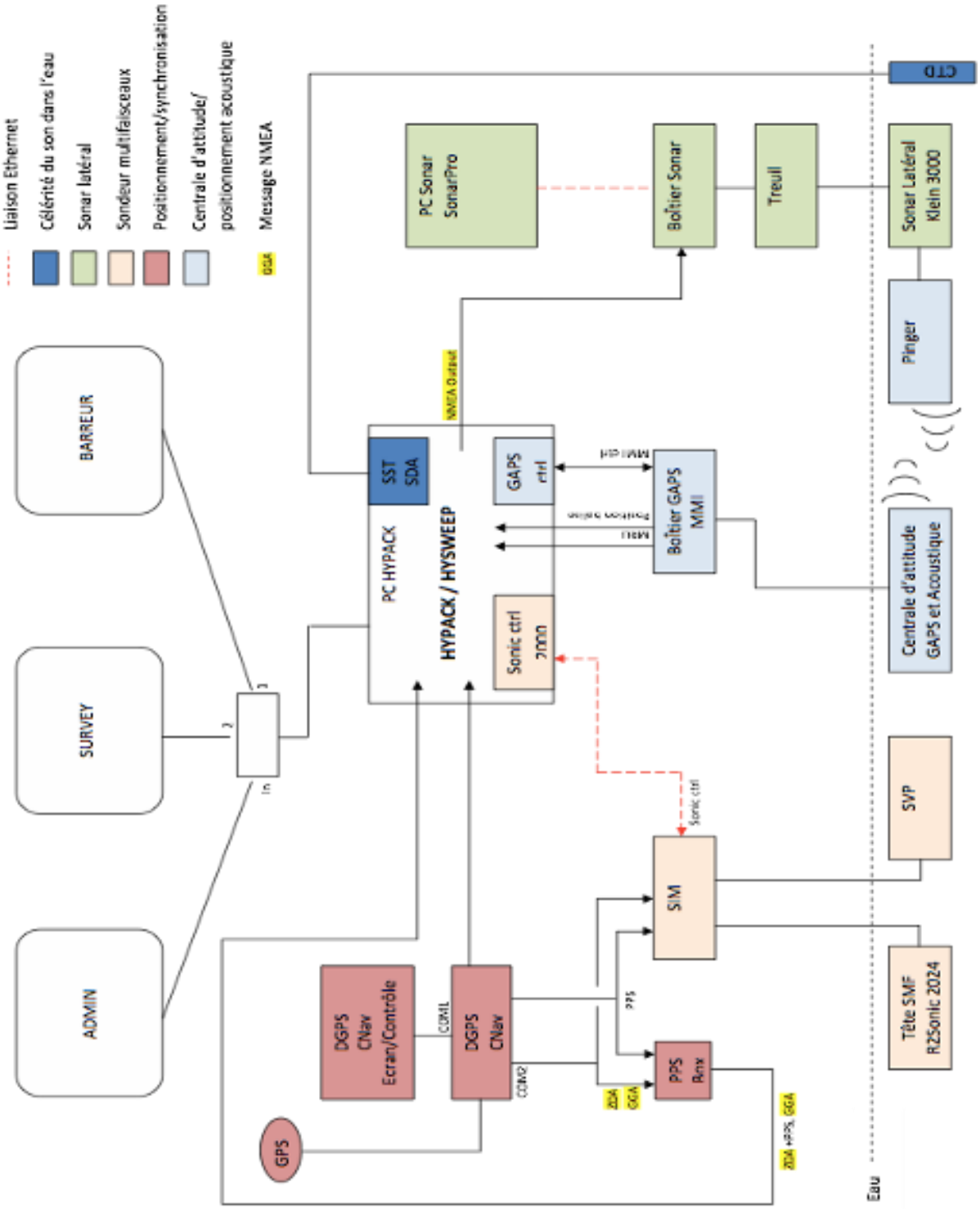
Zone 1 le 20 Septembre 2010



Zone 2 le 20 Septembre 2010



Annexe 11 : Fonctionnement en acquisition.



3 Etude des substrats meubles : inventaire de la macrofaune benthique

Annexe 12 : Abondances des 7 espèces les plus dominantes sous forme de bulles sur les MDS.



4 Etude des substrats meubles : étude des gravelles à Amphioxus au large du Racou

Annexe 13 : Coordonnées géographiques (WGS84) et profondeurs des stations échantillonnées à la benne Van Veen et à la suceuse.

Station	Latitude N	Longitude E	Latitude_dd	Longitude_dd	Profondeur
R00_1	42°32.301	3°03.434	42.53835	3.05725	6.2
R00_11	42°32.512	3°04.108	42.541867	3.0684667	15.7
R00_13	42°32.554	3°04.243	42.542583	3.070733	18.7
R00_2	42°32.326	3°03.505	42.5387667	3.0584167	14.5
R00_3	42°32.344	3°03.573	42.539083	3.05955	12.3
R00_4	42°32.365	3°03.649	42.5394167	3.0608167	9.4
R00_5	42°32.386	3°03.705	42.539767	3.06175	14.7
R00_7	42°32.425	3°03.831	42.540417	3.06385	12.2
R00_9	42°32.470	3°03.975	42.541183	3.06625	12.4
R01_01	42°32.384	3°03.455	42.53975	3.0576	9.1
R02_0	42°32.376	3°03.319	42.5396	3.0553333	3.6
R02_0	42°32.386	3°03.348	42.5397667	3.0558	3.6
R02_1	42°32.391	3°03.381	42.53985	3.05635	4.4
R02_13	42°32.590	3°04.215	42.5431833	3.07025	19.4
R02_15	42°32.695	3°04.325	42.5449167	3.0721	20.9
R02_3	42°32.437	3°03.516	42.5406167	3.0586	11.4
R02_34	42°32.443	3°03.532	42.5407333	3.0588833	11.9
R02_4	42°32.454	3°03.589	42.5409	3.0598167	14
R02_5	42°32.476	3°03.649	42.5412833	3.0608333	15.6
R02_7	42°32.512	3°03.788	42.5418833	3.06315	16.5
R02_9	42°32.564	3°03.931	42.54275	3.0655167	17.9
R04_1	42°32.484	3°03.328	42.5414	3.0554833	5
R04_13	42°32.734	3°04.135	42.5455833	3.0689333	19.6
R04_15	42°32.795	3°04.280	42.5466	3.07135	20.6
R04_3	42°32.530	3°03.454	42.5421833	3.0575667	10.9
R04_34	42°32.548	3°03.472	42.5424833	3.0578833	12.1
R04_4	42°32.547	3°03.524	42.54245	3.05875	13.2

R04_5	42°32.574	3°03.598	42.5429	3.0599833	15.7
R04_7	42°32.610	3°03.730	42.5435	3.0621667	16.4
R04_9	42°32.661	3°03.857	42.54435	3.0643	17.7
R06_13	42°32.815	3°04.083	42.5469167	3.06805	19.3
R06_15	42°32.872	3°04.220	42.5478833	3.07035	20.1
R06_3	42°32.617	3°03.397	42.5436167	3.0566333	11.2
R06_34	42°32.641	3°03.433	42.5440333	3.0572333	12.6
R06_4	42°32.638	3°03.481	42.5439667	3.0580333	13.5
R06_5	42°32.661	3°03.552	42.54435	3.0592	15.7
R06_7	42°32.700	3°03.693	42.545	3.06155	16.4
R06_9	42°32.744	3°03.817	42.54575	3.0636167	17.8
R08_0	42°32.673	3°03.142	42.54455	3.0523833	3.8
R08_1	42°32.697	3°03.184	42.54495	3.0530833	4.3
R08_3	42°32.748	3°03.327	42.5458	3.05545	12
R08_34	42°32.748	3°03.367	42.5458	3.0561333	12
R08_4	42°32.751	3°03.409	42.54585	3.0568333	13
R08_5	42°32.782	3°03.478	42.5463833	3.05798333	15
R08_7	42°32.818	3°03.614	42.5469667	3.06025	16
R08_9	42°32.866	3°03.743	42.5477667	3.0624	17.1
R09_0	42°32.780	3°03.097	42.54635	3.0516167	3.8
R09_1	42°32.785	3°03.145	42.5464167	3.0524333	4.2
R09_3	42°32.819	3°03.286	42.547	3.0547833	10.4
R09_34	42°32.830	3°03.336	42.5471667	3.0556	12.1
R09_4	42°32.826	3°03.379	42.5471	3.0563167	12.9
R09_5	42°32.830	3°03.450	42.5471833	3.0575	14.5
R09_7	42°32.851	3°03.604	42.5475167	3.0600833	15.9
R10_0	42°32.890	3°03.058	42.5481667	3.0509667	3.8
R10_1	42°32.893	3°03.109	42.5482333	3.0518167	4.1
R10_15	42°32.931	3°04.105	42.54885	3.0684333	19.6
R10_2	42°32.905	3°03.169	42.5484167	3.0528333	12.3
R10_3	42°32.896	3°03.238	42.5482667	3.0539833	10.2
R10_3	42°32.905	3°03.238	42.5484167	3.0539667	10.2
R10_4	42°32.902	3°03.310	42.5483667	3.0551833	6.2
R10_45	42°32.907	3°03.352	42.54845	3.0558667	12.7
R10_5	42°32.907	3°03.390	42.54845	3.0565	13.6
R10_7	42°32.899	3°03.529	42.5483333	3.0588333	15.3
R11_0	42°33.007	3°03.025	42.5501333	3.0504333	3.7
R11_1	42°33.010	3°03.100	42.5501833	3.0516667	5.4
R11_13	42°33.03	3°03.975	42.5505	3.06625	19
R11_15	42°33.040	3°04.117	42.5506667	3.0686333	19.8
R11_3	42°33.006	3°03.232	42.5501	3.0538833	10.2
R11_34	42°33.019	3°03.27	42.5503167	3.0545	11.3
R11_4	42°33.024	3°03.310	42.5504	3.055176	12.3
R11_5	42°33.006	3°03.393	42.5501	3.05655	13.4
R11_7	42°33.022	3°03.531	42.5503667	3.05885	15
R11_9	42°33.022	3°03.670	42.5503833	3.0611667	16.4
R12_0	42°33.101	3°03.001	42.5517	3.0500333	3.8
R12_1	42°33.108	3°03.089	42.5518	3.0515	4.5
R12_15	42°33.133	3°04.104	42.5522167	3.0684	19.7
R12_3	42°33.106	3°03.239	42.5517833	3.054	11.3
R12_4	42°33.097	3°03.328	42.5516333	3.0554833	12.2
R12_4	42°33.126	3°03.313	42.5521	3.0552333	12.2

R12_5	42°33.126	3°03.381	42.5521	3.05635	13.3
R12_7	42°33.100	3°03.532	42.5516833	3.0588667	15
R13_0	42°33.214	3°02.983	42.5535833	3.0497167	4.2
R13_1	42°33.232	3°03.094	42.5538667	3.0515833	4.5
R13_13	42°33.247	3°03.976	42.5541167	3.0662667	19.1
R13_15	42°33.261	3°04.108	42.55435	3.0684667	20
R13_3	42°33.220	3°03.244	42.5536667	3.0540667	11.5
R13_34	42°33.262	3°03.259	42.5543667	3.0543333	11.3
R13_4	42°33.222	3°03.310	42.5537	3.0551833	11.9
R13_5	42°33.232	3°03.386	42.5538833	3.05645	13.3
R13_7	42°33.230	3°03.523	42.55385	3.0587333	15.3
R13_9	42°33.238	3°03.678	42.5539667	3.0613	16.6
R14_0	42°33.320	3°02.971	42.55535	3.0495333	3.8
R14_0	42°33.325	3°02.987	42.5554167	3.0498	3.8
R14_1	42°33.320	3°03.091	42.55535	3.0515333	5.6
R14_15	42°33.362	3°04.117	42.55605	3.0686333	20
R14_3	42°33.337	3°03.234	42.5556333	3.0539	10.9
R14_34	42°33.340	3°03.279	42.5556667	3.05465	11.1
R14_4	42°33.337	3°03.331	42.5556333	3.0555333	11.6
R14_5	42°33.340	3°03.382	42.5556833	3.0563667	13.2
R14_7	42°33.339	3°03.531	42.55565	3.05885	15.1
R14_c	42°33.319	3°03.034	42.5553333	3.0505667	4.3
R15_0	42°33.436	3°02.980	42.5572667	3.0496667	3.6
R15_1	42°33.433	3°03.088	42.5572333	3.0514667	6
R15_13	42°33.460	3°03.958	42.5576667	3.0659667	19.6
R15_15	42°33.475	3°04.113	42.5579333	3.06855	21
R15_2	42°33.435	3°03.18	42.55725	3.053	8.4
R15_23	42°33.449	3°03.207	42.5575	3.05345	9.6
R15_3	42°33.439	3°03.239	42.5573333	3.054	10.8
R15_5	42°33.444	3°03.391	42.5574	3.0565333	13.2
R15_7	42°33.448	3°03.541	42.5574667	3.0590167	15.1
R15_9	42°33.454	3°03.679	42.5575667	3.0613333	17
R15_i1	42°33.490	3°03.134	42.55818	3.05225	7
R16_0	42°33.541	3°02.922	42.5590167	3.0487	3.6
R16_1	42°33.546	3°03.091	42.5591151	3.05152915	6.3
R16_3	42°33.551	3°03.234	42.5591992	3.05391453	10.8
R16_5	42°33.557	3°03.384	42.5592871	3.05640605	13.2
R16_c	42°33.546	3°03.004	42.5591	3.0500667	3.9
R16_c1	42°33.554	3°03.040	42.55925	3.0506667	4.2
R17_0	42°33.643	3°02.959	42.5607167	3.04933333	3.2
R17_01	42°33.653	3°03.091	42.5608883	3.05152915	5.7
R17_01	42°33.664	3°03.091	42.5610667	3.0515333	5.7
R17_03	42°33.658	3°03.234	42.5609739	3.05390494	10.7
R17_05	42°33.663	3°03.384	42.5610641	3.05640688	13
RA_01	42°32.200	3°03.493	42.536667	3.058233	4.7
RA_03	42°32.243	3°03.634	42.5374	3.060567	8.2
RA_05	42°32.284	3°03.763	42.538067	3.062717	8.1
RA_07	42°32.323	3°03.886	42.538717	3.064783	10
RA_09	42°32.368	3°04.033	42.539483	3.067233	9.9
RA_11	42°32.410	3°04.163	42.540167	3.0694	11.1
RA_13	42°32.454	3°04.303	42.5409	3.071717	18
RA_i1	42°32.270	3°03.517	42.53785	3.0586333	8

Stations suceuse	Latitude	Longitude	Latitude_dd	Longitude_dd	Profondeur
St1	42°32.483	03°03.389	42.5413833	3.05648333	6
St2	42°32.697	03°03.185	42.54495	3.0530833	4.3
St3	42°32.505	03°03.295	42.54175	3.05491667	5
St4	42°33.165	03°03.091	42.55275	3.05151667	4.5
St5	42°32.954	03°03.118	42.5492333	3.05196667	4
St6	42°33.382	03°03.164	42.5563667	3.05273333	7.4
St7	42°32.843	03°03.122	42.5473833	3.05203333	4
St8	42°33.283	03°03.235	42.5547167	3.05391667	4
St9	42°32.060	03°03.053	42.551	3.05088333	4
St10	42°32.388	03°03.350	42.5398	3.05583333	4

Stations drague	Latitude	Longitude	Latitude_dd	Longitude_dd	Profondeur
D1_Debut	42°32.416	3°03.420	42.5402667	3.057	7
D1_Fin	42°32.482	3°03.389	42.5413667	3.056483333	7
D2_Debut	42°32.433	3°03.440	42.54055	3.057333333	7
D2_Fin	42°32.492	3°03.412	42.5415333	3.056866667	7
D3_Debut	42°32.850	3°03.253	42.5475	3.054216667	9
D3_Fin	42°33.156	3°03.198	42.5526	3.0533	9
D4_Debut	42°33.120	03°03.091	42.552	3.051516667	4.5
D4_Fin	42°32.983	03°03.127	42.5497167	3.052116667	5.5
D5_Debut	42°32.965	03°03.131	42.5494167	3.052183333	4.5
D5_Fin	42°32.800	03°03.192	42.5466667	3.0532	5.5

Annexe 14 : Granulométrie des stations échantillonnées à la benne Van Veen.

Stations	d(0,5) (µm)	%<10 µm	%<20 µm	%<30 µm	%<40 µm	%<63 µm	%<80 µm	%<100 µm	%<125 µm	%<160 µm	%<200 µm	%<250 µm	%<315 µm	%<500 µm	%<630 µm	%<800 µm	%<1000 µm	%<1250 µm	%<1600 µm	%<2000 µm
R0_1	837.33	0.00	0.33	0.61	0.82	1.14	1.49	2.18	3.48	5.78	8.55	11.68	15.10	24.54	33.33	46.92	62.91	79.31	93.67	100.00
R0_11	943.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	13.59	33.06	56.17	77.92	94.23	100.00
R0_5	825.46	0.38	1.02	1.41	1.60	1.91	2.27	2.76	3.27	3.51	3.51	3.51	3.60	12.81	26.82	47.13	67.29	84.16	95.95	100.00
R0_7	798.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.05	0.08	0.23	5.20	19.80	50.30	73.81	82.47	86.02	88.27
R00_13	roche																			
R00_2	799.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	12.08	28.42	50.54	70.95	86.73	96.87	100.00
R00_3	roche																			
R00_4	1048.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.78	10.35	25.27	45.26	67.84	89.58	100.00
R00_9	posidonie																			
R01_1	653.34	0.06	0.44	0.67	0.84	1.21	1.56	2.03	2.72	3.93	5.78	8.91	14.25	33.75	47.66	63.25	77.03	88.32	96.67	100.00
R02_0	1103.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.39	1.12	1.77	1.99	1.99	2.25	5.39	16.91	38.15	65.51	90.98	100.00
R02_1	1012.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	10.68	27.29	48.74	71.39	91.28	100.00
R02_13	cailloux																			
R02_15	vase dure																			
R02_34	1053.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	5.44	20.27	43.75	70.39	92.54	100.00
R02_4	860.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.44	21.34	42.77	64.71	83.17	95.83	100.00
R04_1	1047.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	7.94	23.44	44.98	68.84	90.42	100.00
R04_34	973.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	12.82	30.65	52.82	75.10	93.18	100.00
R04_4	994.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.18	12.23	29.28	50.53	72.55	91.67	100.00
R06_34	877.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.54	1.20	2.06	2.96	3.43	3.60	4.14	12.90	24.63	42.20	61.24	79.23	93.86	100.00
R06_4	1117.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	8.50	32.60	68.05	94.50	100.00
R08_1	1134.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.35	1.09	1.83	2.19	2.19	2.23	3.83	12.96	33.66	63.37	91.42	100.00
R08_34	878.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	10.15	23.02	41.74	61.45	79.58	94.01	100.00
R08_4	911.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.82	18.81	37.84	58.78	78.29	93.70	100.00
R09_1	1081.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.47	1.12	1.67	1.85	1.85	2.86	7.84	20.91	41.43	66.31	89.97	100.00
R09_34	712.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.69	1.16	1.51	1.64	1.76	2.80	6.17	25.07	40.71	58.79	74.70	87.43	96.53	100.00
R09_4	920.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	10.73	31.00	60.57	87.37	98.90	100.00
R10_1	1122.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.44	1.26	2.00	2.27	2.27	2.31	4.01	13.68	34.98	64.61	91.81	100.00
R10_15	vase dure																			
R10_2	842.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	11.91	25.88	45.37	64.99	82.10	94.93	100.00
R10_3	658.76	0.00	0.00	0.00	0.01	0.27	0.49	0.77	1.24	2.32	4.24	7.60	13.20	32.86	47.03	63.28	77.74	89.28	97.27	100.00

R10_4	1079.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	9.56	37.19	73.58	96.48	100.00
R10_45	317.66	0.43	0.90	1.21	2.73	10.20	16.80	23.78	30.54	36.90	41.52	45.54	49.83	61.33	68.92	77.55	85.52	92.41	97.78	100.00
R10_5	104.93	2.88	5.31	8.25	12.53	25.89	36.38	47.53	58.90	70.50	79.39	86.52	92.15	98.79	99.93	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R11_1	1073.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.59	1.27	1.70	1.73	1.73	2.23	6.46	19.62	41.62	68.15	91.80	100.00

Stations	**d(0,5) (µm)**	**%<10 µm**	**%<20 µm**	**%<30 µm**	**%<40 µm**	**%<63 µm**	**%<80 µm**	**%<10 0 µm**	**%<12 5 µm**	**%<16 0 µm**	**%<20 0 µm**	**%<25 0 µm**	**%<31 5 µm**	**%<50 0 µm**	**%<63 0 µm**	**%<80 0 µm**	**%<100 0 µm**	**%<125 0 µm**	**%<1600 µm**	**%<2000 µm**
R11_13	91.69	19.08	30.68	36.14	39.46	44.93	48.17	51.08	53.31	54.48	54.57	54.57	54.57	55.13	58.04	65.36	76.03	87.77	97.20	100.00
R11_3	865.59	0.00	0.18	0.39	0.53	0.59	0.71	0.91	1.26	1.80	2.42	3.23	4.78	14.95	26.58	43.61	62.03	79.51	93.89	100.00
R11_34	972.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.45	14.37	31.83	52.76	73.92	92.09	100.00
R11_4	798.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.46	0.95	1.53	2.45	4.48	17.73	31.58	50.21	68.53	84.18	95.64	100.00
R11_7	170.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	6.14	14.81	27.68	45.33	61.99	76.86	88.57	99.49	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R11_9	120.24	13.46	21.57	26.27	30.06	37.80	42.54	46.85	50.60	53.83	56.10	58.16	60.53	67.22	72.02	78.25	84.97	91.65	97.45	100.00
R12_0	1010.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.31	0.78	1.41	1.78	1.80	1.80	3.73	11.02	27.05	48.88	72.29	92.25	100.00
R12_1	986.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	7.24	25.46	51.77	77.83	95.57	100.00
R12_15	vasedure																			
R12_3	1105.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	7.17	33.09	70.66	95.48	100.00
R12_4	181.86	0.69	1.50	1.57	1.86	6.25	12.18	20.31	30.50	43.19	55.04	66.51	77.25	92.70	96.79	98.90	99.61	99.76	99.92	100.00
R12_5	151.42	1.62	3.15	3.56	4.12	9.66	16.96	26.83	38.88	53.20	65.60	76.49	85.56	96.53	98.93	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00
R13_1	805.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.12	25.51	49.33	71.44	87.84	97.45	100.00
R13_13	34.73	26.38	41.07	47.72	52.51	65.39	75.30	84.80	92.57	97.73	99.59	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R13_3	756.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.75	1.40	2.24	3.34	4.59	6.43	9.63	24.24	37.29	54.07	70.44	84.71	95.60	100.00
R13_34	262.80	0.00	0.00	0.00	0.06	1.89	4.65	8.88	14.99	24.20	34.78	47.10	60.58	83.37	90.54	95.13	97.64	99.13	99.86	100.00
R13_4	170.14	0.00	0.00	0.00	0.09	4.43	10.98	20.21	31.89	46.33	59.52	71.84	82.86	97.09	99.76	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R13_5	51.60	18.06	29.18	36.11	42.45	57.32	67.17	76.40	84.46	91.06	94.86	97.16	98.59	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R13_9	185.47	0.00	0.62	0.75	0.75	2.50	6.92	14.46	25.37	40.37	54.90	68.55	80.27	94.12	97.10	98.63	99.33	99.70	99.92	100.00
R14_0bis	1011.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.64	1.21	1.52	1.54	1.54	3.49	10.82	26.89	48.74	72.19	92.21	100.00
R14_1	702.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.52	20.54	39.84	62.09	79.96	92.15	98.94	100.00
R14_15	147.14	1.72	3.33	3.61	3.79	8.34	15.56	26.06	39.42	55.39	68.66	79.21	86.73	93.90	95.50	96.73	97.77	98.73	99.60	100.00
R14_3	327.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	1.43	6.17	15.10	28.90	46.89	81.48	92.62	98.84	100.00	100.00	100.00	100.00
R14_34	288.53	0.00	0.00	0.00	0.04	1.46	3.57	6.80	11.62	19.34	28.99	41.17	55.59	82.41	91.40	96.97	99.51	100.00	100.00	100.00
R14_4	193.71	0.00	0.00	0.00	0.02	2.64	7.50	14.96	25.13	38.68	51.91	64.89	76.91	93.11	96.99	98.91	99.63	99.91	100.00	100.00
R14_5	107.37	6.14	9.66	11.39	14.10	25.30	35.22	46.27	58.14	71.38	82.73	92.35	98.67	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R14_7	198.91	0.00	0.38	0.67	0.67	1.68	4.57	10.27	19.71	34.46	50.40	66.65	81.31	98.15	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

R14_c	1213.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	3.59	20.26	55.21	91.62	100.00
R15_1	656.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	1.22	5.24	28.26	46.55	66.19	81.75	92.75	99.38	100.00
R15_13	15.31	36.90	58.04	69.32	76.25	84.41	87.18	89.09	90.75	92.74	94.85	97.07	98.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R15_15	16.88	34.88	54.76	65.27	71.74	79.98	83.36	85.92	87.89	89.37	90.17	90.63	91.05	92.55	93.80	95.39	96.96	98.38	99.52	100.00
R15_2	551.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.63	3.67	11.14	41.75	61.32	79.49	91.63	98.36	100.00	100.00
R15_23	*558.06*	*0.00*	*0.00*	*0.00*	*0.00*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.08	4.56	12.26	41.39	59.51	76.64	88.85	96.61	99.94	100.00
R15_3	228.09	0.64	1.39	1.73	2.46	6.56	10.97	16.61	23.68	33.16	43.33	54.90	67.65	89.80	96.53	99.88	100.00	100.00	100.00	100.00
R15_5	104.33	18.66	31.43	38.73	43.02	47.39	48.77	49.82	50.72	51.43	51.57	51.57	51.57	51.60	52.87	59.88	73.81	89.10	98.47	100.00
R15_7	76.93	12.59	20.19	24.17	28.27	41.27	51.88	63.13	74.37	85.39	93.22	98.37	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Stations	**d(0,5) (µm)**	**%<10 µm**	**%<20 µm**	**%<30 µm**	**%<40 µm**	**%<63 µm**	**%<80 µm**	**%<10 0 µm**	**%<12 5 µm**	**%<16 0 µm**	**%<20 0 µm**	**%<25 0 µm**	**%<31 5 µm**	**%<50 0 µm**	**%<63 0 µm**	**%<80 0 µm**	**%<100 0 µm**	**%<125 0 µm**	**%<1600 µm**	**%<2000 µm**
R15_9	199.33	0.86	1.63	2.03	2.03	2.70	5.43	11.08	20.46	34.92	50.24	65.56	79.18	94.70	97.31	98.32	98.81	99.30	99.78	100.00
R15i_1	595.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	4.11	32.92	55.49	76.63	90.11	97.28	99.91	100.00
R16_0	997.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	9.47	26.65	50.29	74.88	93.93	100.00
R16_1	530.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.28	5.11	13.52	45.11	64.16	81.18	92.24	98.38	100.00	100.00
R16_3	269.22	0.06	0.48	0.59	0.69	2.02	4.22	7.86	13.47	22.38	32.96	45.54	59.59	84.23	92.18	96.98	99.08	99.85	100.00	100.00
R16_5	223.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	2.75	7.35	15.25	28.06	42.46	57.74	72.10	89.45	92.52	93.94	95.20	96.97	98.99	100.00
R16_c	702.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	11.51	35.38	67.32	89.17	98.35	100.00	100.00
R16_c1	*535.03*	*0.00*	*0.00*	*0.00*	*0.00*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	6.59	42.69	67.25	87.07	96.93	99.97	100.00	100.00
R17_0	1043.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53	7.78	22.94	45.24	70.29	91.80	100.00
R17_01	*524.21*	*0.00*	*0.00*	*0.00*	*0.00*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	3.42	11.58	45.72	66.22	83.62	94.04	99.15	100.00	100.00
R17_1	1122.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	7.01	31.11	67.99	94.70	100.00
R17_3	210.06	0.06	0.59	0.61	0.62	2.90	7.04	13.48	22.42	34.69	47.17	60.01	72.55	91.03	96.04	98.73	99.75	99.99	100.00	100.00
R17_5	201.52	0.00	0.49	0.62	0.62	1.99	5.41	11.51	20.90	34.81	49.49	64.48	78.42	96.10	99.58	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R2_0	31.23	23.23	38.69	48.89	57.68	76.71	87.65	95.76	99.82	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R2_15	8.60	56.35	82.31	92.63	97.35	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R2_3	1059.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	9.87	39.85	76.83	97.31	100.00
R2_5	78.91	10.76	20.68	28.36	34.43	44.72	50.32	55.52	60.56	65.83	70.35	74.72	79.19	87.89	91.80	95.19	97.56	99.14	99.95	100.00
R2_9	816.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.27	0.81	1.47	1.99	2.04	2.04	2.08	11.60	26.60	48.08	68.72	85.30	96.37	100.00
R4_13	31.43	24.54	39.85	48.88	56.23	68.85	74.63	78.86	82.06	85.09	88.06	91.53	95.23	99.82	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R4_3	943.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.02	16.98	34.92	55.46	75.64	92.65	100.00
R4_5	30.24	23.18	39.38	49.80	56.99	67.24	72.20	76.80	81.42	86.39	90.43	93.70	96.07	98.39	99.03	99.58	99.92	100.00	100.00	100.00
R4_7	35.47	22.45	36.19	45.55	53.41	67.35	74.64	81.01	86.83	92.56	96.79	99.48	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R4_9	94.16	2.51	4.18	4.92	7.87	23.89	38.63	54.22	68.89	81.40	88.49	92.18	93.80	95.08	95.81	96.74	97.72	98.71	99.60	100.00

R6_13	22.52	30.06	47.25	56.53	62.96	72.31	76.29	79.20	81.35	83.06	84.31	85.71	87.85	95.14	98.66	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R6_15	54.85	19.83	30.98	36.81	41.90	54.56	63.49	72.12	79.83	86.20	89.79	91.82	93.14	95.96	97.70	99.23	99.92	100.00	100.00	100.00
R6_3	1097.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	7.37	34.15	71.93	95.82	100.00
R6_5	832.90	0.85	1.87	2.57	3.11	4.12	4.85	5.73	6.77	7.94	8.80	9.49	10.58	19.63	30.69	46.92	64.39	80.87	94.32	100.00
R6_7	99.73	12.86	21.83	27.45	32.00	40.77	45.77	50.05	53.59	56.79	59.79	63.82	69.63	84.42	91.24	96.49	99.33	99.99	100.00	100.00
R6_9	434.51	1.50	2.80	3.74	4.06	4.06	4.14	5.22	8.16	14.05	21.52	30.11	38.99	54.45	62.07	71.06	80.35	89.28	96.78	100.00
R8_0	157.87	9.16	15.34	20.21	24.31	31.63	35.60	39.43	43.88	50.41	58.20	67.16	75.87	85.34	87.10	89.54	93.06	96.75	99.37	100.00
R8_3	955.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.13	13.07	31.98	54.82	76.77	93.62	100.00
R8_5	43.56	16.13	30.39	40.42	47.79	59.85	67.00	74.66	83.12	92.14	97.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R8_7	189.93	0.06	0.75	1.03	1.03	2.50	6.35	13.24	23.65	38.55	53.47	67.83	80.30	94.81	97.63	98.86	99.34	99.64	99.89	100.00
R8_9	63.37	19.37	28.70	33.22	37.42	49.78	59.45	69.28	78.42	86.20	90.48	92.35	92.64	92.99	94.07	95.64	97.14	98.46	99.53	100.00
R9_0	1281.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.75	1.73	2.67	3.00	3.00	3.13	5.34	16.62	45.90	85.64	100.00
R9_3	430.14	0.00	0.00	0.01	0.22	0.84	1.12	1.35	1.91	3.94	8.37	16.36	28.68	60.86	76.23	88.67	96.23	99.95	100.00	100.00
Stations	**d(0,5) (µm)**	**%<10 µm**	**%<20 µm**	**%<30 µm**	**%<40 µm**	**%<63 µm**	**%<80 µm**	**%<100 µm**	**%<125 µm**	**%<160 µm**	**%<200 µm**	**%<250 µm**	**%<315 µm**	**%<500 µm**	**%<630 µm**	**%<800 µm**	**%<1000 µm**	**%<1250 µm**	**%<1600 µm**	**%<2000 µm**
R9_5	43.29	14.92	25.38	36.00	46.69	66.22	75.49	82.48	87.78	92.22	95.62	98.46	99.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
R9_7	21.45	29.56	48.12	58.63	64.91	71.54	73.57	74.92	75.90	76.58	76.75	76.75	76.75	78.22	81.38	86.12	90.96	95.23	98.59	100.00
RA_01	roche																			
RA_03	roche																			
RA_05	roche																			
RA_09	roche																			
RA_11	roche																			
RA_13	roche																			
RA_7	806.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.06	0.09	0.12	0.24	3.58	18.49	49.00	77.96	88.66	92.99	96.17
RA_i1	posidonie																			

%<30 µm signifie "pourcentage cumulé inférieure à 30 µm",
d(0,5) = 144,72 µm signifie que 50 % des particules sont inférieures à 144,72 µm,
Les mesures ont été réalisées à l'aide du granulomètre laser Mastersizer 2000 avec le passeur d'échantillon hydro MU de la firme Malvern.

Annexe 15 : Granulométrie des stations échantillonnées à la suceuse.

Stations	d(0,5) (µm)	%<10 µm	%<20 µm	%<30 µm	%<40 µm	%<63 µm	%<80 µm	%<100 µm	%<125 µm	%<160 µm	%<200 µm	%<250 µm	%<315 µm	%<500 µm	%<630 µm	%<800 µm	%<1000 µm	%<1250 µm	%<1600 µm	%<2000 µm
ST1	1005.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	10.04	26.98	49.43	72.93	92.51	100.00
ST2	948.736	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.21	0.86	1.90	3.27	5.01	12.20	21.06	36.06	54.64	74.36	92.07	100.00
ST3	1082.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.62	1.43	2.14	2.40	2.40	2.69	6.20	18.58	40.53	67.64	91.79	100.00
ST4	868.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.47	15.88	40.20	66.54	86.78	97.69	100.00
ST5	822.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	19.99	46.64	72.60	90.30	98.60	100.00
ST6	593.60	0.00	0.00	0.00	0.01	0.79	1.70	2.66	3.44	3.90	4.37	6.09	11.04	36.20	54.99	74.24	88.41	97.10	100.00	100.00
ST7	924.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	11.02	32.60	59.53	82.87	96.84	100.00
ST8	237.63	0.92	1.97	2.52	3.18	6.10	9.28	13.68	19.83	29.14	40.09	53.08	67.41	90.97	97.42	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00
ST9	919.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.58	12.90	34.30	59.61	81.70	96.00	100.00
ST10	998.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56	9.30	26.82	50.18	74.04	93.05	100.00

%<30 µm signifie "pourcentage cumulé inférieure à 30 µm",
d(0,5) = 144,72 µm signifie que 50 % des particules sont inférieures à 144,72 µm,
Les mesures ont été réalisées à l'aide du granulomètre laser Mastersizer 2000 avec le passeur d'échantillon hydro MU de la firme Malvern.

Annexe 16 : Données brutes de mesures de contenu organique du sédiment.

Station	Poids cupule vide	Cupule + Poids sec	Cupule + Pds cendres	PS	PC	MO	%MO
1	0.23	14.06	13.99	13.83	13.76	0.07	0.50
2	0.09	2.54	2.52	2.45	2.43	0.02	0.62
3	0.24	13.52	13.45	13.27	13.21	0.07	0.52
4	0.20	13.14	13.08	12.95	12.89	0.06	0.48
5	0.47	30.83	30.70	30.37	30.23	0.13	0.43
6	0.26	20.15	20.03	19.90	19.77	0.13	0.64
7	0.33	27.71	27.58	27.38	27.25	0.13	0.46
8	0.35	13.95	13.81	13.60	13.45	0.14	1.06
9	0.19	12.61	12.56	12.42	12.36	0.05	0.44
10	0.52	36.57	36.42	36.05	35.89	0.16	0.43

Annexe 17 : Liste des espèces échantillonnées à la suceuse.

Stations échantillonnées à la suceuse

	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3	5-1	5-2	5-3
Annélides															
Abyssoninoe hibernica															
Euthalenessa oculata															
Glycera fallax															
Goniada maculata				1	1										
Jasmineira elegans															
Lumbrineris acuta	3		5	10	5	4									
Lumbrineris nv. species							1	2				1	1	1	
Malmgreniella polypapillata															
Myriochele heeri															
Nephtys cirrosa				1											
Nephtys caeca															
Nephtys kersivalensis															
Nerine cirratulus															
Notomastus latericeus							1								
Ophelia limacina				1											
Ophelia neglecta											3				
Owenia fusiformis															
Phyllodoce sp.							2	1							1
Protodorvillea kefersteini					2	2									
Sigalion mathildae															
Terebellidae								1							
Crustacés															
Asthenognathus atlanticus															
Athanas nitescens															
Callianassa truncata															
Crangon crangon															
Diogenes pugilator								1			1	1			
Isopode ind.															
Liocarcinus pusillus															
Macropipus arcuatus															
Macropipus vernalis															
Monoculodes carinatus			1												
Mysis ind.															
Philocheiras bispiuosus						1									
Pontocrates arenarius			1												
Thia scutellata			1											1	
Urothoe intermedia															
Echinodermes															
Amphiura chiajei															
Labidoplax digitata									3						
Leptosynapta inhaerens							3	3					2		
Ophiura ophiura															
Mollusques															
Abra nitida															
Abra prismatica															
Arca tetragona					1										
Callista chione	1														
Clausinella brongniardi															
Corbula gibba															1
Cyclope pellucida	9	1		2	2	2	1		2		1	1	1		1
Dentilium inaequicostatum															
Donacilla cornea		4					5	9	6						
Donax variegatus	1			1		1	1		1	5	1	1			
Donax venustus								2							
Dosinia exoleta													2		
Dosinia lupinus								1							
Ensis arcuatus														1	
Gari tellinella									2						
Modiolus adriaticus															
Musculus costulatus							1								
Mytilidae ind.															
Parvicardium papillosum															

Spisula subtruncata															
Tellina fabula															
Thracia phaseolina															
Autres															
Phascolion strombus							1								
Branchiostoma lanceolatum	2	4		5	4	12	5	2		3	3	7	10	7	5
Plathelminthe ind.															
Nemerte ind.															

	6-1	6-2	6-3	7-1	7-2	7-3	8-1	8-2	8-3	9-1	9-2	9-3	10-1	10-2	10-3
Annélides															
Abyssoninoe hibernica							1								
Euthalenessa oculata					1										
Glycera fallax								1							
Goniada maculata		1													
Jasmineira elegans													1		
Lumbrineris acuta															
Lumbrineris nv. species		2				1								1	
Malmgreniella polypapillata		2													
Myriochele heeri							1								
Nephtys cirrosa															
Nephtys caeca								2	2		3	2			
Nephtys kersivalensis									1						
Nerine cirratulus							1								
Notomastus latericeus								1							
Ophelia limacina															
Ophelia neglecta	2										1				
Owenia fusiformis							1								
Phyllodoce sp.		1													
Protodorvillea kefersteini										1				6	
Sigalion mathildae							2								
Terebellidae															
Crustacés															
Asthenognathus atlanticus							1								
Athanas nitescens								1							
Callianassa truncata	2	4	2				3	2	2						
Crangon crangon				1											
Diogenes pugilator		2	1				2			1					1
Isopode ind.							2								
Liocarcinus pusillus			2												
Macropipus arcuatus				1											
Macropipus vernalis													1		
Monoculodes carinatus	1	1													
Mysis ind.		1													
Philocheiras bispiuosus															
Pontocrates arenarius											1	2			
Thia scutellata	2		1												
Urothoe intermedia							2		1						
Echinodermes															
Amphiura chiajei						1									
Labidoplax digitata															
Leptosynapta inhaerens										7	3				
Ophiura ophiura							2	3	3						
Mollusques															
Abra nitida							4								
Abra prismatica		1													
Arca tetragona															
Callista chione								1							
Clausinella brongniardi			1												
Corbula gibba															
Cyclope pellucida		1		1						1		2			
Dentilium inaequicostatum							1								
Donacilla cornea															
Donax variegatus	1				4					3	2	2		3	2
Donax venustus															
Dosinia exoleta	1			1		1				1	1	2			

Dosinia lupinus															
Ensis arcuatus							1	1							
Gari tellinella															
Modiolus adriaticus	1														
Musculus costulatus															
Mytilidae ind.							1								
Parvicardium papillosum							1								
Spisula subtruncata							4								
Tellina fabula							1								
Thracia phaseolina							3								
Autres															
Phascolion strombus															
Branchiostoma lanceolatum	20	20	11	3	4	8				1	4	3	2	3	2
Plathelminthe ind.		1													
Nemerte ind.									1						

Annexe 18 : Liste des espèces échantillonnées à la drague à coquilles.

Liste d'espèces	1	2	3	4	5
Annélides					
Chaetopterus variopedatus		1			
Euthalenessa oculata	1				
Halla parthenopeia			1		
Lumbrineris nv. species	1				
Nephtys assimilis			1		
Nephtys cirrosa	1				
Onuphis conchylega			1		
Ophelia neglecta	1	1		8	
Polyodontes maxillosus			1		
Sigalion mathildae		1			
Sthenelais limicola		1			
Crustacés					
Atelecyclus rotundatus			1		
Cirolana borealis		1			
Diogenes pugilator		1	1	2	3
Macropipus arcuatus		1			
Macropipus holsatus			2	1	1
Parthenope massena			2		
Thia scutellata	1	1	24	5	
Echinodermes					
Astropecten irregularis			5		
Echinocardium mediterraneum	1				
Echinocyamus pusillus	1				
Ophiura ophiura			3		
Mollusques					
Callista chione	1		10	15	3
Donax variegatus	1	1	5	37	33
Dosinia exoleta	1	1	6	17	33
Ensis arcuatus	1	1	1		
Gari depressa				1	
Hinia incrassata	1				
Laevicardium crassum			1		
Lutraria angustior		1			
Mactra glauca				5	
Nassarius mutabilis			1		
Neverita josephinia				1	
Solecurtus strigillatus		1			
Solen marginatus				2	
Tellina donacina		1			
Tellina incarnata			1		
Chamelea galina			2		
Venerupis pullastra	1				
Prochordés					
Ascidie ind.			1	1	
Branchiostoma lanceolatum	1	1	1	1	1
Nemerte ind.				1	

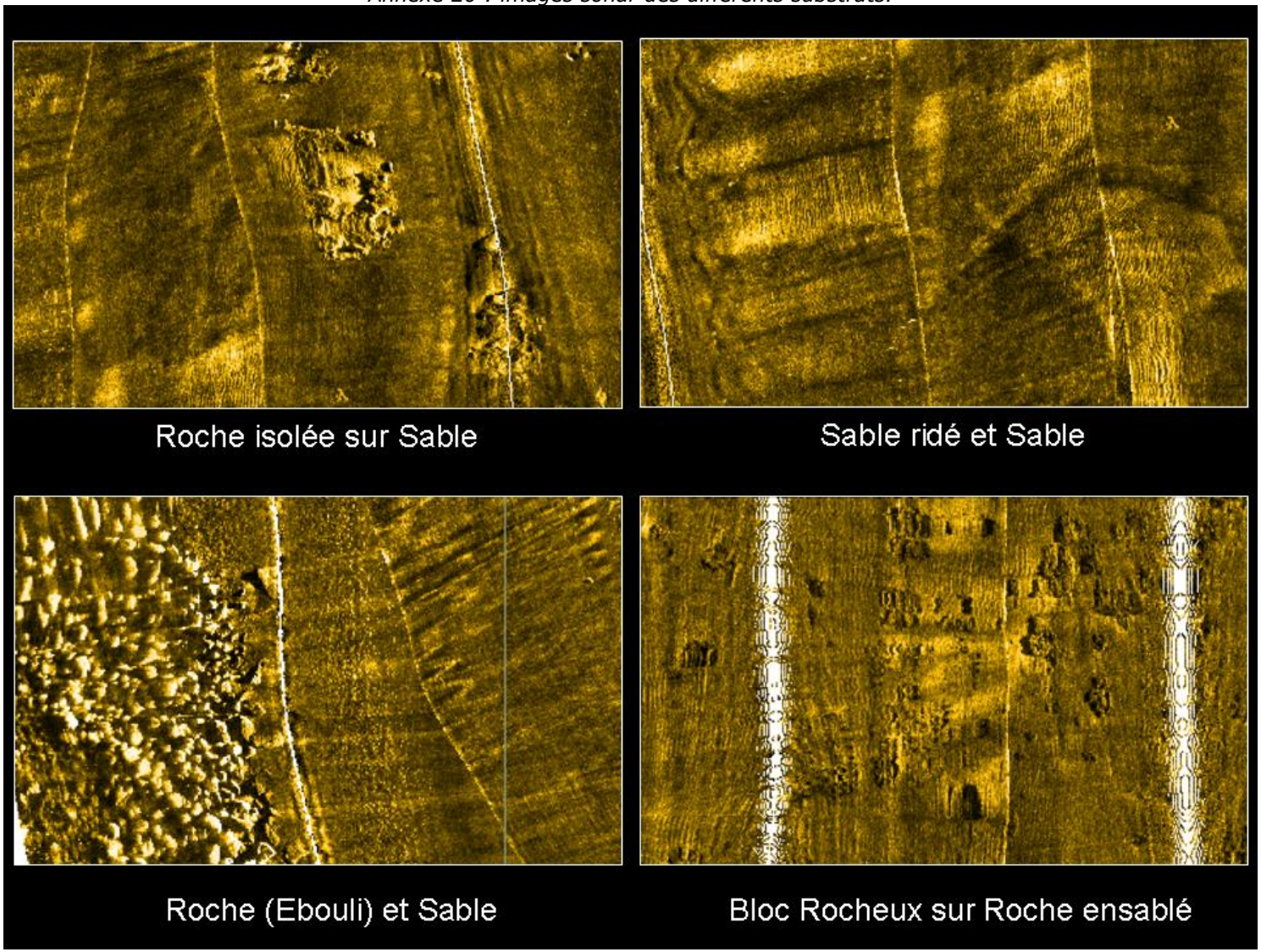
Annexe 19 : Mesures de biomasses de la macrofaune échantillonnée à la suceuse à chaque réplicat.

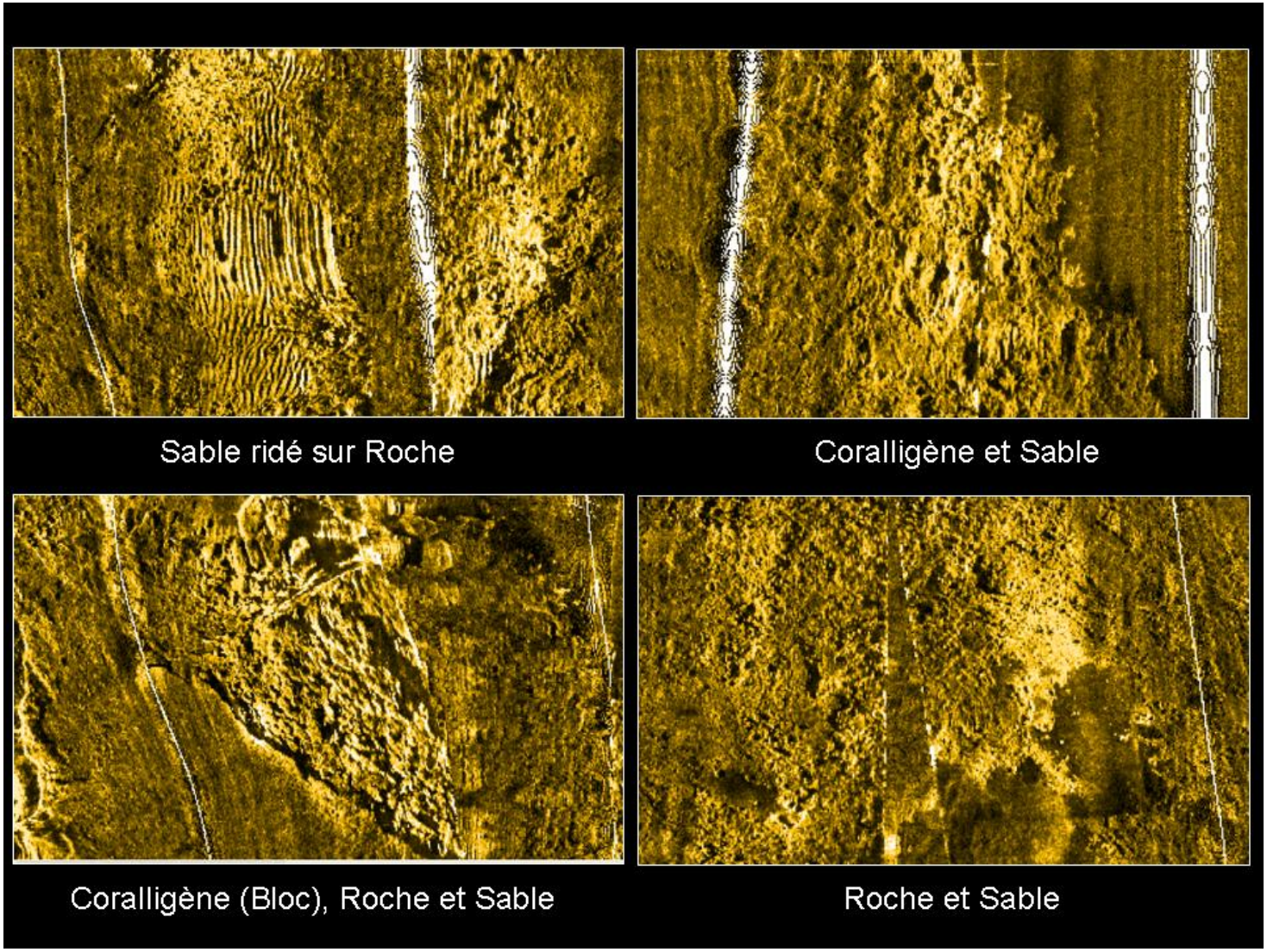
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3	5-1	5-2	5-3
Mollusques carnivores	0.0279	0.0016		0.0166	0.0106	0.0155	0.0053		0.0212		0.0051	0.0051	0.0062		0.0031
Mollusques filtreurs	0.0094			0.0082	0.0104	0.0167	0.0104	0.0402	0.0721	0.3509	0.0024	0.0023	0.1360	0.0015	0.0009
Mollusques déposivores															
Crutacés carnivores			0.0842		0.0048			0.0015			0.0011	0.0067		0.0472	
Crustacés déposivores			0.0033												
Annélides carnivores	0.0036	0.0036	0.0072	0.0373	0.0072	0.0072	0.0007	0.0022				0.0101	0.0188	0.0315	0.0010
Annélides déposivores				0.0346			0.0126	0.0022			1.6961				
Echinodermes déposivores							0.0078	0.0074	0.0058				0.0034		0.0006
Echinodermes carnivores															
Nemertes															
Plathelminthe															
Amphioxus		0.0389		0.1728	0.5784	0.2309	0.3163	0.1024		0.1801	0.2204	0.3301	0.1372	0.1216	0.0206

	6-1	6-2	6-3	7-1	7-2	7-3	8-1	8-2	8-3	9-1	9-2	9-3	10-1	10-2	10-3
Mollusques carnivores		0.0040	0.0048	0.0035			0.0032			0.0062		0.0113			
Mollusques filtreurs	0.0567	0.0019	0.0019	0.0412	0.1254		0.0118	0.0060		0.2024	0.0316	0.0657		0.1121	0.0140
Mollusques déposivores							0.0045								
Crutacés carnivores	0.0267	0.0039	0.0216	0.0086			0.0380	0.0462		0.0058			0.0216		0.0671
Crustacés déposivores	0.0080	0.0442	0.0447				0.0049	0.0105	0.0128		0.0008	0.0008			
Annélides carnivores		0.0333	0.0063		0.0803	0.0063	0.0147	0.1531	0.0579		0.0105	0.0073		0.0045	
Annélides déposivores	0.3208						0.0018	0.0038			0.1262		0.0005		
Echinodermes déposivores	0.0004					0.0023		0.0028		0.0116	0.0070	0.0026			
Echinodermes carnivores		0.0009					0.0002		0.0047						
Nemertes								0.0030	0.0465						
Plathelminthe		0.0231													
Amphioxus	0.9137	0.8651	0.5009	0.0907	0.1706	0.2187				0.0365	0.0822	0.0185	0.0531	0.0942	0.0409

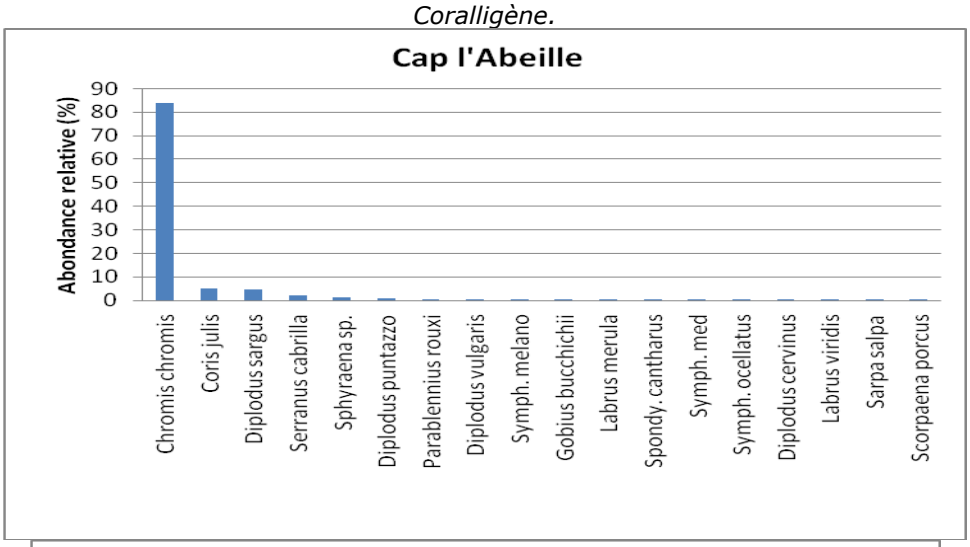
5 Etude des substrats durs et des structures artificielles : habitat « Récifs » (1170)

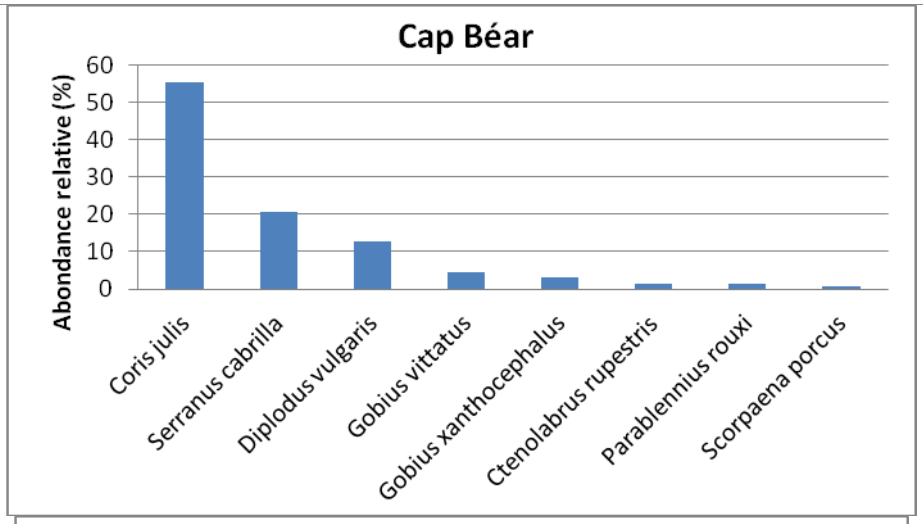
Annexe 20 : images sonar des différents substrats.

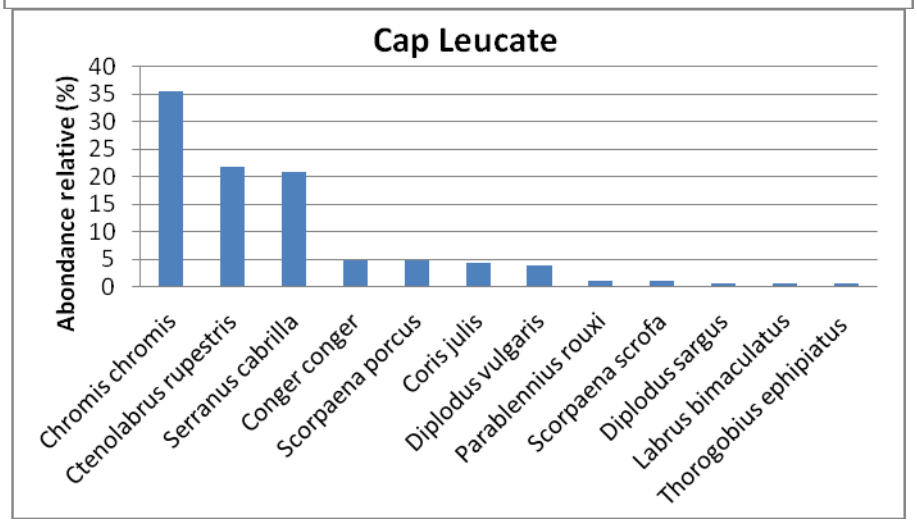


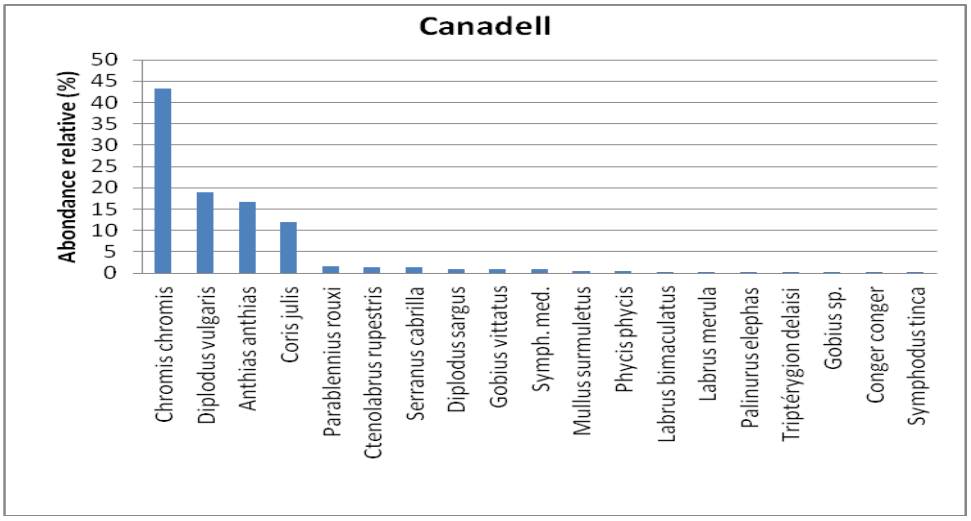

Sable ridé sur Roche
Coralligène et Sable
Coralligène (Bloc), Roche et Sable
Roche et Sable

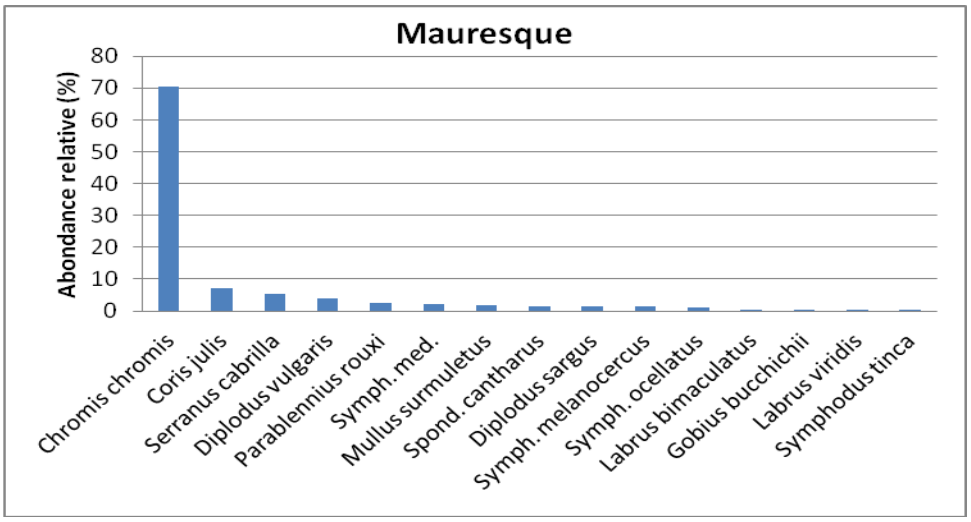
Annexe 21 : Abondance relative des peuplements ichtyques en transects aléatoires sur les sites à Coralligène.

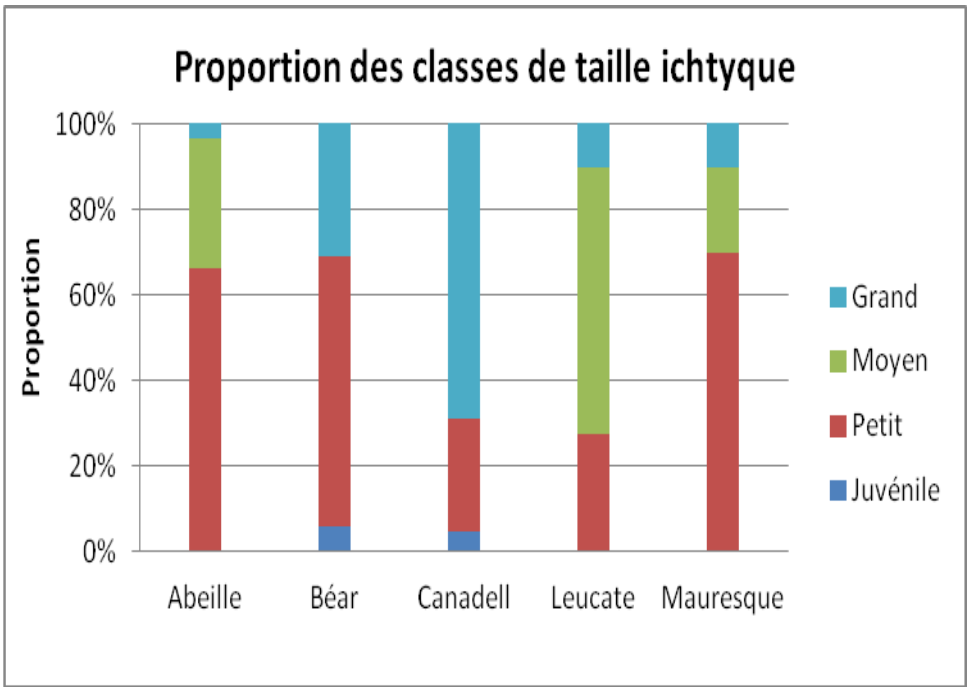


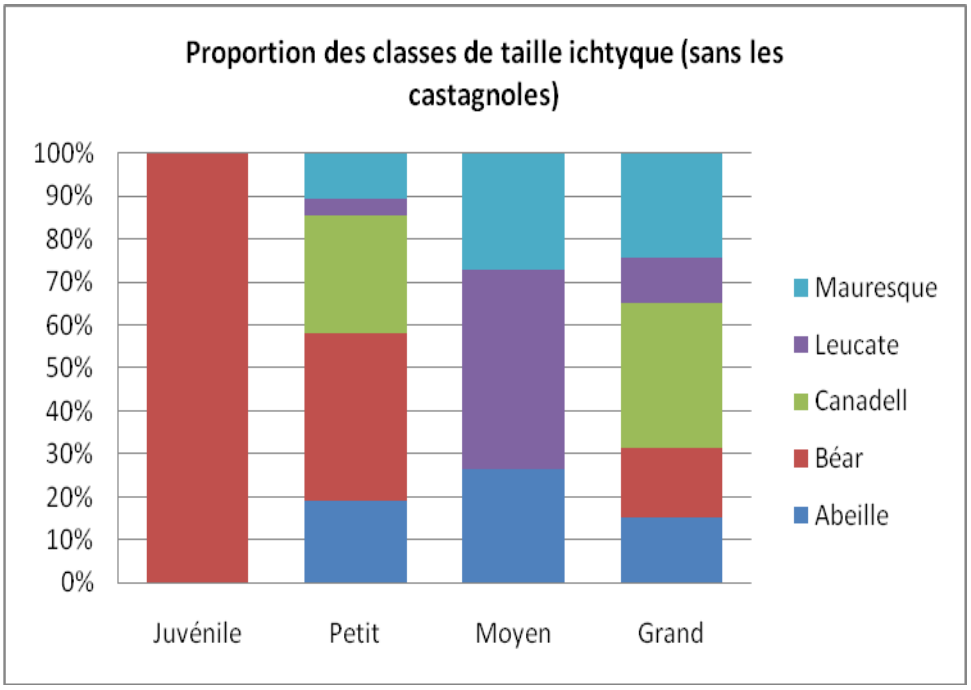




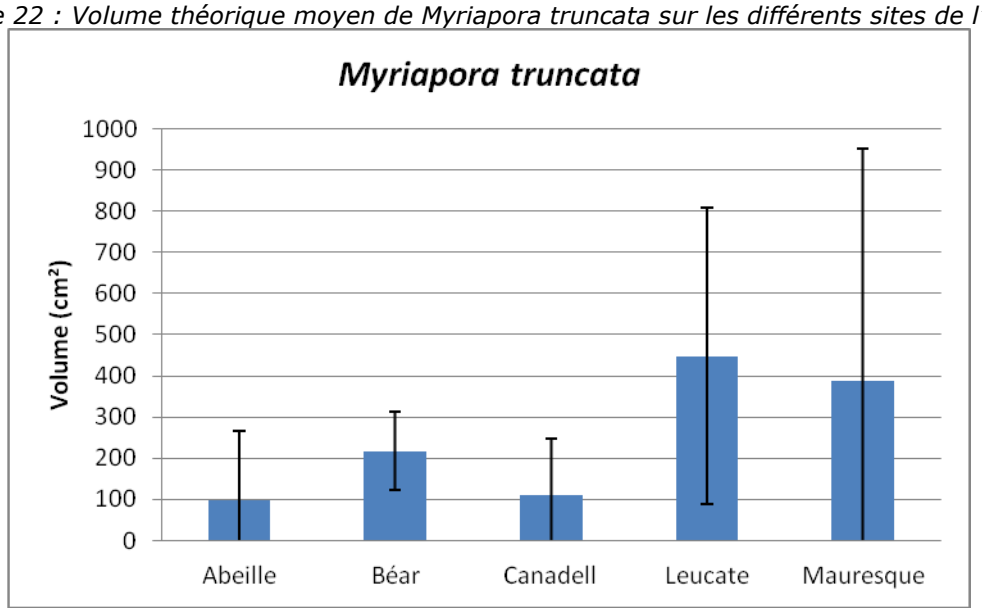

Canadell
Abondance relative (%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Chromis chromis
Diplodus vulgaris
Anthias anthias
Coris julis
Parablennius rouxi
Ctenolabrus rupestris
Serranus cabrilla
Diplodus sargus
Gobius vittatus
Symph. med.
Mullus surmuletus
Phycis phycis
Labrus bimaculatus
Labrus merula
Palinurus elephas
Triptérygion delaisi
Gobius sp.
Conger conger
Symphodus tinca


Mauresque
Abondance relative (%)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Chromis chromis
Coris julis
Serranus cabrilla
Diplodus vulgaris
Parablennius rouxi
Symph. med.
Mullus surmuletus
Spond. cantharus
Diplodus sargus
Symph. melanocercus
Symph. ocellatus
Labrus bimaculatus
Gobius bucchichii
Labrus viridis
Symphodus tinca


Proportion des classes de taille ichtyque
Proportion
100%
80%
60%
40%
20%
0%
Abeille
Béar
Canadell
Leucate
Mauresque
Grand
Moyen
Petit
Juvénile

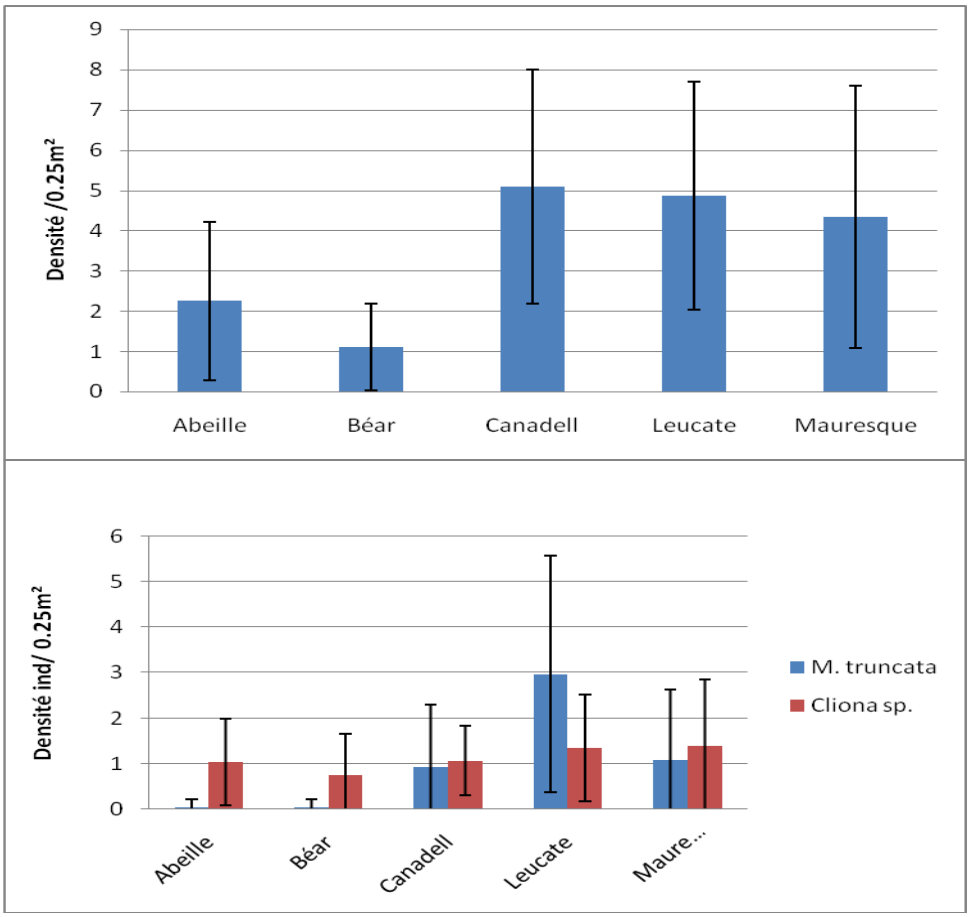


Annexe 22 : Volume théorique moyen de Myriapora truncata sur les différents sites de l'étude.

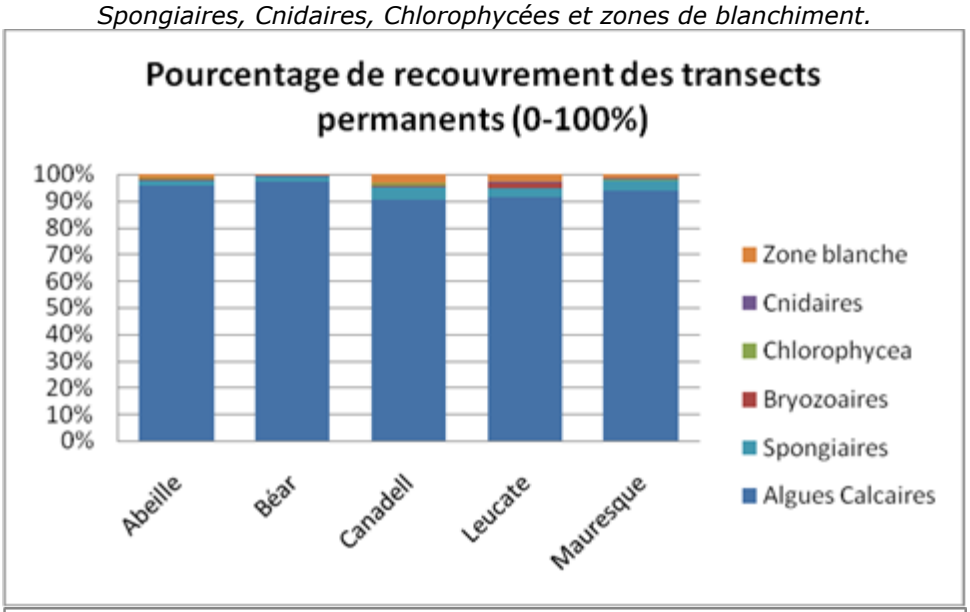


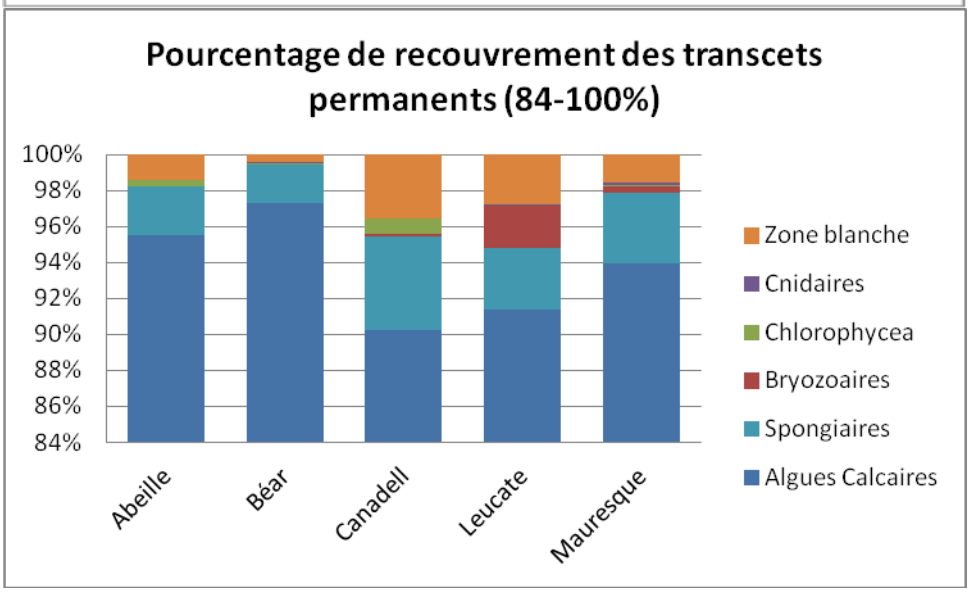
Annexe 23 : Abondance et densité des espèces observées le long des cinq transects permanents.

Phylum	Genre	Espèce	Leucate	Mauresque	Béar	Abeille	Canadell
Bryozoaires	*Myriapora*	*truncata*	92	36	1	1	28
	Pentapora	*fascialis*	0	0	0	0	1
	Porella	*cervicornis*	0	0	2	0	0
	Sertella	*septentrionalis*	0	0	0	0	2
Chlorophycea	*Codium*	*bursa*	0	1	1	18	2
	Codium	*coralloides*	0	0	0	0	2
	Codium	*fragile ou vermilara*	0	0	0	1	
	Halimeda	*tuna*	0	2	0	0	9
	Udotea	*petiolata*	0	0	0	3	1
Cnidaires	*Alcyonium*	*sp.*	1	0	0	1	1
	Eunicella	*singularis*	9	17	2	11	64
	Parazoanthus	*axinellae*	5	20	1	0	0
Spongiaires	*Anchinoe*	*tenacior*	0	2	0	0	1
	Aplysina	*cavernicola*	1	2	0	1	0
	Cliona	*sp.*	43	48	23	32	33
Tuniciers	*Halocynthia*	*papillosa*	0	15	2	2	9
Nb individus Total			**151**	**143**	**32**	**70**	**153**



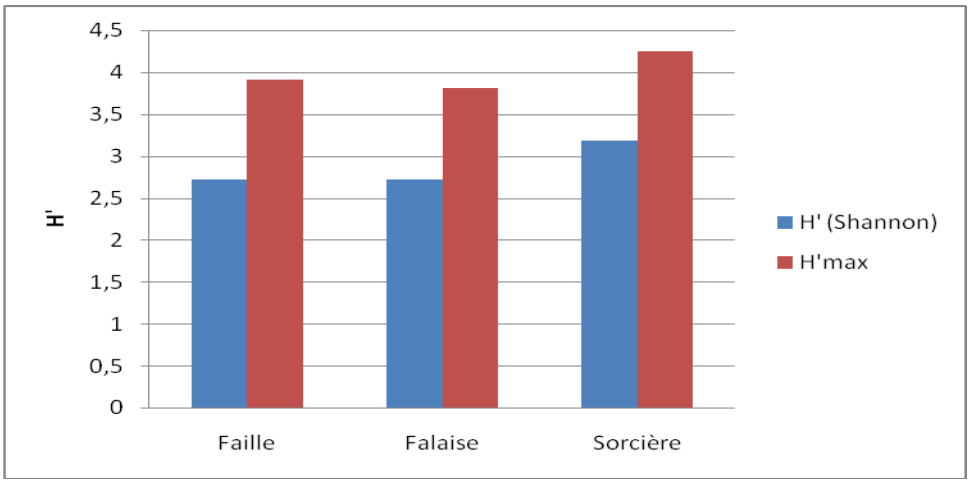
Annexe 24 : Pourcentage de recouvrement des transects permanents par les Bryozoaires, Spongiaires, Cnidaires, Chlorophycées et zones de blanchiment.

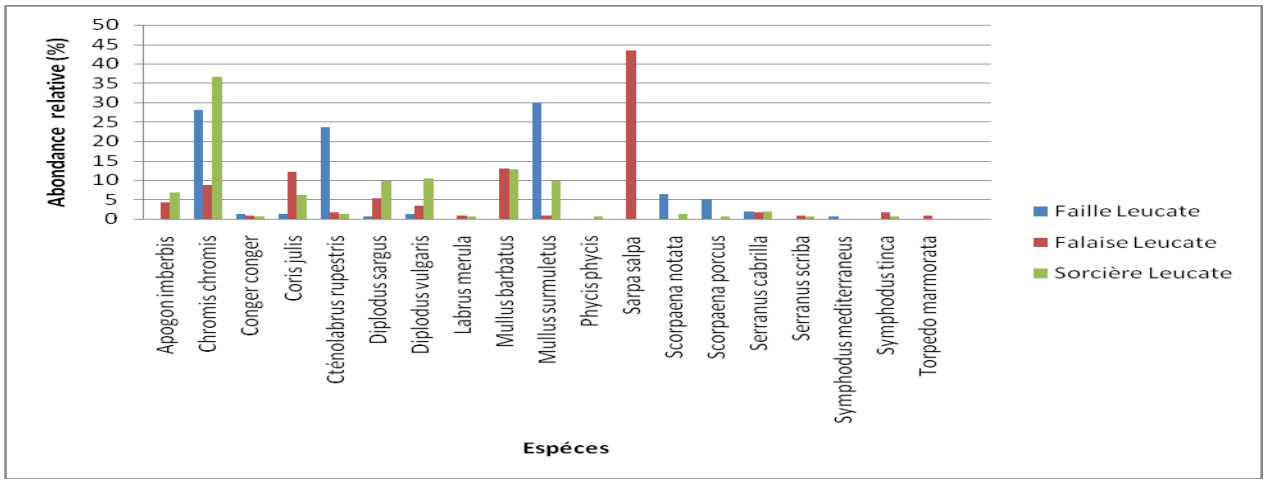


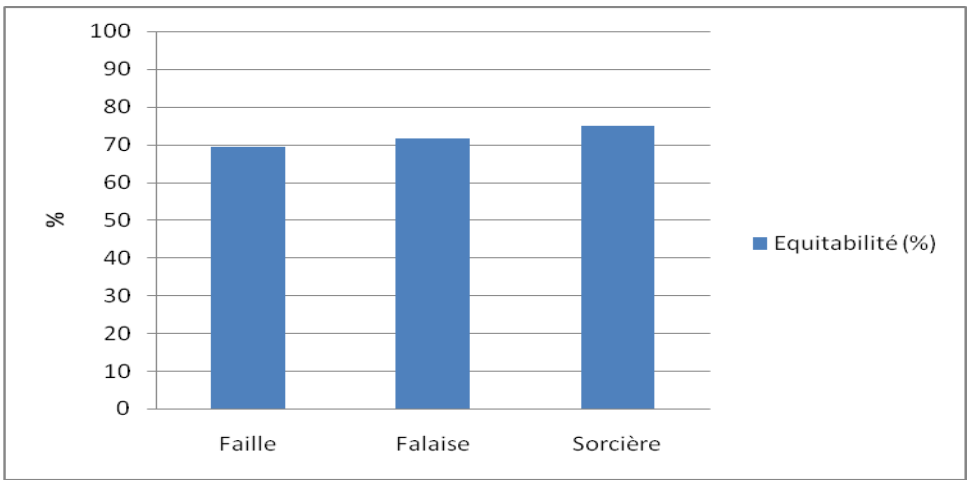


Annexe 25 : Indice de Shannon et d'equitabilité sur les peuplements de poissons présents sur la roche infralittorale de Leucate.

	La Faille	Falaise Leucate	La Sorcière
H' (Shannon)	2,99	2,86	3,18
H'max	4,16	4,24	4,24
E (Equitabilité %)	71,93	67,48	74,89







Annexe 26 : Sélection de photographies.



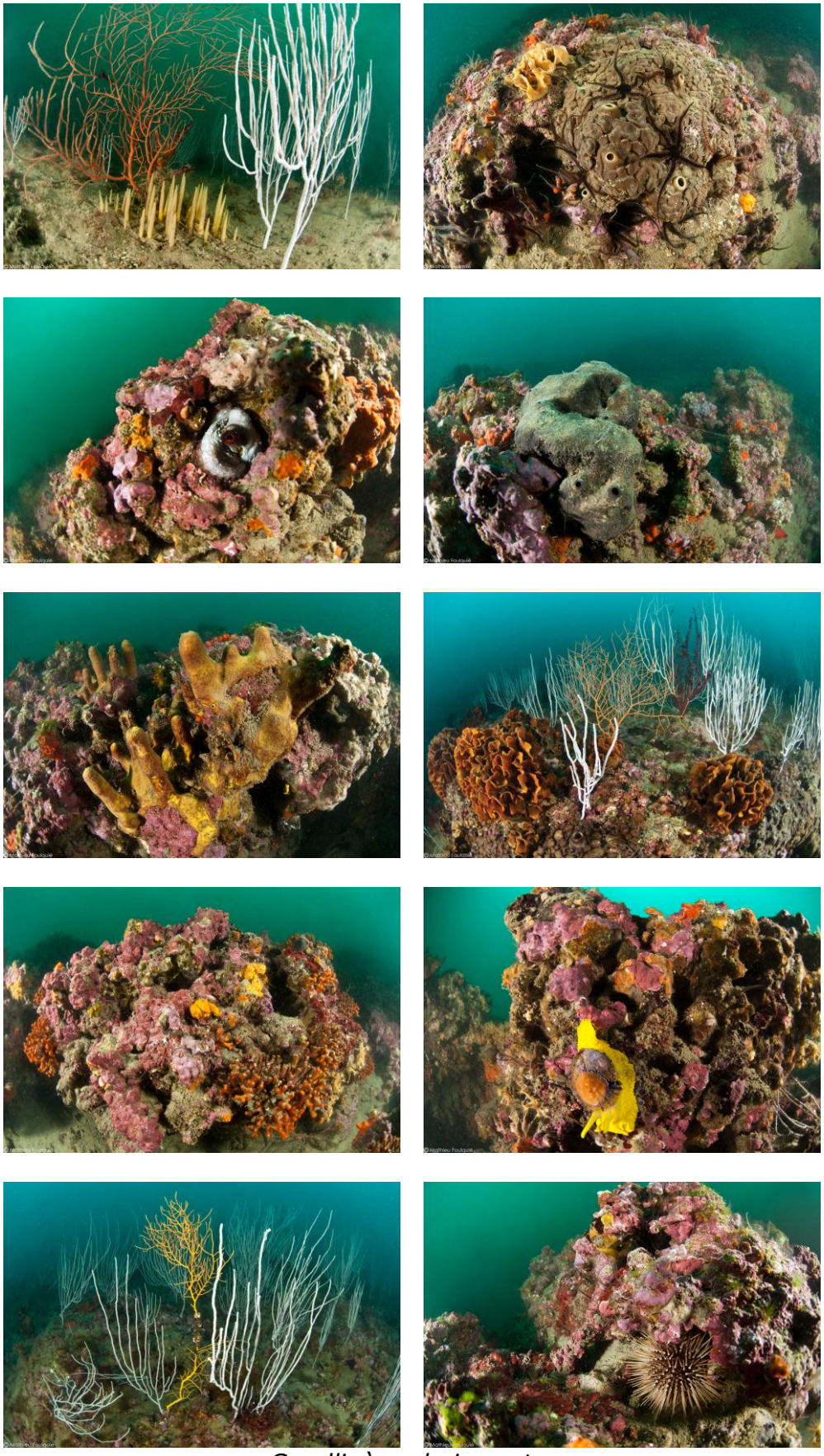




Falaise de Leucate.



La Sorcière.



Coralligène de Leucate.





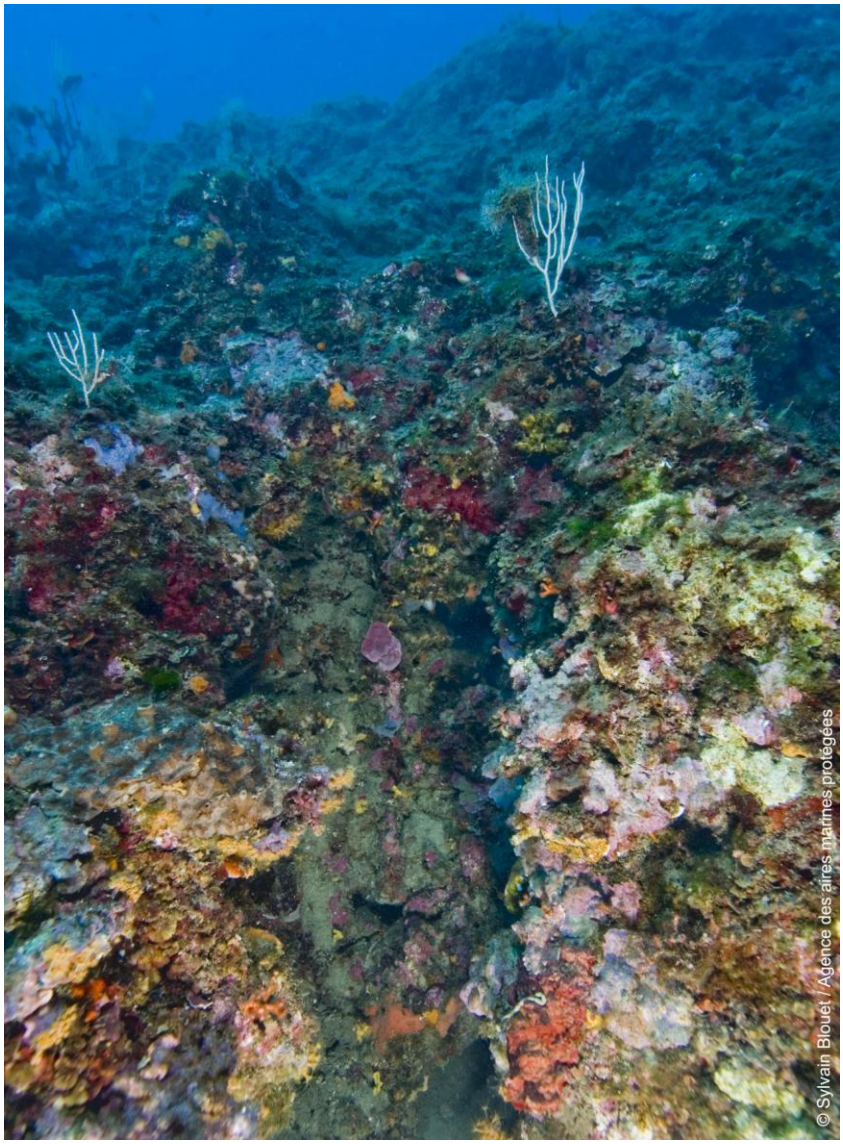




Coralligène du Cap Béar.

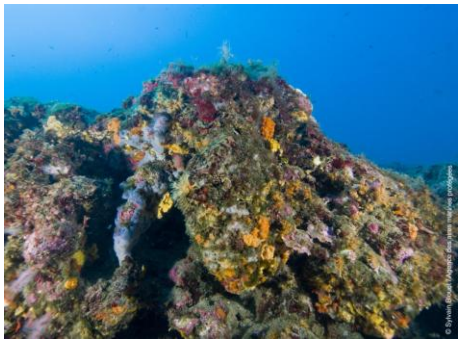


Coralligène du Cap l'Abeille.









Coralligène de Canadells.

6 Etude des substrats durs et des structures artificielles : Epaves

Annexe 27 : Sélection de photographies.










Vue générale de l'Alice Robert
(© Mathieu FOULQUIE / SEANEO - Sylvain BLOUET / ADENA)

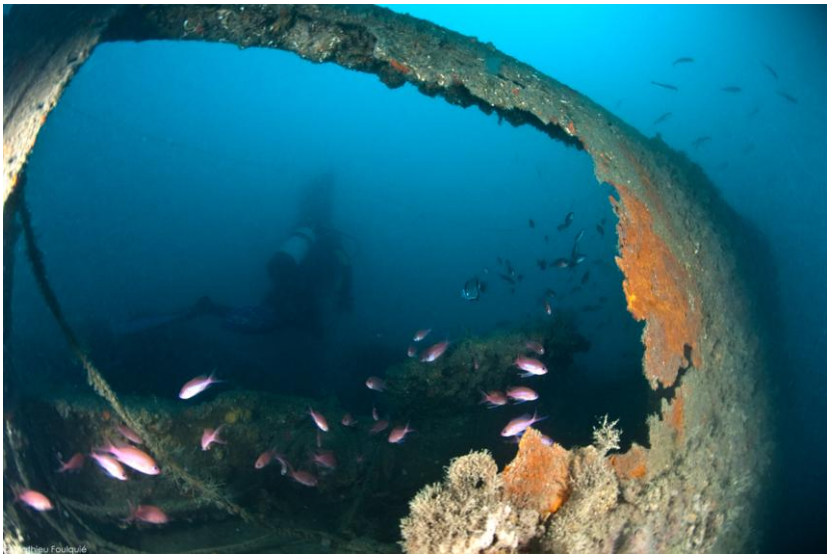








Vue générale de l'Astrée
(© Mathieu FOULQUIE / SEANEO - Sylvain BLOUET / ADENA)







Vue générale du Saumur
(© Mathieu FOULQUIE / SEANEO - Sylvain BLOUET / ADENA)





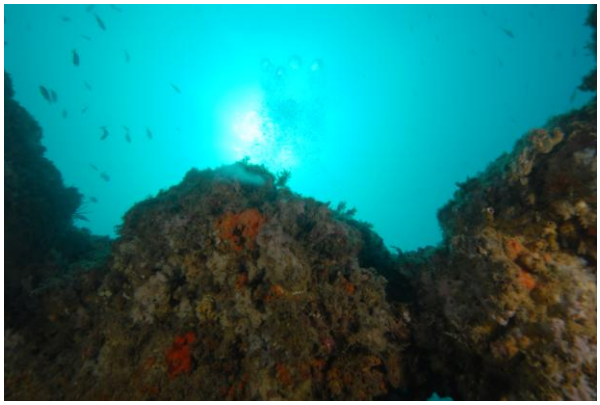





Vue générale du Saint-Lucien
(© Mathieu FOULQUIE / SEANEO - Sylvain BLOUET / ADENA)







Vue générale du Pythéas
(© Mathieu FOULQUIE / SEANEO - Sylvain BLOUET / ADENA)

Annexe 28 : Données bibliographiques utilisées dans le cadre du projet CARTHAM.

Nom du dossier	Etude	organisme	description	utilisation dans CARTHAM	organisme utilisateur	Référent	quelle utilisation	Acte d'engagement
DREAL LR - Données LIDAR 2009		DREAL LR	données LIDAR du littoral du Languedoc-Roussillon	oui	UPVD	T Courp		acte_engagement_lot9_asconit_2.doc
BathyPNM		UPVD	données sonar sur l'ensemble des caps de la côte rocheuse : bear, cerbere, peyrefitte, abeille, rederis	oui	UPVD	P Lenfant	Localisation des plongées ROV sur le coralligène de la côte rocheuse	-
BD_ORTHO_Mediterranee		IGN	Données ORTHO de l'IGN sur le secteur d'étude (departements 11 et 66)	non				acte_engagement_IGN_marché_v1.doc
biocen_cote_vermeille	AUGRIS C. et MEAR Y. (1993) - Carte des formations superficielles sous-marines entre Port-Barcarès et Saint-Cyprien (Pyrénées Orientales). Echelle 1/20 000. Ed. IFREMER - Région Languedoc-Roussillon.	IFREMER	Description des fonds rocheux entre St-cyprien et Port-Barcares	oui	UPVD	P Lenfant	Compléter les habitats du PNM Golfe du Lion sur lesquels aucune observation terrain n'a été réalisé dans le cadre de CARTHAM	-
biocenoses cote rocheuse Univ perpignan	DOCOB Natura 2000 Posidonies de la côte des Albères	UPVD	Données habitats du site N2000 "Posidonies de la Côte des Albères"	oui	UPVD	P Lenfant	Réactualisation de ses données pour les habitats RECIF et essentiellement le coralligène via les plonges ROV puis formalisation selon la nomencalutre demandée par AAMP	-
zpemedit250	Ifremer – Géosciences Marines MNT ZEE Med 250m : Le Suavé R., Normand A. (1996) Synthèse bathymétrique de données multifaisceaux (Méditerranée occidentale), 6 feuilles à l'échelle 1/250000. Editions Ifremer	IFREMER	MNT Golfe du Lion	non				acte_engagement_mnt_donnees_golfe_du_lion.doc

Medimap	Ifremer – Géosciences Marines MNT Medimap 1km v2008 : MediMap Group, Loubrieu B., Mascle J. et al. (2008) Morpho-bathymetry of the Mediterranean Sea, CIESM / Ifremer special publication, Atlases and Maps, one map at 1/3 000 000	IFREMER	MNT Golfe du Lion	non				acte_engagement_mnt_donnees_golfe_du_lion.doc
Golfe du Lion	Ifremer – Géosciences Marines Morphologie Golfe du Lion : BERNÉ S., SATRA C. (2002) - Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion, notice explicative, 48p. Ed. Ifremer - Région Languedoc-Roussillon.	IFREMER		non				acte_engagement_mnt_donnees_golfe_du_lion.doc
Golfe du Lion	Ifremer – Géosciences Marines Figures sédimentaires Golfe du Lion : BERNÉ S., SATRA C. (2002) - Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion, notice explicative, 48p. Ed. Ifremer - Région Languedoc-Roussillon.	IFREMER		non				acte_engagement_mnt_donnees_golfe_du_lion.doc
Golfe du Lion	Ifremer – Géosciences Marines Sédimentologie Golfe du Lion : ALOISI J.C. (1986) Sur un modèle de sédimentation deltaïque: contribution à la connaissance des marges passives. Unpublished Doctorat Thesis, Université de Perpignan, 162p.	IFREMER	Modèle faciès sédimentaires du golfe du Lion	oui	UPVD	P Lenfant	Compléter les habitats du PNM Golfe du Lion sur lesquels aucune observation terrain n'a été réalisé dans le cadre de CARTHAM	acte_engagement_mnt_donnees_golfe_du_lion.doc
Golfe du Lion	Ifremer – Géosciences Marines Isobathes tous les 2 et 20m dans le Golfe du Lion + donnée SIG localisant les campagnes Ifremer : BERNE S., CARRE D., LOUBRIEU B., MAZE J.P., NORMAND A. (2001) Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion. 4 feuilles, échelle 1/100 000e. IFREMER - Région Languedoc-Roussillon. BERNE S., SATRA C. (2002) Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion, notice explicative, 48p. Ed. IFREMER - Région Languedoc-Roussillon.	IFREMER	Isobathes 2 m golfe du Lion	oui	ASCONIT	A Sofianos	Réalisation cartographique	acte_engagement_mnt_donnees_golfe_du_lion.doc
Limite administrative_bd_carto_med		IGN	Données CARTO de l'IGN sur le secteur Mediterannéen	non				acte_engagement_IGN_marché_v1.doc
plongées AAMP COMEX PNM Cote vermeille	Données disponibles de la campagne canyon MEDSEACAN - Boite 1 : - Fichier de navigation (plongées) - photos - Acquisitions de données (MNT, mosaïques sonar)	AAMP		oui	UPVD ASCONIT	P Lenfant; A Sofianos	Comparaison aux données acquises en plongée ROV par COPETECH-SM	acte_engagement_lot9_asconit.doc

Partie VIII : Bibliographie

1 Présentation de la problématique générale

Andral B., Tomasino C., 2004. RINBIO, Réseau Intégrateurs Biologiques. Evaluation de la contamination chimique des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée. Résultats de la campagne 2003. Convention Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse n° 2004-14-03. RST/DEL/PAC/04-08, 75 p.

AUGRIS C. et MEAR Y., 1993. Carte des formations superficielles sous-marines entre Port-Barcarès et Saint-Cyprien (Pyrénées Orientales). Echelle 1/20 000. Ed. IFREMER - Région Languedoc-Roussillon.

Bellan-Santini D., 1985. The Mediterranean benthos : reflexions and problems raised by a classification of the benthic assemblages : 19-48 in Moraitou-Apostolopoulou M. et Kiortsis V., "Mediterranean marine ecosystems", Nato Conference series 1, Ecology : 407 p.

Boutiere H., Fiala A., Jacques G., Soyer J., 1974. Ecologie marine sur le littoral Languedoc-Roussillon. Rapport Labo. Arago, Contrat CNEXO 73-795., 110 p.

Bovee F. d., Labat J. P., Panouse M., 1977. Etude d'interprétation des données du RNO, 1975-1976-1977 du point d'appui n°8 (Banyuls-sur-Mer). Rapp. Labo. Arago, Univ. P. et M. Curie, Paris, Contrat CNEXO 77/1771, 39 p.

Casanobe, La Tramontane, annales climatologiques des Pyrénées-Orientales, 1966

Canals M., Ballesteros E., 1997. Production of carbonate particles by phytobenthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 44(3-4), 611-629.

Claisse N., 2008. Etude de l'impact de la pêche de loisir dans la région de Banyuls-sur-Mer : Caractérisation de l'activité, productions et effort de pêche - Propositions de gestion du patrimoine. Université de La Rochelle.

Créocéan, 2007. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Campagne 2007. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-59.

Créocéan, 2008. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls / Campagne 2008 – Deuxième année. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-68.

Créocéan, 2010a. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls / Campagne 2009 – Troisième année. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-75.

Créocéan, 2010b. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls / Campagne 2010 – Quatrième année. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-67.

Dalias N., Lenfant P., Licari M.L. et Bardelletti C., 2007a. Guide d'aide à la gestion des Aires Marines Protégées : gestion et suivi de l'activité de plongée sous-marine. Document édité par le Conseil Général des Pyrénes-Orientales dans le cadre du programme Interreg IIIC MEDPAN. Contrat Conseil Général des Pyrénées-Orientales – EPHE – SEANEO. 1-62 + annexes.

Dalias N., Lenfant P., Licari M.L. et Bardelletti C., 2007b. Assistance guide to the management of the Protected Marine Areas: management and follow-up of the diving activity.Document published by the General Council of Pyrénées-Orientales within the program Interreg IIIC MEDPAN. Contract General Council of Pyrénées-Orientales– EPHE – SEANEO. 1-62 + annexes.

Dalias N., Astruch P., Ruitton S., Donato M., Lerouvreur F., Bonhomme D., Crech'riou R., 2008. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2007. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales et SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. :76 pages.

Dalias N., Astruch P., Fourt M., Saragoni G., Bonhomme D., 2009. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2008. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales et SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. : 95 pages.

Dalias N., Astruch P., Antonioli P.A., Foulquié M., 2010. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2009. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales et SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. : 104 pages.

Dalias N., Astruch P., Antonioli P.A., Foulquié M., Tessier A., 2011. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-

Banyuls – Année 2010. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales et SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. : 107 pages.

Dalias N., Astruch P., Foulquié M., Rouanet E., 2012. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls (2007 - 2011) – Rapport final. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. : 136 pages.

Fiala-Medioni A., Petron C., Rives C., 1987. Guide sous-marin de la Méditerranée. Flammarion.

Fieux M., 1971b. Observations hydrologiques dans le rech Lacaze-Duthiers. Cah. Oceanogr., 23, 677-686.

Fieux M., 1972. Contribution a l'étude hydrologique et dynamique du golfe du Lion en période hivernale. Thèse 3e cycle Fac. Sci Université de Paris, 90 p.

Furnestin J., 1960. Hydrologie de la Méditerranée occidentale (Golfe du Lion, mer Catalane, mer d'Alboran, Corse orientale), 14 juin - 20 juillet 1957. Rev. Trav. Inst. Peches Marit., 24 (2), 5-119.

Galzin R., Planes S., Romans P., Licari M. L., Lourie S. M., Jouvenel J. Y., Escoubeyrou K., Cibien C., (1999. Etude d'opportunite sur la creation d'un parc national marin et terrestre sur la Cote vermeille. Rapport EPHE - CNRS, 155 p.

Jacques G., Razouls C., Thiriot A., 1968. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1966-1967. Vie et Milieu, 19 (1B), 185-195.

Jacques G., Razouls C., Thiriot A., 1969. Climat et hydrologie à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion), 1965-1968. Vie et Milieu, 20 (1B), 63-73.

Jouvenel J. Y., 1997a. Ichtyofaune de la côte rocheuse des Albères (Méditerranée N.-O, France). Thèse de doctorat. Ecole Pratique des Hautes Etudes Université de Perpignan, France, 294 p.

Laubier L. et Emig C., 1993. La faune benthique profonde de Méditerranée. Symposium mediterranean seas 2000. N. F. R., Della Croce ed. Università di Genova : 397-424.

Laugier T., Serais O., Abadie E., Malet N., Messiaen G., Barret J., Pernet F., (Edition 2009). Qualite du Milieu Marin Littoral. Bulletin de surveillance. Départements : Gard, Hérault, Aude et Pyrénées-Orientales. Ifremer, 105 p.

Lenfant P., Dalias N., Tessier A., Pastor J., Saragoni G., 2010. Suivi temporel du peuplement ichtyque au sein et à proximité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 1 et 2 été – automne 2007 et 2009. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales et Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD. Laboratoire

Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD publ. Fr. :43 pages.

Lenfant P., Dalias N., Pastor J., Saragoni G., 2008. Suivi temporel du peuplement ichtyque au sein et à proximité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2007. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales et Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD. Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD publ. Fr. :42 pages.

Lenfant P., Larenie L., 2007. Caractérisation de la pêche artisanale " petit métier ": variabilité spatiotemporelle des captures, année 2007. Rapport EPHE, 35 p.

Lenwood W. H., Ronald D. A., 1999. A deterministic Ecological Risk Assessment for Copper in European Saltwater Environments. Marine Pollution Bulletin, 38 (3), 207-218.

Licari M.L., Lenfant P., Amouroux J.M., Dupuy De La Grandrive R., Labrune C., Foulquié M., Rochel E., Bonhomme P. et Cadiou G., 2004. Document d'objectif site Natura 2000 « Posidonies de la Côte des Albères ». Phase I : Inventaire et analyse de l'existant ; Volume 2 : Description et Synthèse ; Conseil Général des Pyrénées-Orientales, 1-107.

Miche de Malleray C., 2008. Etude socio-économique de la pêche de loisir dans la région de Banyuls-sur-Mer; approche participative pour la définition d'outils de gestion et l'évolution de la règlementation. Université de La Rochelle, 54 p.

Muller M., Wilke M., 1999. Etude du rapprochement des cétacés et autres grands animaux marins des côtes du Languedoc-Roussillon. Quels risques courent les cétacés près de nos côtes ? Rapport Centre d'Etudes Hydrobiologiques pour le Conseil Général des Pyrénées-Orientales, 154 p.

Neveux J., Fiala M., Jacques G., Panouse M., 1975. Phytoplancton et matériel particulaire à Banyuls-sur-Mer (golfe du Lion), 1973. Vie et Milieu, 25 (1B), 85-98.

Nozais C., 1995. Impact des processus biologiques et des paramètres physiques sur la présence planctonique des larves d'invertébrés benthiques et sur le recrutement en baie de Banyuls. Thèse Doctorat Université de Paris VI, 224 p.

Panouse M., 1977. Ecologie pélagique. In : Ecologie pélagique et benthique de la région de Port-la-Nouvelle. Rapport Laboratoire Arago, Univ. Paris VI, Contrat CNEXO 75/1196, 44 p.

Pérès J.M., 1984. History of the Mediterranean Biota and the colonisation of the depth. In : "Western Mediterranean", Margalef R. ed., Oxford, Pergamon Press : 198-232.

Planes S., Lenfant P., Romans P., Lecchini D., Jacquet S., Crec'hriou R., Sasal P., Duchene J. C., Licari M. L., 2000c. Etude de "l'effet réserve" dans la Reserve Naturelle de Banyuls-Cerbere. Rapport EPHEPlan Etat-Region., 163 p.

PNUE - CAR/ASP, 2006. Classification des biocénoses benthiques marines de la région méditerranéenne. 14p.

Quief C., 2007b. Données préliminaires sur les stocks de Paracentrotus lividus (Lamarck) et leur exploitation sur la côte des Albères (Pyrénées-Orientales, France). Université de Perpignan – Conseil General des Pyrénées-Orientales, Réserve Marine de Cerbère-Banyuls, 30 p.

Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, 2011. Rapport d'activité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Exercice 2011. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-113.

Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, 2010. Rapport d'activité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Exercice 2010. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-88.

Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, 2009. Rapport d'activité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Exercice 2009. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-86.

Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, 2008. Rapport d'activité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Exercice 2008. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-63.

Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, 2007. Rapport d'activité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Exercice 2007. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-48.

Rouault C., 1971. Etude dynamique des eaux du plateau continental dans la région de Banyuls-sur-Mer. Thèse 3ème cycle Fac. Sci. Paris., 72 p.

Tito de Morais A., 1983. Rôle écologique de la biodisposition d'un organisme benthique filtreur (l'ascidie Phallusia mammillata). Thèse 3e cycle Université P. et M. Curie, Paris, 110 p.

Tournier H., 1969. Hydrologie saisonnière du golfe du Lion (travaux de l'" Ichthys " 1966-1967). Rev.Trav. Inst. Sci. Tech. Peches Marit., 33, 265-300.

2 Etude des Zones profondes

Berné S., Carré D., Loubrieu B., Mazé J.P., Normand A. 2001. Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion. (Données SIG), échelle 1/100 000e. IFREMER - Région Languedoc-Roussillon.

Biagi F, Sartor P, Ardizzone GD, Belcari P, Belluscio A, Serena F, 2002. Analysis of demersal assemblages off the Tuscany and Latium coasts (north-western Mediterranean). Sci Mar (Barc) 66:233–242.

Bourcier M, Zibrowius H, 1973. Les "Boues Rouges" de´verse´es dans le canyon de la Cassidaigne (re´gion de Marseille). Observations en soucoupe plongeante SP 350 (juin 1971) et re´sultats de dragages. Tethys 4:811–842.

Cartham, 2012. Inventaire biologique et analyse écologique des habitats marins patrimoniaux. Guide de référence technique n°2. Livraison et validation. 51p.

Colloca F, Cardinale M, Belluscio A, Ardizzone GD, 2003. Structure and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. Estuar Coast Shelf Sci 56:469–480.

Colloca F, Carpentieri P, Balestri E, Ardizzone GD, 2004. A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with Leptometra phalangium (Echinodermata: Crinoidea). Mar Biol145: 1129–1142.

Edinger E, Baker K, Devillers R, Wareham V, 2007. Deep-sea coral distribution and bycatch from commercial fisheries off Newfoundland and Labrador. WWF Canada, Halifax, Nova Scotia.

Folk, R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rocks.Journal of Geology, 62, 344-359.

Fourt M. & Goujard A., 2012. Rapport final de la campagne MEDSEACAN (Têtes des canyons méditerranéens continentaux) novembre 2008 – avril 2010. Partenariat Agence des aires marines protégées – GIS Posidonie, GIS Posidonie publ. 218p.+ annexes.

Flach E, Lavaleye M, De Stigter H, Thomsen L, 1998. Feeding types of the benthic community and particle transport across the slope of the N.W. European continental margin (Goban Spur). Prog Oceanogr 42:209–231.

Freiwald A, Beuck L, Rüggeberg A, Taviani M, Hebbeln D , 2009. The white coral community in the Central Mediterranean Sea revealed by ROV surveys. Oceanography 22:58–74.

Fosså JH, Mortensen PB, Furevik DM, 2002. The deep-water coral Lophelia pertusa in Norwegian waters: distribution and fishery impacts. Hydrobiologia 471:1–12.

Gaertner JC, Mazouni N, Sabatier R, Millet B, 1999. Spatial structure and habitat associations of demersal assemblages in the Gulf of Lions: a multicompartmental approach. Mar Biol 135:199–208.

Gage JD, Bett BJ, 2005. Deep-sea benthic sampling In: Eleftheriou A, McIntyre A (eds) Methods for the study of marine benthos, 3rd edn. Blackwell Science, Oxford, p 273–325.

Hain JHW, Hyman MAM, Kenney RD, Winn HE, 1985. The role of cetaceans in the shelf-edge region of the north-eastern United States. Mar Fish Rev 47:13–17.

Hall-Spencer J, Allain V, Fosså JH, 2002. Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. Proc R Soc Lond B Biol Sci 269:507–511.

Hall-Spencer J, Rogers A, Davies J, Foggo A, 2007. Deep-sea coral distribution on seamounts, oceanic islands, and continental slopes in the Northeast Atlantic. Bull Mar Sci 81:135–146.

Herman Y, 1972. Quaternary eastern Mediterranean sediments: micropaleontology and climatic records. In: Stanley DJ (ed) The Mediterranean Sea: a natural sedimentation laboratory. Hutchinson and Ross, Strondburg

ICES, 2008. Report of the Workshop on Fisheries Management in Marine Protected Areas(WKFMMPA), 2-4 June 2008, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2008/MHC:11.160 pp.

IFREMER. Système d'Informations Halieutiques. Synthèse des flottilles de pêche, 2009. Flotte de Mer du Nord - Manche – Atlantique Flotte de Méditerranée.

Kallianotis A, Sophronidis K, Vidoris P, Tselepides A, 2000. Demersal fish and megafaunal assemblages on the Cretan continental shelf and slope (NE Mediterranean): seasonal variation in species density, biomass and diversity. Prog Oceanog 46:429–455.

Laborel J, Pérès J, Picard M, Vacelet J, 1961. Etude directe des fonds des parages de Marseille de 30 à 300 m avec la soucoupe plongeante Cousteau. Bull Inst Oceanogr Monaco 58:1–5.

Lavaleye MSS, Duineveld GCA, Berghuis EM, Kok A, Witbaard R, 2002. A comparison between the megafauna communities on the N.W. Iberian and Celtic continental margins, effects of coastal upwelling? Prog Oceanogr 52:459–476.

Le Goff-Vitry MC, Rogers AD, 2005. Molecular ecology of Lophelia pertusa in the NE Atlantic In: Freiwald A, Roberts JM (eds) Cold-water corals and ecosystems. Springer-Verlag, Berlin, 653–662.

Lindholm JB, Auster PJ, Kaufman LS, 1999. Habitat-mediated survivorship of juvenile (0-year) Atlantic cod Gadus morhua. Mar Ecol Prog Ser 180:247–255.

Mann KH, Lazier JRN, 1996. Fronts in coastal waters. In: Dynamics of marine ecosystems: biological physical interactions in the oceans. Blackwell, Oxford, pp 179–210.

MNHN, SPN, 2012. Méthode d'évaluation des risques de dégradation des habitatsnaturels et des espèces d'intérêt communautaire par les activités de pêches maritimes.Résumé. Rapport MNHN - SPN / MEDDE - DPMA. 22 pages.

Mortensen PB, Buhl-Mortensen L, Gordon DC, Fader GBJ, McKeown DL, Fenton DG, 2005. Effects of fisheries on deepwater gorgonian corals in the Northeast Channel, Nova Scotia. In: Barnes PW, Thomas JP (eds) Benthic habitats and the effects of fishing. Am Fish Soc Symp 41:369–382.

Pedersen, S. A., Fock, H., Krause, J., Pusch, C., Sell, A. L., Böttcher, U., Rogers, S. I., Sköld, M.,Skov, H., Podolska, M., Piet, G. J., and Rice, J. C. 2009. Natura 2000 sites and fisheries in Germanoffshore waters.–ICES Journal of Marine Science, 66: 155–169. 14 p.

PNUE - PAM - CAR/ASP, 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G., Bellan - Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G. eds., CAR/ASP publ., Tunis : 199p.

Pérès JM, Picard J, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Recl Trav Stn Mar Endoume Fac Sci Mars 31:1–137.

Reyss D, 1971. Les canyons sous-marins de la mer catalane, le rech du cap et le rech Lacaze-Duthiers. III. Les peuplements de macrofaune benthique. Vie Milieu 22:529–613.

Reyss D, 1973. Les canyons sous-marins de la mer Catalane, le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. III. Les peuplements de macrofaune benthique. Vie Milieu 22:259–613.

Reyss D, 1974. Les canyons sous-marins de la mer Catalane, le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. IV. Etude syne´cologie des peuplements de macrofaune benthique. Vie Milieu 23:101–142.

Reyss D, Soyer J, 1965. Etude de deux valle´es sous-marine de la mer Catalane (compte rendu de plonge´es en soucoupe plongeante SP 300). Bull Inst Oceanogr Monaco 65(1356):1–27.

Rogers AD, 1999. The biology of Lophelia pertusa (Linnaeus, 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. Int Rev Hydrobiol 84:315–406.

Roberts JM, Wheeler AJ, Freiwald A, 2006. Reefs of the deep: the biology and geology of cold-water coral ecosystems. Science 312:543–547.

Schroeder WW, 2007. Seabed characteristics and Lophelia pertusa distribution patterns at sites in the northern and eastern Gulf of Mexico. In: George RY, Cairns SD (eds) Conservation and adaptative management of seamount and deep-sea coral ecosystems. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, FL, p 315–323

Skov H, Durinck J, 1998. Constancy of frontal aggregations of seabirds at the shelf break in the Skagerrak. J Sea Res 39:305– 311.

Smith CJ, Papadopoulou N, Diliberto S, 2000. Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishing round. ICES J Mar Sci 57:1340–1351.

Soetaert K, Herman PMJ, Middelburg JJ, Heip C, Smith CL, Tett P, Wild-Allen K, 2001. Numerical modelling of the shelf break ecosystem: reproducing benthic and pelagic measurements.Deep-Sea Res Part II Top Stud Oceanogr 48:3141–3177.

Vaissière R, Carpine C, 1964. Contribution à l'étude bionomique de la Me´diterrane´e occidentale (coˆ te du Var et des Alpes Maritimes—coˆ te occidentale de Corse). Fascicule 4: compte rendu de plonge´es en soucoupe plongeante SP 300 (région A1). Bull Inst Oceanogr Monaco 63(1314):1–19.

Vanney JR, Stanley DJ, 1983. Shelf-break physiography: an overview. In: Stanley J, Moore GT (eds) The shelf-break: critical interface on continental margin, vol 33. Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Tulsa, Okla., USA, pp 1–24.

Waller, RG & Tyler PA. (2005) The reproductive biology of two deep-sea, reef-building scleractinians from the NE Atlantic Ocean. Coral Reefs, 24(3), 514-522.

Wareham VE, Edinger EN, 2007. Distribution of deep-sea corals in the Newfoundland and Labrador region, Northwest Atlantic Ocean. In: George RY, Cairns SD (eds) Conservation and adaptative management of seamount and deep-sea coral ecosystems. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, FL, 289–314.

Wassemberg TJ, Dews G, Cook SD, 2002. The impact of fish trawls on megabenthos (sponges) on the north-west shelf of Australia. Fish Res (Amst) 58:141–151.

Williams A, Koslow JA, Last PR, 2001. Diversity, density and community structure of the demersal fish fauna of the continental slope off western Australia (20 to 35 S). Mar Ecol Prog Ser 212:247–263.

3 Etude des substrats meubles : inventaire de la macrofaune benthique

Akoumianaki, I., Nicolaidou, A., 2007. Spatial variability and dynamics of macrobenthos in a Mediterranean delta front area: The role of physical processes. Journal of Sea Research 57, 47-64.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V., 2000. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. Marine Pollution Bulletin 40, 1100-1114.

Borja, A., Muxika, I., Franco, J., 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. Marine Pollution Bulletin 46, 835-845.

Grémare, A., Amouroux, J.M., Vetion, G., 1998. Long-term comparison of macrobenthos within the soft bottoms of the Bay of Banyuls-sur-mer (Northwestern Mediterranean Sea). Journal of Sea Research 40, 281-302.

Guille, A., 1969. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. Thèse de Doctorat, Université de Paris.

Labrune, C., Grémare, A., Guizien, K., J.M., A., 2007. Long-term comparison of soft bottom macrobenthos in the Bay of Banyuls-sur-Mer (Northwestern Mediterranean Sea): A reappraisal. Journal of Sea Research 58, 125-143.

Labrune, C., Grémare, A., Amouroux, J.-M., Sardá, R., Gil, J., Taboada, S., 2008. Structure and diversity of shallow soft-bottom benthic macrofauna in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). Helgoland Marine Research 62, 201-214.

Pérès, J.M., Picard, J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume, Marseille, 31, fasc. 47, 5-137.

Salen-Picard, C., Bellan, G., Bellan-Santini, D., Arlhac, D., Marquet, R., 1997. Changements à long terme dans une communauté benthique d'un golfe méditerranéen (golfe de Fos). Oceanologica Acta 20, 299-310.

Salen-Picard, C., Arlhac, D., 2002. Long-term Changes in a Mediterranean Benthic Community: Relationships Between the Polychaete Assemblages and Hydrological Variations of the Rhône River. Estuaries 25, 1121-1130.

Salen-Picard, C., Arlhac, D., Alliot, E., 2003. Responses of a Mediterranean soft bottom community to short-term (1993-1996) hydrological changes in the Rhône River. Marine Environmental Research 55, 409-427.

4 Etude des substrats meubles : étude des gravelles à Amphioxus au large du Racou

ENVIRONNEMENT CANADA., 2002. Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime. Volume 2 : Manuel du praticien de terrain. Environnement Canada, Direction de la Protection de l'environnement, Région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels, 107p.

Fauvel P., 1927. Faune de France, 16. Polychètes Sédentaires. Paul Lechevalier (Ed.), Paris. 494p.

Guille A., 1969. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. Aspects qualitatif et quantitatif. Thèse de Doctorat de l'Université de Paris, 289p.

Licari M.L., Lenfant P., Amouroux J.M., Dupuy de la Grandrive GRANDRIVE R., Labrune C., Foulquié M., Rochel E., Bonhomme P., Cadiou G., 2004. Document d'objectifs site Natura 2000 « Posidonies de la Côte des Albères ». Phase I : Inventaire et analyse de l'existant, Volume 2 : Description et synthèse. Conseil Général des Pyrénées-Orientales, 107p.

Maillet V., 2008. Les Amphioxus, Branchiostoma lanceolatum, de la côte Vermeille. Ecologie et Populations. Compte rendu de stage Master Professionnel 2 « Milieux Aquatiques » à l'Université de Perpignan, 25p.

Monniot F., 1962. Recherches sur les graviers à Amphioxus de la région de Banyuls-sur-mer. Vie et Milieu, Volume 13, 231-322p.

Poss, S.G. & H.T. Boschung, 1996. Lancelets (Cephalochordata: Branchiostomatidae): How many species are valid? Isr. J. Zool 42 (Suppl):S13-S66

Sites Internet :
http://www.marinespecies.org
http://www.marbef.org/data/erms.php

5 Etude des substrats meubles : vasières

Blouet S., Dalias N., Dupuy de la Grandrive R, Foulquié M., Chéré E., Labrune C., 2009. La macrofaune benthique : Indicateur des modifications environnementales du site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde ». Mise en place d'un suivi à long terme. Contrat Direction Régionale de l'Environnement du Languedoc-Roussillon et ADENA. ADENA publ. Fr. :98 pages.

6 Etude des herbiers à magnoliophytes

Agostini S., Pergent G., Marchand B., 2003. Growth and primary production of Cymodocea nodosa in a coastal lagoon. Aquat. Bot., 76 : 185 - 193.

Ardizzone G.D., 1992. Cartografia bentonica con sistemi video controllati a distanza. Oebalia, Suppl., 17 : 441-452.

Augier H., 2007. Guide des fonds marins de Méditerranée, Les guides du naturaliste Delachaux et niestlé, 456 p.

Barbault R., Colwell R.K., Dias B., Hawksworth D.L., Hoston M., Laserre P., Stone D., Younes T., 1991. B. Conceptual framework and research issues for species diversity at the community level. In : Solbrig O.T. (ed.), From Genes to Ecosystems : a Research Agenda for Biodiversity, IUBS : 37 - 71.

Barbera C., Tuya F., Boyra A., Sanchez-Jerez P., Blanch I.,Haroun R.J., 2005. Spatial variation in the structural parameters of Cymodocea nodosa seagrass meadows in the Canary Islands: a multiscaled approach. Botanica Marina 48 (2005): 122–126.

Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Collection Patrimoines Naturels, 19, 246p.

Belsher T., Meinesz A., Lefevre J.R., Boudouresque C.F., 1988. Simulation of Spot satellite imagery for charting shallow water benthic communities in the Mediterranean. Marine Ecology, 9(2) : 157-165.

Benedito V., Torres J., Giner I.M., Esteban J.L., Capaccioni R., Garcia-Carrascosa A.M., 1990. Distribution and preliminary evaluation of the state of the Posidonia oceanica on the coast of the gulf of Valencia (Spain, Western Mediterranean). Rapp. Comm. int. Mer Médit., 32(1) : 8p.

Bianchi C.N., Peirano A., 1995. Atlante delle fanerogame marine della Liguria : Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa. ENEA, Centro Ricerce Ambiente Marino, La Spezia : 146p.

Bianchi C.N., Peirano A., 1995. Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica in Mar Ligure. Rapp. ENEA (Comitato nazionale per la Ricerca e per lo Sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative - Dipart. Protezione Ambientale e Salute dell'Uomo) a Snamprogetti per conto di Ministero Marina Mercantile : 372p.

Blanch I., Dattolo E., Procaccini G., Haroun R., 2006. Preliminary analysis of the influence of geographic distribution and depth on the genetic structure of Cymodocea nodosa meadows in the Canary Islands. In Gambi M.C., Borg J.A., Buia M.C., Di Carlo G., Pergent-Martini C., Pergent G., Procaccini G., 2006. Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop. Marsascala, Malta Biologia Marina Mediterranea, 13 (4) : 19-23.

Bonacorsi M., 2008. Contribution à la mise en place d'une banque de données géoréférencées sur le littoral de la Corse. Mém. Master Gestion Intégrée du Littoral et des Ecosystèmes. Univ. Corte, Fr. 25p.

Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica. Ouvrage réalisé dans le cadre de l'Accord RAMOGE entre la France, l'Italie et Monaco RAMOGE pub. : 202p.

Boudouresque C.F., Bernard G., Pergent G., Shili A., Verlaque M., 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. Botanica Marina 52 (5) : 395-418.

Boudouresque C.F., Meinesz A., Ledoyer M., Vitiello P., 1994. Les herbiers à phanérogames marines. In « Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives », Bellan-Santini D., Lacaze J. & C. Poizat, Muséum National d'Histoire Naturelle publ. : 98-118.

Boudouresque C.F., Meinesz A., Lefevre J.R., 1985. Cartographie des peuplements benthiques marins de Corse : I. La formation récifale à Posidonia oceanica de Saint-Florent. Ann. Inst. océanogr., 61(1) : 27-38.

Brito M.C., Martin D., 2004. Polychaetes associated to a Cymodocea nodosa meadow in the Canary Islands: assemblage structure, temporal variability and vertical distribution compared to other Mediterranean seagrass meadows. Marine Biology, 146(3) : 467-481.

Buia M.C., Mazzella L., 1991. Reproductive phenology of the Maditerranean seagrass Posidonia oceanica (L.) Delile, Cymodocea nodosa (Ucria) Aschers. and Zostera noltii Hornem. Aquat. Bot., 40 : 343 - 362.

Buia M.C., Mazzella L., Russo G.F., Scipione M.B., 1985. Observation on the distribution of Cymodocea nodosa (Ucria) Aschers. prairies around the island of Ischia (Gulf of Naples). Rapp. Commiss. internation. Explor. sci. Médit., 29(6) : 205 - 208.

Cabello-Pasini A., Lara-Turrent C., Zimmerman R.C., 2002. Effect of storms on photosynthesis, carbohydrate content and survival of eelgrass populations from a coastal lagoon and the adjacent open ocean. Aquat. Bot., 74: 149-164

Cabioc'h J., Floc'h J.Y., Le Toquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A., Verlaque M., 2006. Guide des algues des mers d'Europe. Delachaux et Niestlé ed. Paris, Fr : 272p.

Calvo S., Frada'Orestano C., Abbadessa P., 1993. The suitability of a topographical instrument for an integrated approach to the cartography of Posidonia oceanica meadows. Oceanologica acta, 16(3) : 273-278.

Canals M., Ballesteros E., 1997. Production of carbonate particles by phytobenthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea. Deep-Sea. Res. II, 44 : 611– 629.

Cancemi G., Buia M.C., Mazzella L., 2002. Structure and growth dynamics of Cymodocea nodosa meadows. Univ. Corte, Fr., International Marine Centre, Torregrande-Oristano, It., Lab. Di Ecologia del Benthos, Ischia, It. Sci. mar. 66(4) : 365 - 373.

Caye G., 1989. Sur la morphogénèse, le cycle végétatif et la reproduction de deux phanérogames marines de Méditerranée : Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile et Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson. Thèse habilitation, Univ. Nice : 229p.

Caye, G. Meinesz, A., 1985a. Observations on the vegetative development, flowering and seeding of Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson on the Mediterranean coasts of France. Aquat. Bot. 22: 277-289.

Caye G., Meinesz A., 1985b. Evaluation de la longévité des rhizomes de Cymodocea nodosa d'après les variations cycliques de la longueur des entre nœuds. Rapports et PV des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée, 29 (5) : 187 - 188.

Caye G., Meinesz A., 1986. Experimental study of seed germination in the seagrass Cymodocea nodosa. Aquatic Botany, 26 : 75 - 87.

Como S., Magni P., Baroli M., Casu D., Falco G., Floris A., 2008. Comparative analysis of macrofaunal species richness and composition in Posidonia oceanica, Cymodocea nodosa and leaf litter beds. Marine Biology 153 (6) : 1087-1101.

Cunha A.H., Duarte C.M., 2007. Biomass and leaf dynamics of Cymodocea nodosa in the Ria Formosa lagoon, South Portugal. Univ. do Algarve Faro, Portugal. Instituto Mediterraneo de Estudios Avanzados IMEDEA (CSIC-UIB), Iles Baleares, Espagne. Botanica Marina. 50(1) : 7p.

Dawes, C.J., Hanisak, D., Kenworthy, W.J., 1995. Seagrass biodiversity in the Indian River Lagoon. Bull. Mar. Sci. 57 (1), 59–66.

De Vaugelas J., Meinesz A., Bonnin A., Chiaverini D., Cottalorda J.M., 1995. Etude de faisabilité du Parc Marin International des Bouches de Bonifacio. Cartographie des fonds marins des criques les plus fréquentées par la plaisance (Corse-du-Sud). LEML-UNSA édit.: 41p.

Delgado O., Grau A., Pou S., Riera F., Massuti C., Zabala M., Ballesteros E., 1997. Seagrass regression caused by fish cultures in Fornells Bay (Menorca, Western Mediterranean). Oceanol. Acta, 20(3) : 557 - 563.

Delgado O., Ruiz J., Perez M., Romero J., Ballesteros E., 1999. Effects of fish farming on seagrass (Posidonia oceanica) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. Oceanol. Acta, 22(1) : 109 - 117.

Den Hartog C., 1970. The seagrass of the world. North Holland publ., Co, Amsterdam, Pays-Bas : 275p.

Denninson, W.C., Orth, R.J., Moore, K.A., Stevenson, J.C., Carter, V., Kollar, S., Bergstrom, P.W., Batiuk, R.A., 1993. Assessing water quality with submersed aquatic vegetation—habitat requirements as barometer of Chesapeake Bay health. Bioscience 43 (2), 86–94.

Drew E.A., 1978. Factors affecting photosynthesis and its seasonal variation in the seagrasses Cymodocea nodosa (Ucria) Aschers., and Posidonia oceanica (L.) Delile in the Mediterranean. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 31 : 173-194.

Duarte C.M., Sand-Jensen K., 1990. Seagrass colonization: biomass development and shoot demography in Cymodocea nodosa patches. Centro de Estudios Avanzados, Gerona, Es. Univ. of Copenhagen, Hillered, Dk. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol 67: 97-103.

Dupuy de la Grandrive R., Foulquié M., Blouet S., 2007 : Programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines en région languedoc-roussilon. Contrat CEN L-R-ADENA/DIREN L-R ; FR. 95P.

Fergusson R.L., Thayer G.W., Rice T.R., 1980. Marine primary producers. In: Functional adaptations of marine organisms. Academic Press publ.: 9-69.

Fernández Torquemada Y., Sánchez Lizaso J.L., 2006. Effects of salinity on growth and survival of Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson and Zostera noltii Hornemann. In Gambi M.C., Borg J.A., Buia M.C., Di Carlo G., Pergent-Martini C., Pergent G., Procaccini G., 2006. Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop. Marsascala, Malta Biologia Marina Mediterranea, 13 (4) : 46-47.

Hauxwell J., Cebrián J., Furlong C., Valiela I., 2001. Macroalgal canopies contribute to eelgrass (Zostera marina) decline in temperate estuarine ecosystems. Ecology, 82: 1007-1022.

Hemminga, M.A., Duarte C.M., 2000. Seagrass Ecology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.. 298p.

Hily C., Den Hartog 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, 28 : 140 – 143.

Hily C., Le Hir M. 2002. The use of sedimentary intertidal system as recreational hand fishing area and its impacts on eelgrass beds (Zostera marina). In West Brittany, France. Seminar « The Intertidal System ». Royal Irish Academy National Commitee for Biology, Dublin Ireland.

Koudil M., 1993. Cartographie biosédimentaire des petits fonds marins par imagerie SPOT en Méditerranée. Golfes de Calvi et de St Florent. Mém. DESS Télédétection. Ecole Nation. Sci. Géograph., Univ. Paris VI : 20p. + Ann.

Kuo J., & Den Hartog C., 2000. Seagrasses: A profile of a ecological group. *Biol. Mar. Medit.*, 7(2):3-17.

Larkum A., Orth W.D., Robert J., Duarte F., Carlos M. 2006. Seagrasses : Biology, Ecology and Conservation. Springer edit. 691p.

Longstaff B.J., Dennison W.C., 1999. Seagrass survival during pulsed turbidity events: the effects of light deprivation on the seagrasses Halodule pinifolia and Halodule ovalis. Aquat. Bot., 65: 105-121.

Malta E.J., Brun F.G., Vergara J.J., Hernández I., Pérez-Lloréns J.L., 2006. Recovery of Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson photosynthesis after a four-month dark period. Univ. Cádiz, Es. ; Univ. Do Algarve, Faro, Portugal ; Centre for Estuarine and marine Ecology, Yerseke, Nl. Sci. Mar. 10(3) : 413-422.

Marbà N., Cebrian J., Enriquez S., Duarte C.M., 1996. Growth patterns of Western Mediterranean seagrasses : species specific responses to seasonal forcing. Mar. Ecol. Prog. Ser., 133(1-3) : 203-215.

Marbà N., Duarte C.M., 1995. Coupling of seagrass (Cymodocea nodosa) patch dynamics to subaqueous dune migration. Centre d'Estudis Avançats de Blanes-C.S.I.C. Girona, Es. Journal of Ecology 1995, 83 : 381 – 389.

Mazzella L., 1990. Il ruolo dei sistemi a fanerogame marine nell'economia delle communità costiere ed i problemi causati dal distrubo antropico. In "Inquinamento ed ecosistemi acquatici", Atti Congresso Ordine Nazionale dei Biologi (ed. S. Dumontet & E. Landi) : 103-116.

Mazzella L., Scipione M.B., Gambi M.C., Buia M.C., Lorenti M., Zupo V., Cancemi G., 1993. The Mediterranean seagrasses Posidonia oceanica and Cymodocea nodosa. A comparative verview. MedCoast conference, Ozhan ed., 1 : 103-116.

McGlathery K.J., 2001. Macroalgal blooms contribute to the decline of seagrass in nutrient-enriched coastal waters. J. Phycol., 37 : 453 - 456.

Meinesz A., Belsher T., Boudouresque C.F., Lefevre J.R., 1991. Première évaluation des potentialités du satellite SPOT pour la cartographie des

peuplements benthiques superficiels de Méditerranée Occidentale. Oceanologica Acta, 14(3) : 299-307.

Meinesz A., Lefèvre J.R., 1978. Destruction de l'étage infralittoral des Alpes-Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations de rivage. Bull. Ecol. 9(3) : 259 - 276.

Molinier R., Picard J., 1952. Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 27(3) : 157-234.

Moore K.A., Wetzel R.L., Orth R.J., 1997. Seasonal pulses of turbidity and their relations to eelgrass (Zostera marina L.) survival in an estuary. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 215 : 115 - 134.

Mostafa H.M., 1996. Preliminary observations of the seagrass Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson in the Mediterranean waters of Alexandria, Egypt. Bull. Nat. Inst. of Oceanogr. And Fish., A. R. E. 22: 19–28.

Moussa M., Baccar L., Ben Khemis R., 2005. La lagune de Ghar El Melh: Diagnostic écologique et perspectives d'aménagement hydraulique. *Rev. Sci. Eau* 18/Spécial : 13-26.

Olivé I., García-Sánchez M.P., Vergara J.J., Pérez-Lloréns J.L., 2006. Annual photosynthetic characterization of the seagrass cymodocea nodosa along depth and within leaf gradients. Departamento de Biologia. Area de Ecologia. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cadiz. Poligono Rio San Pedro s/n. 11510. Puerto Real. Cadiz. (Spain). Biol. Mar. Medit., 13 (4) : 77 - 81.

Onuf C., 1996. Seagrass responses to long-term light reduction by brown tide in upper Laguna Madre, Texas: distribution and biomass patterns. Mar. Ecol. Progr. Ser., 138 : 219 - 231.

Paillard M., Gravez V., Clabaut P., Walker P., Blanc J.J., Boudouresque C.F., Belsher T., Urscheller F., Poydenot F., Sinnassamy J.M., Augris C., Peyronnet J.P., Kessler M., Augustin J.M., Le Drezen E., Prudhomme C., Raillard J.M., Pergent G., Hoareau A., Charbonnel E., 1993. Cartographie de l'herbier de Posidonie et des fonds marins environnants de Toulon à Hyères (Var-France). Reconnaissance par sonar latéral et photographie aérienne. Notice de présentation. IFREMER & GIS Posidonie publ.: 36p.

Peduzzi, P., Vukovic, A., 1990. Primary production of Cymodocea nodosa in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea): a comparison of methods. Mar. Ecol. Prog. Ser. 64, 197–207.

Peres J.M., 1961. Océanographie biologique et biologie marine. I. La vie benthique. Presses Universitaires de France, Paris, 541p.

Peres J.M., Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. Rec Trav. Stat. Mar. Endoume, 31(47) : 1-37.

Perez, M., 1989. Fanerogamas marinas en sistemas estuaricos: produccion, factores limitantes y algunos aspectos del ciclo de nutrientes. Ph.D. thesis, Univ. Barcelona, Es. 244p.

Pérez, M., Romero, J., 1994. Growth dynamics, production, and nutrient status of the seagrass Cymodocea nodosa in a Mediterranean semi-estuarine environment. Mar. Ecol. P.S.Z.N.I. 15 (1), 51–64.

Pergent G., Mendez S., Pergent-Martini C., Pasqualini V., 1999. Preliminary data on the impact of fish farming facilities on Posidonia oceanica meadows in the Mediterranean. Oceanol. Acta 22(1): 95-107.

Pergent-Martini C., 1994. Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à Posidonia oceanica, avant et après la mise en service d'une station d'épuration. Ph.D. Thesis, Univ. Corse, Fr. 208p.

Pergent-Martini C., Le Ravallec C., 2007. Lignes directrices pour les études d'impacts sur les herbiers marins. Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Plan d'Action Méditerranéen. Centre d'Activités Régional pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP). Tunis, Tunisie : 45p + ann.

Pergent-Martini C., Pergent G., 1995. Lepidochronological analysis in the Mediterranenan seagrass Posidonia oceanica : state of the art and future developments. Oceanol. Acta. 17(6) : 673-681.

Pergent-Martini, C., Fernandez, C., Pasqualini, V., Pergent, G., 1993. Etude de faisabilité d'un mouillage organisé dans le port-abri de Girolata - Approche environnementale. Contrat BCEOM/GIS Posidonie. 73p + Ann.

Phillips, R.C., 1984. The ecology of eelgrass meadows in the Pacific Northwest: a community profile. FWS/OBS-84/24, US Fish and Wildlife Service, 85p.

PNUE PAM CAR/ASP, 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G., Bellan - Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G. eds., CAR/ASP publ., Tunis : 199p.

Polifrone M., Rosell-Fieschi M., Abelardo-González M., 2006. A comparative study of the structure of Cymodocea nodosa (ucria) ascherson meadows in Canary Islands (Spain, Atlantic ocean). In Gambi M.C., Borg J.A., Buia M.C., Di Carlo G., Pergent-Martini C., Pergent G., Procaccini G., 2006. Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop. Marsascala, Malta Biologia Marina Mediterranea, 13 (4) : 82-84.

Relini G., 2000. Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. Biol. Mar. Medit., 7(3) : 173-211.

Reyes, J., 1993. Estudio de las praderas marinas de Cymodocea nodosa (Cymodoceaceae, Magnoliophyta) y su comunidad de epıfitos, en El Medano (Tenerife, Islas Canarias). Tesis Doctoral, University of La Laguna. 424 p.

Reyes J., Sansôn M., Afonso-Carrillo J., 1995. Distribution and reproductive phenology of seagrass Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. Aquat. Bot., 50 : 171-180.

Rismondo, A., Curiel, D., Marzocchi, M., Scattolin, M., 1997. Seasonal pattern of Cymodocea nodosa biomass and production in the lagoon of Venice. Aquat. Bot. 58, 55–64.

Rueda J.L., Marina P., Urra J., Salas C., Gofas S., 2010. Herbivory and ecology of the gastropod Smaragdia viridis on mediterranean seagrasses, with special emphasis on Zostera marina and Cymodocea nodosa. Centro Oceanográfico de Málaga, Málaga, Spain. in Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, Yasmine-Hammamet, Tun. 211 – 212.

Ruiz-Fernandez J.M., 2000. Respuesta de la Fanerógama marina Posidonia oceanica (L.) Delile a perturbaciones antrópicas. Mem. Doct. Biol., Univ. Murcia, Spain: 212 p.

Ruiz J.M. & Romero J., 2001. Effets of in situ experimental shading on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. Marine Ecology Progress Series, 215: 107-120.

Ruiz J.M. & Romero J. 2003. Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. Marine Pollution Bulletin, 46: 1523-1533.

Sandoval-Gil J.M., Marín-Guirao L., Bernardeau-Esteller J., Ruiz J.M., Sánchez-Lizaso J.L., 2010. Effect of hypersaline stress on photosynthesis, growth and survival of the mediterranean seagrasses Posidonia oceanica and Cymodocea nodosa. Instituto Español de Oceanografía. Murcia. Spain. in Gambi M.C., Borg J.A., Buia M.C., Di Carlo G., Pergent-Martini C., Pergent G., Procaccini G., 2006. Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, Yasmine-Hammamet, Tun. 217 – 218.

Sghaier Y.R., Zakhama-Sraieb R., Charfi-Cheikhrouha F., 2010. A seasonal pattern of biomass and growth of Cymodocea nodosa in the Ghar el Melh lagoon in response to lagoon condition. Univ. Tunis, Tunisie. in Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, Yasmine-Hammamet, Tun. 129 – 134.

Short F.T., Burdick D.M., Kaldy J.E., 1995. Mesocosm experiments quantify the effects of eutrophication on eelgrass, Zostera marina. Limnol. Oceanogr., 40 : 740 - 749.

Short FT., Wyllie-Echeverria S., 1996. Natural and human induced disturbance of seagrasses. Environ Conserv., 23 : 17 – 27.

Terrados, J., Ros J.D., 1992. Growth and primary production of Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson in a Mediterranean coastal lagoon: The Mar Menor (SE Spain). Aquat. Bot., 43: 63-74.

Tomlinson P. B., 1974. Vegetative morphology and meristem dependence – the foundation of productivity in seagrasses. *Aquaculture* 4: 107-130.

Van Lent F., Nienhuis P.H., Verschuure J.M., 1991. Production and biomass of the seagrass Zostera noltii Hornem. andCymodocea nodosa (Ucria) Ascherson at the Banc d9Arguin (Mauritania, NW Africa): a preliminary approach. Aquat. Bot. 41: 353–367.

Verdiell-Cubedo D., Oliva-Paterna F.J., Torralva-Forero M., 2007. Fish assemblages associated with Cymodocea nodosa and Caulerpa prolifera meadows in the shallow areas of the Mar Menor coastal lagoon. Univ. Murcia, Es. Limnetica, 26 (2): 341-350.

Vermaat, J.E., Beijer, J.A.J., Gijlstra, R., Hootsmans, M.J.M., Philippart, C.J.M., van der Brink,N.W., vanVierssen, W., 1993. Leaf dynamics and standing stocks of intertidal Zostera noltii Horneman and Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson on the Banc d'Arguin (Mauritania). Hydrobiologia 258, 59–72.

Warwick, R.M., Clarke, K.R., 1996. Relationships between body-size, species abundance and diversity in marine benthic assemblages: facts or artefacts? J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 202 (1), 63–71.

7 Etude des substrats durs et structures artificielles : habitat « Récif » (1170)

Aloisi J.C., 1986. Sur un modèle de sédimentation deltaïque: contribution à la connaissance des marges passives. Doctorat Thesis, Université de Perpignan, 162p.

Athanasiadis A., 1997. North Aegean marine algae. IV. Womersleyella setacea (Hollenberg) R. E. Norris (Rhodophyta, Ceramiales). *Botanica Marina*, 40: 473-476.

Augier H., 2007. Guide des fonds marins de Méditerranée, Les guides du naturaliste Delachaux et niestlé, 456p.

Augris C. et MEAR Y. 1993. Carte des formations superficielles sous-marines entre Port-Barcarès et Saint-Cyprien (Pyrénées Orientales). Echelle 1/20 000. Ed. IFREMER - Région Languedoc-Roussillon.

Ballesteros E., 2003. Le Coralligène en Méditerranée: définition de la biocénose Coralligène, de ses principaux "constructeurs", de sa richesse et de son rôle en écologie benthique, et analyse des principales menaces. Tunisie: Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Biodiversité dans la Région Méditerranéenne. CAR/ASP. 1-81.

Barker N. H. L. & Roberts C. M., 2004. Scuba diver behavior and the management of diving impacts on coral reefs. Biol. Conserv. 120, 481-489.

Bauchot M.L., Pras A., 1980. Guide des poissons marins d'Europe. Delachaux & Niestlé, éd., Lausanne : 427p.

Bayle-Sempere J.T., Ramos-Espla A.A., Garcia-Charton J.A. 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the marine reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) : 824-835.

Bell J. D., 1983. Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky fish assemblage in the North-Western Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ecology*, 20: 357-369.

Ben Mustapha K. & El Abed A., 2001. Données nouvelles sur des elements du macro benthos marin de Tunisie. *In Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, 36 : 358p.

Blouet S., Foulquie M. et Dupuy De La Grandrive R., 2006. Restauration naturelle des populations de gorgones blanches Eunicella singularis (Esper, 1794) après installation d'ancrages écologiques Harmony, sur le site de plongée des Tables. Site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde » Défi territorial marin ELGA (Cap d'Agde – Hérault - France). 1-48.

Blouet S., Dupuy de la Grandrive R., Foulquié M., 2008. Plan de gestion de la zone marine agathoise. Phase I : Etat des connaissances et éléments de diagnostics. Défi Territorial marin ELGA, Agence de l'Eau RM&C et Région Languedoc-Roussillon, ADENA, Fr : 1-176.

Blouet S., Chéré E., Dupuy de la Grandrive R., Foulquié M., 2011a. Suivi à long terme des bio-concrétions de type coralligéne. Site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde » FR-9101414. ADENA publ. Fr. : 59p.

Blouet S., Chéré E., Dupuy de la Grandrive R., Foulquié M., 2011b. Restauration naturelle des populations de gorgones blanches Eunicella singularis (Esper, 1794) après installation d'ancrages écologiques Harmony, sur le site de plongée des Tables. Site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde » FR-9101414. ADENA publ. Fr. : 52p.

Bonhomme P., Dalias N., Lenfant P. & Cadiou G, 2006. Mise en place d'un protocole de suivi de la zone de mouillages organisée du Cap l'Abeille dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Fr. : 1- 50.

Bortone S.A., Kimmel J.J. & Bundrick C.M. 1989., A comparaison of three methods for visually assesing reef fish communities : time and area compensated. Northeast Gulf Science,10 : 85-96.

Calvisi G; Pais M; Floris A., 2003. An evaluation method for the scuba diving impact in a marine park of Sardinia. Biologia marina mediterranea. Biol. Mar. Mediterr.. Vol. 10, n°. 2, pt. 1, pp. 503-505.

Capo S., 1998. Evaluation des bryozoaires comme bioindicateurs. Rapport de DEA, Université Aix-Marseille, 38p.

Charbonnel E. & Francour P. 1994. Etude de l'ichtyofaune des récifs artificiels du Parc Régional Marin de la Côte Bleue en 1993. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 66p.

Contini A. & Donato A., 1973. Sul ciclo biologico riproduttivo del Teleosteo Chromis chromis L. Mern. Biol. Mar. Oceanogr., 3 : 173-184.

Créocéan, 2007. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Campagne 2007. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-59.

Créocéan, 2008. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls / Campagne 2008 – Deuxième année. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-68.

Créocéan, 2010a. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls / Campagne 2009 – Troisième année. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-75.

Créocéan, 2010b. Suivi des communautés benthiques des substrats durs dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls / Campagne 2010 – Quatrième année. Conseil Général des Pyrénées-Orientales. 1-67.

Dalias N., Astruch P., Antonioli P.A., Foulquié M., 2010. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2009. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. : 104p.

Dalias N., Astruch P., Antonioli P.A., Foulquié M., Tessier A., 2011. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2010. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. : 107p.

Dalias N., Astruch P., Fourt M., Saragoni G., Bonhomme D., 2009. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2008. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. : 95p.

Dalias N., Astruch P., Ruitton S., Donato M., Lerouvreur F., Bonhomme D., Crech'riou R., 2008. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2007. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & SEANEO - GIS Posidonie. SEANEO - GIS Posidonie publ. Fr. :76p.

Dulcic J. & Kraljevic M., 1994. Age, growth and mortality of damselfih (Chromis chromis L.) in the eastern middle Adriatic. Fisheries Research., 22: 255-264.

Dupuy de la Grandrive R., Foulquié M., Blouet S., 2007. Programme d'actualisation et de modernisation des ZNIEFF marines en région languedoc-roussilon. Contrat CEN L-R-ADENA/DIREN L-R ; FR. 95p.

Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerrannée et Mer Noire, zone de pêche 37, Vol. I et II. FAO / CEE / ONUAA, Projet CGP / INT / 422 / EEC : 1527p.

Foulquié M., Blouet S., Dupuy de la Grandrive R., 2008. Document d'objectif du site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde ». Objectifs de développement durable. ADENA. 86 p.

Francour P. & Koukouras A., 2000. Methods for studying the impact of diver frequentation and mooring on coralligenous communities. In Introductory guide to methods for selected ecological studies in marine reserves. Goñi R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Direach L. & Bernard G. edit., GIS Posidonie publ., Fr.: 69-74.

García-Charton J.A., Herrero A., Esparza O., Espejo C., Pérez-Ruzafa A. et Marcos C. 2003. Estudios de seguimiento de la Reserva Marina de Cabo de Palos - Islas Hormigas. Rapport UMU - CARM. 1-194.

García-Charton J.A., Herrero A., Esparza O., Espejo C., Pérez-Ruzafa A. et Marcos C., 2005. Estudios de seguimiento de la Reserva Marina de Cabo de Palos - Islas Hormigas. Rapport UMU - CARM. 1-185.

Garcia-Rubies A. & Zabala M., 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblage of Medes islands marine reserve. *Scientia Marina,* 54: 317-328.

Garrabou J., Sala E., Arcas A. et Zabala M., 1998. The impact of diving on rocky sublittoral communities : a case study of a bryozoan population. Conservation Biology 12 : 302-312.

Harmalin J. G. & Hong J. S., 1979. Données preliminaries sur le peuplement d'un fond de concrétionnement soumis à un gradient de pollution. Rapport Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la mer Méditerranée, 25/26 (4) :175-177.

Harmelin J. G., 1980. Etablissement des communautés de substrats durs en milieu obscure. Résultats préliminaires d'une expérience à long terme en Méditerranée. *Mém. Biol. Océanogr.*, suppl. 10: 29-52.

Harmelin J. G., Bouchon C., Hong J. S., 1981. Impact de la pollution sur la distribution des Echinodermes des substrats durs en Provence (Méditerranée Nord-Occidentale). Thétys 10 (1) :13-36.

Harmelin J.G, Bachet F., Garcia F., 1995. Mediterranean Marine Reserves: Fish indices as tests of protection efficiency. Marine Ecology, 16(3): 233-250.

Harmelin J. G. & Marinopoulos J., 1994. Population structure and spatial mortality of the gorgonian Paramuricea clavata (Risso) in the north-western Mediterranean (France, Port-Cros Island). Marine life. 4: 5-13.

Harmelin-Vivien M. & Harmelin J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichtyologique. Trav.sci.Parc nation. Port-Cros 1 :47-52.

Harmelin-Vivien M., Harmelin J.G, Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejaune P., Barnabe G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J., Lasserre G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : problèmes et méthode. Rev. Ecol. (Terre Vie). Fr.40: 467-539.

Hong J. S., 1980. Etude faunistique d'un fond de concrétionnement de type Coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée Nord-occidentale (Golf de Fos). Thèse Doctorat. Université d'Aix-Marseille II. 134 PP.

Laborel, J., 1960. Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. Recueil Travaux Station Marine Endoume, 33(20): 117-174.

Laborel, J. 1961. Le concretionnement algal "Coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. Recueil Travaux Station Marine d'Endoume, 23: 37-60.

Le Fur F., Maison E., Ragot P., Abellard O. 2009. Les habitats et les espèces Natura 2000 en mer. TOME 2. Agence des Aires Marines Protégées, publ. : 120p.

Lenfant P., Le Guilloux E., Médioni E., Planes S., Romans P., Licari M.L. et Binche J.L. 2001. Plan de gestion de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, Section A : Approche descriptive et analytique de la Réserve Naturelle. Rapport EPHE – Conseil Général des Pyrénées Orientales, 117p + 4 annexes.

Lenfant P., Dalias N., Pastor J., Saragoni G. 2008. Suivi temporel du peuplement ichtyque au sein et à proximité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2007. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRSEPHE- UPVD. Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS-EPHEUPVD publ. Fr. :42p.

Licari M.L., Lenfant P., Amouroux J.M., Dupuy de la Grandrive R., Labrune C., Foulquié M., Rochel E., Bonhomme P., et Cadiou G., 2004. Document d'objectif site Natura 2000 « Posidonies de la Côte des Albères » Phase I : Inventaire et analyse de l'existant ; Volume 2 : Description et Synthèse ; CG des Pyrénées-Orientales, 107p

Luna-Pérez B., Valle C., Vega Fernandez T., Sanchez-Lazaso J. L., Ramos-Espla A. A., 2010. *Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767) as an indicator of SCUBA diving impact. *Ecological Indicators* 10.: 1017-1024.

Munro L. & Munro C., 2003. East Tennants reef seafan population dynamics study. Progress report: November 2003.

Ody D. & Harmelin J., 1994. Influence de l'architecture et de la localisation des récfis artificiels sur leurs peuplements de poissons en Méditerranée . *Cybium* 18,: 57-70.

Peres J.M., 1961. Océanographie biologique et biologie marine. I. La vie benthique. Presses Universitaires de France, Paris, 541p.

Peres J.M., Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. Rec Trav. Stat. Mar. Endoume, 31(47) : 1-37.

Perez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.G., Francour P. & Vacelet J., 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins : un évènement sans précédent en Méditerranée Nord-occidentale. C. R Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life sciences, 323: 853-865.

PNUE PAM CAR/ASP, 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G., Bellan - Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G. eds., CAR/ASP publ., Tunis : 199p.

Potts T. A. & Hulbert A. W., 1994. Structural influence of artificial and natural habitats on fish aggragations in Onslow Bay, North Carolina. *Bulletin of Marine Science* 55, 609-622.

Relini G., 2000. Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. Biol. Mar. Medit., 7(3) : 173-211.

Romano J. C., Bensoussan N., Younes W. A. N., Arjhac D., 2000. Anomalies thermiques dans les eaux du Golfe de Marseille Durant l'été 1999. Une explication partielle de la mortalité des invertébrés fixés. Compte Rendus Académie des Sciences Série III, *Life Science* 323 : 853-865.

Ros J. D., Romero J., Ballesteros E. et Gili J.M., 1985. Diving in blue water. The benthos. In R. Margalef, editor. Western Mediterranean. Pergamon Press, Oxford, United Kingdom, pages 233-295.

Rosell D., Uriz M. J., Martin D., 1999. Infestation by excavating sponges on the oyster (Ostrea edulis) populations of the Blanes littoral zone (Northwestern Mediteranean Sea). Journal Marine Biological Association United Kingdom, 79: 409-413.

Sala E., Garrabou J. et Zabala M., 1996. Effects of diver fequentation on Mediterranean sublittoral populations of the Bryozoan Pentapora fascialis. Marine Biology 126 : 451-459.

Sarà M., 1968. Un coralligeno di piattaforma (Coralligène de plateau) lungo il littorale pugliese. Archiv. Oceanogr. Limnol., 15 (suppl.): 139-150.

Sarà M., 1969. Research on coralligenous formation: problems and perspectives. Pubblicazione Stazione Zoologiche di Napoli, 37: 124-134.

Sartoretto S., 1996. Vitesse de croissance et bioérosion des concrétionnements « Coralligènes » de Méditerranée Nord-occidentale. Rapport avec les variations Holocènes du niveau marin. Thèse Doctorat d'Ecologie, Université d'Aix-Marseille, II. 194p.

Sartoretto S., 2002. Le Réseau de Surveillance Gorgones en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : Deuxième campagne de mesure et recommandations. Conseil Régional PACA/Agence de l'Eau RMC/DIREN PACA/Conseil général 13/Conseil général 83/Conseil général 06/Ville de Marseille/GIS Posidonie/Centre d'Océanologie de Marseille. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 81p.

Skoufas G. & Poulicek M., 2001. Mortalité massive d'Eunicella singularis (Anthozoa, Gorgonacea) au Nord de la Mer Egée (Golfe de Kavala, Grèce). Rapp. Comm. int. Mer Medit., 36: 418p.

Uriz M. J., Rosell D., Martin D., 1992. The sponge population of the Cabrera Archipelago (Balearic island): Characteristic, distribution, and abundance of the most representative species. P. S. Z. N. I: Marine Ecology, 13:101-117.

Weinberg S., 1978. Mediterranean octocorallian communities and the abiotic environment. Marine Biology, 49 : 41-57.

Weinberg S., 1975. Ecologie des Octocoralliaires communs du substrat dur dans la région de Banyuls-sur-mer – Essai d'une méthode. Bijdragen tot de dierkunde, 45 (1) : 50-70.

Weinberg S., 1993. Découvrir la Méditerranée. Editions Nathan. 1-351.

Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E., 1986. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Vols. I, II and III : 173p.

Zabala M., 1986. Fauna del briozous dels Països Catalans. Arxius de la Seccio del Ciences IXXXIV. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.

Zakai D. & Chadwick-Furman N. E., 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biol. Conserv*. 105, : 179-187.

8 Etude des substrats durs et structures artificielles : épaves

Ageorges C., 2007. Caractérisation de la pêche de loisir pratiquée du bord, le long de la côte sableuse catalane. Mémoire de Master 2, Université Paris VI, Paris, 30p.

Allemand D., Debernardi E., Seaman Jr. W., 2000. Artificial reefs in the Principality of Monaco: protection and enhancement of coastal zones. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 9: 151–166.

Amanieu M. & Lassère G., 1982. Organisation et évolution des peuplements lagunaires. Oceanologica Acta, Special Number, Sept., 201–213.

Anonyme, 2003. State of Florida artificial reef strategic plan. Florida Fish and Wildlife Commission. Division of Marine Fisheries, 15p.

Barnabé G., Charbonnel E., Marinaro J. Y., Odi D., Francour P., 2000. Artificial reefs in France: analysis, assesments and prospects. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 10: 167–184.

Bauchot M.L. & Pras A., 1980. Guide des poissons marins d'Europe. Delachaux & Niestlé, éd., Lausanne : 1-427.

Bayle-Sempere J. T., 1999. Ictiofauna de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante, Sudeste Ibérico): evaluación de las medidas de protección. PhD Thesis, University of Alicante (Spain).

Bayle-Sempere J.T., Ramos-Espla A.A., Garcia-Charton J.A., 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the marine reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) : 824-835.

Blouet S., Chéré E., Dupuy de la Grandrive R., Foulquié M., Dalias N., Lenfant P., Jouandon N., 2010. Suivi scientifique des récifs artificiels au large de la commune d'Agde, avant et après immersion (Année 1). Mairie d'Agde & ADENA. ADENA publ. Fr. : 180p.

Bohnsack J.A., Harper D.E., McClellan D.B., Hulsbeck M., 1994. Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off Southeastern Florida, U.S.A. Bulletin of Marine Science 55, 796-823.

Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Sperenza S., 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic sea. Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) : 559-580.

Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., 2000. Artificial reefs in the Adriatic Sea. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 3: 31– 64.

Bortone S. A., van Tassell J., Brito A., Falcon J. M., Mena J., Brundrick C. M., 1994. Enhancement of the nearshore fish assemblage in the Canary Islands with artificial habitats. Bulletin of Marine Science 55(2–3): 602–608.

Brevan W., Maier R.A., Helson H., 1963. The influence of context upon the estimation of number. Am. J. Psychol., 76 : 464-469.

Brock V.E., 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. J. Wildl. Mgmt., 18 (3) : 297-308.

CEPRALMAR, 2008. Bilan des immersions de récifs artificiels en Languedoc-Roussillon. 65p.

Charbonnel E. & Francour P., 1994. Etude de l'ichtyofaune des récifs artificiels du Parc Régional Marin de la Côte Bleue en 1993. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-66.

Charbonnel E., Francour P., Harmelin J.G., Ody D., 1995. Les problèmes d'échantillonnage et de recensement du peuplement ichtyologique dans les récifs artificiels. Biol. Mar. Med., 2 (1) : 85-90.

Charbonnel E., Francour P., Harmelin J.G., 1997. Finfish population assessment techniques on artificial reefs : a review in the European Union. European Artificial Reef Research, A.C. Jensen edit. Proceedings of the first EARRN conference, Ancona, Italy : 261-275.

Charbonnel E., Ruitton S., Bachet F., Maisonneuve De L., Daniel B., Geoffray C., 2001. Les peuplements de poissons des récifs artificiels du Parc Marin de la Côte Bleue. Suivi 2000 et évolution à moyen et long terme. Contrat Parc Marin de la Côte Bleue & GIS Posidonie publ. Fr. : 1-92.

Charbonnel E., Serre C., Ruitton S., Harmelin J.-G., Jensen A., 2002. Effects of increase habitat complexity on fish assemblages associated with large artificial

reef units (French Mediterranean coast). ICES Journal of Marine Science 59, S208-S213.

Claudet J., 2006. Aires Marines Protégées et récifs artificiels : Méthodes d'évaluation, protocoles expérimentaux et indicateurs. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Perpignan ett de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Discipline : Océanologie. Université de Perpignan, Ecole Doctorale – Biologie, Environnement et Sciences pour l'Ingénieur. 266p.

Collart D. & Charbonnel E., 1998. Impact des récifs artificiels de Marseillan et d'Agde sur le milieu marin et la pêche professionnelle. Bilan du suivi 1996 / 1997. Contrat Conseil Régional Languedoc-Roussillon & Conseil Général de l'Hérault. CEGEL & GIS Posidonie publ., Fr. : 1-168.

Dalias N., Blouet S., Foulquié M., Dupuy de la Grandrive R., Lenfant P., 2008. Suivi scientifique des récifs artificiels de Valras-Plage / Année 1 - 2008. Contrat Mairie de Valras-Plage & SEANEO – ADENA - Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS - EPHE - UPVD. SEANEO publ. Fr. : 100p.

Dalias N., Blouet S., Foulquié M., Dupuy de la Grandrive R., Lenfant P., 2009. Suivi scientifique des récifs artificiels de Valras-Plage / Année 2 - 2009. Contrat Mairie de Valras-Plage & SEANEO – ADENA - Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS - EPHE - UPVD. SEANEO publ. Fr. : 111p.

Dalias N., Blouet S., Foulquié M., Dupuy de la Grandrive R., Lenfant P., 2010. Suivi scientifique des récifs artificiels de Valras-Plage / Année 3 - 2010. Contrat Mairie de Valras-Plage & SEANEO – ADENA - Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS - EPHE - UPVD. SEANEO publ. Fr. : 102p.

Dalias N., Blouet S., Foulquié M., Tessier A., Dupuy de la Grandrive R., Lenfant P., 2011. Suivi scientifique des récifs artificiels de Valras-Plage / Année 4 - 2011. Contrat Mairie de Valras-Plage & SEANEO – ADENA - CEntre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens UMR 5110 CNRS-UPVD-CEFREM. SEANEO publ. Fr. : 111p.

Dalias N., Lenfant P., Astruch P., Pastor J., 2006a. Suivi des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Rapport Préliminaire Automne 2005. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr : 1 – 13.

Dalias N., Lenfant P., Saenz P., Astruch P., Pastor J., 2006b. Suivi des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Automne 2005 – Hiver 2006. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr : 1 – 79.

D'Anna G., Badalamenti F., Gristina M. et Pipitone C., 1994. Influence of artificial reefs on coastal nekton assemblages of the Gulf of Castellammare (Northwest Sicily). Bulletin of Marine Science 55(2–3): 418–433.

D'Anna G., Giacalone V.M., Badalementi F., Pipitone C., 2004. Releasing of hatchery-reared juveniles of the white seabream Diplodus sargus (L., 1758) in the Gulf of Castellammare artificial reef area (NW Sicily). Aquaculture 233 : 251–268.

Ditton R.B., R. O.H., Baker T.L., Thailing C.E., 2002. Demographics, attitudes, and reef management preferences of sport divers in offshore Texas waters. ICES Journal of Marine Science 59, S186-S191.

Duclerc J. & Bertrand J., 1993. Variabilité spatiale et temporelle d'une pêcherie au filet dans le Golfe du Lion. Essai d'évaluation de l'impact d'un récif artificiel. Rapport interne de la DRV de l'IFREMER, 93.003/RH-SETE : 1-42.

Duval-Mellon C., 1987. Impact halieutique des récifs artificiels du Languedoc-Roussillon. Rapp. IFREMER, DRV, 87.016/RH/Sète : 1-96.

Fabi G. & Fiorentini L., 1994. Comparison between an artificial reef and a control site in the Adriatic sea : analysis of four years of monitoring. Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) : 538-558.

Fabi G. & Sala. A., 2002. An assessment of biomass and diel activity of fish at an artificial reef (Adriatic sea) using a stationary hydroacoustic technique. ICES Journal of Marine Science, 59: 411–420.

Fang L.-S., 1992. A theoretical approach of estimating the productivity of artificial reef. Acta Zoologica Taiwanica 3, 5-10.

Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerrannée et Mer Noire, zone de pêche 37, Vol. I et II. FAO / CEE / ONUAA, Projet CGP / INT / 422 / EEC : 1-1527.

Francour P., 1990. Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le Parc national de Port-Cros. Analyse des compartiments matte, litière, faune vagile, échinodermes et poissons. Doct. Univ., P.M. Curie, Paris : 1-373.

Frontier S. & Viale D., 1977. Utilisation d'une cotation d'abondance mise au point en Planctonologie pour l'évaluation des Cétacés en mer. J. Rech. Océanogr., 2 (4) : 15-22.

Garcia-Charton J.A., Perez-Ruzula A., 1998. Correlation between habitat structure and a rocky reef fish assemblage in SW Mediterranean. PSZNI: Marine Ecology, 19(2):111-128.

Garcia-Rubies A. & Mac Pherson E., 1995. Substrate use and temporal patterne of recruitement in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. Mar. Biol., 124 : 35-42

Goni R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Direac'h L., 2000. Introductory guide to methods for selected ecological studies in marine reserves. G. Bernard edit., Gis Posidonies publ., Fr.: 112p.

Harmelin J.G., 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc National de Port-Cros, France). P.S.Z.N.I Mar. Ecol., 8 (3) : 263-284.

Harmelin -Vivien M. et Harmelin J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation *in situ* de la faune ichtyologique. Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros, 1 : 47-52.

Harmelin -Vivien M., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabe G., Blanc F., Chavalier R., Duclerc J., Lassere G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : problèmes et méthodes. Rev. Ecol. (Terre Vie), 40 : 467-539.

Harmelin -Vivien M. & Francour P., 1992. Trawling or visual censuses ? Methodological bias in the assessment of fish populations in seagrass beds. P.S.Z.N.I. Mar. Ecol., 13 (1) : 41-51.

Haroun R. & Herrera R., 2000. Artificial reefs of the Canary Islands. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 14: 235–248.

Jensen A. & Collins K., 1995. Artificial reef research in the European Union : a review. Proc. ECOSET'95 Conference, Japan (2) : 824-829.

Jensen A., Collins K. & Smith P., 2000. The Pool Bay artificial reef project. In Jensen, A. C., K. J. Collins&A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 16: 263–288.

Lenfant P., Dalias N., Pastor J., Larenie L., Astruch P., 2007. Suivi des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Année 2 : Eté 2006 – Automne 2006. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr : 1 – 68.

Lenfant P., Saragoni G., Dalias N., Pastor J., Gabaud S., Auger T., 2008a. Suivi scientifique des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Année 3 : Eté 2007 – Hiver 2007. Contrat SIVOM de Leucate et Le Barcarès & EPHE, Fr, 73p.

Lenfant P., Dalias N., Pastor J., Saragoni G., 2008b. Suivi temporel du peuplement ichtyque au sein et à proximité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls – Année 2007. Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales & Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD. Laboratoire Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens UMR 5244 CNRS-EPHE-UPVD publ. Fr. :42p.

Marinaro J.Y., 1995. Artificial reefs in the French Mediterranean : a critical assessment of previous experiments and a proposition in favour of a new reef-planning policy. Biol. Mar. Med., 2 (1) : 65-76.

Monteiro C. C.& Santos M. N., 2000. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P.M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 15: 249–262.

Moreno I., 2000. Artificial reef programme in the Balearic Islands: Western Mediterranean Sea. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 13: 219–234.

Murray J.D., & Betz C.J., 1994. User views of artificial reef management in the southern U.S. Bulletin of Marine Science 55, 970-981.

Murray S.N., Ambrose R.F., Bohnsack J.A., Botsford L.W., Carr M.H., Davis G.E., Dayton P.K., Gotshall D., Gunderson D.R., Hixon M.A., Lubchenco J., Mangel M., MacCall A., McArdle D.A., 1999. No-take reserve networks: sustaining fishery populations and marine ecosystems. Fisheries 24, 11-25.

Nakamura M., 1985. Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. Bulletin of Marine Science 37, 271-278.

Neves-Santos M., 1997. Ichthyofauna of the artificial reefs of the Algarve coast (Portugal). Exploitation strategies and management of local fisheries. Thèse Doctorat sciences de la mer, Université de l'Algarve, Portugal : 1-268.

Ody D., 1990. Les récifs artificiels en France. Bilan ;analyse ;perspectives. Bull. Soc. Zool. Fr., 114 (4) : 49-55.

Ody D. & Harmelin J.G., 1994. Influence de l'architecture et de la localisation de récifs artificiels sur leurs peuplements de poissons en Méditerranée. Cybium, 18 (1) : 57-70.

Pary B., 2004. Récifs artificiels en Languedoc-Roussillon : des outils originaux d'aménagement de la bande côtière. CEPRALMAR, 13p.

Perkol-Finkel S. & Benayahu Y., 2004. Community structure of stony and soft corals on vertical unplanned artificial reefs in Eilat (Red Sea): comparison to natural reefs. Coral Reefs 23, 195-205.

Polovina J.J., 1991. Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats. In Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries, 153-176.

Pondela D. J., Stephens Jr. J. S., Craig M. T., 2002. Fish production of a temperate artificial reef based on the density of embiotocids (Teleotei: Perciformes). ICES Journal of Marine Science 59: S88–S93.

Potts T.A., Hulbert A.W., 1994. Structural influences of artificial and natural habitats on fish aggregations in Onslow Bay, North Carolina. Bulletin of Marine Science 55, 609-622.

Relini G., 2000. The Loano artificial reef. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 8: 129–150.

Relini G., Relini M., Torchia G., De Angelis G., 2002a. Trophic relationships between fishes and an artificial reef. ICES Journal of Marine Science 59, S36-S42.

Relini G., Relini M., Torchia G., Palandri G., 2002b. Ten years of censuses of fish fauna on the Loano artificial reef. ICES Journal of Marine Science 59, S132-S137.

Revenga S., Fernandéz F., Gonzalez J. L., Santaella E., 2000. Artificial reefs in Spain: the regulatory framework. In Jensen, A. C., K. J. Collins & A. P. M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 11: 185–194.

Ruitton S., Le Direac'h L., Charbonnel E., 2004. Evaluation du peuplement de l'épave "La Barge aux Congres" du Parc National de Port-Cros. Sci. Rep. Port-Cros natl. Park, Fr., 20 : 211-230.

Samples K.C. & Sproul J. T., 1985. Fish aggregating devices and open-access commercial fisheries: A theoretical inquiry. Bull. Mar. Sci. (37): 305-317.

Santos M. N. & Monteiro C. C., 1997. Olhao artificial reef system (south Portugal): fish assemblages and fishing yield. Fisheries Research 30: 33–41.

Santos M. N. & Monteiro C. C., 1998. Comparison of the catch and fishing yield from an artificial reef system and neighbouring areas off Faro (south Portugal). Fisheries Research 39: 55–65.

Santos M. N. & Monteiro C.C, 2007. A fourteen-year overview of the fish assemblages and yield of the two oldest Algarve artificial reefs (southern Portugal). Hydrobiologia (2007) 580: 225–231.

Santos M.N., Monteiro C.C., Gaspar M.B., 2002. Diurnal variations in the fish assemblage at an artificial reef. ICES Journal of Marine Science 59, S32-S35.

Seaman, W. & A. Hoover, 2001. Artificial reefs: the Florida Sea Grant connection – science serving Florida's coast. Florida Sea Grant, SGEF-144: 4p.

Spanier E., 2000. Artificial reefs off the Mediterranean coast of Israel. In Jensen, A. C., K. J. Collins&A. P.M. Lockwood (eds), Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers, Chap. 1: 1–20.

Steimle F., Foster K., Kropp R., Conlin B., 2002. Benthic macrofauna productivity enhancement by an artificial reef in Delaware Bay, USA. ICES Journal of Marine Science 59, S100- S105.

Stephens J. Jr. & Pondela II D., 2002. Larval productivity of a mature artificial reef: the ichthyoplankton of King Harbor, California. ICES Journal of Marine Science 59: S51–S58.

Tessier E., Chabanet P, Pothin K., Soria M., Lasserre G., 2005. Visual censuses of tropical fish aggregations on artificial reefs: slate versus video recording

techniques. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 315 (2005) 17–30.

Underwood A.J., 1981. Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 19, 513-605.

Underwood A.J., 1994. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect nvironmental disturbances. Ecological Applications 4, 3-15.

Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. eds., 1986. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Vols. I, II and III : 1-173.

Whitmarsh D. & Pickering H., 1995. Economic appraisal of artificial reefs: case-study. CEMARE Research Paper 85, 9.

Whitmarsh D. & Pickering H., 1997. Commercial exploitation of artificial reefs: economic opportunities and management imperatives. CEMARE Research Paper 115, 19.

Whitmarsh D, Santos M.N., Ramos J., Monteiro C.C, 2008. Marine habitat modification through artificial reefs off the Algarve (southern Portugal): An economic analysis of the fisheries and the prospects for management. Ocean & Coastal Management 51 : 463–468.

Wilson K. D. P., Leung A. W. Y. et Kennish R., 2003. Restoration of Hong Kong fisheries through deployment of artificial reefs in marine protected areas. ICES Journal of Marine Science 59: S157–S163.