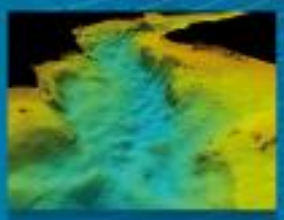
BIOTOPE OCEANS
Hemisphere sub
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE MARINE

AGENCES MANCHE, IROISE, MÉDITERRANÉE



11, rue de Lancieux, 35 800 Saint-Briac-sur-mer
T : 02 99 48 37 10
N° Siret/ APE : 482 525 110 000 29/ 7112B

Natura 2000 en mer / Parc naturel marin

Inventaires biologiques & analyse écologique de l'existant Cartographie des habitats

Tome 0 – Synthèse de l'existant

Mars 2012

Proposition réalisée pour

Agence des aires marines protégées

Sommaire

1 CONTEXTE 1
1.1 DEMARCHE NATURA 2000 EN MER 1
1.2 ZONE D'ETUDE 3
1.3 ASPECTS REGLEMENTAIRES 4
2 OBJECTIFS DE L'ETUDE 8
3 DEMARCHE PROJET 10
3.1 EQUIPE 10
3.2 CADRAGE 11
3.3 PROPOSITION 11
3.4 APPROCHE METHODOLOGIQUE 13
3.4.1 Rappel sur la méthodologie existante 13
3.4.2 Méthodologie 15
4 DONNEES PHYSIQUES 18
4.1 HYDRODYNAMISME 18
4.1.1 Amplitude de la marée 18
4.1.2 Courants de marée 19
4.1.3 Tension de cisaillement sur le fond 24
4.2 BATHYMETRIE 25
4.3 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES 29
4.3.1 Température 29
4.3.2 Turbidité 31
4.4 NATURE DU SUBSTRAT 33
4.4.1 Généralités 33
4.4.2 Carte de Larsonneur 34
4.4.3 Données issues de la thèse de Walker (2001) 38
4.4.4 Cartes G du SHOM 41
4.4.5 De Saint-Malo à Granville (Ifremer) 46
4.4.6 De Paimpol à Saint-Malo (Ifremer) 49
4.4.7 Abords de Flamanville (Ifremer) 52
4.4.8 Large de Flamanville (Ifremer) 55
4.4.9 Synthèse 55
4.5 DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE 59
4.5.1 Observations morphologiques 59
4.6 BILAN 67

5 DONNEES BIOLOGIQUES 69
5.1 HABITATS DE LA ZONE INTERTIDALE 69
5.1.1 Données à l'échelle du Golfe 69
5.1.2 Zooms actualisés 79
5.2 HABITATS DE LA ZONE SUBTIDALE 100
5.2.1 Données à l'échelle du Golfe 100
5.2.2 Zooms actualisés 104
5.3 ZOOM SUR DES HABITATS PARTICULIERS 113
5.3.1 Herbiers de zostères 113
5.3.2 Récifs d'hermelles 123
5.3.3 Les banquettes à lanices 127
5.3.4 Le maërl 133
5.4 ESPECES DU GOLFE & AUTRES DONNEES PONCTUELLES 137
5.4.1 Espèces Natura 2000 et OSPAR 137
5.4.2 Cas particuliers 177
5.5 BILAN 181
6 CONCLUSION 185
7 BIBLIOGRAPHIE 187
8 ANNEXES 196

Liste des illustrations

Figure 1 : Réseau Natura 2000 en mer sur la façade Manche - Mer du Nord (AAMP, 2010) 2
Figure 2 : Localisation des sites Natura 2000 en mer sur le Golfe Normand Breton. 5
Figure 3 : Carte de synthèse du patrimoine dans le golfe normand-breton (AAMP, 2009) 6
Figure 4 : Synthèse des outils de protection et de gestion du milieu naturel sur le GNB (AAMP, 2009) 7
Figure 5 : Résumé du processus de cartographie des habitats préconisé (MESH, 2008) 14
Figure 6 : Grandes phases du projet de cartographie du site Natura 2000 (Bajjouk, 2009) 15
Figure 7 : Méthodologie générale 17
Figure 8 : Marnage en Manche en vive-eau moyenne (SHOM) 19
Figure 9 : Courants maximaux dans le golfe Normand-Breton (SHOM) 20
Figure 10 : Courants résiduels en Manche calculés (A) sans vent, (B) pour un vent constant de sud-Ouest, et (C) pour un vent constant de Nord-est (Salomon et Breton, 1993 *in* Trigui, 2009) 22
Figure 11 : Données modélisées de tension de cisaillement sur le fond (Carpentier *et al.,* 2009) 24
Figure 12 : Carte de la contrainte de frottement maximale sur le fond (selon Strickler) atteinte durant l'année 2007 (Blanpain, 2009) 25
Figure 13 : Emprises des données utilisées pour la génération des MNT (Cap Gemini, 2005) ... 26
Figure 14 : Bathymétrie côtière à 200 m de résolution (Ifremer) 27
Figure 15 : Isobathes numérisées à partir de la carte SHOM 6966 28
Figure 16 : Moyenne des températures des eaux de surface pour les mois de Mars, Juin, Septembre et décembre (Ifremer, 2008) 29
Figure 17 : Température de surface dans le golfe Normand-Breton (Clim.Casey 7j, Nausicaa, 2011) 30
Figure 18 : Matières minérales en suspension issues de Nausicaa (IFREMER) 32
Figure 19 : Typologie synthétique des facies sédimentaires retenue dans le cadre du marché (adapté de l'Ifremer, 2006) 34
Figure 20 : Carte sédimentologique de Larsonneur (d'après Larsonneur *et al*., 1982) 37
Figure 21 : Carte des travaux réalisés par Ifremer de 1982 et 1990 et présentés dans la thèse de Walker (2001) 38
Figure 22 : Nature et répartition des sédiments d'après les profils sonar (d'après Walker, 2001) 40
Figure 23 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte G 7120 (SHOM, 2008) 41
Figure 24 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte G 7157 (SHOM, 2007) 42
Figure 25 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte G 7156 (SHOM, 2009) 43
Figure 26 : Cartes sédimentologiques du SHOM (SHOM, 2009) 45
Figure 27 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte des formations superficielles de Saint-Malo à Granville (Ifremer, 2008) 46
Figure 28 : Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de Saint-Malo à Granville (Augris *et al*, 2006) 48
Figure 29 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte des formations superficielles de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Ifremer, 2006) 50
Figure 30 : Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Augris *et al*, 2006) 51
Figure 31 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte des formations superficielles des abords de Flamanville (Ifremer, 2005) 52
Figure 32 : Carte des formations superficielles sous-marines aux abords de Flamanville (Augris *et al*, 2005) 54
Figure 33 : Synthèse sédimentologique des données existantes (Hémisphère Sub, 2010) 57
Figure 34. Répartition des différents facies sédimentaires du Golfe Normand Breton (partie française) après harmonisation selon la typologie Ifremer 58
Figure 35 : Traînées sableuses observées dans le golfe normand-breton (Walker, 2001) 60
Figure 36 : Queues de comètes, en sabot de cheval et symétriques indiquant une résultante de transport faible à nulle au Sud de l'anse de Vauville (Walker, 2001) 60

Figure 37 : Mégarides en barkhannes à l'Est du banc de Surtainville (Walker, 2001) 61
Figure 38 : Carte de répartition des mégarides observées dans le golfe normand-breton (Walker, 2001) 62
Figure 39 : Localisation des voiles sableux observés dans le golfe normand-breton (Walker, 2001) 63
Figure 40 : Localisation des grands rubans de sable reconnus au sonar à balayage latéral (Walker, 2001) 64
Figure 41 : Mouvements sédimentaires dans le golfe normand-breton (d'après Walker, 2001) 66
Figure 42. Cartographie de la zone intertidale du cap de la Hague au cap de Flamanville .. 73
Figure 43. Cartographie de la zone intertidale du cap de Flamanville à Portbail 74
Figure 44. Cartographie de la zone intertidale de Portbail au havre de Regnéville 75
Figure 45. Cartographie de la zone intertidale du havre de Regnéville à la pointe de Champeaux..... 76
Figure 46. Cartographie de la zone intertidale de la BMSM..... 78
Figure 47. Cartographie des habitats d'intérêt communautaires du havre de Saint-Germain-sur-Ay (CPIE du Cotentin, 2009) 81
Figure 48. Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire du havre de Saint-Germain-sur-Ay (CPIE du Cotentin, 2009) 82
Figure 49. Les habitas Natura 2000 génériques des havres de Geffosses (gauche) et Blainville/mer (Conservatoire du littoral, 2007). 83
Figure 50. Cartographie actualisée du secteur de Granville (Creocean/Ecosub, 2008) 85
Figure 51. Carte de distribution spatiale des quatre principaux assemblages benthiques..... 86
Figure 52. Caractéristiques des quatre assemblages benthiques de la BMSM, en termes d'abondance (Xmoy), de richesse spécifique (Rsmoy) et d'indice de diversité H' (H'moy) exprimés par leurs valeurs moyennes ainsi que l'erreur type. Un classement des 5 espèces les plus abondantes est proposé avec les abondances moyennes et leur erreur type. (Trigui, 2009) 87
Figure 53. Aperçu de la cartographie des prés salés de la Baie du Mont Saint Michel (Mary *et al*, 2009c) 90
Figure 54 : La zone d'acquisition, définie par le polygone violet, couvre l'estran (rouge) et la zone infralittorale jusqu'à l'isobathe 10 m (polygones orange et jaune) dans le secteur côtier compris entre le Cap Fréhel et la Pointe du Grouin. (CEVA, 2008) 91
Figure 55. Extrait du couvert algal du littoral de la côte d'Emeraude selon la méthodologie employée par le CEVA (CEVA, 2008) 93
Figure 56. Emprises des cartes réalisées sur l'estran de la Basse Normandie (CEVA-AESN, 2008) 94
Figure 57. Cartographie de l'estran du secteur du Cap de la Hague (CEVA-AESN, 2008) 95
Figure 58. Carte des habitats intertidaux de substrat meuble sur Chausey : état en 2006 (Godet, 2008)..... 98
Figure 59. Habitats naturels intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000 (habitats élémentaires) 99
Figure 60. Positionnement des 892 stations échantillonnées entre 1970 et 1976 lors des travaux de Retière (1979). (*in* Trigui, 2009)..... 100
Figure 61. Peuplements benthiques du Golfe Normand-Breton selon la typologie EUNIS..... 103
Figure 62. Carte des habitats intertidaux et subtidaux du site Natura 2000 FR5300077 - Baie du mont Saint-Michel (2002-2003) 106
Figure 63. Carte de distribution des peuplements benthiques du bassin de la Rance en 1995. Les peuplements et facies auxquels ont été rattachés les groupements cénotiques, à la lumière des connaissances acquises dans le Golfe Normand Breton, figurent en gras dans la légende (Desroy, 1998). 108
Figure 64. Carte de distribution des habitats benthiques au large du cap de Flamanville. ... 112
Figure 65. Schéma de "l'enveloppe" d'un herbier pour les cartographies aux échelles les moins fines (*in* Gerla, 2006). 114
Figure 66 : Localisation des deux herbiers recensés par Nebout *et al* (2009) sur la côte ouest du Cotentin, à comparer avec les données de Guillaumont *et al* (1987) de la Figure 70. 115

Figure 67. Petites taches isolées de *Zostera marina* au niveau de site de Pleurtuit – Jouvente (*in* Gerla, 2006) 116
Figure 68. Evolution spatiale des herbiers à *Z. marina* sur l'archipel de Chausey depuis 1924 (*in* Godet *et al*, 2008, b)..... 118
Figure 69. Les herbiers sur l'archipel de Chausey..... 120
Figure 70. Représentation cartographique des herbiers à zostères dans le Golfe Normand Breton du cap de la Hague au cap d'Erquy (Réalisation de la carte : Ecosub, 2011) 121
Figure 71. Zoom sur les herbiers en Rance 122
Figure 72. Vue ventrale de la partie céphalique de *S. alveolata* avec les filaments tentaculaires en extension (*in* Dubois *et al*, 2003)..... 123
Figure 73. Partie du récif montrant le stade « forme ronde » (avant-plan) et le stade en « plate-forme » (arrière-plan) (*in* Dubois *et al*, 2003)..... 123
Figure 74. Indice d'état de santé du récif de Champeaux - de mauvais (clair) à bon (foncé) - 125
Figure 75. Indice d'état de santé du récif de Sainte-Anne - de mauvais (clair) à bon (foncé) - 125
Figure 76. Cartographie des hermelles sur le secteur de Blainville sur mer (Basuyaux, 2011) . 127
Figure 77. Banquettes à *Lanice conchilega* à Chausey (colonne de gauche) et dans la BMSM (colonne de droite) pendant les dernières décennies (*in* Godet *et al*, 2008,a)..... 129
Figure 78. Représentation des banquettes à lanices des hermelles sur le littoral du Golfe Normand Breton. (Réalisation de la carte : Ecosub, 2011) 131
Figure 79. Répartition des sables à lanices subtidaux au large du cap de Flamanville 132
Figure 80. Etat des connaissances sur les localisations de maërl dans le Golfe Normand Breton 134
Figure 81. Capture d'image vidéo illustrant les pourcentages de maërl vivant, parmi les plus élevés, observés dans la partie nord de la Grande Livière (Hamon *et al*, 2010)..... 135
Figure 82 : Cartes krigées des différents paramètres utilisés pour qualifier l'état du maërl (Fournier *et al*, 2010). Les coordonnées sont en Lambert II étendu..... 136
Figure 83. Une grande alose prise en 2006 en Rance (Fédération de pêche des Côtes d'Armor, 2008) 141
Figure 84. Anguille venant d'être relâchée (Germis, 2009) 142
Figure 85. Indice d'abondance "anguille" en Bretagne - Bilan de 2003 à 2009 (Germis, 2009) 145
Figure 86. Une lamproie marine photographiée dans le Morbihan (ria du Loc'h)..... 147
Figure 87. Scène de reproduction de la lamproie fluviatile 147
Figure 88. Saumon Atlantique mâle lors de la reproduction (Crédit photo : Guillaume Evanno, *in* Perrier 2010)..... 148
Figure 89. Localisation des rivières Couesnon, Sélune, Sée et Sienne dans la BMSM (Perrier, 2010) 149
Figure 90. Densités de smolts en Basse Normandie (Fédération de Pêche de la Manche, 2010) 151
Figure 91. Principaux groupes génétiques parmi les populations françaises de saumon Atlantique (Perrier, 2010). 152
Figure 92. Nombre d'observations du requin pèlerin dans le Golfe Normand Breton entre 1997 et 2010 (APECS, 2010a)..... 153
Figure 93. Le requin taupe (en ligne : www.elasmodiver.com) 154
Figure 94. L'hippocampe à long bec photographié en Rade de Brest 154
Figure 95. Un hippocampe à museau court photographié dans le Trieux..... 155
Figure 96. Un autre individu photographié en 2006 en Baie de Saint Brieuc (Crédit photo : Ecosub)..... 156
Figure 97. Un individu de raie bouclée photographié en aquarium..... 157
Figure 98. Illustration de *Raja montagui* (en ligne : *www.sharktrust.org)* 157
Figure 99. Zone d'interdiction à la pêche au bar sur le secteur du cap Fréhel. 158
Figure 100. Illustration du pocheteau gris (en ligne : *www.sharktrust.org)* 158
Figure 101. Illustration de la raie blanche (en ligne : *www.sharktrust.org*) 159
Figure 102. Compartimentation du Golfe par rectangles statistiques. 159

Figure 103. Localisation des observations de dauphin commun entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010). 163
Figure 104. Un dauphin commun photographié en dehors du Golfe (détroit de Gibraltar). (Crédit photo : GECC/CIRCE) 163
Figure 105. Observations de dauphins de Risso entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010). 164
Figure 106. Un dauphin de Risso ; les îles Chausey en arrière plan (Crédit photo : François Gally, GECC) 164
Figure 107. Localisation des observations de grand dauphin entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010) 165
Figure 108. Un grand dauphin dans le Golfe (Crédit photo : François Gally, GECC) 165
Figure 109. Observations de Globicéphale noir entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010). 166
Figure 110. La pose photographique de deux Globicéphales noir dans le Golfe (Crédit photo : GECC) 166
Figure 111. Localisation des observations de marsouin commun entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010) 167
Figure 112. Deux individus de marsouin commun au sud de Flamanville (Crédit photo : Florent Nicolas, GECC) 167
Figure 113. Observations de phoque gris entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010) 168
Figure 114. Deux phoques gris au cap de Carteret (Crédit photo : François Gally, GECC) ... 168
Figure 115. Observations de Phoque veau-marin entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010) 169
Figure 116. Ci-contre, un phoque veau-marin 169
Figure 117. Densité d'utilisation de l'espace en mer par les phoques veau-marin suivis par balises GPS/GSM en baie du Mont-Saint Michel. Les zones en bleu clair sont les moins densément utilisées, celles en bleu foncé les plus densément utilisées. Les localisations des repos à terre enregistrés en 2006 (rouge) et 2007/2008 (blanc) sont également superposées (Vincent *et al*, 2008)..... 169
Figure 118. Localisation des observations de mammifères rares, de passage, entre 1983 et décembre 2009. (GECC, 2010) 170
Figure 119. Une baleine à bosse ramenée à Omonville la Rogue (Crédit photo : François Gally, GECC)..... 170
Figure 120. Une tortue luth vivante échouée dans la BMSM, remise à la mer puis retrouvée morte (Crédit photo : Gérard Gautier/ Aquarium La Rochelle S.A.S.) 171
Figure 121. Observations en mer de tortue luth entre 1988 et 2010 (Aquarium La Rochelle/CESTM, 2011) 172
Figure 122. Une tortue caouanne échouée dans le Golfe Normand Breton (Crédit photo : GECC/ Aquarium La Rochelle S.A.S.) 173
Figure 123. Carte de distribution de *Modiolus modiolus* : les points noirs entourés d'un cercle indiquent la présence de véritables moulières (Retière, 1979). 174
Figure 124. Localisation de bancs d'huîtres plates selon les données de la commission OSPAR. 175
Figure 125. Illustration de quelques zones de présence de *Nucella lapillus* dans la partie Sud du Golfe Normand Breton (SMEL, 2001) 176
Figure 126. *Nucella lapillus* photographiée sur l'estran proche du Cap Fréhel. Les balanes sont une des proies favorites de l'espèce (Crédit photo : Ecosub)..... 176
Figure 127. Colonisation des fonds marins de la BMSM par la crépidule, espèce invasive..... 178
Figure 128. Schéma montrant les voies de pénétration des espèces atlantiques tempérées chaudes (flèches noires épaisses) et boréo arctiques (flèches courtes doubles) dans le Golfe Normand Breton et illustrant la dispersion des espèces sarniennes (flèches noires fines). 179

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste et codes des habitats et des espèces (Annexe II) d'intérêt communautaire de la DHFF justifiant la désignation du site (DREAL Basse Normandie, 2008) 3
Tableau 2 : Domaines d'intervention des personnes ayant participé au projet au sein d'Astérie et d'Ecosub 10
Tableau 3 : Principaux événements pendant le déroulement du marché 11
Tableau 4 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Larsonneur Les codes de la carte originelle sont figurés dans la colonne de gauche. 36
Tableau 5 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées dans la thèse de Walker 39
Tableau 6 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées dans les cartes G 44
Tableau 7 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Saint-Malo à Granville 47
Tableau 8 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de l'anse de Paimpol à Saint Malo 49
Tableau 9 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Flamanville 53
Tableau 10. Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Flamanville à partir des données d'habitats. 55
Tableau 11 : Récapitulatif des données physiques disponibles pour la cartographie des habitats 68
Tableau 12. Caractéristiques des habitats élémentaires subtidaux (et intertidaux) de la BMSM, et transcription selon la typologie EUNIS (d'après Trigui, 2009) 105
Tableau 13. Espèces inscrites sur les listes OSPAR et les annexes de la DHFF, présentes dans le Golfe Normand-Breton. L'inscription de *Nucella lapillus* est d'ailleurs un non sens 139
Tableau 14. Synthèse des données existantes sur les mammifères marins du Golfe Normand Breton (GECC, 2010) 162
Tableau 15. Récapitulatif des données biologiques disponibles pour la cartographie des habitats 184

Liste des annexes

Annexe 1. Liste des personnes contactées pour ce marché 196
Annexe 2. Lettre d'appui à la récolte de données auprès des fournisseurs 200
Annexe 3. Extrait de la notice associée au produit SIG des cartes G (Garlan, 2009) 202
Annexe 4. Carte morpho-sédimentaire au large de Flamanville (Ehrhold *et al*, 2009) 203
Annexe 5. Propositions de conversion des entités biosédimentaires de la cartographie de Guillaumont *et al*, 1987 204
Annexe 6. Cartographie des habitats Natura 2000 intertidaux autour du cap de la Hague . 205
Annexe 7. Cartographie des unités de végétation dans le havre de Saint-Germain-sur-Ay . 206
Annexe 8. Espèces marines (et littorales concernant les oiseaux) de Chausey inscrites dans des listes juridiques. (Source : Godet, 2008) 207
Annexe 9. Liste des espèces inscrites sur la liste Ospar et les annexes II, IV et V de la DHFF, absentes du Golfe Normand Breton. 208
Annexe 10. Répartition des capsules d'œufs de raies collectées via le programme *Capoera* de l'APECS 209
Annexe 11. Données d'observation des mammifères marins dans le Golfe Normand Breton 210
Annexe 12. Stations suivies dans le cadre de la DCE et plongées d'inventaire 211

Liste des acronymes utilisés

AAMP : Agence des Aires Marines Protégées
AMP : Aires Marines Protégées
APECS : Association Pour l'Etude et la Conservation des Sélaciens
ASR : Analyse Stratégique Régionale
BMSM : Baie du Mont Saint Michel
CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières
CESTM : Centre d'Etudes et de Soins pour les Tortues Marines
CEVA : Centre d'Etudes et de Valorisation des Algues
CM : Cote Marine
CRMM : Centre de Recherches des Mammifères Marins
DHFF : Directive Habitat Faune Flore
DO : Directive Oiseaux
DOCOB : Document d'Objectifs
FSD : Formulaire Standard des Données
GECC : Groupe d'Etudes des Cétacés du Cotentin
GEMEL : Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux
GNB : Golfe Normand-Breton
MNT : Modèle Numérique de Terrain
PNEC : Programme National Environnement Côtier
PNM : Parc Naturel Marin
SIG : Système d'Informations Géographiques
SIH : Système d'Informations Halieutique
SMEL : Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

1 Contexte

1.1 DEMARCHE NATURA 2000 EN MER

A l'échelle européenne, 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 ainsi que 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) (AAMP, 2010).

Le calendrier européen tel que défini à ce jour impose un rythme de réalisation soutenu, raison pour laquelle un grand nombre de sites sont mis en chantier concomitamment en 2009 puis 2010, par les DIREN/DREAL d'une part et par l'Agence des aires marines protégées d'autre part, en fonction de l'historique local de chaque site.

Le choix des sites vise à atteindre une représentativité satisfaisante au regard des habitats et des espèces, en superficie ou en nombre, et en termes de fonctionnalité (par exemple aire de reproduction, d'alimentation ou de migration des espèces,…) afin de maintenir ou de restaurer un bon état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, en milieu marin.

Plus précisément, les sites Natura 2000 en mer font l'objet d'une désignation justifiée par la présence d'habitats et d'espèces d'intérêt communautaire :

- 9 types d'habitats marins et 6 types d'habitats mixtes de l'annexe I et 13 espèces de l'annexe II de la directive « Habitats » peuvent justifier la désignation de Zones Spéciales de Conservation en France. Le Cahier des Habitats côtiers (Bensettiti *et al*., 2004) en détaille les caractéristiques.
- 60 espèces d'oiseaux, dont 23 inscrites sur l'annexe I de la directive « Oiseaux » peuvent justifier au plan national la désignation de Zones de Protection Spéciales.

Le dispositif Natura 2000 en mer est similaire au milieu terrestre, néanmoins, le milieu marin se caractérise par des spécificités fortes qui nécessitent des adaptations et des outils propres, par exemple :

- L'absence de droits de propriété : les contractants sont alors les usagers et non les propriétaires et leurs ayant droits ;
- Le domaine de compétence de l'Etat : le préfet préside le plus souvent les comités de pilotage, mais peut malgré tout transférer la présidence de ces comités à un élu (cas du site de la Baie du Mont Saint Michel). L'ensemble des eaux sous juridiction française doit être couvert par le réseau Natura 2000, ce qui comprend la Zone Economique Exclusive (ZEE) – lorsqu'elle est désignée - en Atlantique et Manche - Mer du Nord et la Zone de Protection Ecologique (ZPE) en Méditerranée ;
- La définition très large des habitats d'intérêt communautaire (par exemple : récifs) pour répondre à des objectifs de gestion à une échelle européenne : cela pourrait toutefois nécessiter une interprétation ou un niveau de détail plus approfondi en termes de description des habitats ;

- Les connaissances très lacunaires : les états membres doivent mettre en place un programme de connaissance spécifique avec des coûts d'investigation importants ;
- Le réseau insuffisant : la commission a demandé aux états membres de compléter le réseau pour juin 2008, ce qui a conduit notamment à des extensions vers le large à partir de sites à l'origine très côtiers ;
- Le droit européen international très présent avec un principe général de libre accès et de libre circulation : par exemple, au-delà des 12 milles, les mesures éventuellement nécessaires en matière de pêche sont de la compétence exclusive de l'Union Européenne ;
- Le peu de recul et d'historique sur le dispositif en mer : un référentiel technico-économique doit être élaboré pour rassembler ces expériences.

A l'échelle nationale, après une phase de consultation, la France a transmis, en novembre 2008, une liste de 76 sites à l'Union Européenne, et 11 sites complémentaires ont été communiqués en avril 2009, comme l'illustre la Figure 1pour la partie Manche-Mer du Nord.

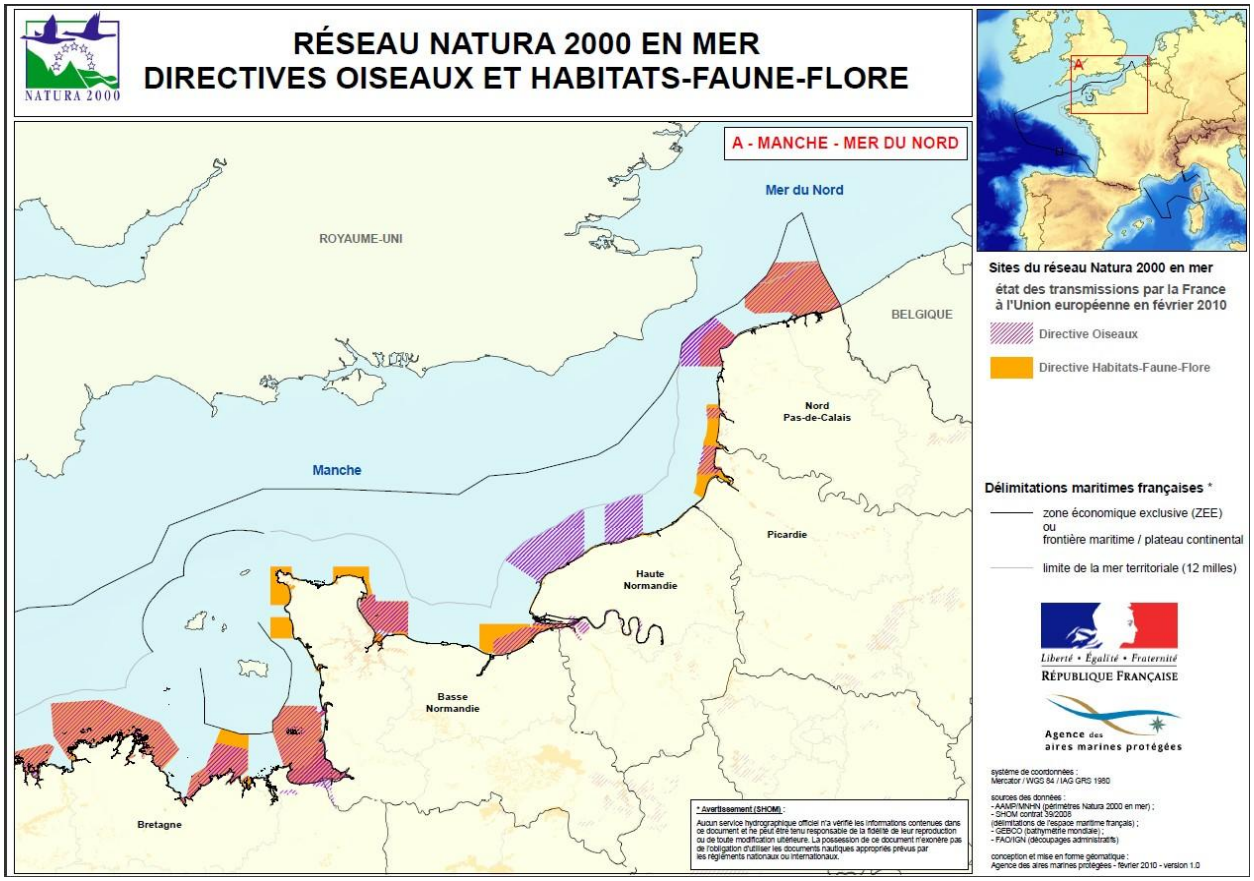


Figure 1 : Réseau Natura 2000 en mer sur la façade Manche - Mer du Nord (AAMP, 2010)

Afin de délimiter les secteurs à protéger, les **analyses stratégiques régionales** (ASR) se sont appuyées sur les données mobilisées par l'Agence des Aires Marines Protégées auprès de l'IFREMER et des scientifiques nationaux ou locaux (universitaires, CNRS, MNHN…), mais également sur le travail d'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces effectué en 2007 avec l'appui de ces scientifiques. Des méthodes d'évaluation de la fonctionnalité des écosystèmes ont également été mobilisées pour appuyer la cohérence des secteurs choisis.

L'Agence des Aires Marines Protégées est chargée d'apporter son appui à cette politique (mobilisation des connaissances, concertation, gestion des sites). Dans ce sens, le présent marché a été lancé par l'Agence afin de réaliser la base cartographique nécessaire à la gestion des sites Natura 2000 en mer. Au total, le CCTP fait mention de 20 lots sur les côtes Méditerranéenne et Atlantique, aux étendues géographiques et aux problématiques variables selon le contexte local d'une part, mais aussi selon l'existence ou non sur ces lots, d'une mission de Parc Naturel Marin (PNM).

1.2 ZONE D'ETUDE

La zone d'étude concernée par le lot 3 correspond au Golfe Normand-Breton (GNB), du cap de la Hague (limite nord-est) au cap d'Erquy (limite-sud ouest). Elle regroupe **5 sites Natura 2000 en mer** (Figure 2) dont les habitats et espèces d'intérêt communautaire identifiés par les DREAL sont précisés dans le Tableau 1. D'ailleurs, l'analyse des données existantes montre que la liste des espèces et habitats ayant justifié la désignation de ces sites n'est pas exhaustive dans ce tableau : compléter ces données fait aussi partie des objectifs d'une telle mission.

Sites Natura 2000	Habitats d'intérêt communautaire	Espèces d'intérêt communautaire	Habitats OSPAR	Espèces OSPAR
Extension du site FR2500084 : **Récifs et landes de la Hague**	1170 - Récifs	1349 - Grand Dauphin (NS) 1351 - Marsouin commun (NS) 1364 - Phoque gris (NS) 1365 - Phoque-veau marin (NS)	Bancs de *Modiolus modiolus*	Marsouin commun
FR2502019 : **Anse de Vauville** FR2502018 : **Banc et récifs de Surtainville**	1110 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine 1170 - Récifs	1349 - Grand Dauphin 1351 - Marsouin commun (NS) 1364 - Phoque gris (NS) 1365 - Phoque veau-marin (NS)		Marsouin commun
Extension du site FR2500079 : **Chausey**	1110 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine 1160 - Grandes criques et baies peu profondes 1170 - Récifs	1349 - Grand Dauphin 1351 - Marsouin commun (NS) 1364 - Phoque gris (NS) 1365 - Phoque veau-marin (NS) 1095 - Lamproie marine (NS) 1099 - Lamproie de rivière (NS) 1102 - Grande Alose (NS) 1103 - Alose feinte (NS) 1106 - Saumon atlantique (NS)	Herbiers de zostères Bancs de Maërl	Marsouin commun Grande alose
FR5300011 : **Cap d'Erquy - Cap Fréhel**	1110 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine 1130 – Estuaires 1140 - Replats boueux ou sableux exondés à marée basse 1160 - Grandes criques et baies peu profondes 1170 - Récifs	1349 - Grand Dauphin 1351 - Marsouin commun	Herbiers de zostères Bancs de Maërl	Marsouin commun Hippocampe à bec long Hippocampe à museau court Pourpre petite pierre

Tableau 1 : Liste et codes des habitats et des espèces (Annexe II) d'intérêt communautaire de la DHFF justifiant la désignation du site (DREAL Basse Normandie, 2008)
Les habitats et espèces inscrits sur la liste OSPAR sont aussi mentionnés. NS = Non significatif.

Il est à noter que d'autres sites Natura 2000 littoraux dont une partie s'étend sur le domaine marin font partie du secteur d'étude (voir 5.1.2) : il s'agit des sites du « Cap d'Erquy-Cap Fréhel » , « Baie du Mont Saint Michel » , « Les îles Chausey », « Littoral ouest du Cotentin de Bréhal à Pirou », « Havre de Saint-Germain-sur-Ay et landes de Lessay», », « Littoral ouest du Cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel», et « Côte et Landes de la Hague ».

Le projet de mise en place du Parc Naturel Marin du Golfe Normand Breton est une spécificité du secteur, et si le marché porte entre autres sur les 5 sites Natura 2000 en mer, **la synthèse de l'existant et les acquisitions de connaissances couvrent en fait toute la région concernée par le projet de PNM.**

A ce jour, **les limites du PNM ne sont pas encore définies**. Elles seront le fruit de la concertation de tous les acteurs impliqués. Le secteur global à l'étude est donc représenté à la Figure 3 sur une carte extraite de l'ASR.

Par ailleurs, **un marché complémentaire** a été lancé en juillet 2010 sur le même périmètre, afin de renseigner de manière intégrée les différents enjeux liés à la création du PNM. Au total, huit lots ont été dégagés dans cet appel d'offres : (1) *Description générale du secteur à l'étude*, (2) *Quantité, qualité et gestion des eaux*, (3) *Avifaune*, (4) *Espèces patrimoniales*, (5) *Usages*, (6) *Patrimoine culturel maritime et sous-marin*, (7) *Synthèse des outils juridiques de conservation du patrimoine naturel et culturel en place et de leur respect et/ou efficacité*, et enfin (8) *Focus sur les secteurs à forte valeur patrimoniale et /ou fonctionnelle*. Parmi ces lots, Hémisphère Sub a été retenu pour réaliser les synthèses bibliographiques pour les lots n°1- *Description générale du secteur à l'étude* - et n°4 - *Espèces patrimoniales* -. **Ces deux études viennent donc compléter le présent document à partir d'octobre 2011, ce dernier étant volontairement plus généraliste en ce qui concerne les descriptions relatives aux espèces inscrites sur les listes Ospar ou de la DHFF.**

1.3 ASPECTS REGLEMENTAIRES

A ce jour, il existe de nombreux outils qui permettent de développer des stratégies de gestion du milieu naturel littoral et marin. Certains ont une portée règlementaire : c'est le cas par exemple des réserves naturelles et des sites Natura 2000. D'autres ont une vocation plus patrimoniale : les ZNIEFF et les zones RAMSAR en sont un exemple. La Figure 4 illustre la répartition de ces sites à l'échelle du GNB.

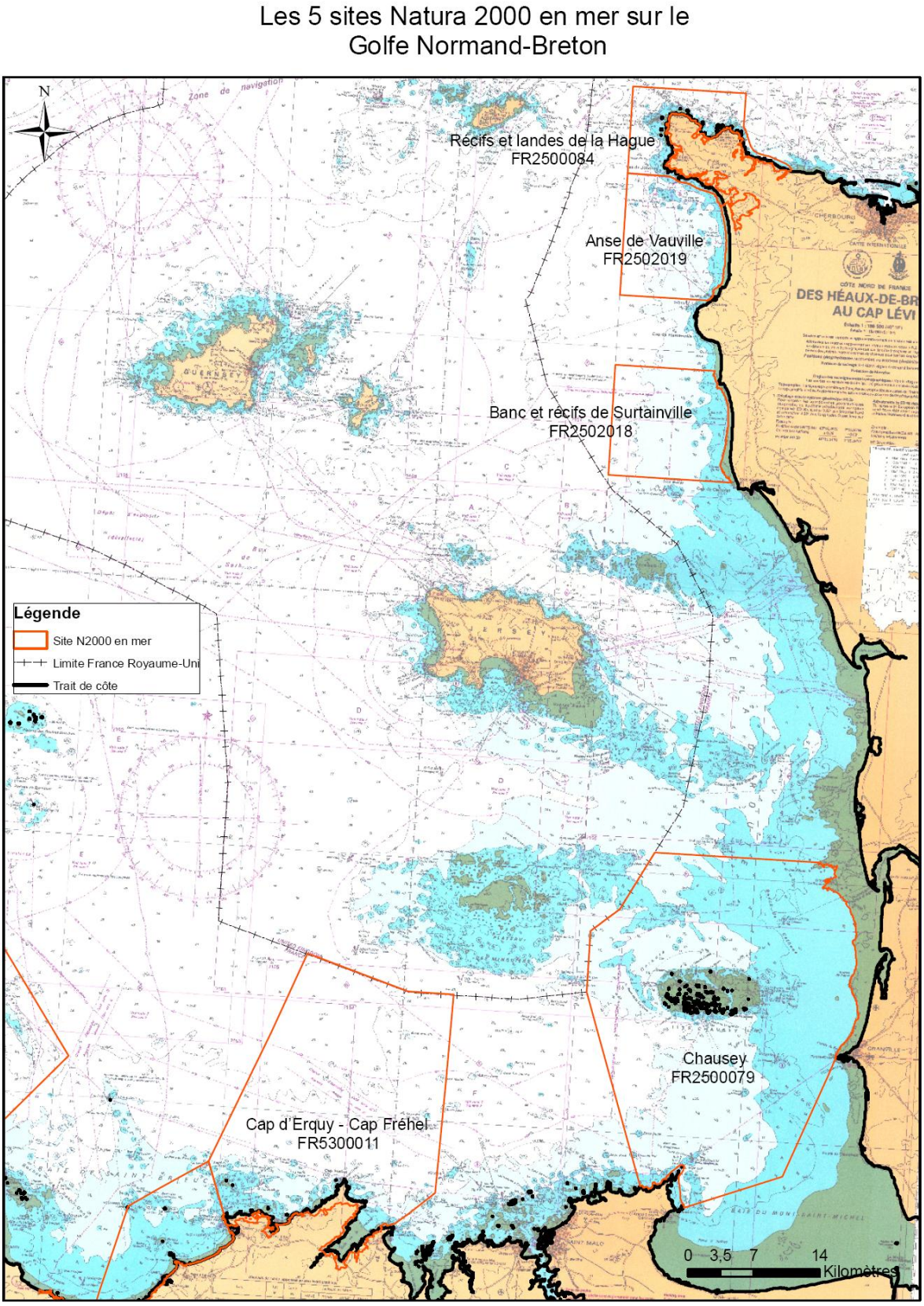


Figure 2 : Localisation des sites Natura 2000 en mer sur le Golfe Normand Breton.

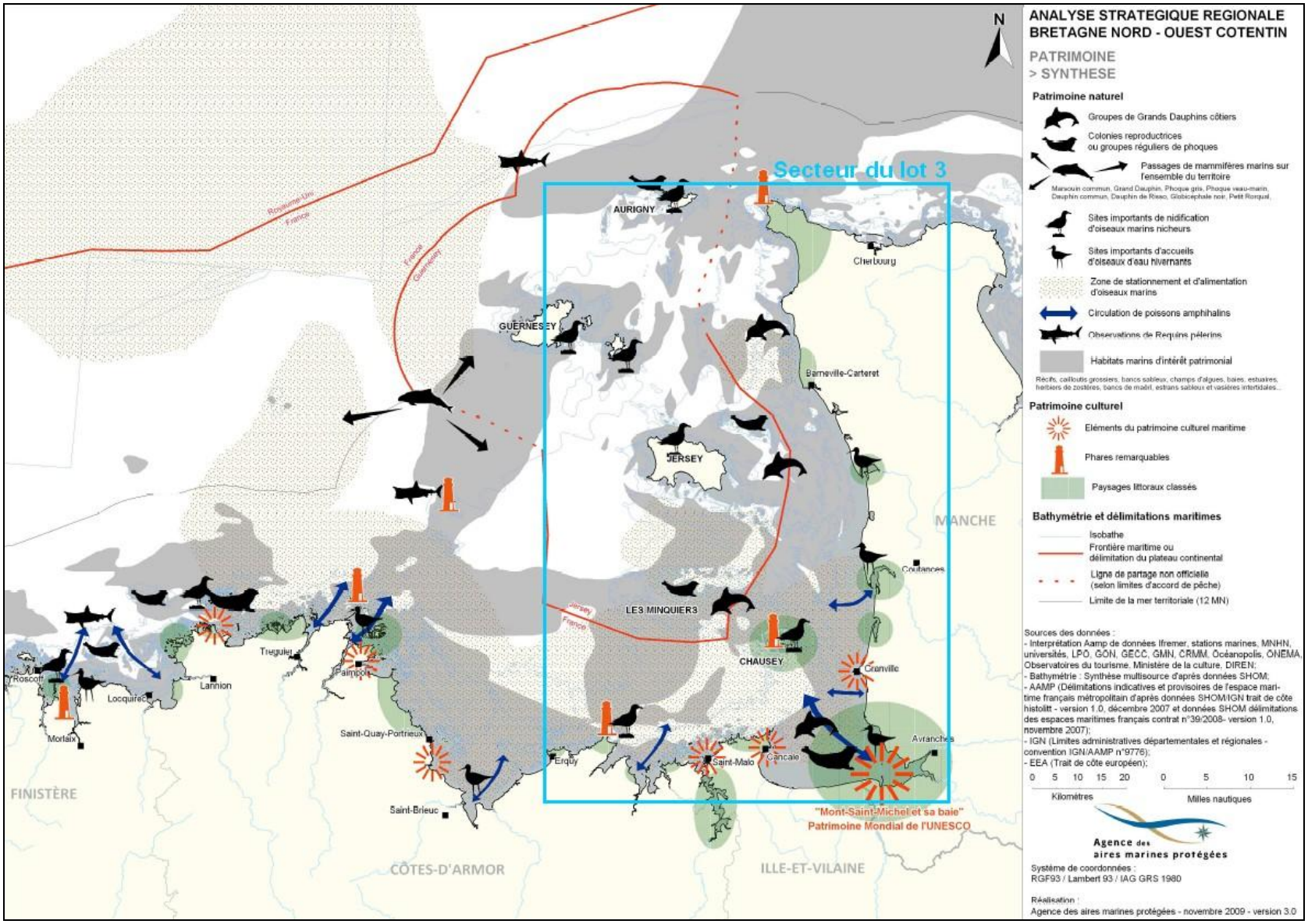


Figure 3 : Carte de synthèse du patrimoine dans le golfe normand-breton (AAMP, 2009)

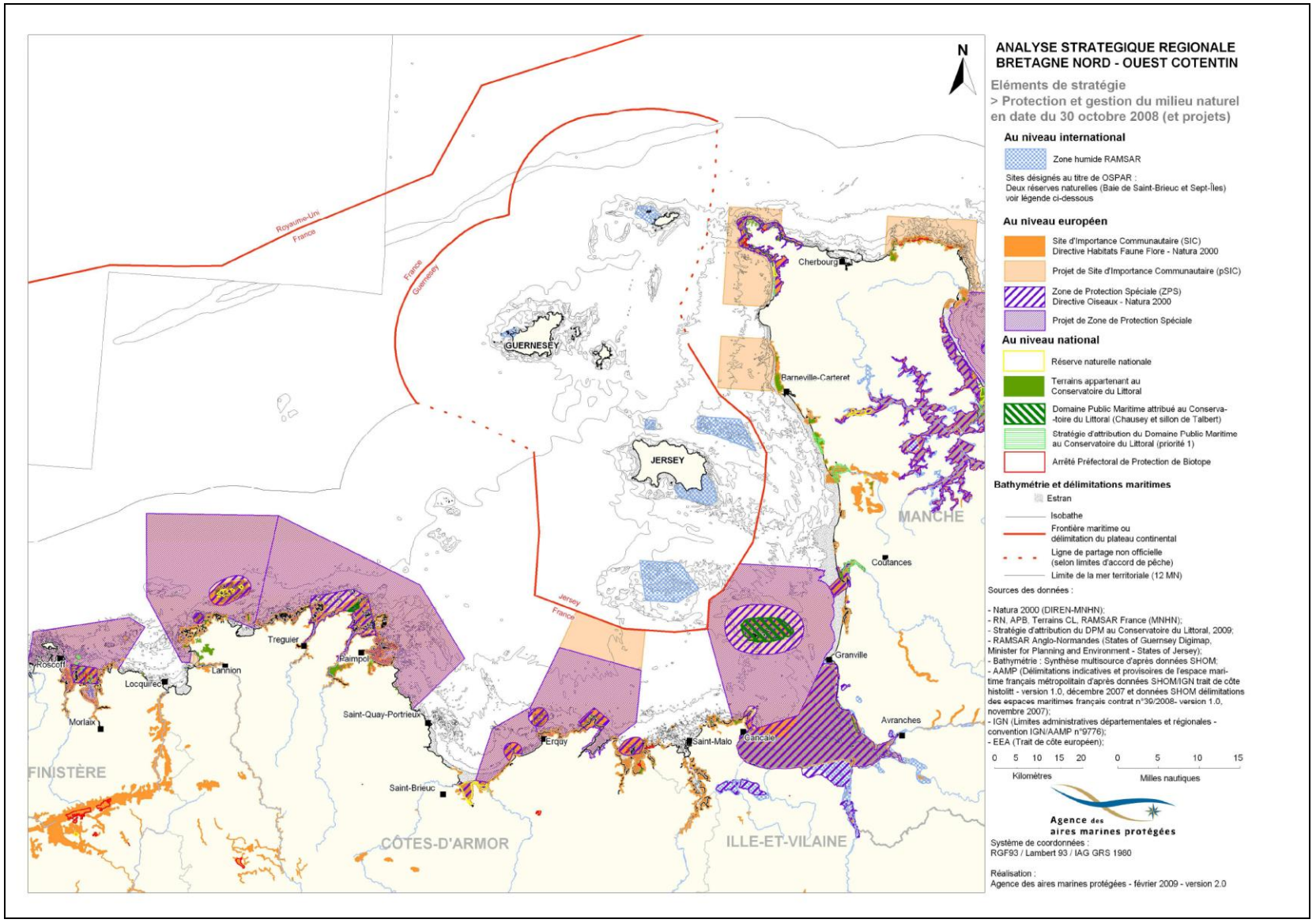


Figure 4 : Synthèse des outils de protection et de gestion du milieu naturel sur le GNB (AAMP, 2009)

2 Objectifs de l'étude

Le présent marché a pour objet de réaliser, dans les meilleures conditions techniques du moment, la base cartographique nécessaire à la gestion des sites Natura 2000 en mer.

Au terme de l'étude, une cartographie des habitats (biotopes + biocénoses) benthiques et/ou communautés pélagiques des sites Natura 2000 doit être rendue. L'inventaire et la description biologique consisteront à étudier, sur l'ensemble du périmètre d'étude (partie française seulement), **les habitats naturels et habitats d'espèces d'intérêt communautaire** 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. Il est possible que certains habitats n'aient pas été initialement identifiés ; l'étude doit par conséquent dépasser le seul cadre du FSD et cartographier l'ensemble des habitats naturels et habitats d'espèces d'intérêt communautaire du site, quel que soit leur état de conservation. La nomenclature des habitats doit respecter les typologies en vigueur, en l'occurrence **la typologie européenne EUNIS, les correspondances avec le Cahier des Habitats et les propositions Rebent pour la région Bretagne** (Ce document abordera ces 3 typologies dans le développement).

Le travail se déroule en plusieurs phases :

- **Synthèse de l'existant :** elle aborde les **composantes physiques** (nature des fonds, etc…) **et les données biologiques** (espèces/biocénoses). **Cette synthèse est exposée dans le présent document.**
- **Acquisition de connaissances** : réalisé à partir de la synthèse et l'analyse de l'existant, un plan d'échantillonnage est proposé et des prospections de terrain sont programmées afin de combler les manques d'informations. Ceci fera l'objet du Tome 1.
- **Cartographie des habitats** : réalisée à partir des données existantes et acquises selon une méthodologie explicitée.

La livraison de l'ensemble des informations est fixée au mois de mars 2012.

Seront cartographiés, illustrés et décrits :

- Pour les habitats et sous-habitats naturels de l'annexe I de la DHFF : les différentes particularités observées sur le site, l'intérêt vis-à-vis de la présence de certaines espèces, dynamiques naturelles…
- Pour les espèces d'intérêt communautaire (Annexe II, IV et V de la DHFF 1992) : localisation d'observations, lieux de reproduction, sites de nourrissage, dépendance écologique avec des milieux particuliers...

Ces descriptions se feront sur la base méthodologique proposée par la note explicative au remplissage des FSD.

En plus des espèces Natura 2000 précitées, seront indiquées :

- les espèces et habitats menacés et/ou en déclin de la convention OSPAR,

- toutes les données permettant de cerner les caractéristiques écologiques
- les perturbations ou modifications d'origine anthropique et/ou naturelle déterminantes pour la conservation des habitats et des espèces

Ce bilan doit être suffisamment précis concernant les espèces patrimoniales, la répartition, la qualité et l'état de conservation des habitats et des espèces marines pour rédiger le Document d'Objectifs Natura 2000 (DOCOB) et renseigner les FSD. Il doit permettre d'adapter par secteur 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 sera effectuée à chaque fois que cela est possible, en combinant une acquisition de paramètres sur des points représentatifs du secteur et une évaluation à dire d'expert.

Par ailleurs, le CCTP, accompagné du Guide de référence Technique, précisent également le contenu des livrables (base photographique, etc.).

3 Démarche projet

3.1 EQUIPE

Pour mener à bien ce projet, une équipe pluridisciplinaire a été mobilisée tout au long du marché, dont voici les noms et les domaines d'intervention pour chacune des entreprises co-traitantes (Tableau 2).

Structure	Noms - Fonctions	Domaines d'intervention dans le projet
Astérie	Olivier VICAIRE – Directeur	Gestion du marché – Coordination générale - Analyse des mesures physiques de terrain – Cartographie – Contrôle qualité
	Julie TOUROLLE - Chef de projet	Gestion du projet – Cartographie - Rédaction
	Magali LEPROUX - Responsable des mesures	Coordination et analyse des mesures physiques de terrain
	Emilie VASLET - Technicienne	Gestion des mesures pendant les campagnes de levés sonar
	Benoît ROUCHER - Technicien	
	Romain BIVILLE - Technicien	
	François JEZEQUEL, Marin	Pilotage des bateaux lors des campagnes d'acquisition de données
	Jean-René DUPARC, Marin	
ECOSUB	Johann PRODHOMME - Directeur	Gestion du marché – Coordination générale - Analyse des mesures biologiques de terrain - Contrôle qualité
	Julien GERBER – Chef de projet – Plongeur Classe 1B	Gestion du projet – Cartographie – Rédaction – Coordination des missions - Plongée sous-marine : photographie
	Frédéric ZIEMSKI – Technicien / Expert naturaliste Plongeur Classe 1B	Plongée sous-marine : inventaires faune & flore, identification des habitats
	Elodie CATHERINE Technicienne – Plongeuse Classe 1B	Organisation des plongées - Inventaires faune & flore
	Julien GOULIAS Marin – Plongeur Classe 1B, Chef d'opérations Hyperbares	Organisation des plongées – Gestion du matériel

Tableau 2 : Domaines d'intervention des personnes ayant participé au projet au sein d'Astérie et d'Ecosub

On notera également la participation de Yann Hourdin, directeur du club de plongée *Plongévasion* de Saint-Cast le Guildo, qui apporte de nombreux atouts sur la connaissance du secteur Cap d'Erquy / Cap Fréhel, et mandaté spécifiquement sur ce marché par ECOSUB pour ses qualités de photographe sous-marin.

3.2 CADRAGE

Le marché prévoit un suivi précis de l'étude, que ce soit par le comité de pilotage ou par l'intervention de référents scientifiques externes. Plusieurs réunions ou formations ont eu lieu pendant le déroulement du projet, après la notification du marché en date du 3 mars 2010. Le Tableau 3 reprend les principaux événements.

Descriptif	Lieux	Date
Notification du marché	/	Mars 2010
Réunion de cadrage avec A. Pibot	Brest, locaux Astérie	
Réunion avec O. Musard	Brest, locaux AAMP	Avril 2010
Formation CRESCO	Dinard, locaux CRESCO/MNHM	
Formation IFREMER	Brest, locaux Ifremer	Mai 2010
1ère réunion avec le COPIL	Granville, locaux CCI	Juin 2010
Réunion A. Pibot (avenant)	Brest, locaux Astérie	Juillet 2010
Réunion C. Hily (protocoles)	Brest, locaux Astérie	
Réunion E. Feunteun (protocole plongée)	MNHN	
Formation sur la typologie EUNIS	Station marine de Roscoff	Septembre 2010
Réunion E. Feunteun (retour terrain 2010)	MNHN	Novembre 2010
2nde réunion avec le COPIL	Granville, Halle à marée	
Notification de l'avenant	/	
Réunion A. Pibot et E. Feunteun (cadrage données existantes et terrain 2011)	Saint Cast le Guildo, locaux Hémisphère Sub	Décembre 2011
Réunion C.Hily pour la stratégie d'échantillonnage des substrats meubles	Brest	Janvier 2011
Restitution d'une note complémentaire pour l'échantillonnage des substrats meubles	/	
Restitution d'une version provisoire du Tome 0	/	Mars 2011
Formation sur l'échantillonnage des substrats rocheux	MNHN Concarneau	Juin 2011
Restitution d'une note sur les principaux résultats d'acquisition de terrain	/	Août 2011

Tableau 3 : Principaux événements pendant le déroulement du marché

3.3 PROPOSITION

La proposition technique a évolué au fur et à mesure des connaissances rassemblées sur la zone d'étude d'une part, et des échanges avec les différents acteurs autour du projet d'autre part (référents scientifiques, etc…).

L'offre initiale a été volontairement dimensionnée de manière prudente. Nous avons privilégié un travail approfondi sur l'analyse de l'existant, et un programme d'acquisition de connaissances modeste, conscients de la future nécessité d'adapter notre stratégie d'échantillonnage aux besoins qui allaient être identifiés.

La synthèse bibliographique constitue donc une partie importante des travaux de l'étude, mais aussi essentielle pour optimiser l'acquisition de nouvelles données. Dans la plupart des cas, la donnée « historique » n'est pas utilisable directement, et doit être adaptée aux formats cartographique et typologique retenus pour un rendu harmonisé à l'échelle de l'ensemble géographique. La phase « collecte » des données comprend la prise de nombreux contacts, mais aussi des déplacements auprès des organismes d'Etat sollicités. Lui succède la phase d'analyse des données qui se caractérise par une démarche visant soit à rendre les données compatibles avec le produit cartographique final, soit à les rendre utilisables et pertinentes pour le processus d'extrapolation.

La phase d'acquisition comprend initialement :

- Données physiques : 30 km² de couverture sonar
- Données biologiques : 54 stations dont 36 en plongée/vidéo de surface + 18 stations d'échantillonnage (benne : 5 réplicats / station)
- Option ZNIEFF : 15 stations (répartition à préciser selon le contexte)

Après une phase d'analyse préliminaire des données existantes, un **avenant au marché a été proposé** afin de couvrir une zone plus importante au sonar à balayage latéral et de réaliser davantage de stations d'échantillonnage.
Dans le cadre de cet avenant, un complément d'acquisition de données est alors proposé :

- Données physiques : 108 km² de couverture sonar supplémentaires
- Données biologiques : 15 stations supplémentaires (benne : 5 réplicats / station)

Le maître d'ouvrage avait convenu un échantillonnage à la benne à 3 réplicats au lieu de 5 usuellement. En effet, dans une perspective de cartographie des habitats EUNIS 4 telle que demandée dans le CCTP, il est possible de réduire le nombre de réplicats sans perte majeure d'informations pour l'objectif fixé, tout en augmentant l'effort d'échantillonnage en terme de nombre de stations. Ceci n'est valable que si l'échantillonnage est réalisé entièrement par benne.

A l'automne 2010, l'offre globale correspondait donc à l'addition de l'offre initiale et de l'avenant :

- Données physiques : 138km² de couverture sonar
- Données biologiques : 36 stations en plongée pour les substrats rocheux + et 55 stations sédimentaires prélevées par benne à 3 réplicats (165 échantillons).
- Option ZNIEFF : 15 stations (méthodologie à préciser selon le contexte)

Compte tenu de la configuration des fonds marins du Golfe, constitués majoritairement par des sédiments grossiers, les échanges avec les acteurs scientifiques ont finalement orienté les choix méthodologiques en faveur de l'utilisation conjointe du prélèvement par benne et par drague. Lorsque

l'objectif principal est d'identifier l'habitat, il est en effet pertinent d'utiliser **une drague (drague Rallier du Baty) polyvalente et robuste** pour prélever des échantillons sur l'ensemble des substrats rencontrés. Ceci est d'autant plus vrai sur les fonds grossiers dans lesquels les bennes sont peu ou pas performantes. Cela permet par ailleurs d'augmenter l'effort d'échantillonnage de manière conséquente : cette technique étant non quantitative, elle ne nécessite pas la mise en place d'un échantillonnage avec réplicats. L'échantillonnage des substrats sédimentaires a ainsi été porté à **130 stations (prélevées par drague),** les prospections à la benne n'étant retenues que pour la caractérisation de l'état de conservation des habitats, à hauteur de **8 stations à 5 réplicats** (nombre de réplicats nécessaire pour une telle analyse), soit un ensemble de 170 prélèvements.

Cette récente évolution concertée avec nos référents scientifiques, augmente ainsi l'effort de prospection initialement prévu, et a fait l'objet d'une note restituée au maître d'ouvrage à la fin du mois de janvier 2011, qui précise la stratégie d'échantillonnage pour les substrats meubles.

Bilan

En février 2011, l'offre globale est la suivante :

- Données physiques : **138km² de couverture sonar** (soit 8% de la surface totale des 5 sites Natura 2000 en mer, ou 1,7 % de la partie française du Golfe Normand Breton)
- Données biologiques : **36 stations en plongée + 130 stations à la drague Rallier du Baty + 8 stations de benne à 5 réplicats (état de conservation)**
- **Vidéo tractée sur les zones de maërl supposées**
- **Option ZNIEFF : 15 stations (méthodologie à propre à chaque contexte) + zooms au Sondeur MultiFaisceaux.**

3.4 APPROCHE METHODOLOGIQUE

3.4.1 Rappel sur la méthodologie existante

Depuis la désignation des sites Natura 2000 en mer, il est devenu nécessaire d'élaborer une méthodologie de cartographie des habitats marins de ces sites.

Deux méthodologies avaient déjà été proposées dans le cadre du projet Rebent :

- En 2003, une méthodologie pour la cartographie des peuplements macro-benthiques subtidaux grâce aux méthodes acoustiques (DYNECO BENTHOS, A. Ehrhold et D. Hamon).
- En 2005, une méthodologie des habitats benthiques à partir des orthophotographies littorales (DYNECO VIGIES, EPHE Dinard, C. Rollet, C. Bonnot-Courtois, J. Fournier).

Ces deux approches sont bien complémentaires (respectivement subtidal et intertidal) et non contradictoires.

En outre, en 2008, le projet MESH (Mapping European Seabed Habitats) a pour but de fournir un cadre méthodologique pour la cartographie des habitats des fonds marins. Le guide rédigé dans ce contexte

expose une méthode particulière, qui consiste à représenter la répartition des habitats en interprétant des couches de données physiques, souvent acquises par télédétection, à l'aide d'informations sur les habitats benthiques obtenues par prélèvements et observations directes sur le terrain (Figure 5).

Puisque seule une petite fraction des fonds marins peut être observée ou faire l'objet de prélèvements, une couverture totale des habitats est déduite par association entre les données physiques sur les habitats et les échantillons, de telle sorte que la carte finale constitue une prédiction de la répartition des habitats. Les paramètres physiques sont utilisés comme des intermédiaires pour représenter les données biologiques des habitats.

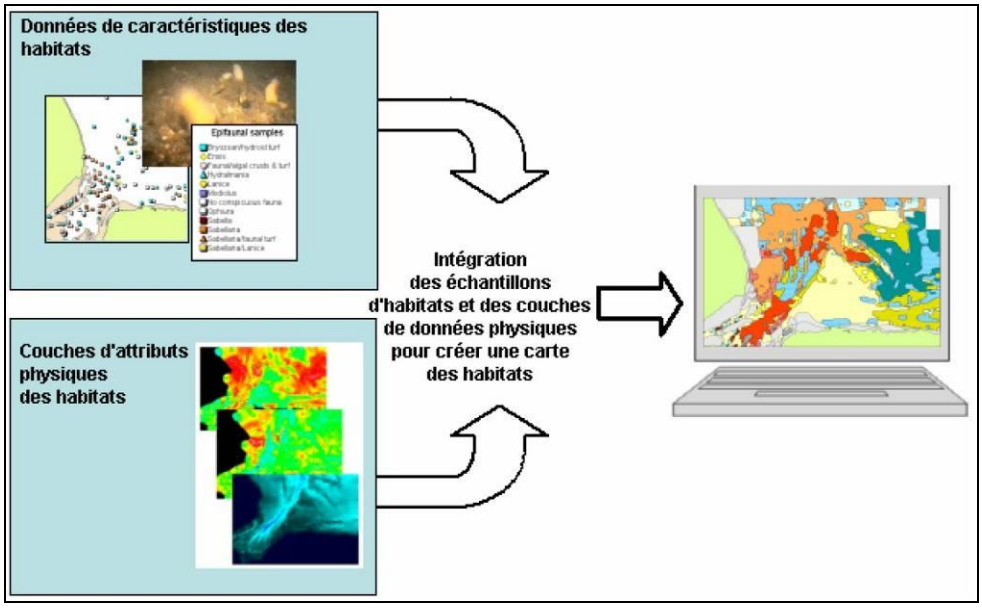


Figure 5 : Résumé du processus de cartographie des habitats préconisé (MESH, 2008)

A partir des expériences des projets MESH et Rebent, une nouvelle méthodologie a été préconisée par l'Ifremer en 2009 (Bajjouk, 2009).

Selon l'état des connaissances d'un site, la démarche à adopter pour la réalisation de l'inventaire cartographique d'un site Natura 2000 côtier sera différente. C'est pourquoi, un découpage du projet de cartographie en plusieurs phases est préconisé afin d'optimiser les efforts et maîtriser les coûts de réalisation. La Figure 6 synthétise les trois grandes phases proposées :

- Une première phase consiste à évaluer à quel point les données déjà disponibles, à un niveau de qualité adéquat (lacunes, données partielles ou non satisfaisantes) devront être complétées par de nouveaux levés ou par l'utilisation de modèles.
- Une seconde phase vise à acquérir des données par de nouveaux levés et des campagnes d'échantillonnage des composantes physiques et biologiques de chaque type de faciès, en vue de leur caractérisation en tant qu'habitats.
- Une troisième phase est consacrée au traitement et à l'analyse des données existantes ou nouvellement acquises, pour produire la carte d'habitats du site Natura 2000.

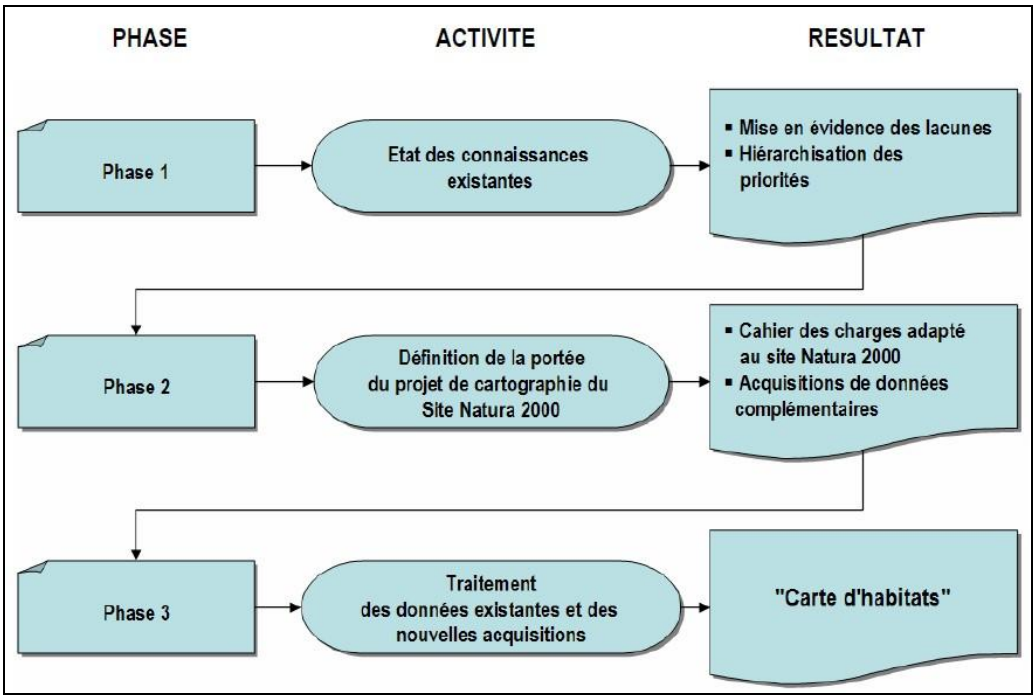


Figure 6 : Grandes phases du projet de cartographie du site Natura 2000 (Bajjouk, 2009)

3.4.2 Méthodologie

Afin de préciser notre approche méthodologique globale employée dans le cadre de ce projet, la Figure 7 illustre les grandes étapes que nous avons mises en œuvre afin d'aboutir à une cartographie des habitats marins.

Le recueil des données existantes a nécessité plusieurs mois de travail, répartis sur une année, tout au long du projet, comprenant la prise de contacts téléphoniques avec les organismes producteurs de données, des déplacements auprès de ces producteurs de données et des recherches bibliographiques dans les sources externes et dans nos bases de données internes. L'Annexe 1 présente la liste des personnes/organismes consultés.

Une liste des données existantes a ainsi pu être produite et communiquée à l'Agence dans le but d'obtenir les données qui ne pouvaient nous être communiquées directement. Une lettre d'introduction auprès de ces organismes a également été fournie par l'Agence afin de faciliter nos contacts avec les différents acteurs (Annexe 2).

D'une manière générale, les résultats sont présentés selon deux axes : les données physiques d'une part, les données biologiques d'autre part. Il est évident que ces deux types de données sont indissociables dans une démarche de cartographie des habitats mais leur discernement spécifique est indispensable à l'identification des éventuels manques.

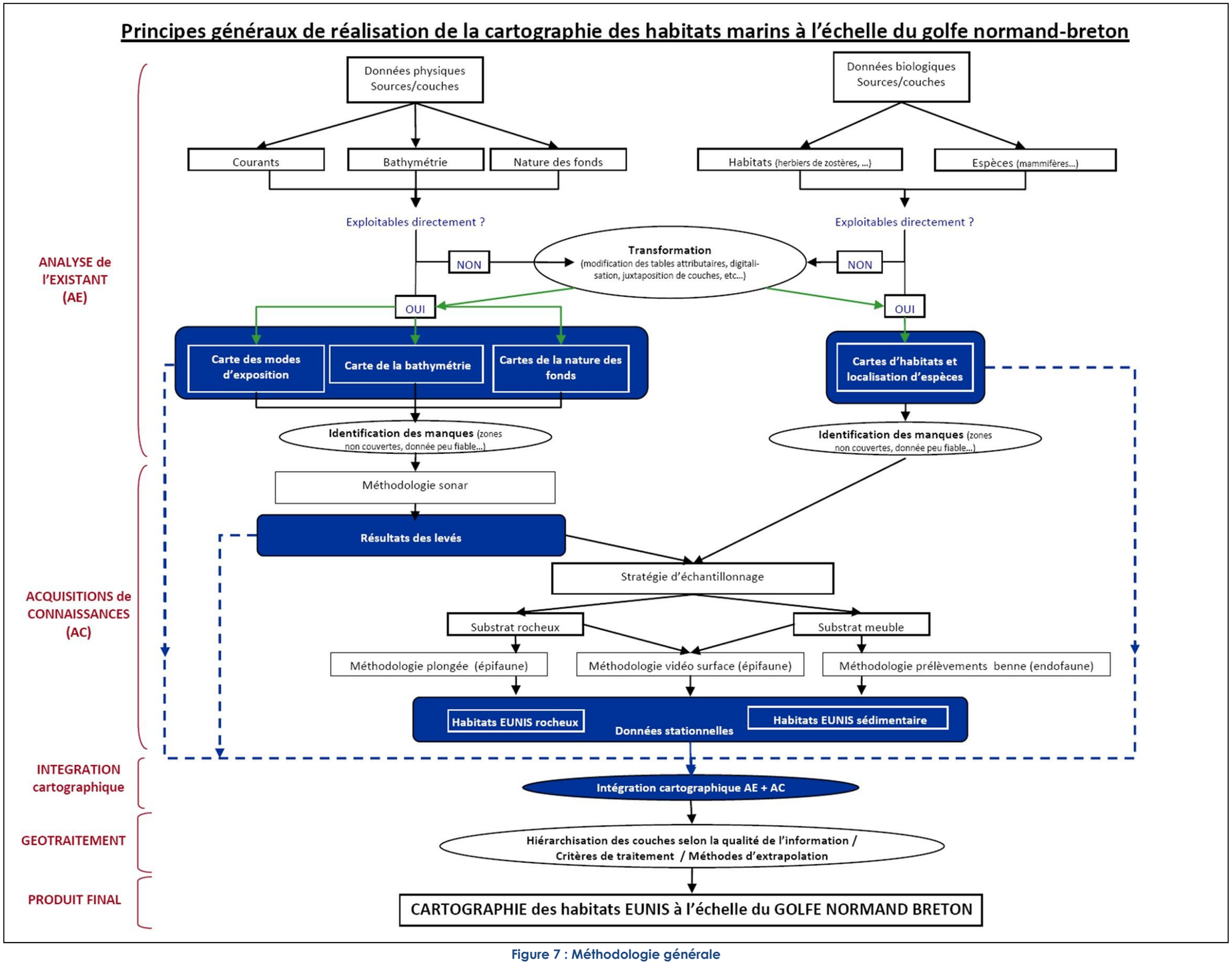


Figure 7 : Méthodologie générale

4 Données physiques

Compte tenu de la forte hétérogénéité spatiale des habitats, leur cartographie s'appuie couramment sur des paramètres abiotiques (bathymétrie, nature du substrat, hydrodynamisme, etc.).

Le golfe normand-breton, entité biogéographique reconnue par Holme (1966) et délimitée par Cabioch (1968), est caractérisé par :

- **sa faible profondeur** (en pente douce, le plateau continental atteint la profondeur de 60 m à l'Ouest de Guernesey et au Nord des îles de Guernesey et Aurigny),
- **un régime macrotidal extrême** (marnage de plus de 14 m en baie du mont Saint-Michel),
- **des gradients thermiques marqués** en été comme en hiver,
- **une grande variété édaphique**,
- **une courantologie complexe** due à la présence d'îles (Guernesey, Jersey, Aurigny, Sercq, Herm, Chausey…), d'archipels et de plateaux rocheux (Les Minquiers – les Ecréhous…) (Le Mao, 2009).

L'ensemble des données physiques disponibles a été recensé et étudié. Nous avons choisi de retenir les données relevant des **5 paramètres discriminants** influençant la répartition des habitats benthiques : **l'hydrodynamisme**, paramètre principal de répartition de l'endofaune en Manche (Retière, 1979), la **nature du substrat**, **la profondeur et la turbidité** (conditionnant la pénétration de la lumière), **et la température**. Ces critères sont décrits ci-après en fonction de la précision des données obtenues.

4.1 HYDRODYNAMISME

Les mouvements des masses d'eaux sont induits par des facteurs hydrodynamiques et météorologiques tels que la marée et les courants associés, les vents et les houles. Ces mouvements conditionnent très largement la répartition des sédiments sur les fonds sous-marins et leurs déplacements. Ils influencent également fortement la qualité hydrologique du milieu (notamment la turbidité) ainsi que la distribution des organismes vivants.

4.1.1 Amplitude de la marée

La marée semi-diurne observée en France provient d'une onde née en Atlantique Sud dont l'amplitude ne dépasse pas 1 mètre. L'onde de marée pénètre en Manche sous la forme d'une onde progressive dérivée, accompagnée d'une augmentation du marnage d'Ouest en Est.

La marée est le phénomène physique le plus spectaculaire dans le golfe Normand-Breton. Lorsque l'onde de marée pénètre dans la Manche, elle s'enfle progressivement vers l'Est et se réfléchit sur la presqu'île du Cotentin qui s'apparente à une véritable barrière (Ehrhold, 1999).

En baie du mont Saint-Michel, on observe les marnages les plus importants d'Europe (Figure 8): ceux-ci peuvent dépasser 14 m par forts coefficients. A Saint-Malo, le marnage est en moyenne de l'ordre de 10,6 m en vives eaux. Vers le Nord, le marnage diminue, à Cherbourg il n'est plus que de 5,3 m en vives eaux.

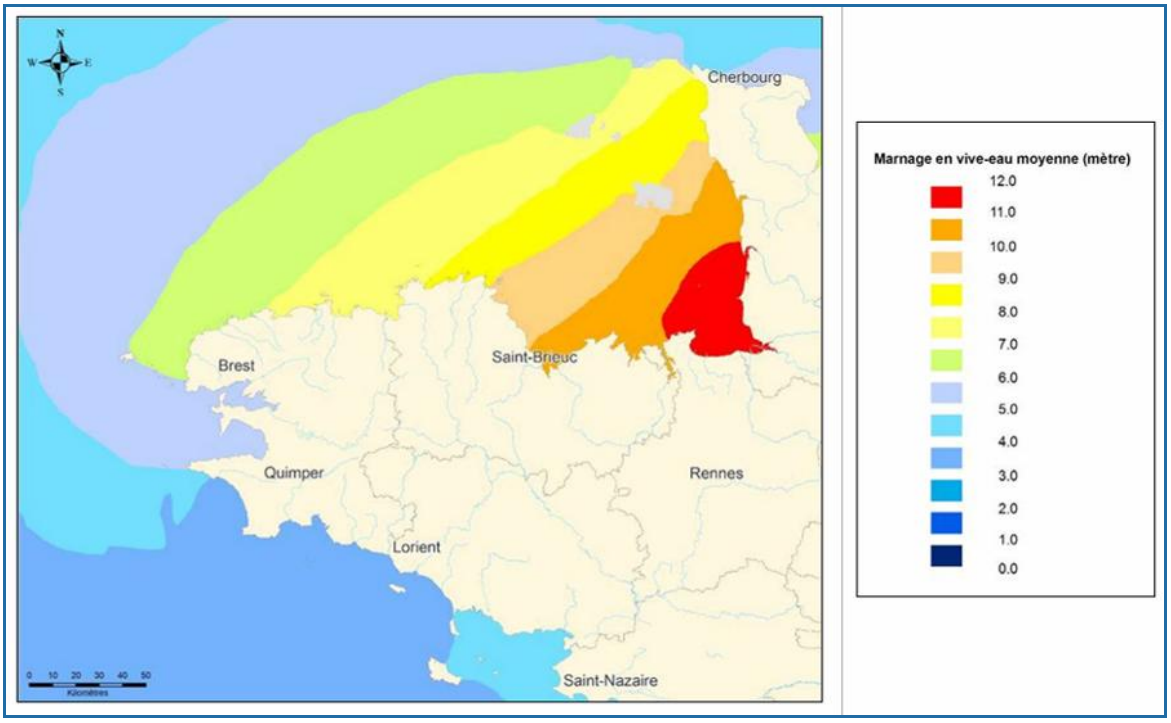


Figure 8 : Marnage en Manche en vive-eau moyenne (SHOM)

La prise en compte du marnage est importante pour la cartographie des habitats intertidaux. En effet, l'alternance des marées qui découvrent plus ou moins longtemps le substrat en fonction des phases de la lune détermine les conditions d'humidité, de salinité et de température de l'estran.

4.1.2 Courants de marée

Les courants conditionnent dans une large mesure la sédimentation des fonds, contrôlent les qualités hydrologiques et interviennent directement ou indirectement dans la distribution des espèces benthiques et la composition des peuplements. **A cet égard, le rôle essentiel revient, en Manche, aux courants de marée.** Liés aux caractéristiques de l'onde de marée, ils sont définis par la périodicité et le caractère alternatif ou giratoire des mouvements horizontaux des particules d'eau. Ils se distinguent des courants de dérive dus aux vents, des courants de pente, des courants de densité et de ceux liés à la houle dont les interactions déterminent la circulation générale des eaux (Retière, 1979).

Le modèle numérique réalisé par le SHOM (fichier numérique image raster) présente les vitesses maximales des courants en nœuds. La modélisation des courants de marée par le SHOM a été réalisée à l'aide du système " TELEMAC 2D" développé par le Laboratoire National d'Hydraulique de l'EDF. Ce modèle numérique, dit "aux éléments finis" utilise des mailles triangulaires qui permettent une plus grande souplesse, la taille des mailles pouvant s'adapter à la variabilité du milieu et à la complexité du trait de côte.

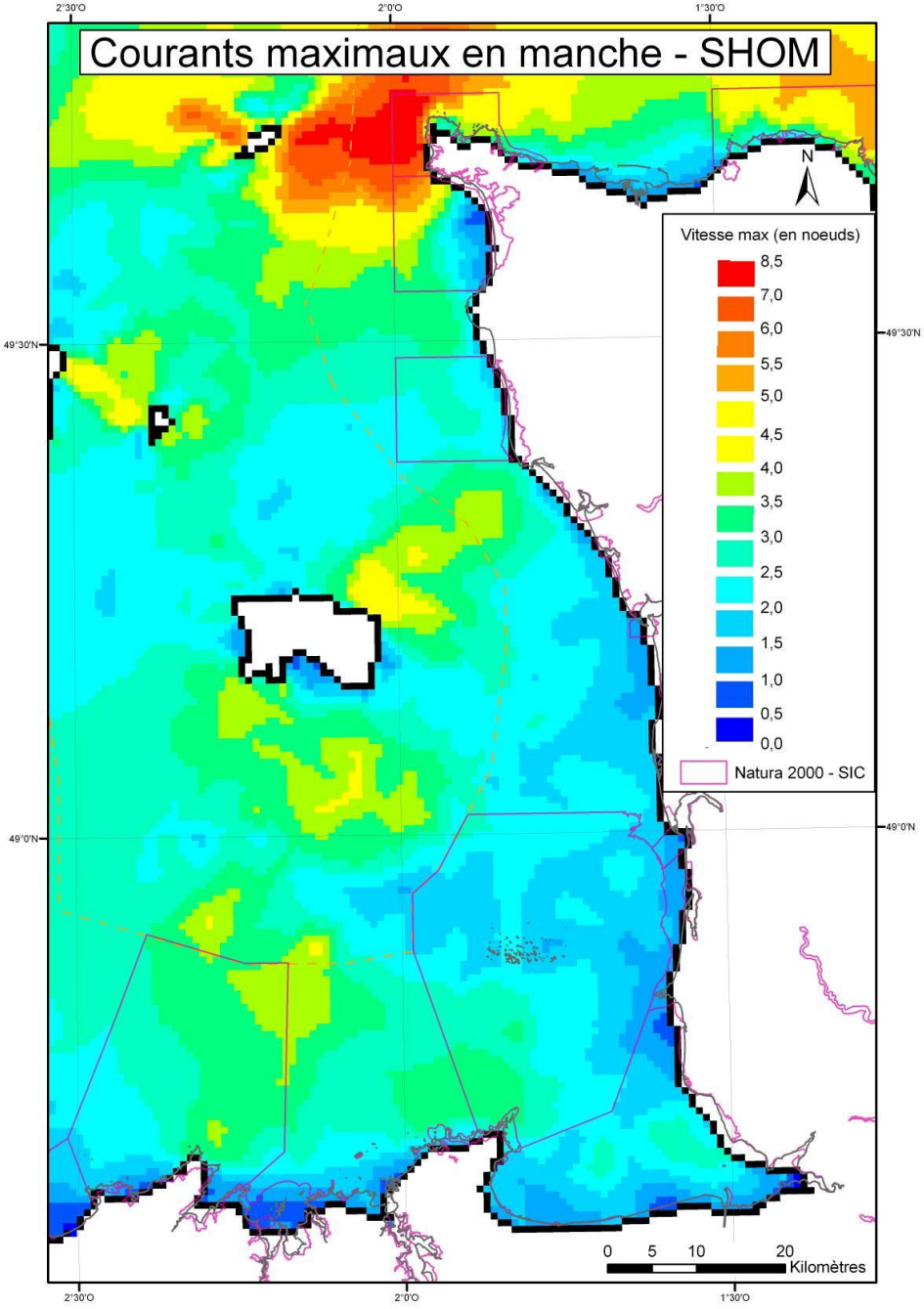


Figure 9 : Courants maximaux dans le golfe Normand-Breton (SHOM)

A partir de la Figure 9, on remarque une opposition entre la partie Sud-Est du golfe Normand-Breton (littoral de Carteret à la baie du Mont Saint-Michel) où les courants sont faibles et le Nord de la zone, plus au large où les courants sont forts à très forts. Ils sont maximaux au niveau du raz Blanchard où ils peuvent atteindre des valeurs extrêmes de 12 nœuds lors des grandes marées d'équinoxe.

Rétière (1979, *in* Ehrhold, 1999) a réalisé une synthèse des vitesses maximales atteintes pour un coefficient de 95. Il met en évidence dans les zones où les masses d'eau s'écoulent librement, que la vitesse des courants en surface est de l'ordre de 2 à 3 nœuds. Elle s'accroît en présence d'obstacles : 4 nœuds entre le plateau de Barnouic et les roches Douvres, autour des caps : 3 à 4 nœuds devant Fréhel et le Grouin, et s'accélère également dans les couloirs étroits comme au passage du Raz Blanchard : 10 nœuds.

En fait, la circulation résiduelle dans le golfe est donc fortement marquée par la présence de tourbillons, cycloniques ou anticycloniques qui sont localisés autour des îles anglo-normandes ou à proximité des caps (Figure 10).

En effet, le flux d'eau atlantique pénètre en Manche à proximité de l'île d'Ouessant, longe les côtes Nord bretonnes jusqu'aux environs de la baie de Lannion puis bifurque vers le nord en direction de Plymouth. Il se sépare alors en deux avec une branche qui se dirige vers l'ouest et la mer d'Irlande, et une autre qui s'oriente vers le Cap de La Hague et le Détroit du Pas-de-Calais. L'intensité de ce flux est faible et n'excède pas en général 2 cm/s.

Les tourbillons latéraux sont créés par les accidents topographiques tels que les caps ou les îles. Ces systèmes conduisent à la formation de zones de confinement particulièrement dans le golfe normand-breton. Leur intensité est en général supérieure à celle du flux moyen avec des vitesses pouvant excéder 15 cm s-1 autour des îles de Jersey et de Guernesey ou 10 cm s-1 autour des Roches Douvres (Salomon 1991, *in* Trigui, 2009).

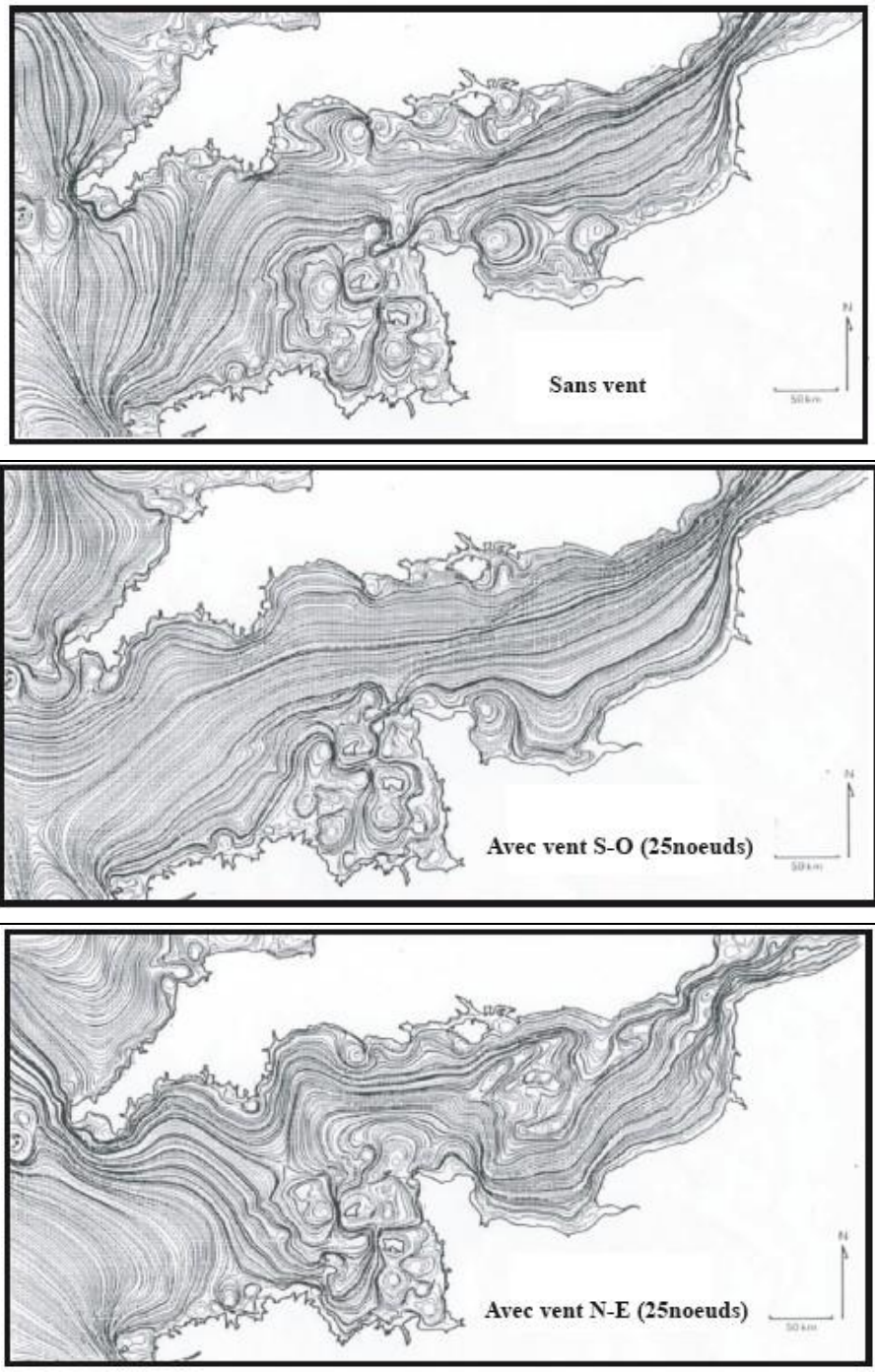


Figure 10 : Courants résiduels en Manche calculés (A) sans vent, (B) pour un vent constant de sud-Ouest, et (C) pour un vent constant de Nord-est (Salomon et Breton, 1993 *in* Trigui, 2009)

Les principaux tourbillons cycloniques sont localisés autour des îles de Guernesey et de Jersey ainsi qu'autour du plateau des Minquiers. Les structures anticycloniques sont pour leur part situées au Nord et à l'Ouest de Jersey, au Nord de la baie de Saint-Brieuc et à l'entrée de la baie du Mont-Saint-Michel. Ces structures tourbillonnaires sont en général très stables et peu sensibles aux effets météorologiques sur la circulation (Salomon & Breton 1993, *in* Trigui, 2009).

Ainsi, les tourbillons dont les vitesses résiduelles de marée excèdent 15 cm/s, tels que ceux localisés autour de Jersey et Guernesey, perdurent en présence de vents modérés à fort. En revanche, les tourbillons dont les vitesses résiduelles sont inférieurs ou égale à 10 cm/s, tels que les tourbillons au Nord des baies de Saint-Brieuc ou du Mont-Saint-Michel, peuvent être momentanément détruits ou du moins fortement altérés en présence de vents moyens à forts. La durée de parcours des particules au sein de ces tourbillons est difficile à apprécier mais varierait en moyenne entre 5 à 6 jours pour les tourbillons de Jersey et Guernesey à deux mois pour le tourbillon des Minquiers (Salomon & Breton 1991, *in* Trigui, 2009).

L'effet de ces tourbillons sur le transport des masses d'eau et du matériel particulaire ou dissous est relativement complexe même s'il est communément admis que les tourbillons peuvent participer à la rétention des particules en zone côtière en augmentant le temps de résidence des masses d'eau (Largier 2003, *in* Trigui, 2009). Ainsi, un tourbillon est le siège de forts cisaillements qui induisent un mélange rapide en son centre ; *a contrario*, il conserverait durant plusieurs révolutions la signature d'éléments dissous qui y auront pénétré (Salomon & Breton 1991, *in* Trigui, 2009). Cette « mémorisation » serait d'autant plus forte qu'un tourbillon n'aurait de contact avec le milieu extérieur que par l'intermédiaire d'autres tourbillons.

Ces mécanismes expliqueraient ainsi l'isolement des eaux du golfe Normand-Breton par rapport aux eaux d'origine atlantique en Manche, tels qu'ils ont pu être mis en évidence à partir des mesures de radionucléides issus de l'usine de retraitement des déchets nucléaires de la Hague (Bailly du Bois & Guéguéniat 1999, *in* Trigui, 2009).

A l'inverse, Ménesguen & Gohin (2006, *in* Trigui, 2009) ont récemment suggéré l'existence de deux types de tourbillons en Manche :

- des tourbillons induits par des effets de caps qui agissent comme des zones d'accumulation de traceurs (ex : tourbillon de l'entrée de la baie du Mont-Saint-Michel),
- des tourbillons qui se développent autour des îles et se comportent comme de faibles zones d'accumulation (ex : autour de Jersey), voire même comme des zones de dissémination (ex : autour de Guernesey).

Ainsi, dans le golfe Normand-Breton, la dynamique sédimentaire est principalement le fait des courants de marée auxquels s'ajoutent la météorologie, les gradients horizontaux de densité et les mouvements océaniques généraux (Trigui, 2009).
En conclusion, dans le golfe normand breton, les courants sont soit giratoires, à proximité des îles et des caps, soit alternatifs suivant l'onde de marée pénétrant dans le golfe et venant de l'Ouest ou du Nord-Ouest.

4.1.3 Tension de cisaillement sur le fond

La tension de cisaillement sur le fond est l'aptitude d'un courant à déplacer des sédiments. Les courants à 1 m du fond sont traditionnellement utilisés pour calculer cette tension de cisaillement sur le fond. Cette tension de cisaillement est le moteur de la dynamique sédimentaire qui est explicitée plus loin dans le document.

La tension de cisaillement sur le fond résultant des courants de marées est élevée lorsque la vitesse des courants est élevée. Elle détermine le gradient de sédiments, des cailloutis et graviers jusqu'aux sédiments fins.

L'effet de la friction au fond est complexe car il dépend de la nature du fond (sable, vase, roche, présence d'algues) qui est généralement très variable. Par ailleurs, cet effet dépend de la topographie du fond à petite échelle, qui, si le fond est mobile, est elle-même modelée par les vagues.

La tension de cisaillement sur le fond peut être estimée grâce à un modèle hydrodynamique 2D comme cela a été fait dans le cadre de CHARM[1] 2 en Manche orientale. Exprimée en Newton/m² (N/m²), elle a été calculée en utilisant une équation quadratique où la tension dépend à la fois du courant elliptique maximal prédit et d'un coefficient (approprié) de friction sur le fond. Puis, à partir d'une grille régulière de résolution 1/ 8° de longitude par 1/12° de latitude (référencé en datum WGS 1984), elle a été interpolée pour créer un raster continu de taille de cellule de 1 km² (Figure 11).

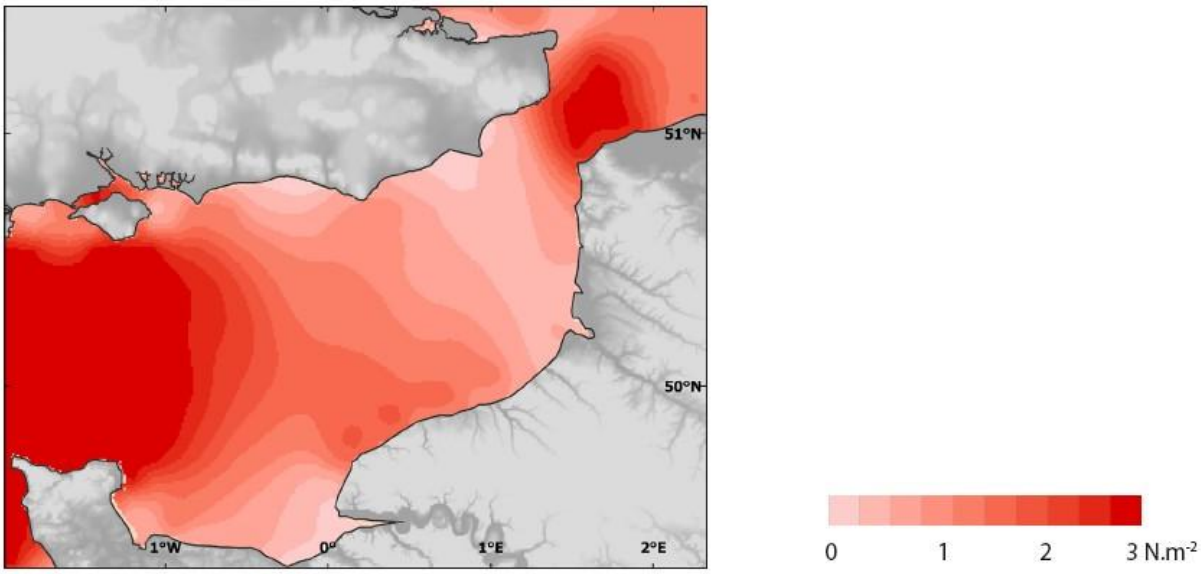


Figure 11 : Données modélisées de tension de cisaillement sur le fond (Carpentier *et al.*, 2009)

En Manche occidentale, aucune modélisation n'a été réalisée et aucune carte n'est disponible. Le projet CHARM 3, étendu à toute la Manche, devrait permettre la mise à disposition de ce type de données en 2012.

[1] CHARM (Channel integrated Approach for marine Resource Management) est un programme franco-britanique don't l'objectif est de contribuer à un système de gestion intégrée par l'évaluation des ressources marines vivantes, des espèces clés et de leurs habitats dans la Manche.

Néanmoins, dans le cadre de sa thèse, Blanpain (2009) a produit grâce à un modèle hydrodynamique une carte du maximum de frottement en Manche qui permet d'identifier les zones où les tensions critiques étaient les plus susceptibles d'être atteintes durant l'année 2007 (Figure 12).

La comparaison de cette carte avec celle de la distribution sédimentaire de Larsonneur (1979) montre qu'il existe une corrélation très nette entre l'intensité des courants et le classement granulométrique observé. Les zones où les conditions hydrodynamiques sont les plus intenses correspondent aux zones où la granulométrie est la plus grossière. Les distributions sédimentaires observées sont donc façonnées par les courants maximum rencontrés localement.

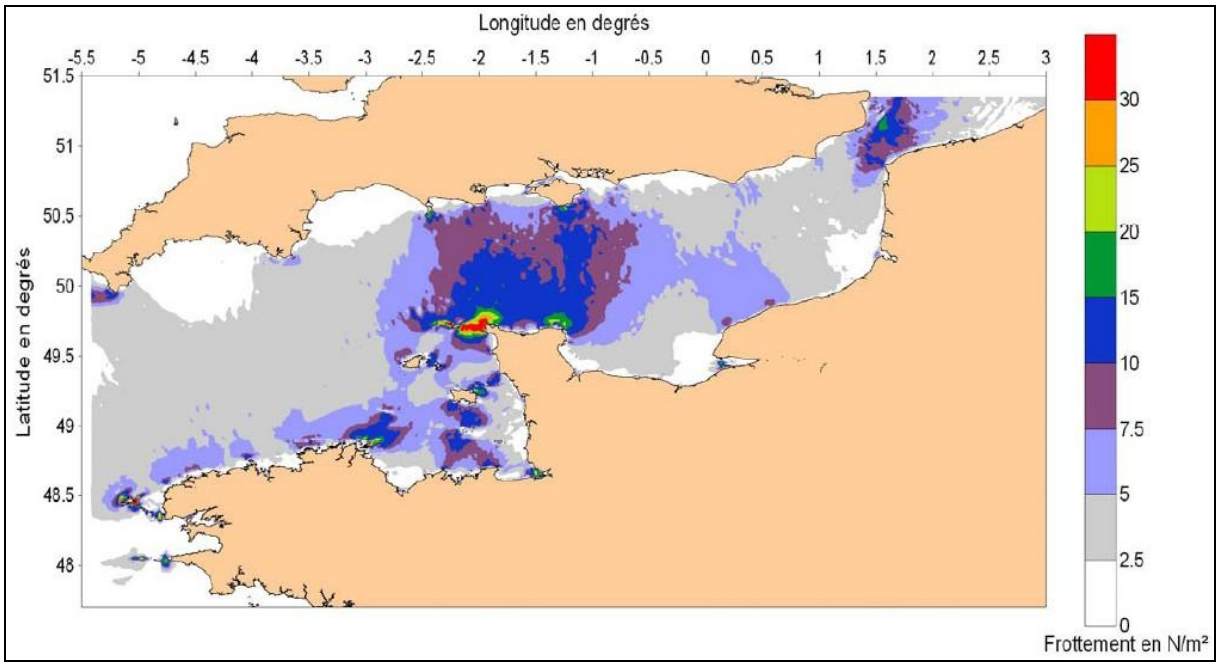


Figure 12 : Carte de la contrainte de frottement maximale sur le fond (selon Strickler) atteinte durant l'année 2007 (Blanpain, 2009)

4.2 BATHYMETRIE

La bathymétrie, avec la turbidité, conditionne la présence de lumière et donc la répartition des espèces marines, notamment végétales. La Manche est une mer peu profonde caractérisée par de nombreux accidents bathymétriques (Blanpain, 2009). En Manche occidentale, la profondeur moyenne est de 100 m.

Les données bathymétriques fournies par l'Agence des Aires Marines Protégées sont des données Raster de résolution de 200 m (source IFREMER). Nous disposons des isobathes numérisées à partir de la carte 6966 du SHOM et avons également créé un fichier vecteur numérisé à partir des cartes marines du SHOM au 1/50 000.

L'information géographique de la bathymétrie a été générée à partir de différents types de données :

- IFREMER : sondes et minutes des cartes marines, des données Lidar ainsi que des sondes bathymétriques issues de minutes disponibles en interne (levés Ifremer de Granville, Mont Saint-Michel, Lannion, Morlaix, Guisseny, Loire, Bourgneuf, Douarnenez, Saint-Brieuc, etc.
- SHOM : sondes et minutes bathymétriques
- Divers : DDE 17 (Sud Vendée), 44 (Le Croisic), baie de Saint-Brieuc (estran), Glénan, Chausey (EDF), Vilaine (IAV), Concarneau (Rebent), etc.

La Figure 13 donne un aperçu général des différents types de données utilisés ainsi que leurs emprises géographiques.

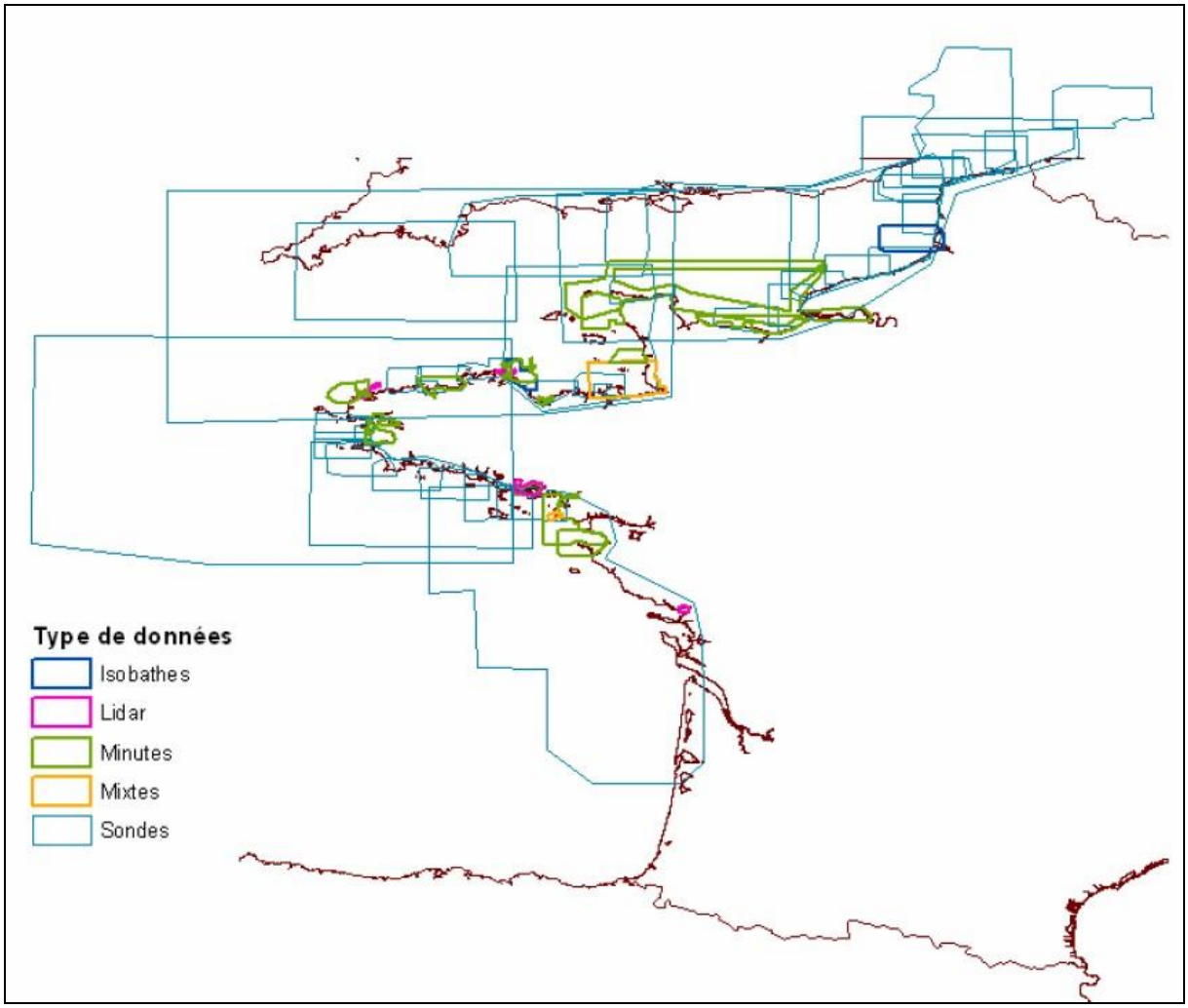


Figure 13 : Emprises des données utilisées pour la génération des MNT (Cap Gemini, 2005)

Ces données ont été interpolées sur une grille de 200 m de résolution par une technique de géostatistique, le krigeage (Cap Gemini, 2005).

La Figure 14 montre le résultat d'interpolation qui a été obtenu pour le MNT au pas de 200m sur le golfe Normand-Breton.

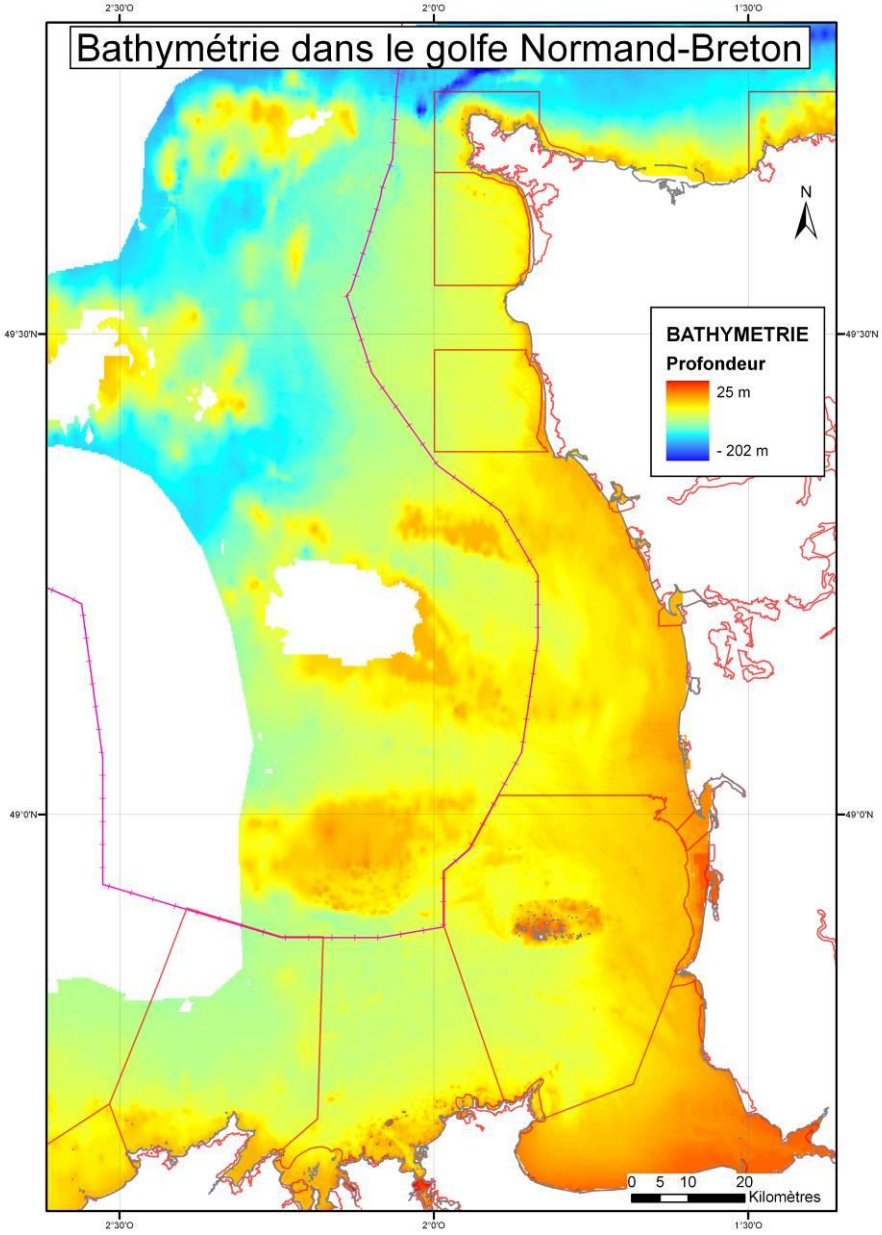


Figure 14 : Bathymétrie côtière à 200 m de résolution (Ifremer)

Nous avons également digitalisé sous ArcGis® les isobathes 5, 10, 20, 30 et 50 m, à partir de la carte SHOM 6966 (Figure 15).

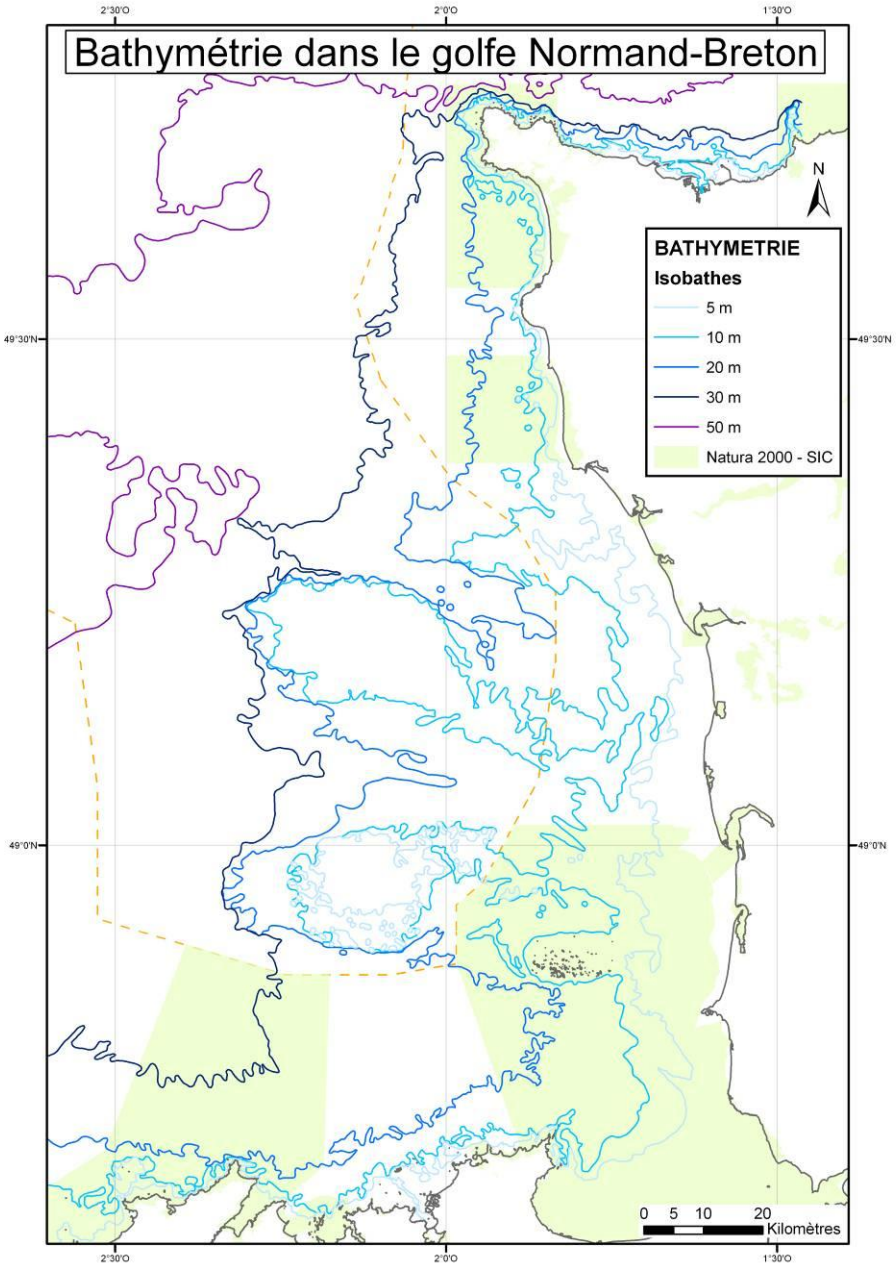


Figure 15 : Isobathes numérisées à partir de la carte SHOM 6966

Sur le golfe Normand-Breton, les profondeurs sont de l'ordre de 0 à 50 m CM, profondeurs que l'on peut qualifier de faibles. Les plus importantes sont observées au Nord du Cap de la Hague.

De Carteret à Saint-Malo, on remarque un estran plus large et moins pentu : les isobathes sont plus espacées qu'au Nord du Cotentin et sur le littoral des Côtes d'Armor. Les fonds marins entre les îles/plateaux rocheux (Jersey, Ecréhou, Minquiers et Chausey) et la côte présentent des profondeurs supérieures à 20 m (CM). Au large du Cap d'Erquy, les profondeurs peuvent atteindre 37 m CM.

4.3 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

4.3.1 Température

Les variations de température de l'eau jouent un rôle dans la répartition des espèces et donc des habitats. Retière (1979) a mis en évidence un gradient de diversité faunistique dans le golfe normand-breton, celle-ci se réduisant du Nord-Ouest au Sud-Est, en raison d'un gradient climatique (Le Mao, 2009).

Nous disposons de données de température de surface (SST pour Sea Surface Temperature) exprimée en °C, dérivées des radiances mesurées par le capteur AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) à une résolution de 1 100 m. Les données disponibles sous formes d'images seulement sont les moyennes hebdomadaires de SST calculées sur 20 ans (Figure 16).

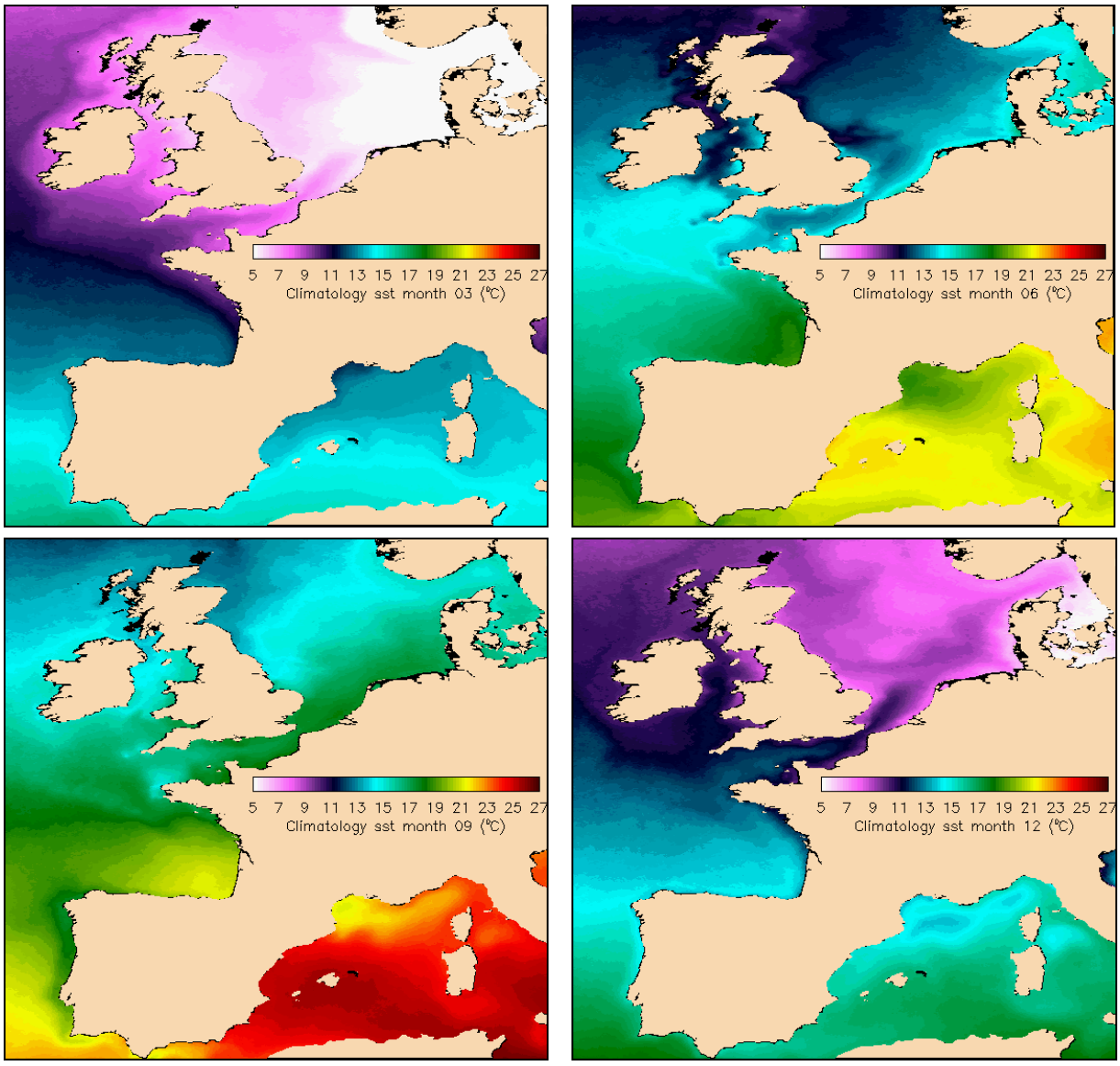


Figure 16 : Moyenne des températures des eaux de surface pour les mois de Mars, Juin, Septembre et décembre (Ifremer, 2008)

Synthèse mensuelle sur 20 ans – 1986-2006 des données de température de surface marine provenant des capteurs AVHRR/Pathfinder. Ifremer/Dyneco, Gohin, Saulquin, 2008.

Sur la plateforme Nausicaa Manche – Mer du Nord, des données satellitaires journalières sont disponibles, observées depuis le SAF O&SI (Satellite Application Facility) d'EUMETSAT / MétéoFrance à Lannion. L'AVHRR utilisé est un appareil de détection de radiations qui peut être utilisé à distance pour mesurer la température de la couche nuageuse et de la surface. Il faut noter que le terme surface désigne la surface terrestre, la surface supérieure des nuages, ou la surface marine. Ce radiomètre utilise 6 capteurs qui collectent différentes longueurs d'ondes de radiations.

Quatre exemples ont été pris, en mars, en juin, en septembre et en décembre (Figure 17). Il apparaît qu'en mars et en décembre, la température de surface au large est plus élevée qu'à la côte, où la température est comprise entre 8 et 10 degrés. En juin et septembre, les températures sont plus élevées à la côte et peuvent atteindre 19 degrés.

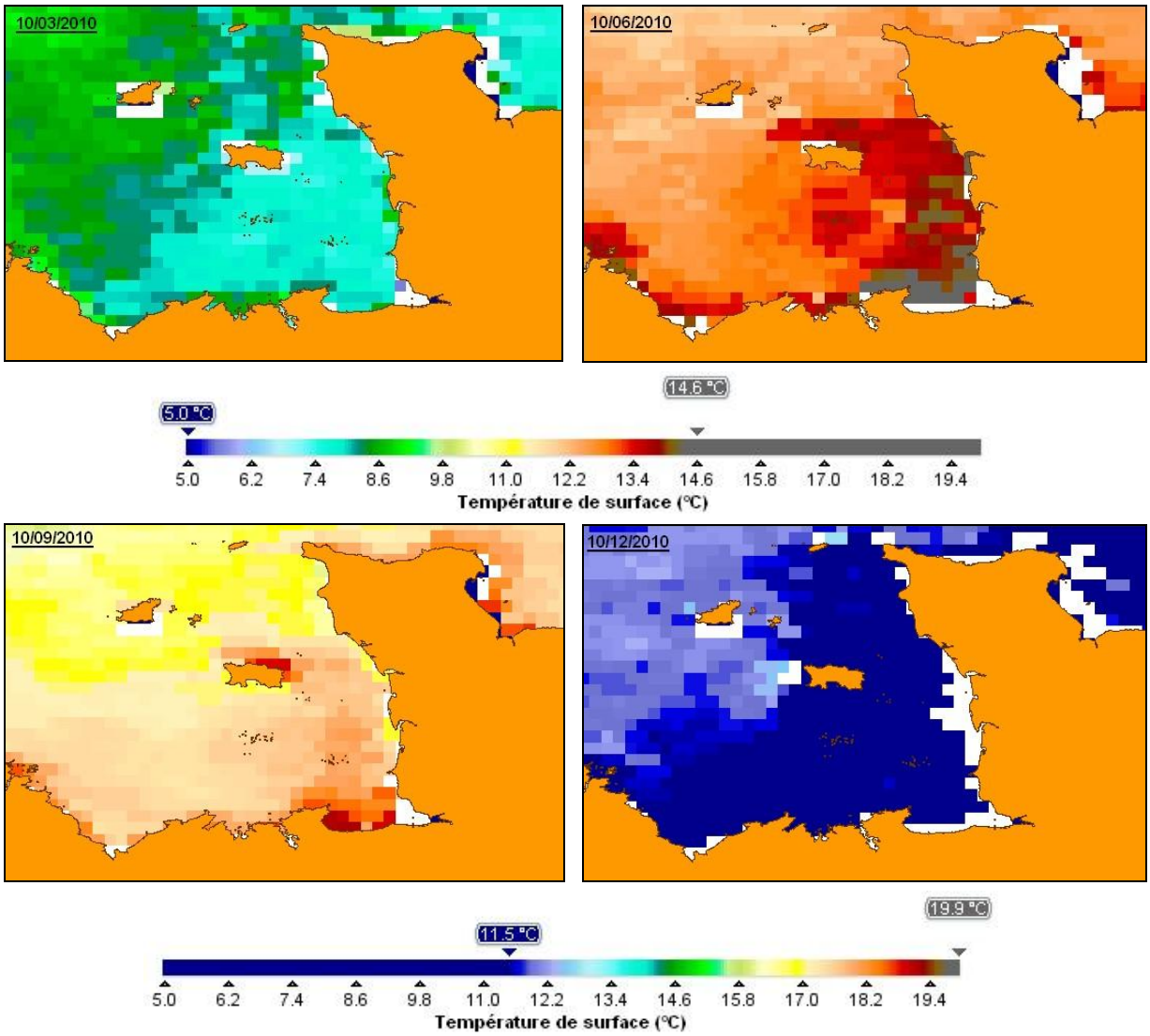


Figure 17 : Température de surface dans le golfe Normand-Breton (Clim.Casey 7j, Nausicaa, 2011)

Retière (1979) avait déjà remarqué qu'en hiver, les températures s'abaissaient régulièrement d'Ouest en Est et du large vers la côte et que durant l'été, elles augmentaient selon le même gradient.

D'une manière générale, la répercussion des variations de température de surface au niveau du fond dépend de la formation d'une stratification thermique des eaux en période estivale. Retière a observé que le golfe Normand-Breton faisait partie des régions de la Manche dépourvue de thermocline estivale.
Retière met également en évidence un gradient thermique régional sur l'ensemble des températures du mois d'août au niveau du fond. On remarque qu'au Nord du golfe, la moyenne est de 14,2 °C alors que les valeurs maximales enregistrée en rade de Cancale s'élèvent à 18,7 °C. En hiver, le gradient est inverse.
Le long de ce gradient, les variations thermiques peuvent apparaître localement sous forme d'une discontinuité brutale qui coïncide avec un « front » séparant des masses d'eau de propriétés différentes. Ainsi, entre Jersey et Guernesey, il existe un front permanent, large de quelques centaines de mètres et qui s'étale sur plus de 10 milles nautiques. De part et d'autre, la différence de température, considérable par rapport aux valeurs moyennes dans le bassin occidental de la Manche (Dietrich, 1950 in Retière, 1979), est de 1 °C au mois de juillet.

En résumé, l'homogénéité verticale des eaux et le gradient régional de température provoquent un accroissement important de l'écart thermique annuel entre les fonds du large et ceux de la frange côtière (Retière, 1979).
Ce gradient inversé des températures selon les saisons laisse supposer que les espèces présentes dans les eaux atlantiques posséderont plutôt un caractère sténotherme dans une zone soumise à une faible amplitude thermique saisonnière alors que les espèces du fond du golfe auront plutôt un caractère eurytherme, supportant des écarts saisonniers de température plus importants (Trigui, 2009).

4.3.2 Turbidité

Les milieux côtiers constituent une interface entre le domaine océanique et le domaine terrestre au sein duquel la turbidité varie principalement en fonction des apports des fleuves, de la remise en suspension du sédiment et de la concentration en plancton liés aux évènements météo-océaniques et aux activités anthropiques.

Elle évalue la transparence d'une eau par la perte de lumière résultant de sa traversée et est fonction des particules en suspension dans l'eau. La turbidité permet notamment de déterminer la quantité de lumière disponible pour le développement de la flore aquatique.

Comme pour la température des eaux de surface, plusieurs paramètres permettant d'appréhender la turbidité de l'eau peuvent être estimés par imagerie satellitaire ou mesures *in situ* :

- Au travers du coefficient d'atténuation des radiations disponibles pour la photosynthèse (Photosynthetically Available Radiation, PAR), le Kpar. Ce coefficient dérive des radiances mesurées par SeaWiFs (Gohin *et al*. 2005) dont les images ont une résolution de 1 100 m. Les données utilisées sont les moyennes hebdomadaires de Kpar calculées entre 1998 et 2004.
- Au travers du taux de matières en suspension (MES) mesuré en g/m^3.
- Des mesures de turbidité en NTU.

Il est choisi ici choisi d'étudier les taux de MES en g/m^3. La plateforme Nausicaa de l'IFREMER met à disposition des données océanographiques issues de satellites. La Figure 18 présente des images satellite MODIS OC5 IFR pour les mois de mars, juin et septembre 2010.

D'après ces données, les teneurs naturelles en matière particulaire minérale dans le golfe Normand-Breton varient entre 1 mg/L et 20 mg/L en surface selon la saison (Figure 18). On observe les valeurs les plus fortes en baie du mont Saint-Michel. De manière générale, les teneurs en MES sont plus importantes à proximité de la côte et aux alentours des îles anglo-normandes.

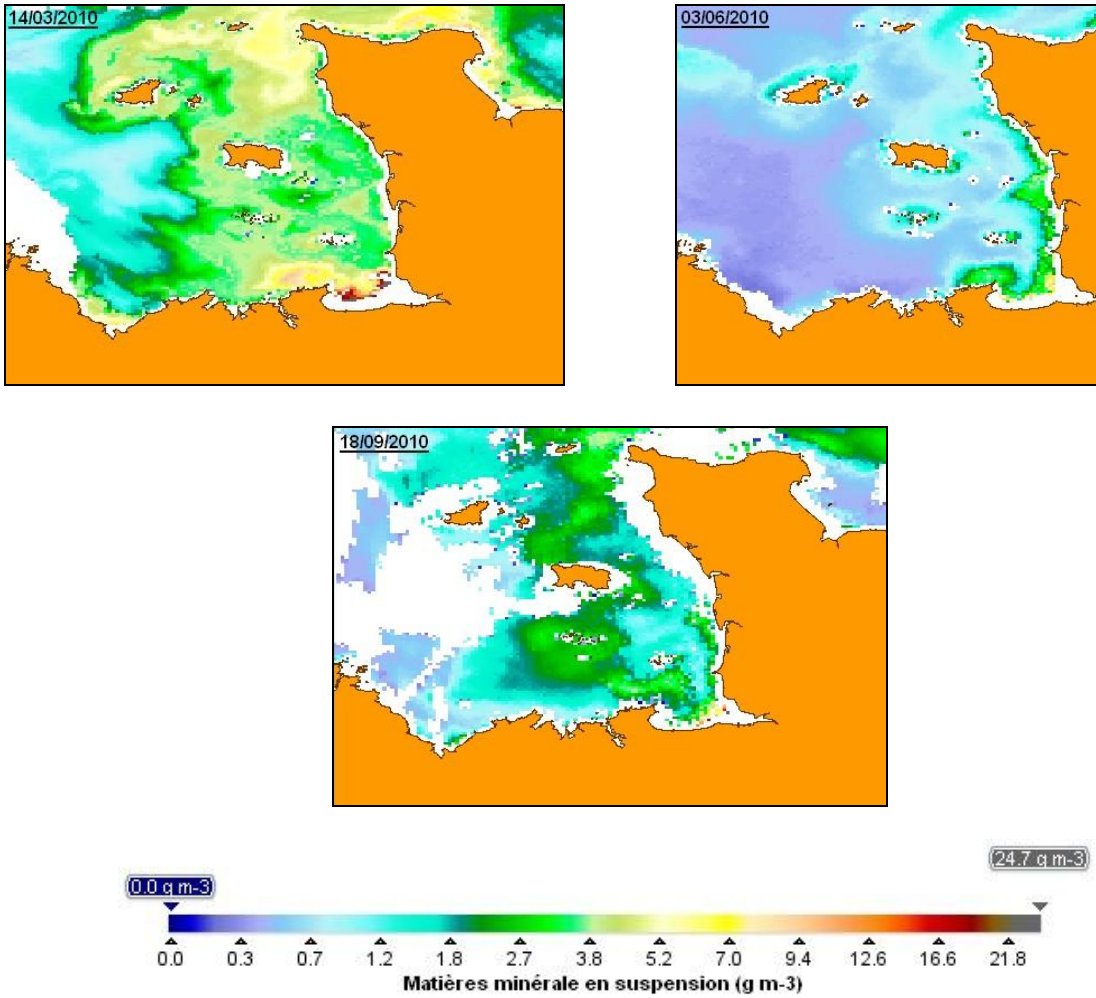


Figure 18 : Matières minérales en suspension issues de Nausicaa (IFREMER)

Dans le cadre de sa thèse, Retière (1979) rapporte les travaux de Verger (1974) et de Poisson (1976) sur l'importance de la turbidité dans la distribution des peuplements benthiques dans le golfe normand-Breton. Il ressort de leurs études qu'il est possible de distinguer :

- Les eaux très faiblement turbides à l'extérieur d'une ligne parfois indentée, qui part du cap de Flamanville, passe par l'extrémité Ouest de Jersey, et rejoint la côte Sud du golfe normand-Breton entre Saint-Malo et la Pointe du Grouin.

- Des eaux ceinturées par cette frontière et le littoral normand-breton qui présentent un gradient des niveaux de turbidité très accusé à l'aplomb de la côte du Cotentin et de la baie du Mont-Saint-Michel.

4.4 NATURE DU SUBSTRAT

4.4.1 Généralités

La connaissance des faciès sédimentaires est nécessaire à la cartographie des habitats marins. En effet, les peuplements benthiques observés varient en fonction des types de substrats. Différentes cartes des fonds marins existent sous format numérique, de type fichiers de forme (polygones), intégrables dans un logiciel de cartographie ou sous format papier, et digitalisables dans des logiciels spécialisés de type ArcGis®.

La source de données de nature des fonds la plus globale est la **carte sédimentologique de Larsonneur *et al.* (1979)** qui couvre l'ensemble de la Manche. Les éléments issus de cette cartographie sont néanmoins à interpréter avec précaution du fait de l'échelle d'acquisition. Les techniques mises en œuvre montrent par ailleurs des imprécisions pour la caractérisation de sédiments fins (comm. pers. N. Desroy). En comparant ces données avec des données plus récentes (données du SHOM notamment), on observe d'importantes disparités, tant au niveau des faciès observés que de leur répartition.

Les **cartes G du SHOM** apportent ainsi une information plus précise, mais restent tout de même incomplètes : elles ont été élaborées à partir de levés sonar partiels voire très limités selon les cartes et de prélèvements sédimentaires. Une partie des informations contenues dans ces cartes est donc interpolée. Néanmoins, en l'absence de toute autre donnée, elles serviront de base à notre cartographie.

D'autres travaux de reconnaissance acoustique existent, plus robustes en terme de qualité d'information compte tenu des échelles plus fines de prospection : les surfaces couvertes au sonar sont souvent complètes. En effet, l'Ifremer a réalisé plusieurs cartes sédimentologiques de Paimpol à Saint-Malo, de Saint-Malo à Granville et au large de Flamanville. Des levés sonar et des prélèvements sédimentaires ont également été réalisés sur le golfe normand-breton dans le cadre des thèses de doctorat d'Ehrhold (1999), Walker (2001) et Blanpain (2009).

Les données étant de différentes échelles et adoptant différentes typologies morpho-sédimentaires**, un travail d'harmonisation a été nécessaire pour créer une base sédimentaire à l'échelle du golfe normand breton.** Nous avons ainsi choisi d'élaborer une légende commune à toutes ces cartes sur la base de celle des cartes réalisées par Ifremer (Augris *et al*., 2006). Au total, 12 facies sédimentaires sont retenus (Figure 19).

Figure 19 : Typologie synthétique des facies sédimentaires retenue dans le cadre du marché (adapté de l'Ifremer, 2006)

Pour toutes les sources, la méthode de regroupement est exposée dans un tableau où apparaissent les typologies originelles et le classement opéré pour l'harmonisation des classes selon la typologie retenue.

L'objectif des paragraphes suivants est de développer succinctement les méthodes de création de chacune des cartes, d'illustrer leur emprise et de présenter les facies sédimentaires.

Une synthèse de l'ensemble des sources est finalement présentée.

NB : D'un point de vue SIG, la transposition des facies originels selon la typologie de la Figure 19 se traduit par la création d'un nouveau champ dans la table attributaire des données sédimentaires. Cette étape n'est réalisée qu'en fin de processus de géotraitement après corrections des erreurs de topologie des couches, puis découpages selon une hiérarchisation des données avec ordre de priorité, et assemblage dans une seule et même couche. C'est sur la carte finale exposée en 4.4.9 que toutes les conversions définitives selon les méthodes exposées dans les Tableau 4, et Tableau 6 à Tableau 10 sont « réelles ». Ceci explique donc que la distinction entre « vases silteuses » et « vases argileuses » présentée sur les illustrations des prochains paragraphes 4.4.2 à 4.4.7 - distinction qui avait été exposée dans le précédent rapport de mars 2011, et modifiée depuis - ne soit pas « corrigée » sur ces illustrations qui ont pour principal objectif de présenter la donnée originelle.

4.4.2 Carte de Larsonneur

L'élaboration de cette carte repose sur un ensemble de données acquises jusqu'en 1977 (environ 12 000 échantillons auxquels s'ajoutaient des informations tirées de publications britanniques, de cartes marines, de carottages de roche et de profils sismiques pour déterminer la présence et l'extension des affleurements rocheux). La méthode cartographique adoptée a consisté à représenter chaque station par un type de sédiment défini d'après sa granulométrie et sa teneur en calcaire, donnant ainsi lieu à 48 types de dépôts possibles (dont trois types non présents en Manche).

De plus, les types de dépôts ont été classés en quatre grandes catégories (cailloutis, graviers, sables, vase) selon des critères granulométriques.

A partir de la cartographie de Larsonneur, on observe que la Manche Centrale est marquée par une vaste zone de cailloutis à partir de laquelle un gradient sédimentaire décroissant s'étend progressivement à la fois vers l'entrée Ouest de la Manche et à l'Est jusqu'au Pas-de-Calais. Les dépôts fins sont rares et concentrés dans les fonds de baies (notamment baie du Mont Saint-Michel) et les nombreux petits estuaires qui représentent des zones abritées favorables à la décantation des matières en suspensions.

Le golfe Normand-Breton se caractérise par une grande diversité de dépôts qui dépendent de l'énergie locale des courants de marée, de l'exposition aux houles et de la morphologie de la côte et des fonds (Figure 20).

Sur le secteur d'étude, les faciès les plus représentés sont les cailloutis et les graviers, essentiellement au large. Plus près de la côte, notamment dans les baies, on retrouve des sables fins à moyens, voire vaseux. De nombreux récifs, immergés ou affleurants sont également présents près des côtes ou des îles.

Dans le cadre de cette étude, la carte sédimentologique de Larsonneur n'est utilisée que lorsqu'aucune autre donnée sédimentaire n'est disponible pour les raisons évoquées en 4.4.1 (donc dernier rang en termes de priorité).
La méthode de regroupement des classes est exposée dans le Tableau 4. Cette transposition a été réalisée à partir des fractions granulométriques explicitées dans la carte de Larsonneur, et non au vu des appellations des sédiments.
Dans le Tableau 4, les classes originelles sont celles présentes dans le Golfe normand breton (partie française uniquement), et en dernière priorité de superposition relativement aux autres couches : ceci explique donc que l'on ne trouve pas dans ce tableau toutes les classes sédimentaires de la carte de Larsonneur à l'échelle de la Manche.

Carte des formations superficielles de la Manche dite « de Larsonneur », 1979 (lorsqu'il y a absence de données seulement)	
Information de la table attributaire	**Regroupement selon la typologie (Figure 19)**
Cailloutis lithoclastiques (CL1a) Cailloutis lithoclastiques graveleux (CL1b) Gravier litho-bioclastique graveleux (CL2b)	Cailloutis et blocs
Gravier lithoclastique caillouteux (coquillier) (GL1a) Gravier lithoclastique (GL1b) Gravier litho-bioclastique coquillier ou caillouteux (GL2a) Gravier litho-bioclastique (GL2b) Gravier biolithoclastique (GB1b) Gravier bioclastique (GB2b)	Graviers et cailloutis
Sable lithoclastique graveleux (SL1b) Sable lithoclastique bio-graveleux (SL2b) Sable bio-lithoclastique graveleux (SB1b)	Sables moyens et grossiers à graviers
Sable lithoclastique fin (SL1d) Sable litho-bioclastique fin (SL2d) Sable bio-lithoclastique fin (SB1d)	Sables moyens
Sablon lithoclastique (SL1e) Sablon litho-bioclastique (SL2e) Sablon bio-lithoclastique (SB1e)	Sables fins
Sédiment (sable) lithoclastique vaseux (silto-argileux) (VL1a) Sédiment (sable) litho-bioclastique vaseux (silto-argileux) (VL2a) Marne sableuse (graveleuse ou caillouteuse) ou coquillier (VL2b)	Sables vaseux

Tableau 4 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Larsonneur Les codes de la carte originelle sont figurés dans la colonne de gauche.

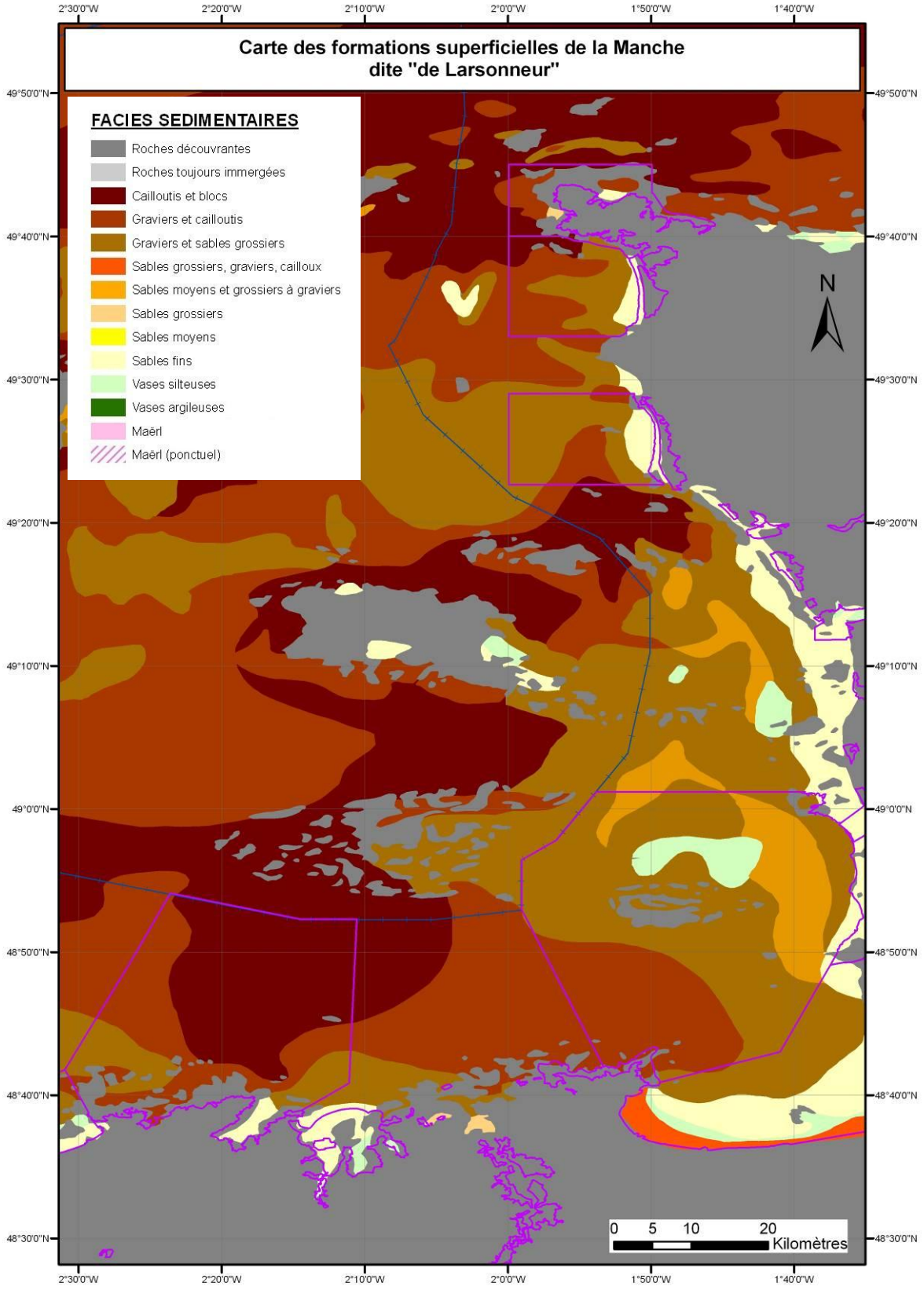


Figure 20 : Carte sédimentologique de Larsonneur (d'après Larsonneur *et al.*, 1982)

4.4.3 Données issues de la thèse de Walker (2001)

D'autres données sédimentaires globales à l'échelle du golfe Normand-Breton, issues de la thèse de doctorat de Walker (2001), sont rendues disponibles après une étape de numérisation et digitalisation.

De 1982 à 1990, l'Ifremer a entrepris une reconnaissance de la nature des fonds et de la dynamique sédimentaire du golfe normand breton au moyen du sonar à balayage latéral, haute résolution, EG et G SMS 960 afin d'actualiser la cartographie morphosédimentaire de ce site très particulier de la Manche occidentale.

Plus de 1 000 kilomètres de profils ont été réalisés sur la totalité du secteur de 1982 à 1985 selon un réseau à mailles larges et une cartographie détaillée de la région allant de la pointe du Rozel à l'anse de Vauville a été établie après réalisation de mosaïques d'images de sonar latéral. L'interprétation des images géophysiques a été vérifiée par quelques transects de vidéo et photographie sous-marine (Figure 21).

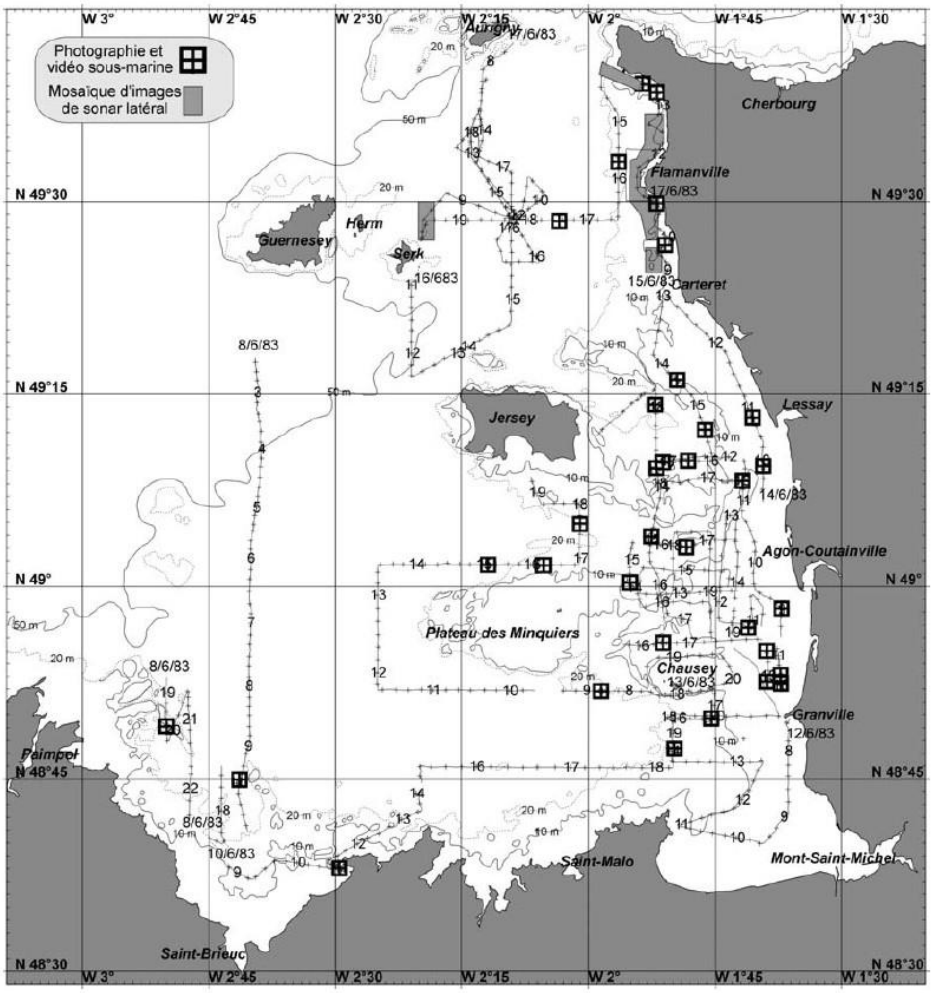


Figure 21 : Carte des travaux réalisés par Ifremer de 1982 et 1990 et présentés dans la thèse de Walker (2001)

A partir de la typologie définie, la légende de la carte proposée par Walker est harmonisée selon la typologie Ifremer (Tableau 5).

Dynamique sédimentaire dans le golfe Normand-Breton. Intérêt de l'imagerie par sonar à balayage latéral. WALKER, P., 2001.	
Information de la table attributaire	**Regroupement selon la typologie (Figure 19)**
Roche	Roche
Galets	Cailloutis et blocs
Graviers	Graviers et cailloutis
Sables	Sables moyens

Tableau 5 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées dans la thèse de Walker

Les données acquises par Ifremer mettent en évidence que les faciès les plus représentés dans le golfe Normand-Breton sont les sédiments grossiers notamment galets et graviers. Ces données confirment les conclusions apportées par la cartographie de Larsonneur.

Les placages de galets sont essentiellement localisés à l'Ouest du golfe Normand-Breton, entre Guernesey, Jersey et à l'Ouest de la baie de Saint-Brieuc. Au Nord, ils réapparaissent à proximité des bancs de Serk et de la Schôle et au fond des chenaux dans le secteur des Ecréhous ou des Huquets de Jobourg (Figure 22).

Les graviers et les sables grossiers, quant à eux, occupent de vastes superficies sur les étendues moins profondes (moins de 10 m d'eau le plus souvent) comprises entre Carteret, les îles de Jersey, Chausey et Granville. Il s'agit le plus souvent de sédiments constitués d'une matrice sableuse voire sablo-vaseuse et d'une fraction bioclastique dominante (Auffret et Larsonneur, 1975 *in* Walker, 2001) représentée par des coquilles de bivalves (Retière, 1979 *in* Walker, 2001), des débris coquilliers ou des algues calcaires encroûtantes du genre Lithothamnium (Hommeril, 1967 ; Beigbeder, 1964 *in* Walker, 2001). Ce dernier type d'association est alors différencié sous le nom de maërl, et les zones d'accumulation les plus importantes de cette biocénose sont situées dans la baie de Saint-Brieuc ou le passage de la déroute entre Chausey et Jersey.

Les sédiments vaseux ou sablo-vaseux sont peu représentés dans le golfe Normand-Breton et restent le plus souvent cantonnés à la zone intertidale.

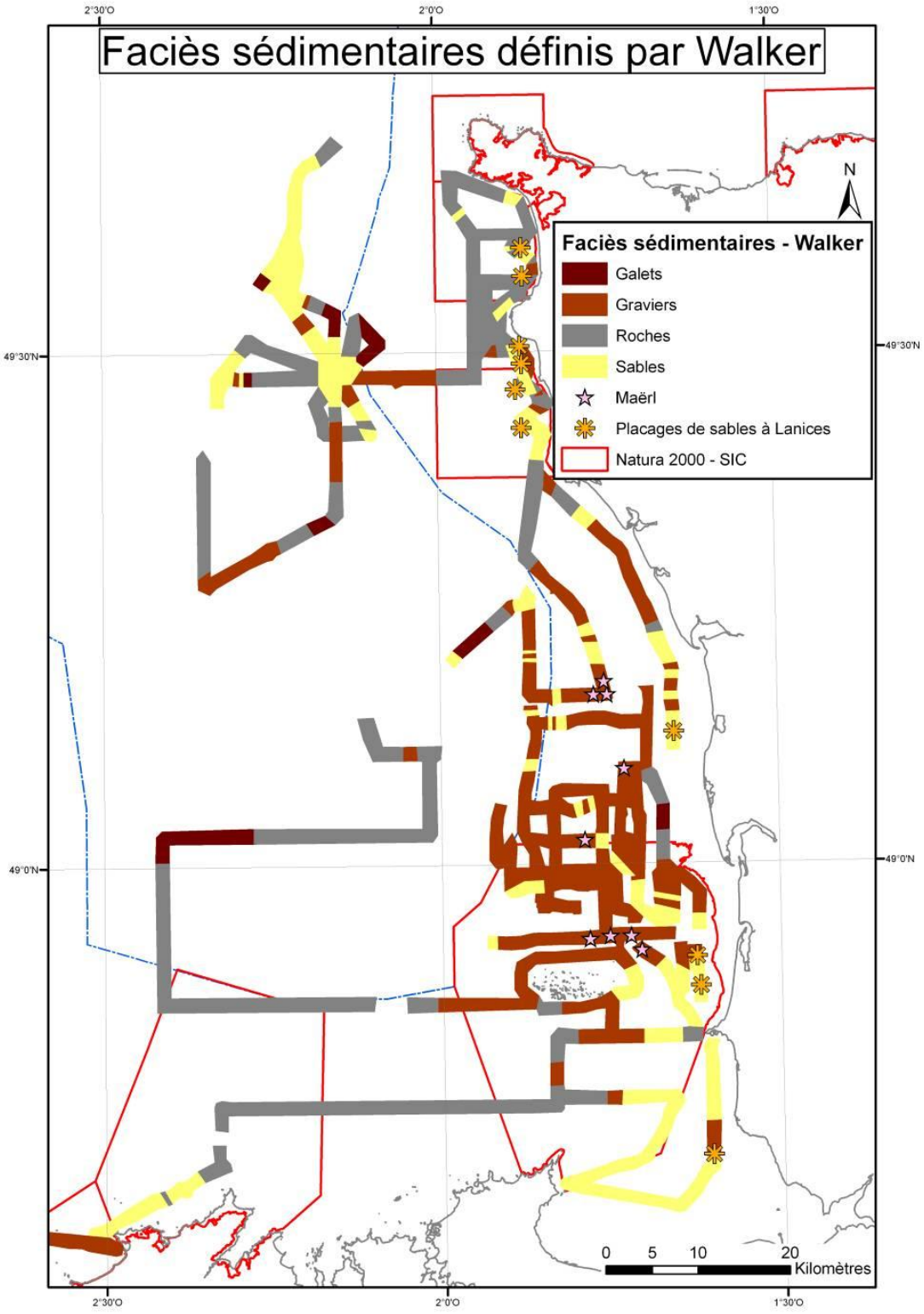


Figure 22 : Nature et répartition des sédiments d'après les profils sonar (d'après Walker, 2001)

4.4.4 Cartes G du SHOM

A l'échelle du golfe Normand-Breton, nous disposons également des **cartes G** élaborées par le SHOM. Ces cartes couvrent 3 zones :

- **Les abords de Cherbourg, du Cap de la Hague à la pointe de Barfleur (carte 7120G).** Les caractéristiques sédimentologiques des fonds marins proviennent de données du SHOM et de l'Université de Caen. Cette carte des sédiments superficiels est la synthèse des données disponibles dans cette région : plomb suiffé (1921-1938), prélèvements à la benne, dragages et carottages (1964-1969) et imagerie sonar latéral (1989-1990) (Figure 23). Les travaux de compilation ont été effectués par Fabienne Duval sous la responsabilité de l'Etablissement Principal du SHOM.

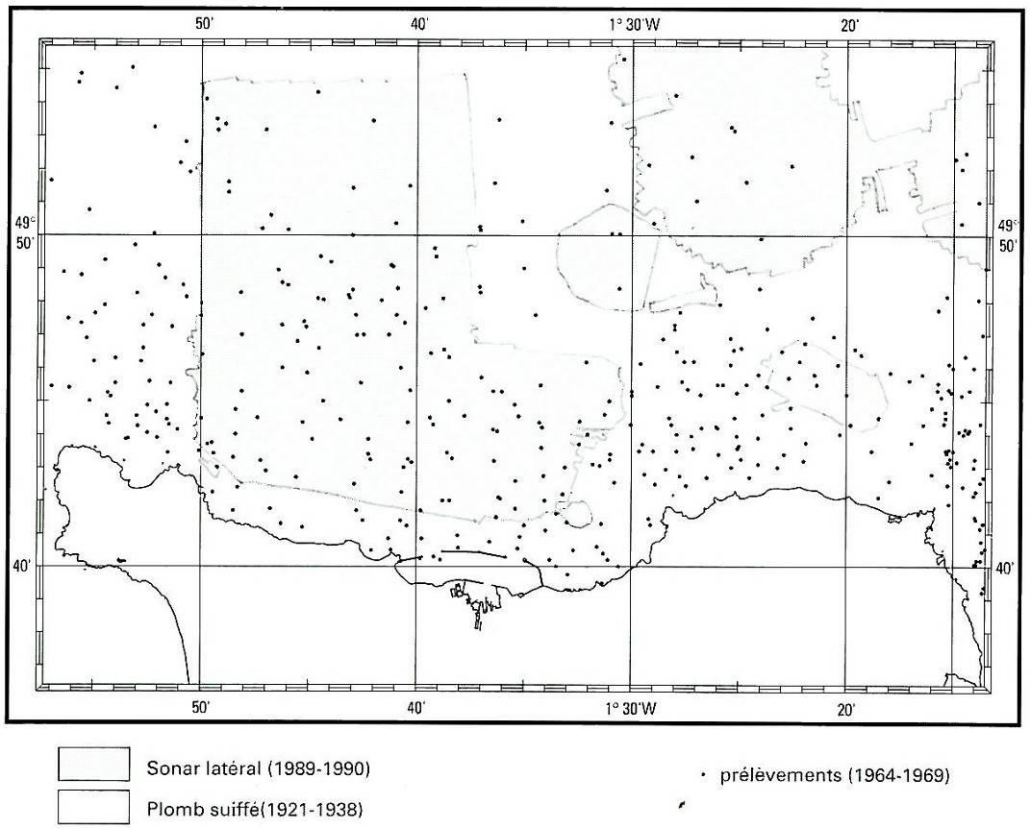


Figure 23 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte G 7120 (SHOM, 2008)

- **De la pointe d'Agon au cap de Carteret, passage de la Déroute (carte 7157G).** Cette carte a été réalisée à l'aide des données du SHOM, de l'Université de Caen, de l'Ifremer et du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Elle est la synthèse de toutes les données bathymétriques et sédimentologiques disponibles : Plomb suiffé (1948-1988), prélèvements à la benne et par carottage (1988-2000) et imagerie sonar latéral (1988-1998). Les travaux d'analyse et de compilation ont été effectués par le SHOM.

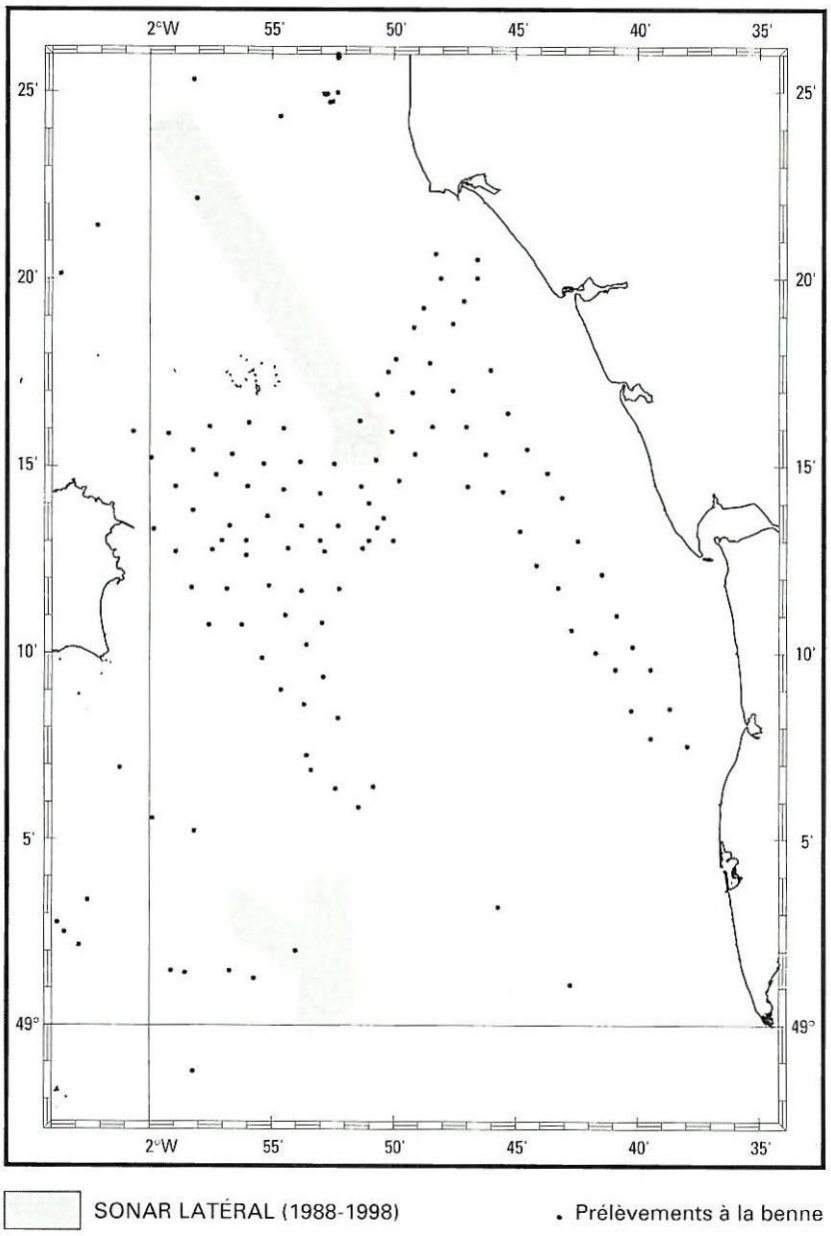


Figure 24 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte G 7157 (SHOM, 2007)

- **De la pointe du Grouin à la pointe d'Agon, baie du Mont Saint-Michel, îles Chausey (carte 7156G).** Cette carte a été réalisée à partir des données du SHOM, de l'Université de Caen, de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE) de Dinard et du BRGM. Elle est la synthèse des données disponibles dans cette région : plomb suiffé (1831-1937), prélèvements à la benne et dragages (1964-1996), sondage bathymétrique vertical (1990-1996), imagerie sonar latéral (1995-1996). En domaine intertidal : carte géologique au 1/50 000 du BRGM, carte morpho-sédimentaire de Saint-Malo et Cancale de C. Bonnot-Courtois. Les travaux de compilation ont été effectués en 2001 par A. Ehrhold et J.P. Auffret, sous la responsabilité du SHOM.

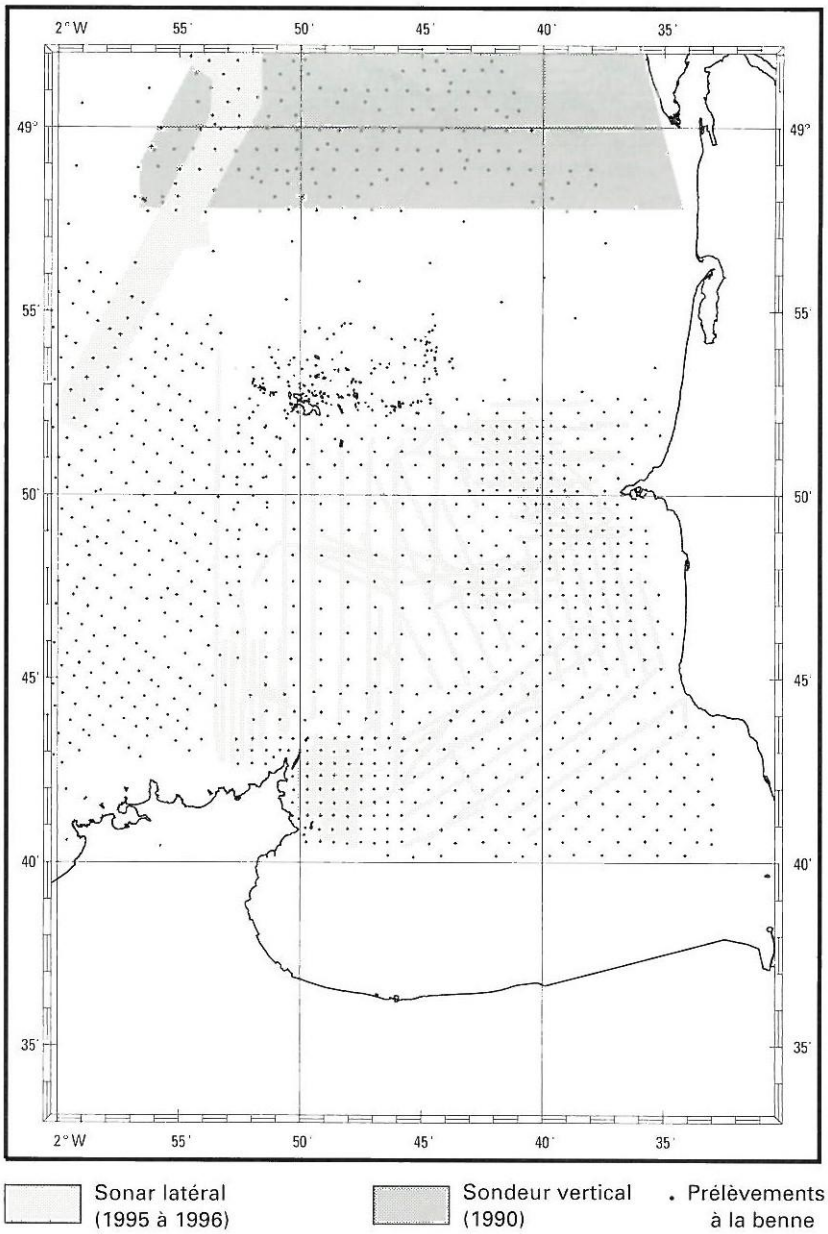


Figure 25 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte G 7156 (SHOM, 2009)

La carte 7158G ne sera pas disponible avant la fin du marché (com. pers T. Garlan).

Comme pour les autres données, la légende des cartes G est harmonisée selon la typologie définie précédemment (Tableau 6). La notice de métadonnées associée à la diffusion du produit SIG a été utilisée comme support de transposition selon les fractions granulométriques : elle est présentée en Annexe 3.

Cartes G (SHOM, 2009)	
Information de la table attributaire	**Regroupement selon la typologie (Figure 19)**
Roche (NFRoche)	Roche
Cailloutis (NFC)	Cailloutis et blocs
Cailloutis et graviers (NFCG) Graviers (NFG)	Graviers et cailloutis
Graviers et sables (NFGS) Sables et graviers (NFSG)	Sables moyens et grossiers à graviers
Sables (NFS)	Sables grossiers
Sables fins (NFSF)	Sables moyens
Sables vaseux (NFSV) Sables fins vaseux (NFSFV)	Sables vaseux
Vases (NFV)	Vases

Tableau 6 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées dans les cartes G

Les **cartes sédimentologiques du SHOM** précisent les différents faciès observés sur la carte de Larsonneur : les figures sédimentaires apparaissent, notamment les traînées sableuses qui s'étendent de la baie du Mont Saint-Michel jusqu'aux Caps d'Erquy et de Fréhel. On observe également une granulométrie plus grossière au Nord du Cotentin qu'au Sud de la zone.

L'opposition entre les fonds de baie sablo-vaseux et le large où les sédiments plus grossiers dominent est nette. De nombreuses zones de roche se distinguent également, notamment en prolongement des pointes et des caps et des îles.

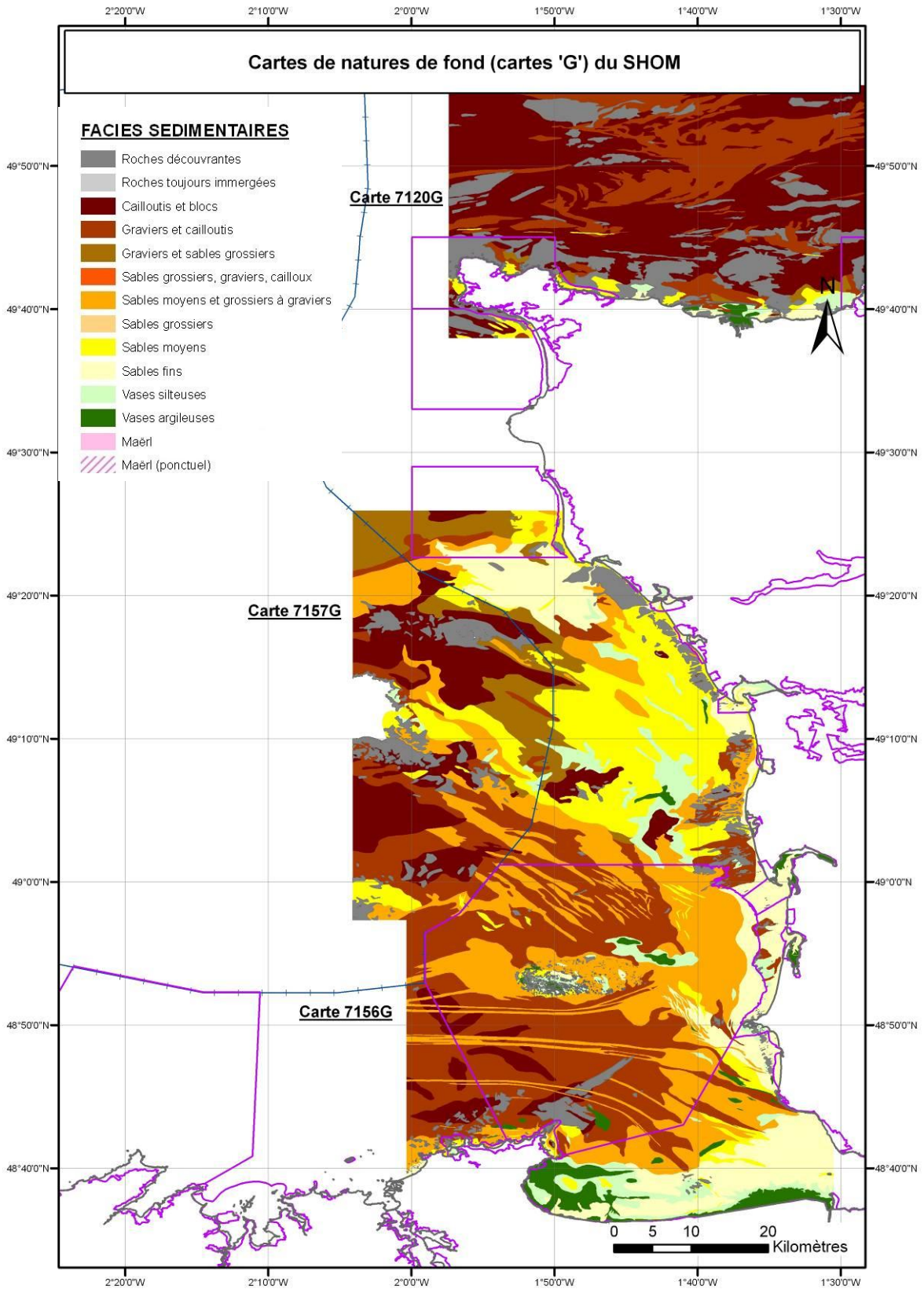


Figure 26 : Cartes sédimentologiques du SHOM (SHOM, 2009)

4.4.5 De Saint-Malo à Granville (Ifremer)

La partie commune à la carte G et à la carte sédimentologique de Saint Malo à Granville (source Ifremer) est une zone où la carte de l'Ifremer est privilégiée (données plus récentes, et couvertures sonar plus importantes).

La **cartographie des formations superficielles du domaine marin côtier compris entre l'embouchure de la Rance à Saint-Malo et Granville** a été établie à partir de la synthèse de plusieurs campagnes de prospection au sonar à balayage latéral réalisées entre 1995 et 2004 couplée à des prélèvements sédimentologiques effectués de 1995 à 2003 (Figure 27).

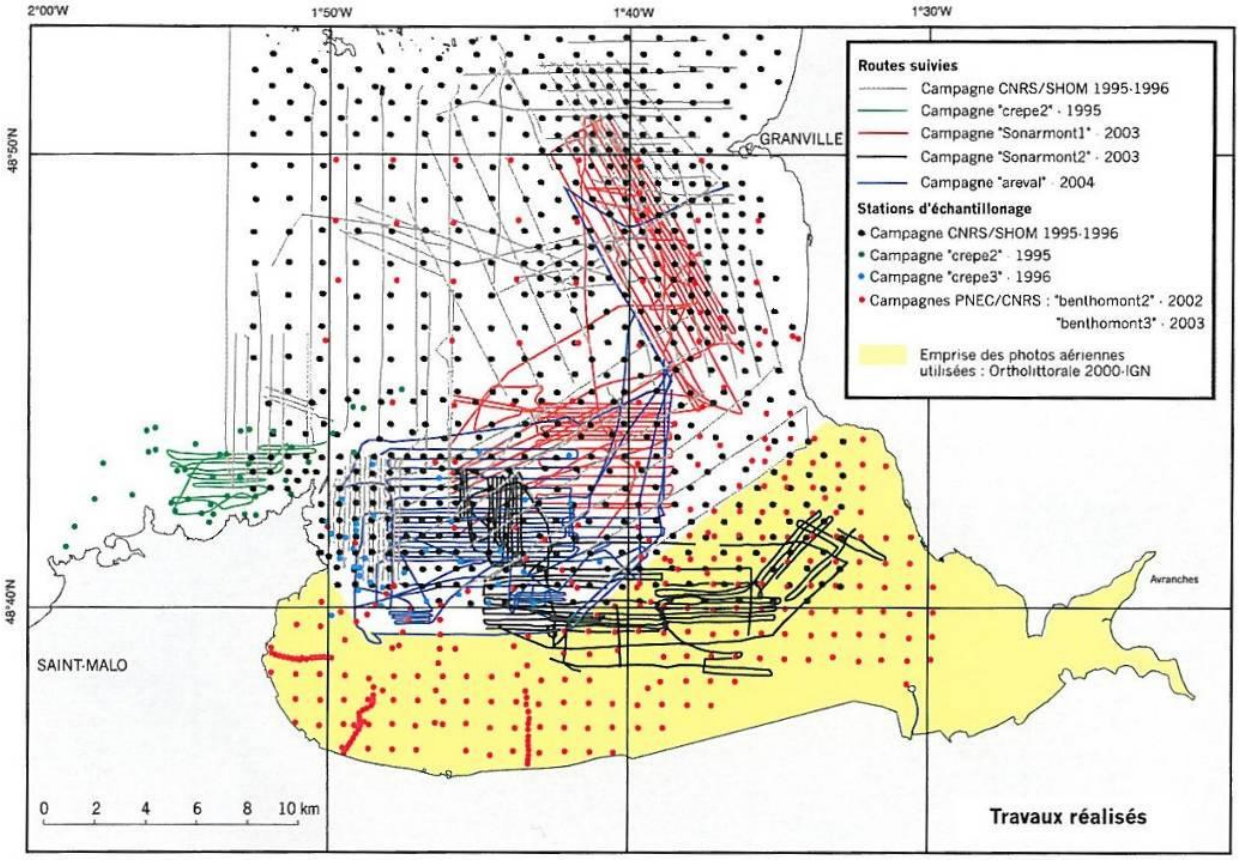


Figure 27 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte des formations superficielles de Saint-Malo à Granville (Ifremer, 2008)

En domaine intertidal, l'ortholittorale 2000 de l'IGN a été utilisée.

La correspondance entre la typologie établie par Ifremer et la typologie retenue est donnée dans le Tableau 7.

Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de Saint-Malo à Granville. AUGRIS, C., BONNOT-COURTOIS C., EHRHOLD, A., MAZE, J.P., LE VOT M., BLANCHARD, M., SIMPLET, L., 2008. Echelle 1/50 000, Ifremer.	
Information de la table attributaire	**Regroupement selon la typologie (Figure 19)**
Algues calcaires (maërl) Algues calcaire (maërl) ponctuelle	Maërl
Roche découvrante	Roche découvrante
Roche toujours immergée	Roche toujours immergée
Cailloutis et blocs	Cailloutis et blocs
Graviers et cailloutis	Graviers et cailloutis
Graviers et sables grossiers	Graviers et sables grossiers
Sables grossiers, graviers, cailloux	Sables grossiers, graviers, cailloux
Sables moyens et grossiers à graviers	Sables moyens et grossiers à graviers
Sables grossiers	Sables grossiers
Sables moyens Sables moyens/chenaux	Sables moyens
Sables fins	Sables fins
Sables fins vaseux Tangues fines Tangues grossières Tangues mixtes des chenaux	Sables vaseux
Placages vaseux mobiles Placages vaseux stables Vases silteuses Vases, vasières et lagunes	Vases

Tableau 7 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Saint-Malo à Granville

La carte réalisée par Ifremer est plus précise que la carte G du SHOM : y apparaissent notamment des zones de maërl éparse non recensées sur la carte G.

Au large, les fonds forment une vaste plate-forme d'abrasion où prédominent les sédiments grossiers hétérogènes majoritairement composés de cailloutis, de graviers et de galets, parfois de blocs erratiques.
Au Nord de la carte, des faisceaux de rubans sablo-coquilliers longent les îles Chausey par le Sud et progradent vers l'Est en direction des grandes dunes sableuses de Granville.

A l'approche de la côte, l'atténuation progressive des courants de marée se retrouve dans la répartition des sédiments qui passent des faciès très grossiers du large à des faciès mixtes de graviers et de sables grossiers puis à des sédiments sableux de plus en plus fins dans les parties les plus internes des baies.

A la côte, les sédiments deviennent exclusivement sableux, sablo-vaseux et/ou vaseux et occupent l'ensemble du très large estran de la baie du Mont Saint-Michel.

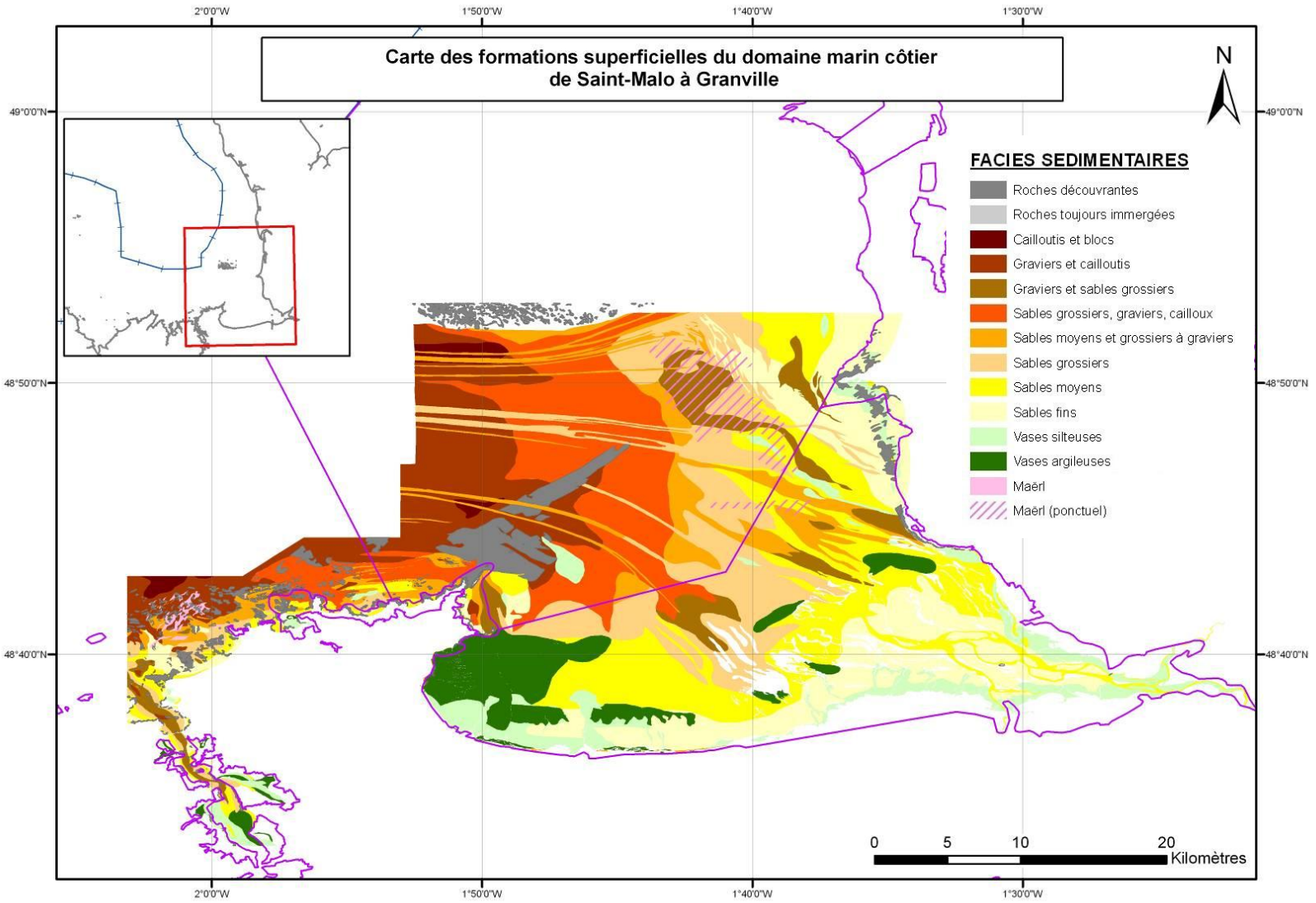


Figure 28 : Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de Saint-Malo à Granville (Augris *et al*, 2006)

4.4.6 De Paimpol à Saint-Malo (Ifremer)

Au Sud-Ouest de notre zone d'étude, aucune carte G n'est disponible. Néanmoins, Ifremer a publié une **carte des formations superficielles entre Paimpol et Saint-Malo**. C'est cette carte qui a servi de base à la typologie des faciès sédimentaires retenue (Tableau 8).

Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo. AUGRIS, C., BONNOT-COURTOIS, C., MAZE, J.P., LE VOT, M., CRUSSON, A., SIMPLET, L., BLANCHARD, M., HOULGATTE, E., 2006. Echelle 1/50 000.	
Information de la table attributaire	**Regroupement selon la typologie (Figure 19)**
Maërl	Maërl
Roche découvrante	Roche découvrante
Roche toujours immergée	Roche toujours immergée
Cailloutis et blocs	Cailloutis et blocs
Graviers et cailloutis	Graviers et cailloutis
Graviers et sables grossiers	Graviers et sables grossiers
Sables grossiers, graviers, cailloux	Sables grossiers, graviers et cailloux
Sables grossiers	Sables grossiers
Sables moyens	Sables moyens
Sables fins	Sables fins
Vases argileuses (schorre) Vases silteuses (slikke)	Vases

Tableau 8 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de l'anse de Paimpol à Saint Malo

La cartographie des formations superficielles du domaine marin côtier depuis la baie de Saint-Brieuc jusqu'à l'embouchure de la Rance a été établie à partir de la synthèse de plusieurs campagnes de prospection au sonar à balayage latéral couplée à l'analyse de prises de vue sous-marines et de photographies aériennes (Figure 29).

En domaine infralittoral, le sonar à balayage latéral permet une reconnaissance en continu des fonds marins grâce à une image acoustique qui, calibrée par des prélèvements de sédiment, donne la répartition des formations superficielles et de la morphologie détaillée des figures sédimentaires.

Les secteurs des petits fonds, inaccessibles en raison des écueils et platiers rocheux très nombreux en particulier à l'Est de la zone cartographiée, ainsi que les zones intertidales largement découvrantes ont été reconnus à l'aide de photographies aériennes récentes, associées à un échantillonnage permettant de caractériser la nature des sédiments.

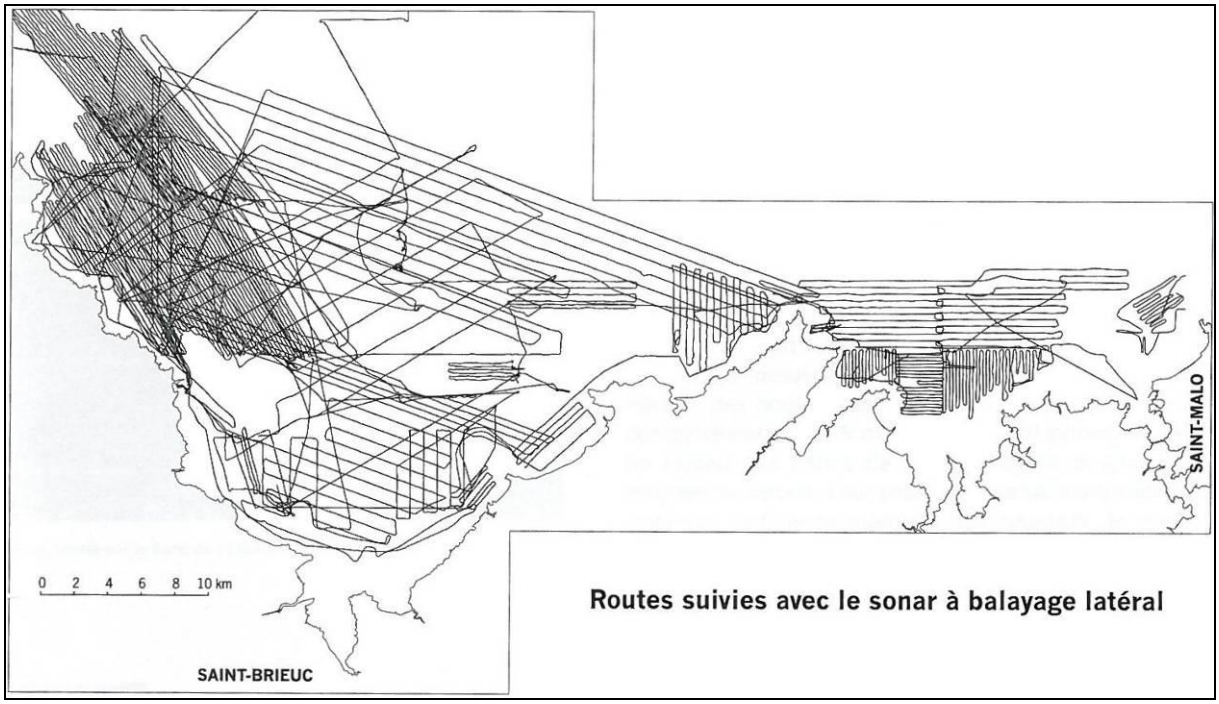


Figure 29 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte des formations superficielles de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Ifremer, 2006)

La répartition des faciès sédimentaires superficiels sur cette zone coïncide avec les données hydrodynamiques de distribution des courants maximaux et de circulation résiduelle. Elle est principalement régie par les courants de marée, l'action des houles se limitant aux petits fonds de l'avant-côte et aux plages exposées au Nord-Ouest. Un gradient granulométrique des sédiments les plus fins aux plus grossiers apparaît dans 2 directions : de la côte vers le large et de l'Ouest vers l'Est. La présence de platiers rocheux perturbe la répartition des sédiments avec, le plus souvent, une concentration d'éléments grossiers à proximité des hauts-fonds (Figure 30).

Le gradient d'Ouest en Est se manifeste par le passage des sables moyens et grossiers du prisme sédimentaire de la baie de Saint-Brieuc aux nappes de graviers-cailloutis qui couvrent la majorité du domaine subtidal à l'Est.

Dès le cap Fréhel, les faciès grossiers se développent largement sur les fonds du large et les dépôts de sédiments sableux se limitent aux bancs et rides sableuses de l'avant côte, et aux plages et aux fonds de baie en domaine intertidal. Le domaine infralittoral est caractérisé par une couverture sédimentaire très grossière et hétérométrique, principalement d'origine lithoclastique, avec un gradient granulométrique décroissant du large vers la côte.

Des gisements de maërl sont répertoriés sous forme de tâches de plusieurs kilomètres carrés entre les Sables d'Or et le cap Fréhel et sous forme de placage dans un secteur au Nord-Est de Saint-Malo. On le rencontre également sous forme de placages linguiformes à l'ouverture de la baie de la Fresnaye et entre la pointe de Saint-Cast et l'île des Hébihens.

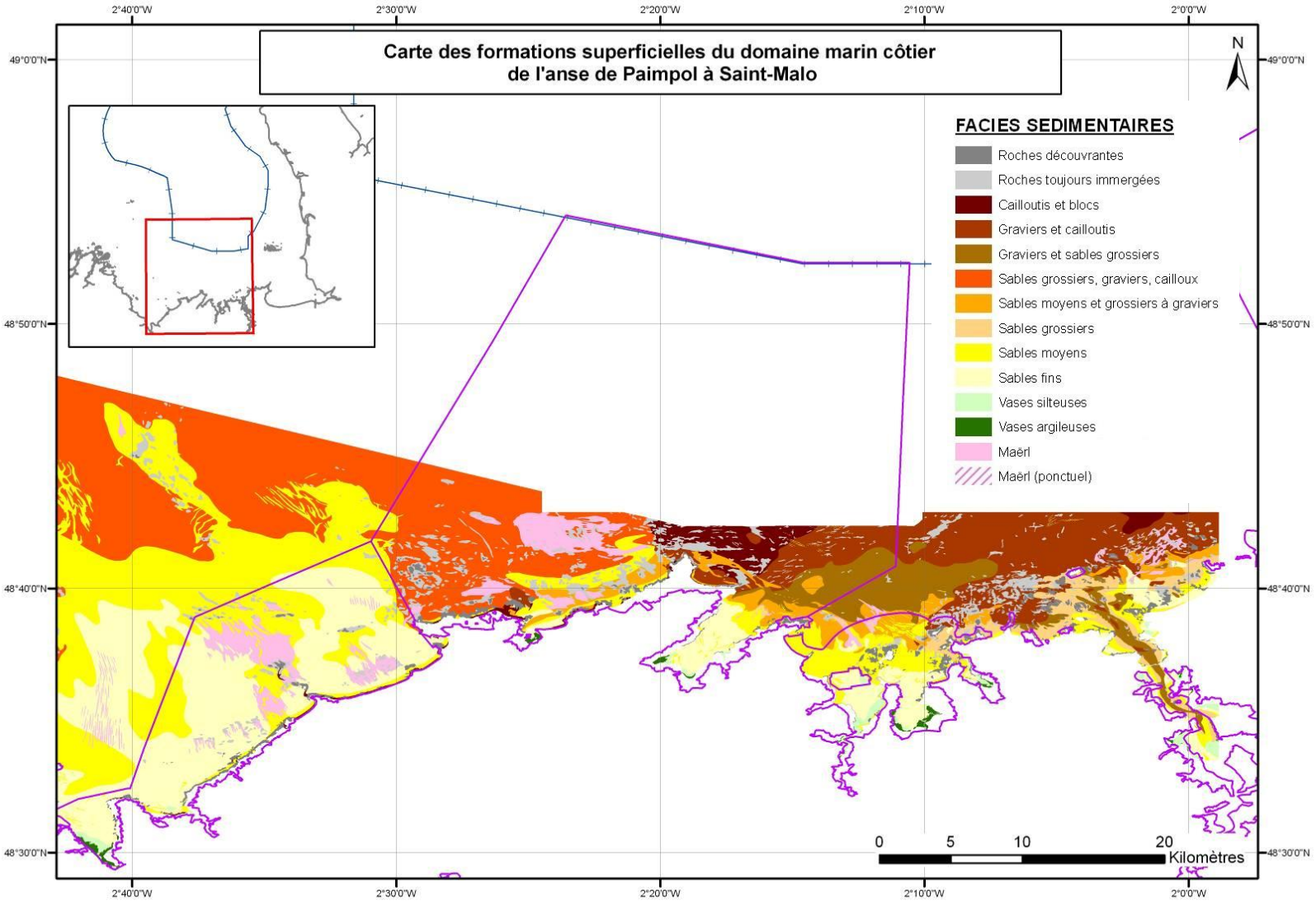


Figure 30 : Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Augris *et al*, 2006)

4.4.7 Abords de Flamanville (Ifremer)

Au nord de notre zone d'étude, sur une partie non couverte par les cartes G, Ifremer a également réalisé une cartographie des faciès sédimentaires sous-marins aux abords de Flamanville et qui couvre une zone située entre Biville et Surtainville.

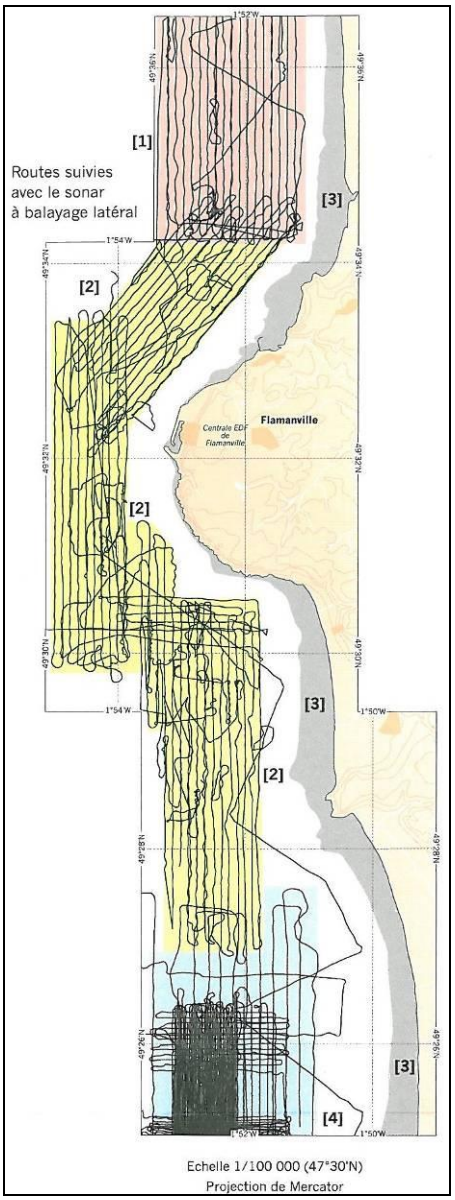


Figure 31 : Carte des travaux réalisés pour la réalisation de la carte des formations superficielles des abords de Flamanville (Ifremer, 2005)

Les fonds marins, au large de Flamanville, sur la côte nord-occidentale du département de la Manche, ont fait l'objet en 1983 et 1984 d'une cartographie géologique détaillée, motivée principalement par la surveillance écologique de la centrale EDF (Campagne Sonarman 1, 1983 ; campagne Flamenco, 1984).

Au Sud, le banc de Surtainville a été retenu en 1985 comme secteur particulièrement favorable pour suivre l'évolution temporelle des dunes sableuses (campagnes Golfe, 1985 et Géobase, 1987) (Berné *et al*., 1989).

Par ailleurs, la frange littorale a été étudiée entre 1982 et 1984 dans le cadre d'une étude générale du golfe Normand-Breton et une cartographie des estrans a été effectuée entre le cap de la Hague et la baie du Mont Saint-Michel (Guillaumont *et al.*, 1987)

La cartographie réalisée repose essentiellement sur l'utilisation du sonar à balayage latéral et d'une benne à prélèvements de sédiments (Figure 31).

Les sables à Lanices identifiés par Ifremer ont été qualifiés de « Sables grossiers, graviers, cailloux » dans notre typologie à l'aide de la bibliographie associée à la carte (Tableau 9).

Carte des formations superficielles sous marines aux abords de Flamanville, Manche. AUGRIS, C., MAZE, J. P., WALKER, P., AUFFRET, J.P., BERNE, S., GRESSELIN, F., GUILLAUMONT, B., HAMON, D., LAFOND, L.R., LE RHUN, J., 2005. Echelle 1/ 15 000.	
Information de la table attributaire	**Regroupement selon la typologie (Figure 19)**
Roche	Roche
Sables fins	Sables fins
Sables moyens	Sables moyens
Sables à lanices	Sables grossiers, graviers, cailloux
Sédiments grossiers hétérogènes	Sables grossiers, graviers, cailloux
Sédiments grossiers homogènes	Sables grossiers, graviers, cailloux

Tableau 9 : Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Flamanville

Sur la zone de Flamanville, le substratum rocheux affleure sur environ 40 % du domaine cartographié. Les sédiments meubles superficiels sont le plus souvent de nature très grossière ; leur épaisseur est réduite comme en témoigne l'omniprésence des roches qui transpercent cette couverture (Figure 32).

La nature granulométrique des sédiments grossiers (cailloutis, graviers, sables grossiers coquilliers) varie en fonction de l'intensité des courants de marée. Cette formation sédimentaire est caractérisée, en général, par une faible mobilité de ses matériaux constitutifs, ce qui lui confère un faciès homogène et une absence de relief sur le fond, hormis les mégarides formées par les houles.

Les sables moyens contiennent environ 30 % d'éléments bioclastiques. Ils sont présents sur la côte et forment les principales structures sédimentaires telles que les vagues de sable, rubans et traînées.

Les sables fins ne sont présents que dans la partie Nord de l'anse de Sciotot. Des sillons de sédiments grossiers, allongés selon une direction perpendiculaire à la côte et portant des mégarides de houle, traversent ces dépôts de sables fins.

Les sables colonisés par les lanices sont caractéristiques des fonds prélittoraux du golfe Normand-Breton. Dans l'anse de Sciotot et celle de Vauville, ou au pied du banc de Surtainville, les lanices sont installées en bordure des corps sableux sur un substrat grossier.

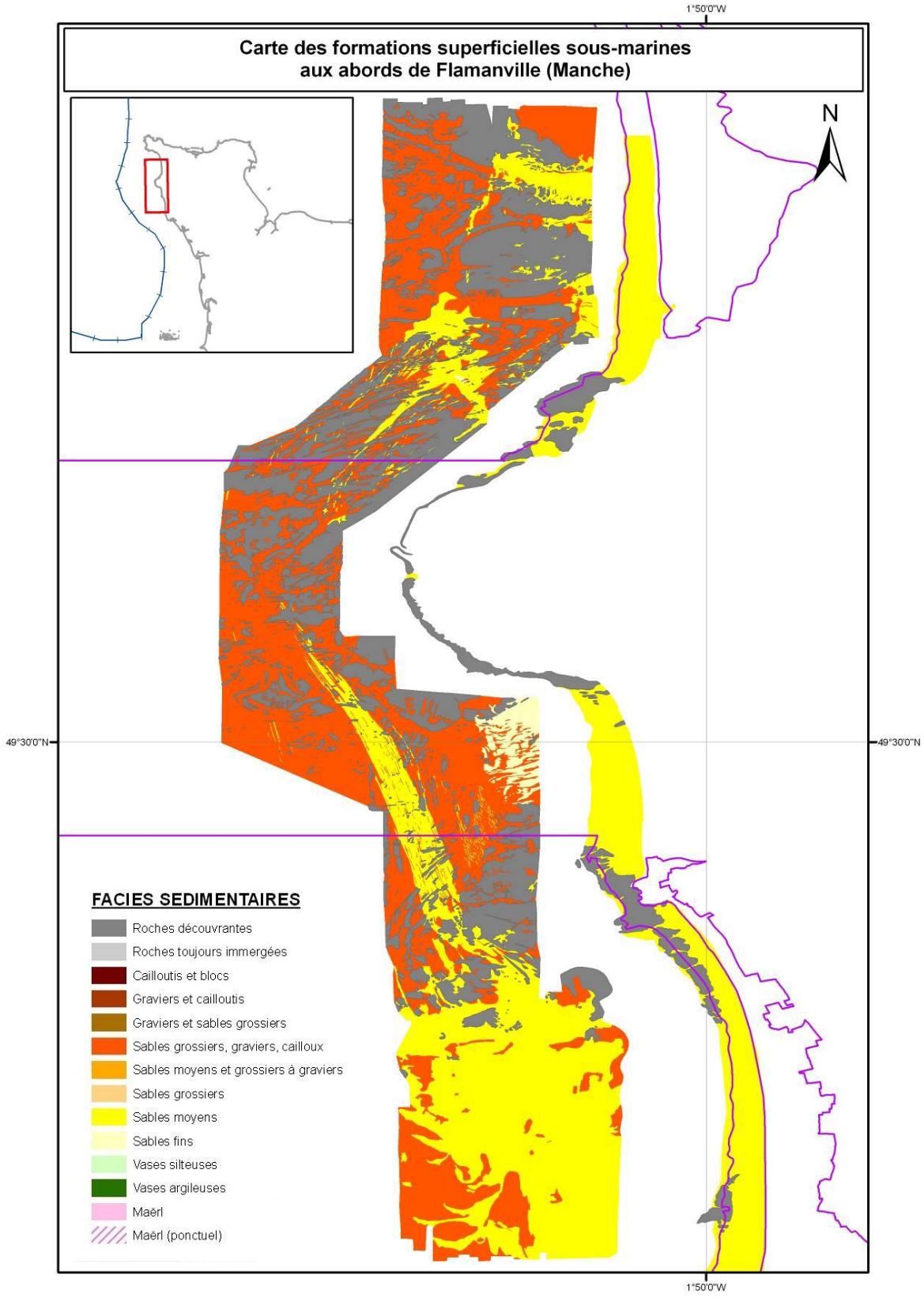


Figure 32 : Carte des formations superficielles sous-marines aux abords de Flamanville (Augris *et al*, 2005)

4.4.8 Large de Flamanville (Ifremer)

Une zone complémentaire a fait l'objet de prospections au large de Flamanville en 2007 dans le cadre d'un contrat avec EDF. Cette étude réalisée par l'Ifremer couple l'acquisition de données physiques avec des prospections biologiques. Cette zone n'est pas illustrée dans ce paragraphe puisqu'il s'agit d'une **cartographie d'habitats** : elle est abordée dans le paragraphe 5.2.2.

Afin de restituer un aperçu complet des données de nature de fonds sur le Golfe Normand Breton (Figure 33), cette carte a fait l'objet d'une conversion à partir des données d'habitats selon le Tableau 10. Il va de soi que cette transposition **n'a pas valeur de carte sédimentaire** : elle est utilisée uniquement dans une optique d'illustration des données de facies disponibles. Les données SIG de facies ne sont pas en notre possession mais la carte morpho-sédimentaire originelle est illustrée en Annexe 4.

Ehrhold, et al, 2009. Caractérisation des habitats benthiques au large du cap de Flamanville (Actualisation 2007).	
Information de la table attributaire	**Regroupement selon la typologie (Figure 19)**
Roche affleurante à épibiose sessile dominante Roche sous dynamique sableuse non caractérisée biologiquement Roche sub affleurante et cailloutis à épibiose sessile	Roche
Cailloutis et graviers plus ou moins ensablés à Nucules Cailloutis et graviers à *Sabellaria spinulosa*	Graviers et cailloutis
Sables à sables graveleux mobiles plus ou moins épais paucispécifique	Sables moyens et grossiers à graviers

Tableau 10. Méthode de regroupement des classes sédimentaires identifiées sur la carte de Flamanville à partir des données d'habitats.

4.4.9 Synthèse

A partir de ces différentes sources de données cartographiques, une synthèse des données sédimentaires existantes avec une légende homogène pour toutes les couches SIG a été réalisée (Figure 33)**. La hiérarchisation des données est construite selon les priorités suivantes :**

1. **Les cartes Ifremer (données les plus précises) sont prioritaires sur les autres données.** Y apparaissent notamment les zones de maërl (recensées essentiellement dans le site Natura 2000 du Cap d'Erquy et du Cap Fréhel et au Nord de Saint-Malo), et la distinction entre roches émergées et immergées.
2. **Les cartes G** du SHOM.
3. **La carte de Larsonneur.** Cette dernière n'est utilisée qu'en cas d'absence de données.

Les zones de roche figurées par les cartes marines du SHOM 7120, 7158, 7157, 7156, 7155 ont été vectorisées et intégrées au produit lorsqu'elles ne figurent sur aucune carte sédimentaire (ex : zone au nord de Fréhel sur l'emprise de la carte de Larsonneur). C'est le cas des « basses » d'une manière générale, ou d'un site comme *La Catis* au large de Saint Cast le Guildo, qui ne figurent pas sur les cartes existantes.

Les données issues de la thèse de Walker ne seront pas utilisées dans le cadre de cette étude car elles n'ont pas le caractère général d'autres données à l'échelle du GNB.
Cette carte (Figure 33) a été nécessaire à **l'élaboration du plan d'échantillonnage et servira de base pour la cartographie des habitats.**

La carte montre des discontinuités franches entre les facies sédimentaires dans les zones de transition entre deux sources différentes. C'est le cas par exemple des trainées sableuses orientées Est-Ouest de la Baie du Mont Saint Michel au nord de Saint Malo, ou encore des facies sableux des deux cartes Ifremer aux abords et au large de Flamanville. Il est fort probable qu'en termes de peuplements benthiques, ces transitions nettes soient en réalité moins marquées. En effet, les résultats d'acquisition de terrain montrent qu'un même peuplement est souvent identifié au sein de classes sédimentaires différentes. L'analyse engendrera certainement des regroupements de classes sédimentaires.

Les calculs de superficie sont exposés à la Figure 34 et découlent de l'emprise de la carte synthétique exposée en Figure 33. La superficie totale de la zone est de 3 720 km². Ces pourcentages sont néanmoins à interpréter avec précaution :

- La rubrique « non renseigné » englobe des « trous » dans les données existantes (ex : Larsonneur) ou des zones qui ne sont pas décrites directement par un facies : c'est le cas en zone intertidale de la BMSM des chenaux, hermelles ou banquettes à lanices. Pour le cas de la baie, les données sur les habitats (travaux dans le cadre du PNEC) permettent quoi qu'il en soit d'aboutir directement à une cartographie d'habitats sans passer par l'intermédiaire de la carte sédimentaire.
- La superficie couverte par le maerl est infime, et semble en réalité encore bien inférieure (voir Tome 1)
- La superficie de roche est en réalité supérieure, dans le secteur de la Hague notamment (voir Tome 1) alors que la carte de Larsonneur mentionne un facies à « cailloutis et blocs ».

Néanmoins ces proportions illustrent bien le fort hydrodynamisme du Golfe Normand Breton puisqu'à elles seules, les 5 fractions granulométriques les plus fortes des « Cailloutis et blocs », « Graviers et cailloutis », « Graviers et sables grossiers », « Sables grossiers, graviers, cailloux », et « Sables moyens grossiers à graviers » couvrent les deux tiers de la superficie de la zone étudiée (63%).

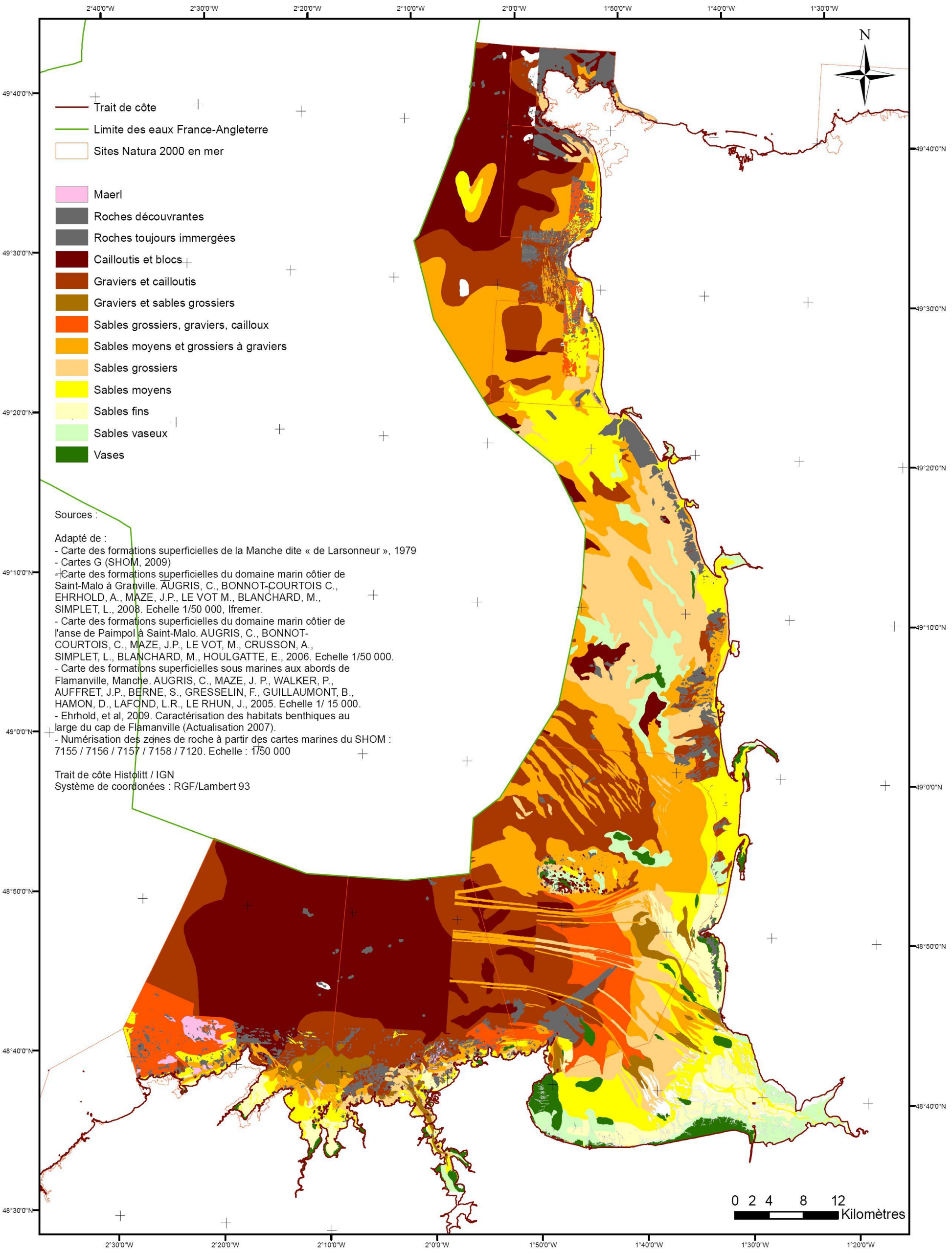


Figure 33 : Synthèse sédimentologique des données existantes (Hémisphère Sub, 2010)

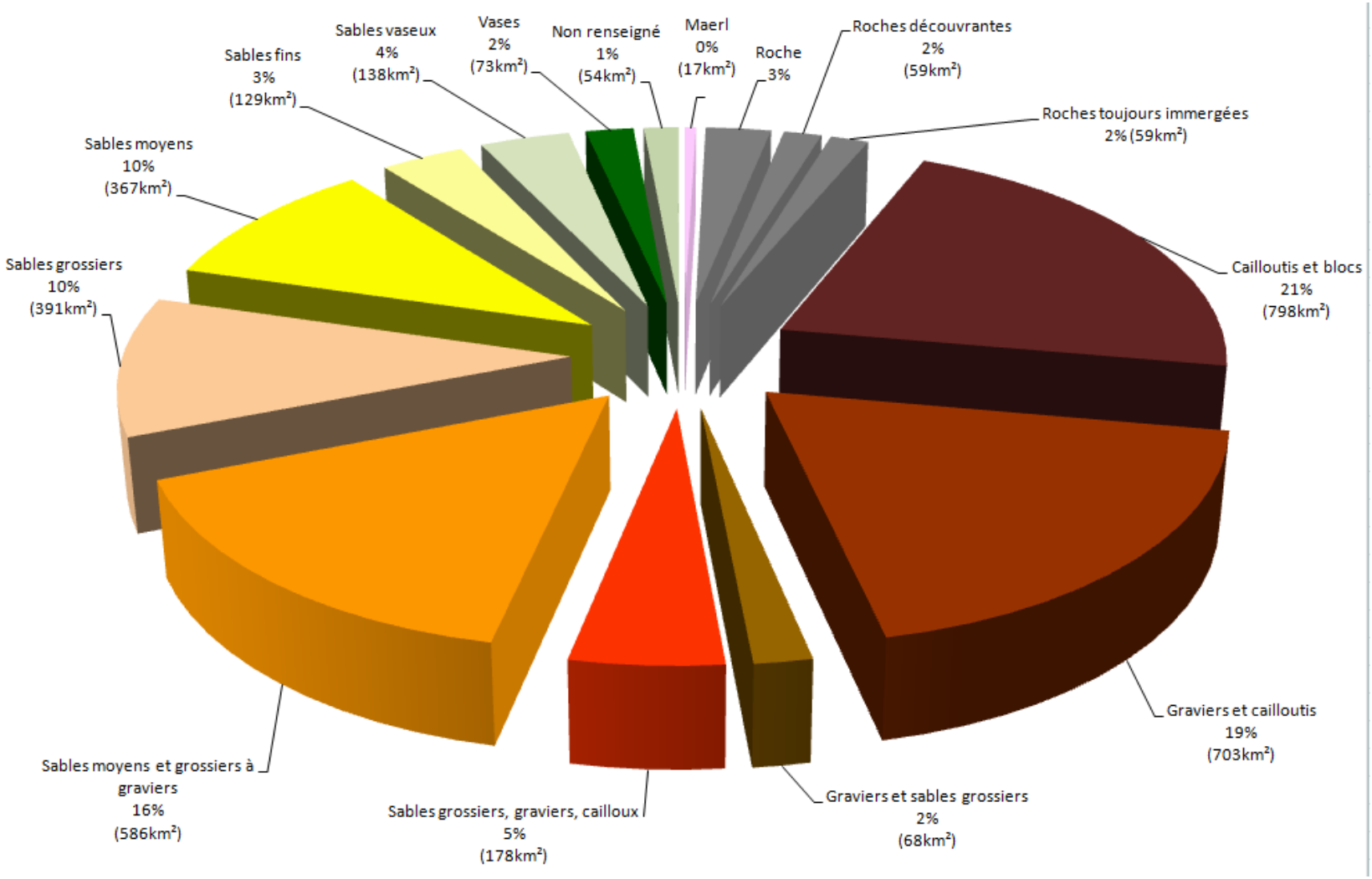


Figure 34. Répartition des différents facies sédimentaires du Golfe Normand Breton (partie française) après harmonisation selon la typologie Ifremer

4.5 DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

La dynamique des écosystèmes est influencée et structurée par le sédiment et son évolution à plusieurs niveaux : configuration des secteurs littoraux, évolution des fonds et structuration des habitats, mouvements des sédiments et transferts d'éléments dissous/particulaires, effets sur les peuplements benthiques et contrôle de la production primaire par la turbidité.
De ce fait, l'analyse du comportement des sédiments et d'autre part des mécanismes de couplage entre la dynamique des sédiments, ses forçages et l'évolution des fonds peut permettre de mieux appréhender l'évolution de la zone côtière (morphologie et nature sédimentaire), pour une meilleure prédiction de l'évolution des habitats benthiques.

Logiquement, ce paragraphe est donc situé à la fin de la partie « Données physiques » puisque cette dynamique sédimentaire nécessite de connaître préalablement les composantes qui la régissent (courants, transports de différents types de sédiments, etc…)

Les travaux de Walker (2001), d'Ehrhold (1999) et de Blanpain (2009) permettent d'appréhender la dynamique sédimentaire dans le golfe normand-breton.

4.5.1 Observations morphologiques

Plusieurs types de figures sédimentaires sont recensés dans le secteur d'étude (Walker, 2001) :

- Figures sédimentaires longitudinales (traînées et rubans de sables, queues de comète et sillons) : reconnues le plus souvent sur les fonds grossiers, elles indiquent les directions des transports résultants et dans certains cas leur sens.

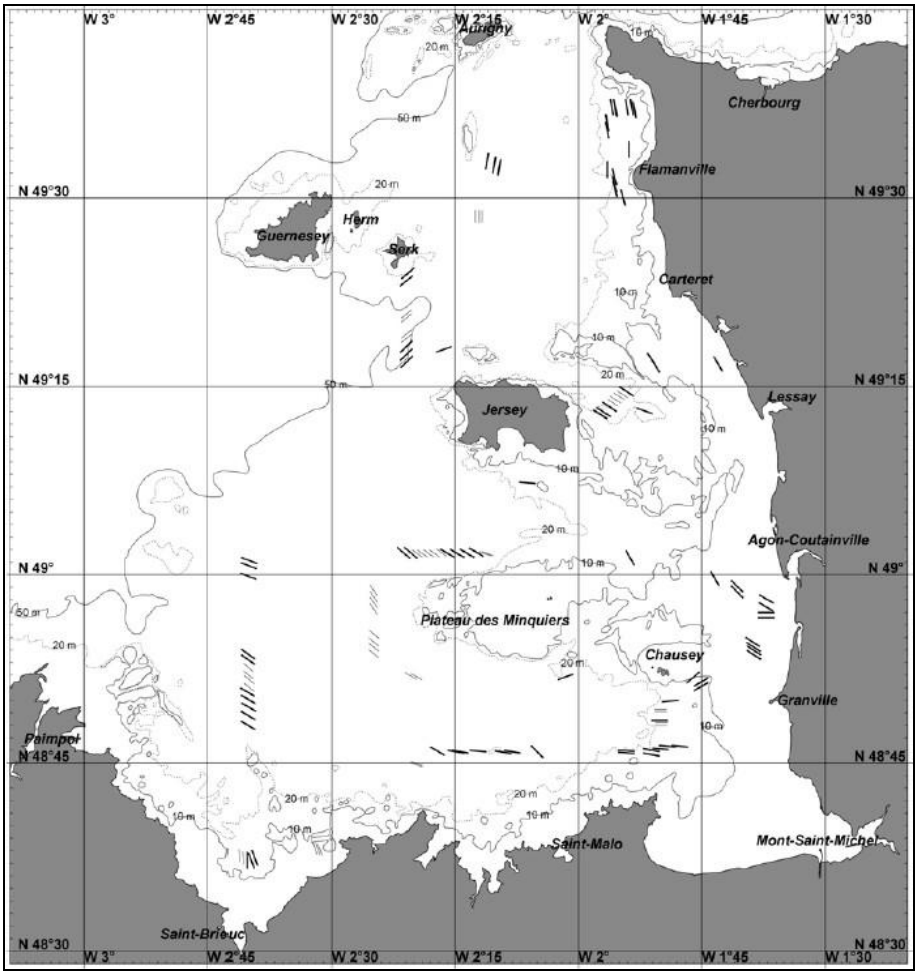


Figure 35 : Traînées sableuses observées dans le golfe normand-breton (Walker, 2001)
Les traînées diffuses sont représentées en trait fin et les traînées plus marquées en trait épais. L'orientation du trait correspond à l'allongement de la structure.

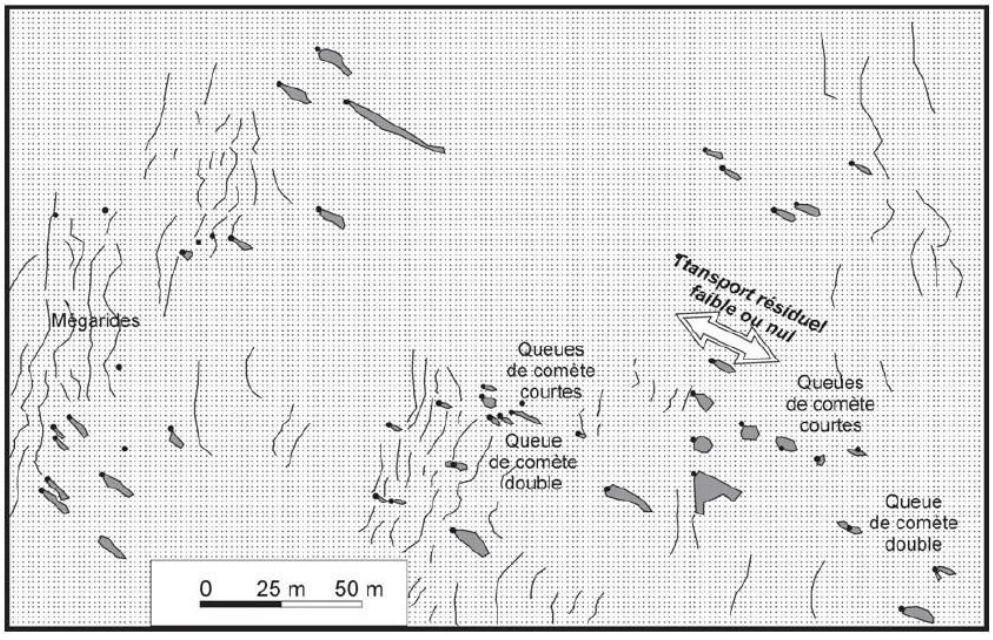


Figure 36 : Queues de comètes, en sabot de cheval et symétriques indiquant une résultante de transport faible à nulle au Sud de l'anse de Vauville (Walker, 2001)

- Figures sédimentaires transversales (rides, mégarides, ridins) : leur présence est liée à 3 paramètres, la profondeur, la granulométrie des particules et la vitesse de cisaillement exercée par l'eau.

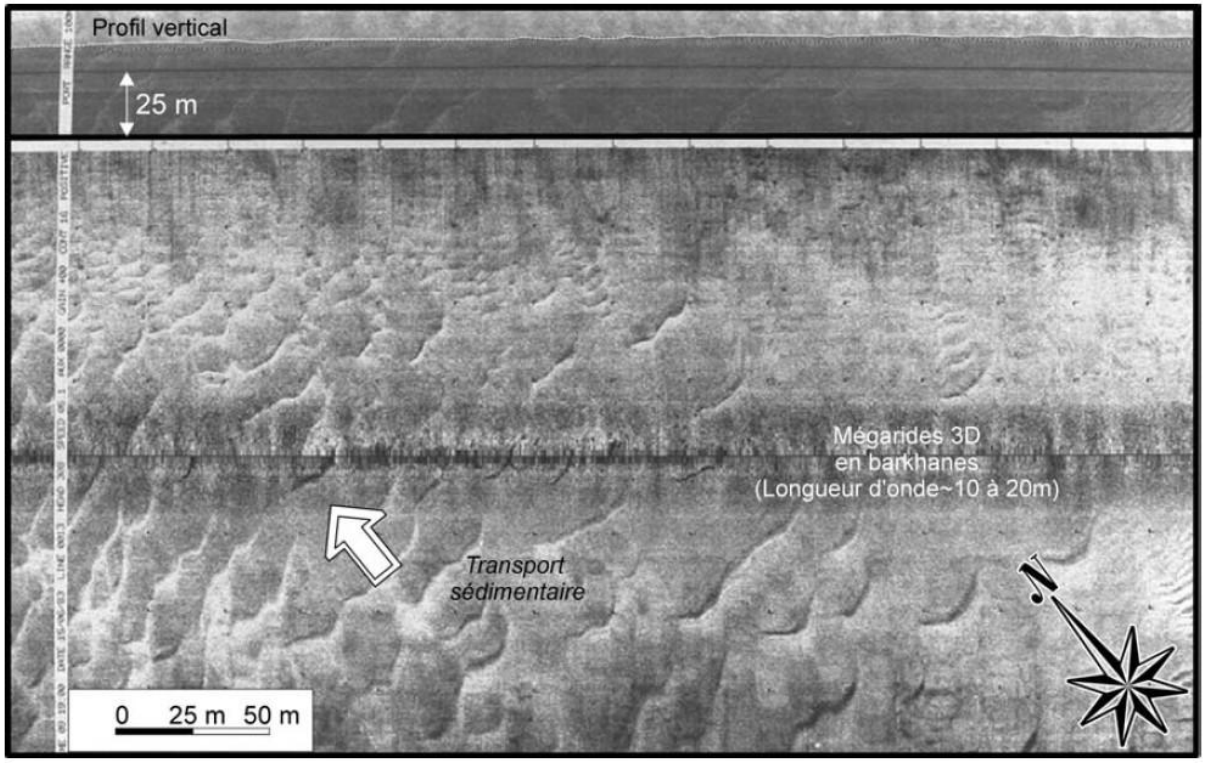


Figure 37 : Mégarides en barkhannes à l'Est du banc de Surtainville (Walker, 2001)

Dans le golfe normand-breton, la plupart de ces figures sont mises en place par les courants de marée. Néanmoins, à proximité du littoral, l'action des houles joue également un rôle dans la construction de mégarides.

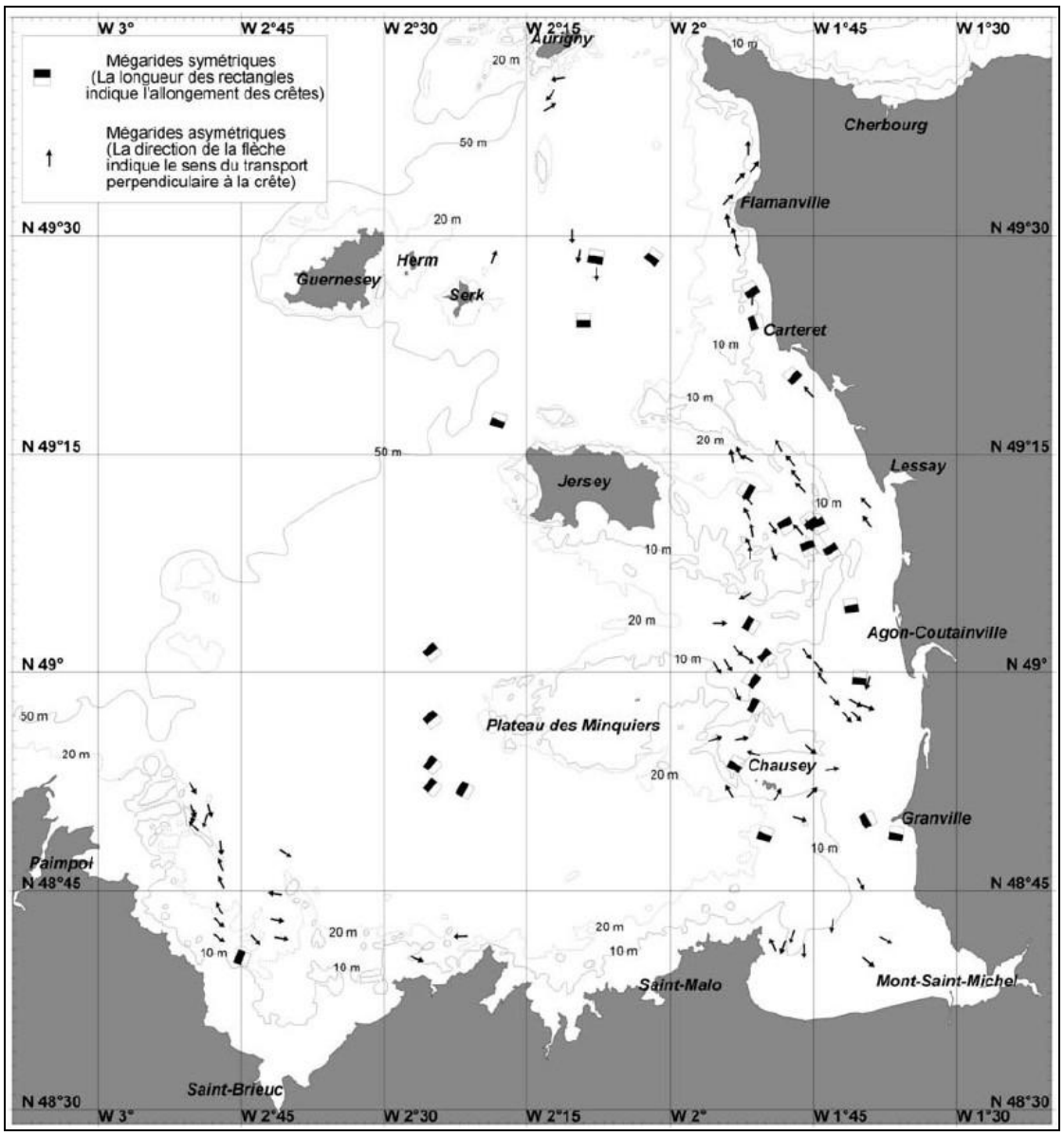


Figure 38 : Carte de répartition des mégarides observées dans le golfe normand-breton (Walker, 2001)

On observe également de grands bancs sableux dans le golfe normand-breton, installés sur de vastes étendues monotones recouvertes de cailloutis ou de graviers. Sont différenciés :

- **Les voiles sableux**, taches de sables dont les limites ne sont pas rectilignes et parallèles au courant dominant et dont la plus grande dimension (de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres) est souvent perpendiculaire à celui-ci. Ces accumulations sont fréquemment accrochées de chaque côté des reliefs rocheux (Figure 39).

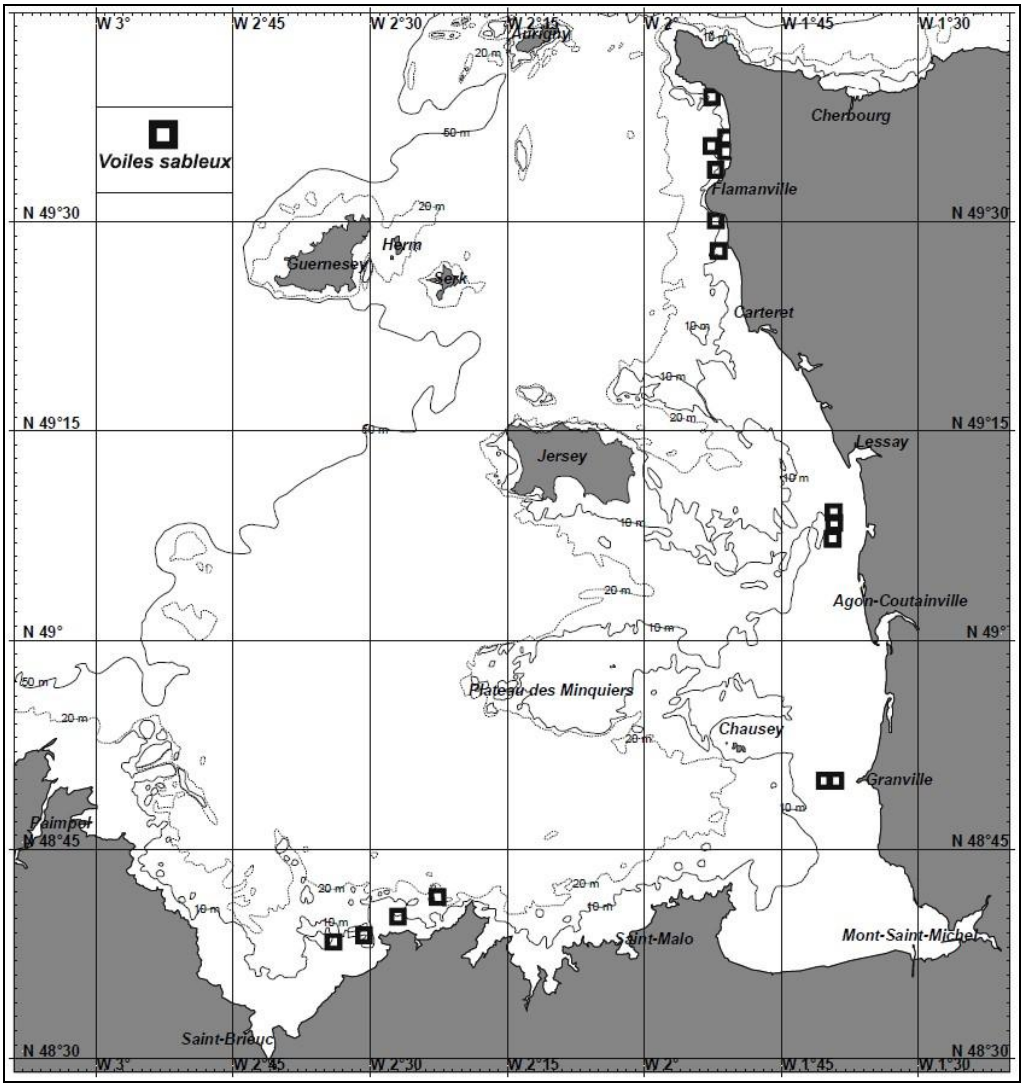


Figure 39 : Localisation des voiles sableux observés dans le golfe normand-breton (Walker, 2001)

- **Les rubans de sable**, structures indicatrices des directions de transport en charriage. Certains rubans atteignent des longueurs pluri-kilométriques et peuvent être épais de plus d'un mètre (Figure 40).

- **Les placages de sable à lanices** essentiellement en domaine infralittoral par des profondeurs inférieures à 15 m, sur la côte Ouest du Cotentin. Les lanices, au fur et à mesure de l'accumulation de sédiments, permettent la construction de buttes de quelques dizaines de centimètres de hauteur, dépourvues de figures sédimentaires superficielles.

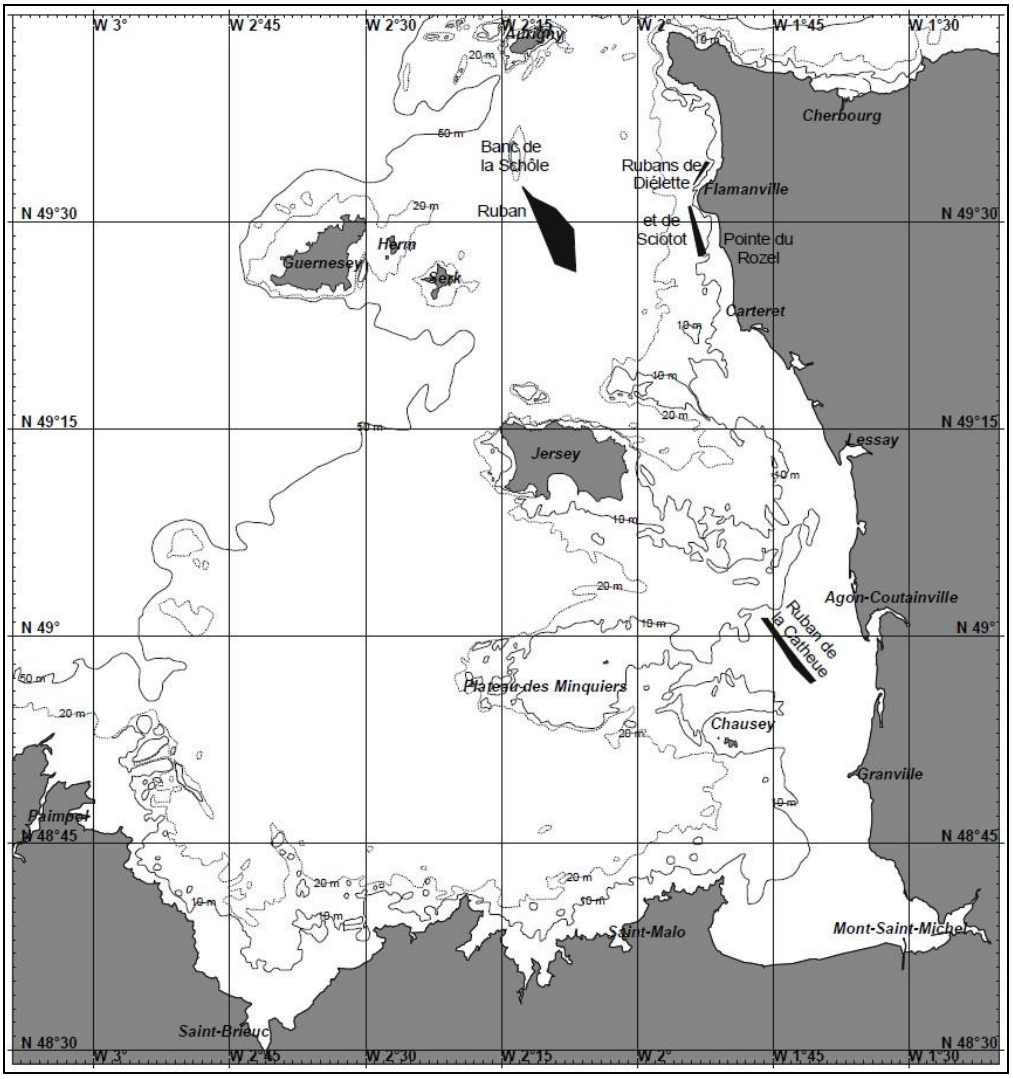


Figure 40 : Localisation des grands rubans de sable reconnus au sonar à balayage latéral (Walker, 2001)

L'étude des figures sédimentaires permet de comprendre la dynamique associée dans le golfe normand-breton et d'établir le bilan sédimentaire du secteur à travers les directions de transport des particules et de la répartition des dépôts (Walker, 2001).

Dans le golfe Normand-Breton, on peut distinguer **3 grandes zones** dans lesquelles les transits de charriage ont des directions cohérentes et comparables :

- **Une partie méridionale** caractérisée par une convergence sédimentaire vers la baie du Mont Saint-Michel qui constitue un piège sédimentaire où les taux de sédimentation sont particulièrement importants. On y observe de vastes accumulations sablo-vaseuses.
- **Une partie centrale**, entre Jersey et la côte, au sein de laquelle les transits sédimentaires sableux présentent une polarité inverse entre le littoral et large : SE-NW en général en zone subtidale et NW-SE le plus souvent en zone intertidale. On observe des sables moyens ou fins à proximité de la côte où les échanges sont importants entre les deux compartiments. Les havres ont une forte influence sur la dérive littorale : les volumes mis en jeu génèrent de puissants courants de marée de

direction transverse par rapport à la côte qui favorisent la formation d'accumulations sableuses au niveau des embouchures et l'érosion du cordon dunaire entre Carteret et la baie du Mont Saint-Michel.

- **Une zone septentrionale** où l'action des courants de marée est prédominante sur les déplacements sédimentaires en zone subtidale. Les courants y sont intenses puisqu'ils atteignent les vitesses les plus élevées du littoral européen (5m/s). Le très fort régime hydrodynamique empêche donc toute accumulation temporaire de sédiments sableux, ceux-ci étant en permanence mobilisés par les courants.

La répartition des dépôts sédimentaires est également fonction des conditions hydrodynamiques. On observe, dans le golfe normand-breton, plusieurs **types de dépôts** (Walker, 2001) :

- **des « lambeaux » de sédiments grossiers** d'origine très hétérogène car constitués de produits d'altération issus du démantèlement des affleurements rocheux locaux et du remaniement des galets.
- **Des dépôts sablo-graveleux** à forte composante organogène à l'abri des îles (Jersey, Minquiers et Chausey) ou à l'ouvert des baies de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel.
- **Des dépôts sableux** concentrés en zone côtière ou au large lorsque les conditions hydrodynamiques favorisent la convergence sédimentaire et l'équilibre dynamique des corps sableux.

L'analyse des figures sédimentaires et la répartition des dépôts souligne la très forte mobilité des matériaux sablo-graveleux et leur convergence vers les prismes littoraux ou vers des corps sédimentaires subtidaux à stabilité dynamique. **Le golfe normand-breton apparaît comme un vaste piège à sédiments** : toute particule qui pénètre dans le système hydrosédimentaire régional y reste définitivement confinée (Walker, 2001). Tous les matériaux sablo-graveleux remis en suspension se déposent finalement dans les zones les plus abritées et notamment la baie du Mont Saint-Michel (Figure 41).

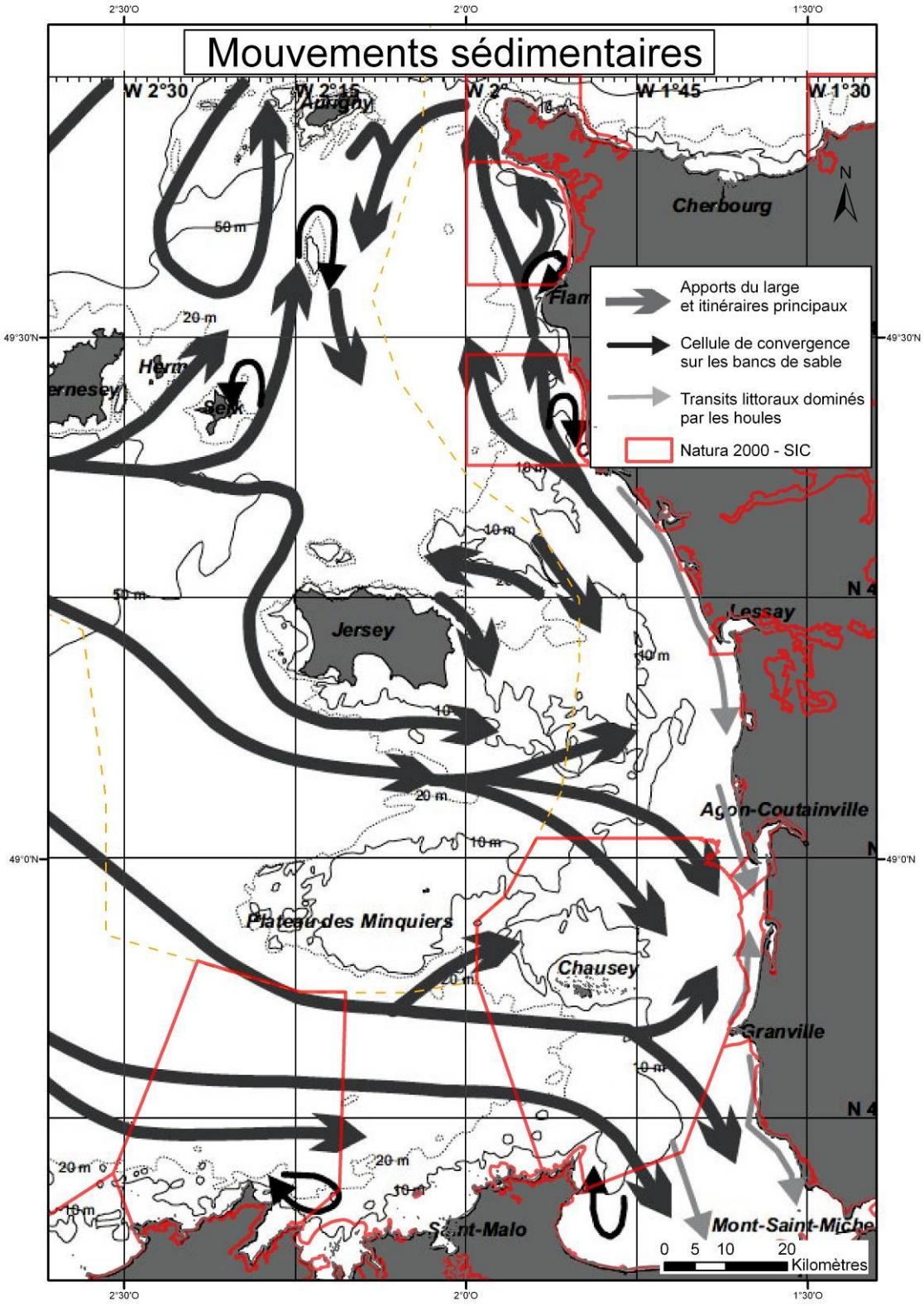


Figure 41 : Mouvements sédimentaires dans le golfe normand-breton (d'après Walker, 2001)

4.6 BILAN

Dans l'optique d'une cartographie des habitats, les données récupérées présentent des degrés de précision hétérogènes.
Certaines données ne peuvent pas être utilisées du fait d'une échelle trop globale par rapport à notre zone d'étude, d'autres peuvent être utilisées sans aucune modification et enfin, certaines données doivent impérativement être transformées pour être utilisables dans le cadre de notre cartographie.

Le Tableau 11, adapté à partir du guide méthodologique rédigé par Touria Bajjouk (2009) et de l'Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale CHARM II (2009), permet de lister les données disponibles et de préciser si elles seront utilisées ou non dans le cadre de la cartographie des habitats du golfe Normand-Breton, mais aussi de définir la nécessité d'acquérir ou non de nouvelles données pour les compléter.

Sans données physiques fiables, la réalisation d'une cartographie d'habitats est difficile. Le temps et le budget impartis ne permettent pas, sur un secteur d'étude de plus 3 700 km² de réaliser toutes les investigations qui seraient nécessaires à la réalisation d'une cartographie d'un niveau de précision élevé. Un travail d'interpolation est donc indispensable.

A partir de cette synthèse des données existantes, il est ainsi possible d'identifier les secteurs où des travaux de terrain sont nécessaires, notamment en acquisitions sédimentaires (sonar et prélèvements) et bathymétriques (sondeur multifaisceaux).

- Sur le Golfe Normand-Breton, deux zones où les données sédimentaires sont absentes apparaissent : le Nord du Site du Cap d'Erquy et du Cap Fréhel et au large du banc de Surtainville jusqu'à la Hague.
- Les levés bathymétriques au sondeur multifaisceaux seront réservés aux sites identifiés comme ZNIEFF marines potentielles du fait de leur grand intérêt biologique ou écologique et de manière à pouvoir caractériser ces sites particuliers dans leur architecture.

Paramètre	Type de donnée	Source des données	Couverture	Utilisation cartographique	Transformation des données	Acquisition de nouvelles données
Bathymétrie	Raster issus d'un modèle	IFREMER. Bathy-morphologie du domaine continental, résolution 200 m	Totale	OUI	NON	SMF sur projets de ZNIEFF marines
	Raster	SHOM. Cartes marines n°6966, 7120, 7158, 7157, 7156, 7155	Totale	OUI	Digitalisation des isobathes	
Nature du fond	Polygones	LARSONNEUR. Carte des formations superficielles de la Manche, 1979	Totale	OUI	Harmonisation de la légende	138 km² de profils sonar sur l'ensemble du projet de PNM
	Polygones	WALKER, P. Dynamique sédimentaire dans le golfe Normand-Breton. Intérêt de l'imagerie par sonar à balayage latéral, 2001.	Partielle	NON	-	
	Raster	SHOM, Cartes n° 7120, 7158, 7157, 7156, 7155, 2009	Totale	OUI (zones de roche)	Harmonisation de la légende	
	Polygones	AUGRIS, C., *et al.,* 2008.IFREMER. Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de Saint-Malo à Granville. Echelle 1/50 000.	Partielle	OUI	Harmonisation de la légende	
	Polygones	AUGRIS, C., *et al*., 2006. IFREMER. Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo. Echelle 1/50 000.	Partielle	OUI	Harmonisation de la légende	
	Polygones	AUGRIS, C., *et al*., 2005. IFREMER. Carte des formations superficielles sous marines aux abords de Flamanville, Manche.. Echelle 1/ 15 000.	Partielle	OUI	Harmonisation de la légende	
Courants	Raster issus d'un modèle	SHOM. Courants maximaux en Manche.	Totale	NON	-	NON
Littoral	Polylignes	IGN / Trait de côte Histolitt	Totale	OUI	NON	NON
Tension de cisaillement	Raster issus d'un modèle	BLANPAIN, 2009. Carte de la contrainte de frottement maximale sur le fond (selon Strickler) atteinte durant l'année 2007	Totale	NON	-	NON
Température	Raster issus d'un modèle	GOHIN, SAULQUIN, 2008. IFREMER. Synthèse mensuelle sur 20 ans (1986-2006) des données de température de surface marine provenant des capteurs AVHRR/Pathfinder.	Totale	NON	-	NON
Turbidité	Raster issus d'un modèle	NAUSICAA. Données du satellite MODIS OC5 IFR pour les mois de mars, juin et septembre 2010	Totale	NON	-	NON

Tableau 11 : Récapitulatif des données physiques disponibles pour la cartographie des habitats

5 Données Biologiques

Nous proposons d'approcher la thématique des habitats en progressant dans la description et l'analyse des données existantes selon l'éloignement à la côte.

Ainsi, cette partie aborde tout d'abord :

- les **habitats de l'étage médiolittoral** : cet étage est localisé entre le niveau des hautes mers de vives-eaux moyennes et le niveau des basses mers de mortes-eaux moyennes (marées de coefficient entre 35 et 50), et **correspond à la majeure partie de la zone intertidale** (encore appelée zone de balancement des marées ou estran).
- Puis les **habitats subtidaux** : l'étage **infralittoral** correspond à la zone immergée dont la frange supérieure peut cependant être exondée aux grandes marées de vives-eaux (coefficients compris entre 110 et 115). Le facteur structurant déterminant dans cet étage est la lumière. L'augmentation de la profondeur laisse alors la place aux espèces sciaphiles et marque alors l'entrée dans un nouvel étage : **le circalittoral**.

Nous verrons que cette distinction dans le parcours des données n'est pas toujours aussi aisée puisque certaines données couvrent la zone de transition entre l'étage médiolittoral et infralittoral (herbiers de zostères par exemple).

5.1 HABITATS DE LA ZONE INTERTIDALE

Afin d'effectuer une transition entre les données physiques et les données biologiques, il est choisi d'initier cette partie en abordant des données existantes qui regroupent certaines caractéristiques biologiques et physiques : il s'agit de données biomorphosédimentaires.

5.1.1 Données à l'échelle du Golfe

A ce jour, les travaux les plus complets à l'échelle du Golfe réalisés sur la zone intertidale sont ceux de Guillaumont *et al* (1987). Malgré l'ancienneté des données, elles constituent le seul **état de référence** de la façade Ouest Cotentin, la BMSM ayant fait l'objet de travaux dans les années 2000 (§ 5.1.2 et 5.3)

La cartographie au 1/25 000 élaborée en 1987 propose une approche intégrée biomorphosédimentaire, en ce sens qu'elle décrit les supports physiques inventoriés sur l'estran, complétés de données biologiques. Il est ainsi possible de raisonner en termes d'habitat bien que certaines typologies employées relèvent essentiellement du domaine sédimentaire, ou physique. Nous

avons choisi de restituer ces travaux par des zooms cartographiques légèrement plus nombreux que ceux présentés dans les travaux de 1987 (Figure 42 à Figure 46).
Deux grands ensembles sont identifiés dans ces travaux :

- **la côte Ouest du Cotentin**
- **la Baie du Mont Saint Michel**

Il est donc choisi d'aborder ces deux grandes zones à partir de la **notice explicative des travaux de 1987** qui apporte des informations précieuses en termes de dynamique sédimentaire et de caractérisation des biocénoses. **Les paragraphes suivants correspondent néanmoins à une synthèse essentiellement centrée sur les biocénoses benthiques.** L'ensemble des informations de cette partie provient de la notice explicative de Guillaumont *et al* (1987)**.** Ces travaux ont été réalisés il y a 25 ans environ : il est donc possible de constater un manque d'actualisation de quelques informations, notamment cartographiques.

L'analyse de cette notice associée à la cartographie de Guillaumont *et al* (1987), qui présente fréquemment les cortèges d'espèces associées aux unités identifiées dans la légende générale, permet le plus souvent d'en déduire un habitat selon les typologies EUNIS, les propositions de typologie du Rebent Bretagne (Guillaumont *et al*, 2009) (que nous considérons valides dans le cadre de la Basse Normandie), et la typologie Natura 2000.
Néanmoins, certaines figures strictement sédimentaires ne peuvent faire l'objet d'une conversion dans aucune des 3 typologies, et laisse donc cette transposition en suspend dans certains cas particuliers. Cette transcription est proposée en Annexe 5.

5.1.1.1 La côte Ouest Cotentin

Du Cap de la Hague au nord de la BMSM, la zone intertidale est constituée par un platier rocheux arasé, fortement diaclasé : il est recouvert au niveau de la barrière littorale par des cailloutis et des placages de sables surmontés de dunes. Seuls quelques pointements rocheux émergent de cet ensemble, découpant la côte en secteurs plus ou moins indépendants les uns des autres. Les observations faites sur cette côte exposée à des agents hydrodynamiques divers (§4.1) convergent pour montrer que l'action de façonnement dominante est dûe à la houle, en dépit de l'importance des composantes marégraphiques.
Les travaux de 1987 scindent la façade Ouest Cotentin en deux parties :

- **La zone nord-Cotentin**, du cap de la Hague au cap de Carteret
- **La zone centre-Cotentin**, du cap de Carteret à la pointe du Roc à Granville.

➢ **En zone nord-Cotentin** (Figure 42 ; Figure 43, C), la zone intertidale est **peu développée et peu diversifiée transversalement**. Globalement, les parties rocheuses de la Hague, Flamanville, Rozel, et Carteret constituent l'essentiel des substrats durs intertidaux de ce secteur. La **couverture algale réduite et le développement de peuplements animaux de mode battu** (Cirripèdes) sont le témoin d'une forte influence hydrodynamique.

- **En zone centre-Cotentin**, de Carteret à Granville (Figure 43 ; Figure 44 ; Figure 45), les peuplements benthiques sont riches et diversifiés, notamment en ce qui concerne l'endofaune des substrats meubles.

Les peuplements benthiques de substrats meubles peuvent se scinder en deux unités biosédimentaires :

- Un système **ouvert**, qui s'apparente aux plages battues du Nord Cotentin. L'instabilité des sédiments se traduit par une **faible diversité, une faible densité et une faible biomasse**. C'est le cas par exemple des **plages de sables fins, des bancs sableux, et des éventails deltaïques**.

- Un système **semi-abrité** où l'hydrodynamisme plus modéré laisse place à une plus grande hétérogénéité de sédiments : **la diversité, les densités et les biomasses y sont élevées**, les mollusques et les polychètes étant les taxons dominants. Quelques tendances peuvent être apportées sur certains de ces secteurs :
    - **De Carteret au débouché du havre de Lessay** (ou havre de Saint-Germain-sur-Ay) (Figure 43, C/D ; Figure 44, E) les lanices (*Lanice conchilega*) sont particulièrement abondantes dans les sables qui pénètrent les platiers rocheux.
    - **De Gouville à la Pointe d'Agon** (Figure 44, F), l'estran est très hétérogène, rythmé par les activités conchylicoles. C'est dans ce secteur que les plus fortes valeurs de biomasse sont rencontrées. Les lanices y sont abondantes, et de vastes herbiers sont identifiés. On notera par ailleurs que **l'étendue des herbiers n'est plus d'actualité**.
    - **Au niveau du havre de la Vanlée** (Figure 45, G), certaines perturbations (mytiliculture, et pêche à pied notamment) témoignent d'un déséquilibre écologique. Les herbiers sont en mauvais état, en compétition pour l'espace avec les sargasses (*Sargassum muticum*) et la crépidule (*Crepidula fornicata*).

Les peuplements benthiques de substrats durs ont fait l'objet de relevés algaux essentiellement :

- **De Carteret au havre de Lessa**y (Figure 43, C/D ; Figure 44, E), la couverture algale est généralement dense, et constituée essentiellement de fucales (*Fucus serratus* principalement, et *Ascophyllum nodosum*). Les sargasses sont réparties sur l'ensemble du secteur, notamment au débouché du havre de Carteret. Enfin, la couverture algale est plus faible entre Carteret et Portbail, la roche étant par ailleurs dominée par des Cirripèdes et des patelles (*Patella sp*.).
- **Au niveau de Pirou** (entre le havre de Lessay et le havre de Gefosses, (Figure 44, F), la couverture algale est peu fournie dans les niveaux supérieurs comme inférieurs. On note l'apparition de Rhodopycées (*Chondrus crispus* et *Laurencia pinnatifida*). La faune se diversifie dans les niveaux les plus bas, et certains tubes voire quelques récifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) apparaissent.
- **De Granville à la pointe d'Agon**, Fucales, Rhodophycées sont également observées mais la faible couverture algale permet à la faune de mode battu de s'y implanter (Cirripèdes). Le perceur *Nucella lapillus* est le principal représentant des Gastéropodes.

- **Du havre de la Vanlée à Granville**, la couverture algale est généralement faible, composée essentiellement de *Chondrus crispus*. La faune fixée est diversifié (éponges/ascidies), et la crépidule est particulièrement abondante.

Enfin, quelques tendances sont ici dégagées en ce qui concerne la **structuration des havres**. Les havres de type « estuarien » (Portbail, Lessay, Regnéville, Vanlée) sont colonisés plus profondément par les espèces halophiles que les havres de type « lagune » (Blainville, Geffosses). Globalement, le haut-schorre est dominant sur les havres de la Vanlée, Geffosses, Carteret (partie sud), et Portbail (partie nord) alors que le bas/moyen schorre domine ceux de Surville ou Blainville.

Le sud de la côte Ouest-Cotentin laisse ensuite la place, à partir de la pointe de Champeaux, à la Baie du Mont Saint Michel.

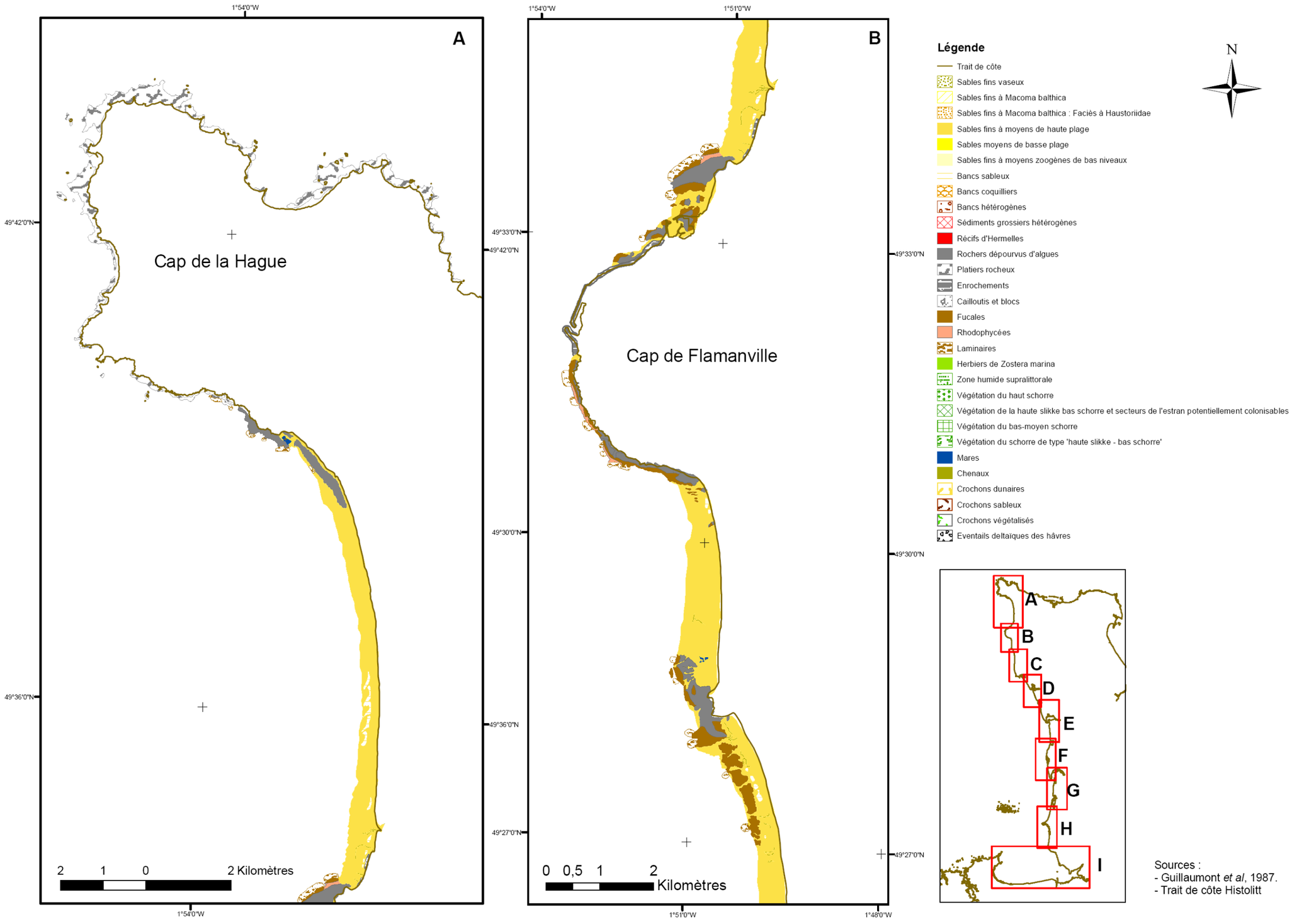


Figure 42. Cartographie de la zone intertidale du cap de la Hague au cap de Flamanville

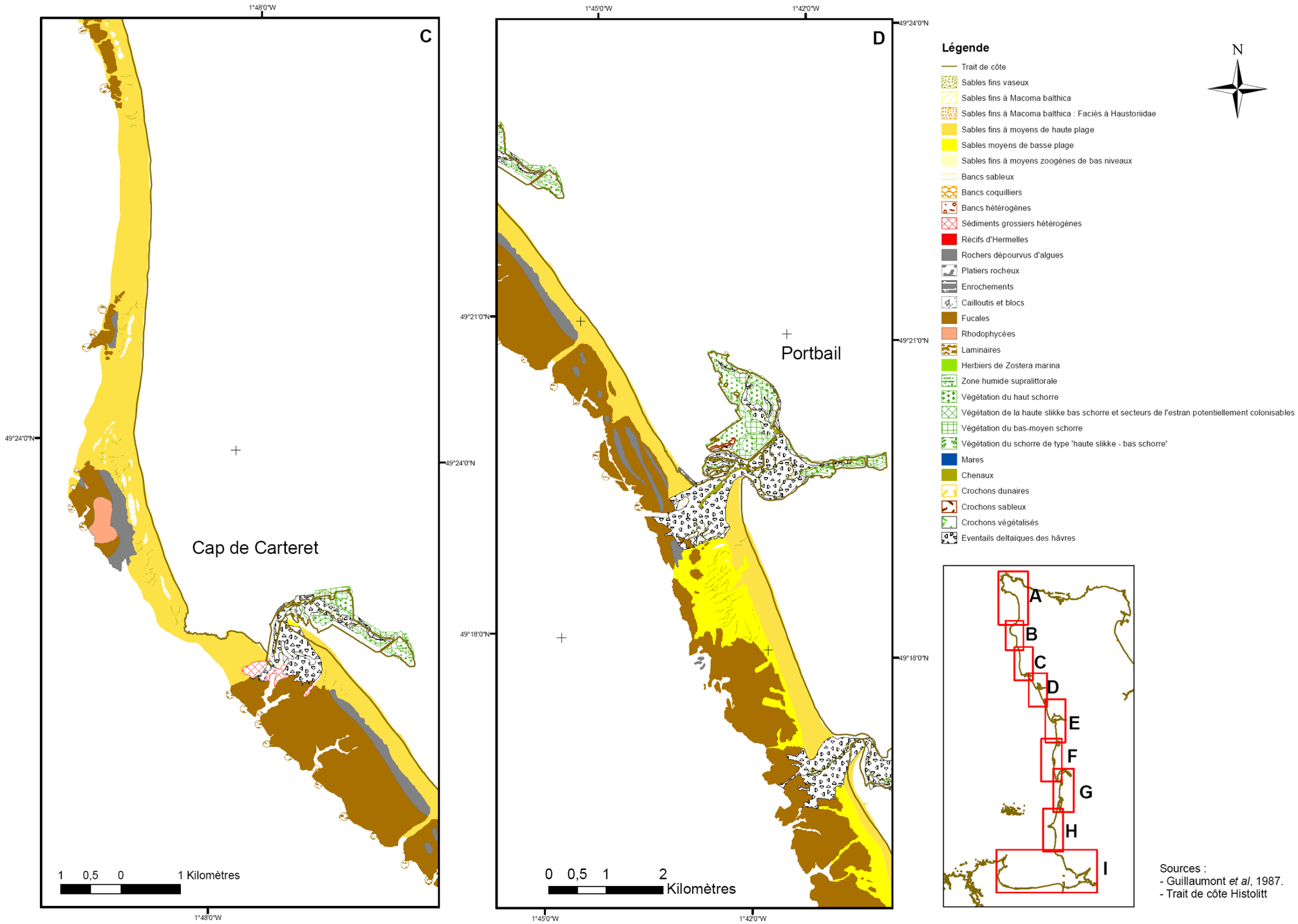


Figure 43. Cartographie de la zone intertidale du cap de Flamanville à Portbail

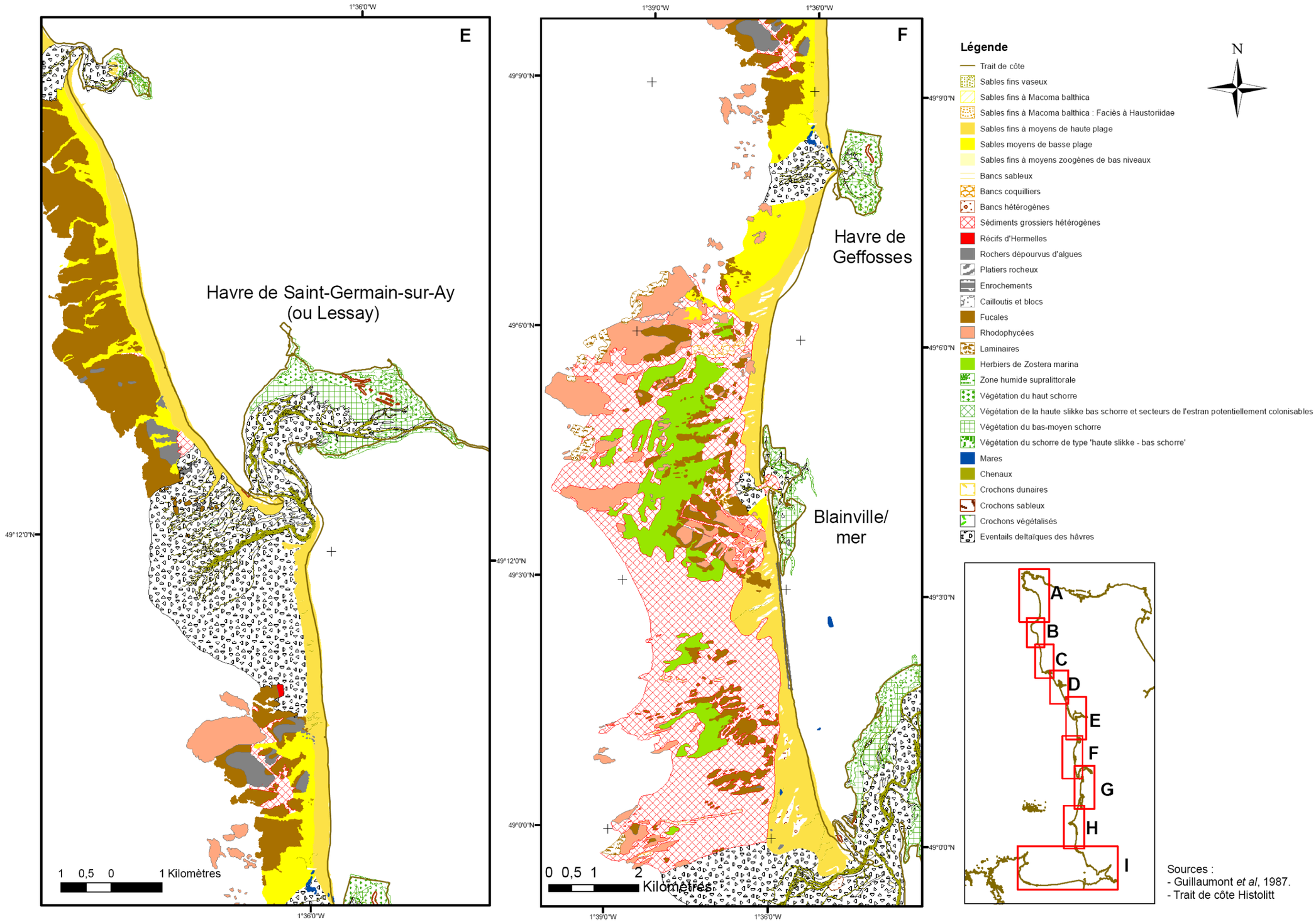


Figure 44. Cartographie de la zone intertidale de Portbail au havre de Regnéville

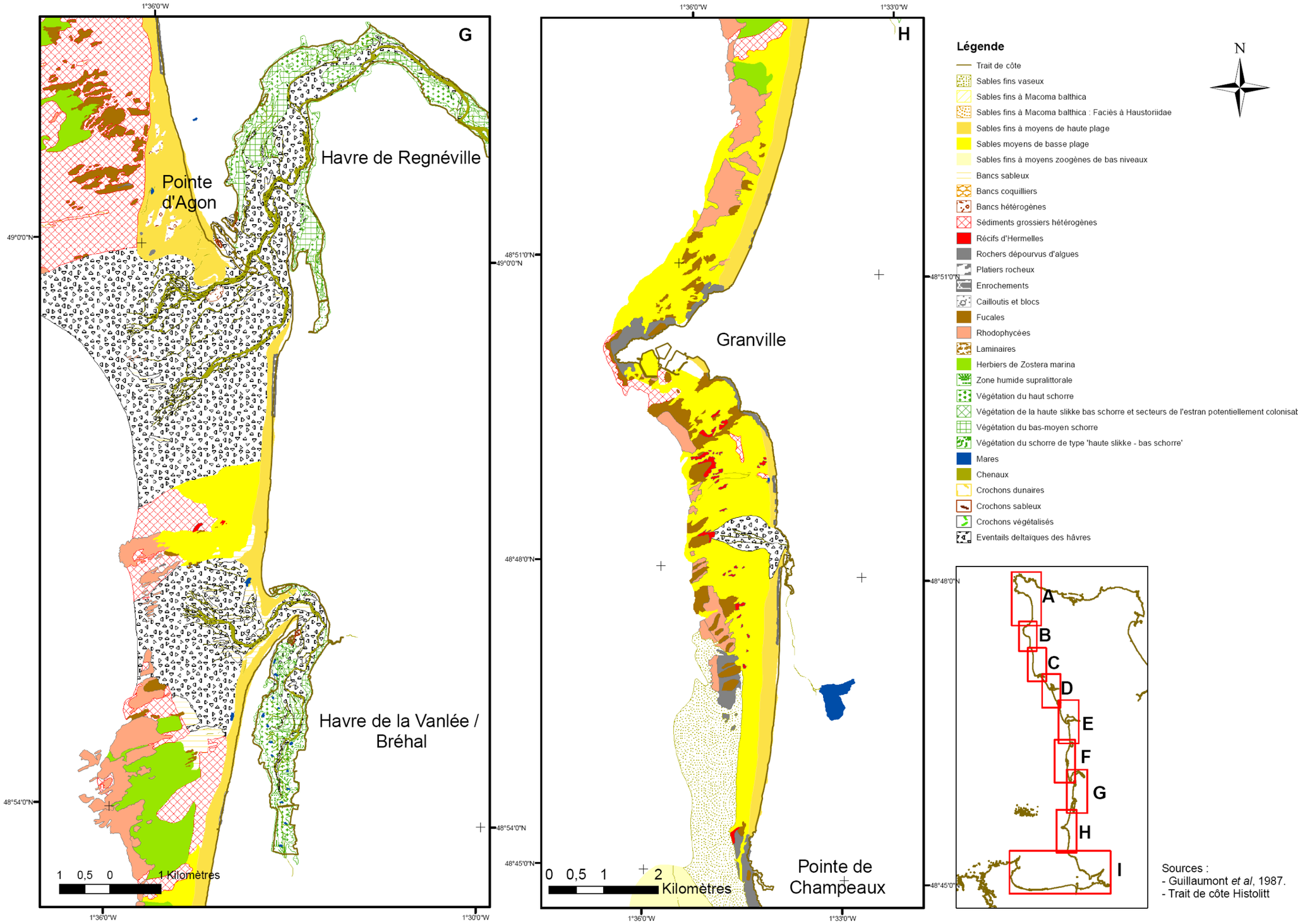


Figure 45. Cartographie de la zone intertidale du havre de Regnéville à la pointe de Champeaux

5.1.1.2 La Baie du Mont Saint Michel

La BMSM, ouverte seulement sur une vingtaine de kilomètres vers le Nord, entre les pointes de Champeaux et du Grouin (Cancale), constitue une zone d'expansion des houles du large déjà largement atténuées. La configuration de la baie et ses contraintes marégraphiques permettent de dégager 2 environnements biosédimentaires différents (Figure 46) :

- **Une région orientale** caractérisée par un système d'éventail deltaïque en avant de l'estuaire commun de la Sée, de la Sélune et du Couesnon, qui regroupe l'ensemble des schorres situés de part et d'autre du Mont Saint Michel.
- **Une région occidentale**, correspondant à un fond de baie dont les apports continentaux sont limités à quelques chenaux de drainage, et où les schorres ont une extension réduite.

En ce qui concerne la faune benthique, la majeure partie de l'estran de la baie est colonisée par la communauté à *Macoma balthica*, **les densités de l'espèce faisant partie des plus fortes observées dans les biotopes intertidaux des mers du Nord-Ouest de l'Europe**. Dans les niveaux inférieurs, cette communauté interfère avec la partie supérieure de la communauté à *Abra alba* de la zone subtidale.
Par ailleurs, 3 autres facies sont observés dans la zone des marées :

- les sables très fins de hauts niveaux à *Corophium* (Crustacé amphipode), en périphérie de la baie, correspondant à la haute slikke.
- Les sables fins à moyens des niveaux moyens à *Haustoridae* (Crustacés amphipode), qui occupent la zone préestuarienne.
- Les sables moyens et silteux à lanices, situés au Nord-Est des récifs d'hermelles dont la diversité faunistique et la biomasse sont les plus élevées du secteur. **Une attention particulière est portée au banc d'hermelles de la BMSM, qui est le seul bioherme de grande superficie des côtes d'Europe occidentale.** Il est à préciser que leur cartographie sur la Figure 46 a été réactualisée. A ce titre, nous rappelons au lecteur que les habitats particuliers tels que les récifs d'hermelles et les banquettes à lanices sont traités dans la section (cf § 5.3.2).

Enfin, pour ce qui est de la végétation des marais maritimes de la baie, si la Figure 46 présente les principales unités de la slikke et du schorre telles qu'elles ont été cartographiées en 1987, les marais salés ont fait néanmoins l'objet d'une réactualisation récente (2009) dans le cadre de l'élaboration du Document d'Objectif (DOCOB) de la Baie du Mont Saint Michel. Leur description est donc abordée de manière plus approfondie dans le paragraphe 5.1.2.4.

Pour conclure sur ces données intertidales à l'échelle du Golfe, cette synthèse, « écourtée » relativement aux travaux de Guillaumont *et al* présente ainsi les grandes tendances géographiques de la zone de balancement des marées identifiées à la fin des années 1980, et par ailleurs toujours d'actualité. Nous proposons désormais d'affiner l'échelle de travail sur certains sites ayant fait l'objet de travaux d'inventaire ou de cartographie plus récents.

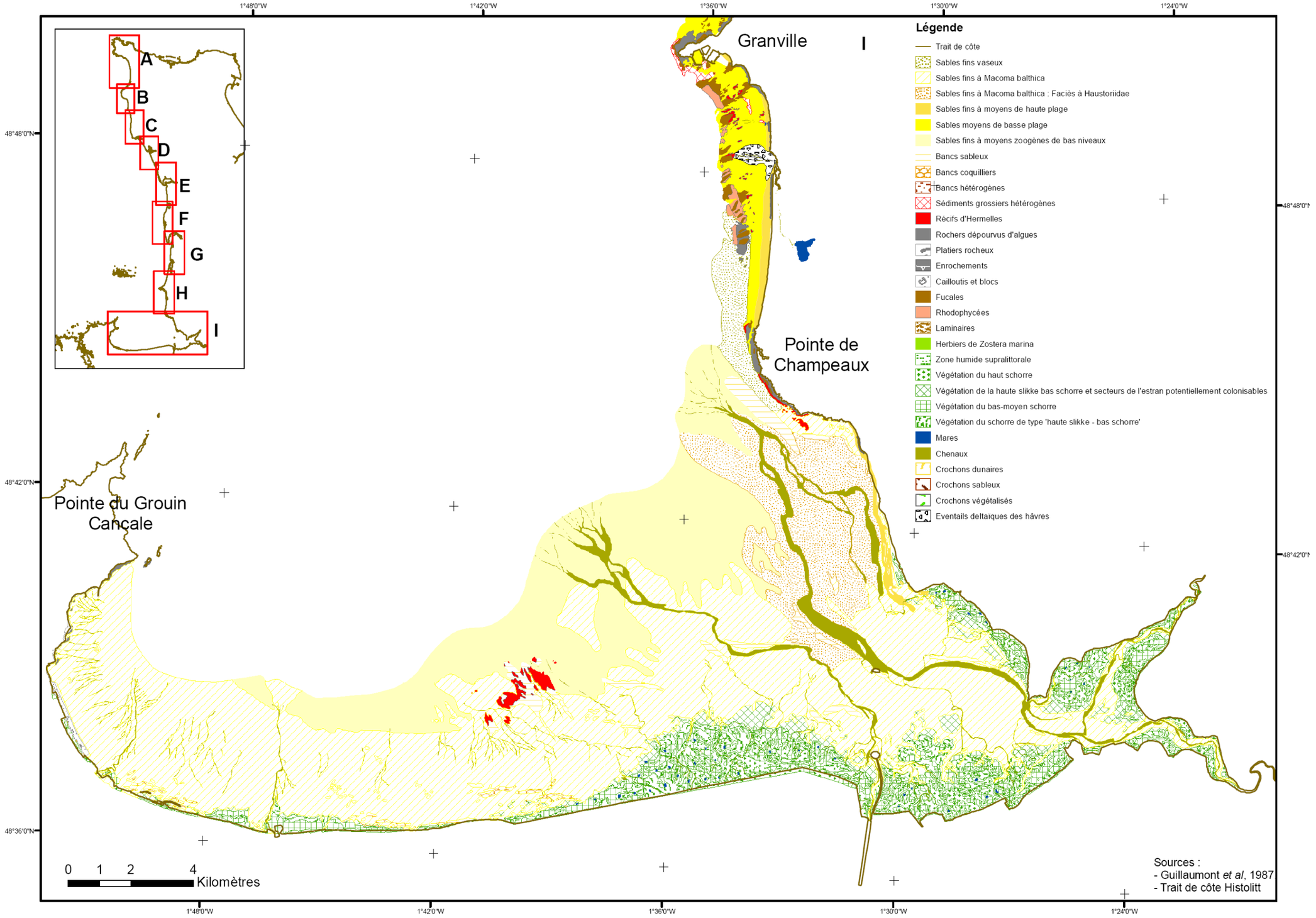


Figure 46. Cartographie de la zone intertidale de la BMSM

5.1.2 Zooms actualisés

Certains secteurs en milieu intertidal ont fait l'objet d'études plus récentes, et permettent ainsi d'actualiser les données cartographiques de Guillaumont *et al* (1987) sur la façade Ouest Cotentin. Plusieurs secteurs sont concernés :

- **le cap de la Hague**, dont les données ont été actualisées en 1999 dans le cadre du Document d'Objectifs (DOCOB) Natura 2000 du site « Côte et Landes de la Hague ».
- **les havres de la côte ouest Cotentin,** dont la cartographie à été mise à jour par la réalisation de plusieurs DOCOB.
- **l'estran à l'entour de Granville** dont la cartographie a été mise à jour en 2008 par les bureaux d'études Creocean/Ecosub.
- **la BMSM** dont le programme PNEC en 2003 (missions *Benthomont*) a permis de caractériser les communautés benthiques de l'estran et de la partie subtidale par ailleurs. Les travaux réalisés sur les prés salés dans le cadre du DOCOB Baie du Mont Saint Michel sont également exposés.
- **l'estran entre Cancale et Fréhel, et une grande frange de la côte Ouest Cotentin**, qui ont fait l'objet d'un suivi par le CEVA en 2007 de la couverture en macroalgues sur les substrats durs, par acquisition d'images hyperspectrales.
- **le cas de la Rance**, qui est rapidement abordé.
- **les îles Chausey,** dont les travaux de l'équipe du MNHN de Dinard (2003 à 2005) renseignent la totalité des habitats intertidaux de l'archipel.

5.1.2.1 Cap de la Hague

Dans le cadre du la mise en place du site FR2500084 « Côte et Landes de la Hague », le domaine intertidal autour du cap a été cartographié. Les principaux habitats génériques recensés sont les Récifs (1170), les Replats boueux ou sableux exondés à marée basse (1140), et les Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110). La couverture de plus de 50% de ce dernier habitat (Conservatoire du littoral, 2001b) est cependant erronée. Les fonds sont de nature essentiellement rocheuse dans ce secteur, et non sableuse (voir cartes G), c'est pourquoi le polygone très étendu de cet habitat situé dans la partie subtidale en périphérie du cap n'est pas retenu dans l'analyse (Annexe 6).

5.1.2.2 Les havres de la côte Ouest Cotentin

Les actualisations réalisées sur les havres de la côte ouest Cotentin se sont échelonnées au fur et à mesure de la mise en place de documents d'objectifs Natura 2000. Il est donc choisi de présenter les principaux travaux réalisés sur l'estran de ces havres, et ce du nord au sud.

➢ La cartographie des **havres de Portbail et de Surville** a été réalisée en 1999 par le Conservatoire du Littoral dans le cadre de la mise en place du site Natura 2000 FR2500082 « Littoral ouest du Cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel ». Au total, 4 habitats génériques Natura 2000 sont inventoriés sur la zone de balancement des marées : deux habitats sur l'estran non végétalisé (1130 – Estuaires, 1140 –

Replats boueux) et deux habitats sur les prés salés (1320 – prés à *Spartina*, 1330 – Prés salés atlantiques) (Conservatoire du Littoral, 2001a). Il est prévu que le CPIE du Cotentin actualise cette cartographie à la fin de l'année 2011 : une démarche sera réalisée auprès de la DREAL Basse Normandie, le maître d'ouvrage, lorsque cette étude sera restituée afin d'intégrer les données dans la synthèse prévue dans la cadre du présent marché.

- Plus au sud, une étude a été conduite en 2009 sur le **havre de Saint-Germain-sur-Ay** par le CPIE du Cotentin avec pour objectif d'actualiser la cartographie des habitats naturels du havre, et d'établir un diagnostic de leur état de conservation. Ce havre fait partie du site Natura 2000 « Havre de Saint-Germain-sur-Ay et Landes de Lessay ». D'une superficie totale de 4040 ha, il représente l'un des plus grands havres de la côte ouest du Cotentin. Largement ouvert sur la mer, ce vaste espace remarquable, très plat, se compose d'un estran non végétalisé (700 ha) et de prés salés partiellement pâturés (320 ha) (CPIE du Cotentin, 2009). C'est un espace riche et diversifié en habitats naturels et semi-naturels du domaine atlantique européen.

Les habitats mis en évidence dans ce travail appartiennent aux étages du supralittoral et du médiolittoral. La cartographie des herbus du havre de Saint-Germain-sur-Ay permet ainsi de recenser 21 communautés phytosociologiques caractéristiques des différents niveaux du schorre : haute slikke, bas schorre, moyen schorre, haut schorre, zone de contact schorre/dune.

Seule la cartographie des habitats élémentaires du havre de Lessay est illustrée. La cartographie fine des assemblages phytosociologiques est exposée en Annexe 7. Une brève comparaison de ces cartes selon les deux typologies employées permet assez rapidement de constater que la typologie Natura 2000 en mer, qui a le mérite de proposer un canevas de classification commun des habitats à grande échelle, dégrade néanmoins l'information que l'on peut obtenir à une fine échelle de travail. Ce constat peut être de nouveau fait dans les travaux de cartographie de Chausey (Godet, 2008), ou encore ceux de Trigui (2009) en ce qui concerne la cartographie de la BMSM.

Au total, quatre habitats inscrits à la Directive Habitats sont présents sur le havre (Figure 47) : deux habitats sur l'estran non végétalisé (**1130 – Estuaires, 1140 – Replats boueux**) et deux habitats sur les prés salés (1310 – Végétations pionnières à Salicornia, 1330 – Prés salés atlantiques). La représentativité de l'habitat « Estuaire » est assez élevée puisqu'il couvre 38% de la surface totale du havre, tandis que l'habitat « Replats boueux ou sableux exondés à marée basse » représente 32% de la surface du havre.
L'état de conservation des herbus du havre est globalement favorable (Figure 48) bien que les phénomènes de surpâturage et de l'envahissement par le chiendent piquant (*Elymus pycnanthus*) participent à la dégradation de ces habitats naturels.
Cette cartographie sera retenue dans la cartographie finale de la zone intertidale sur la côte Ouest Cotentin.

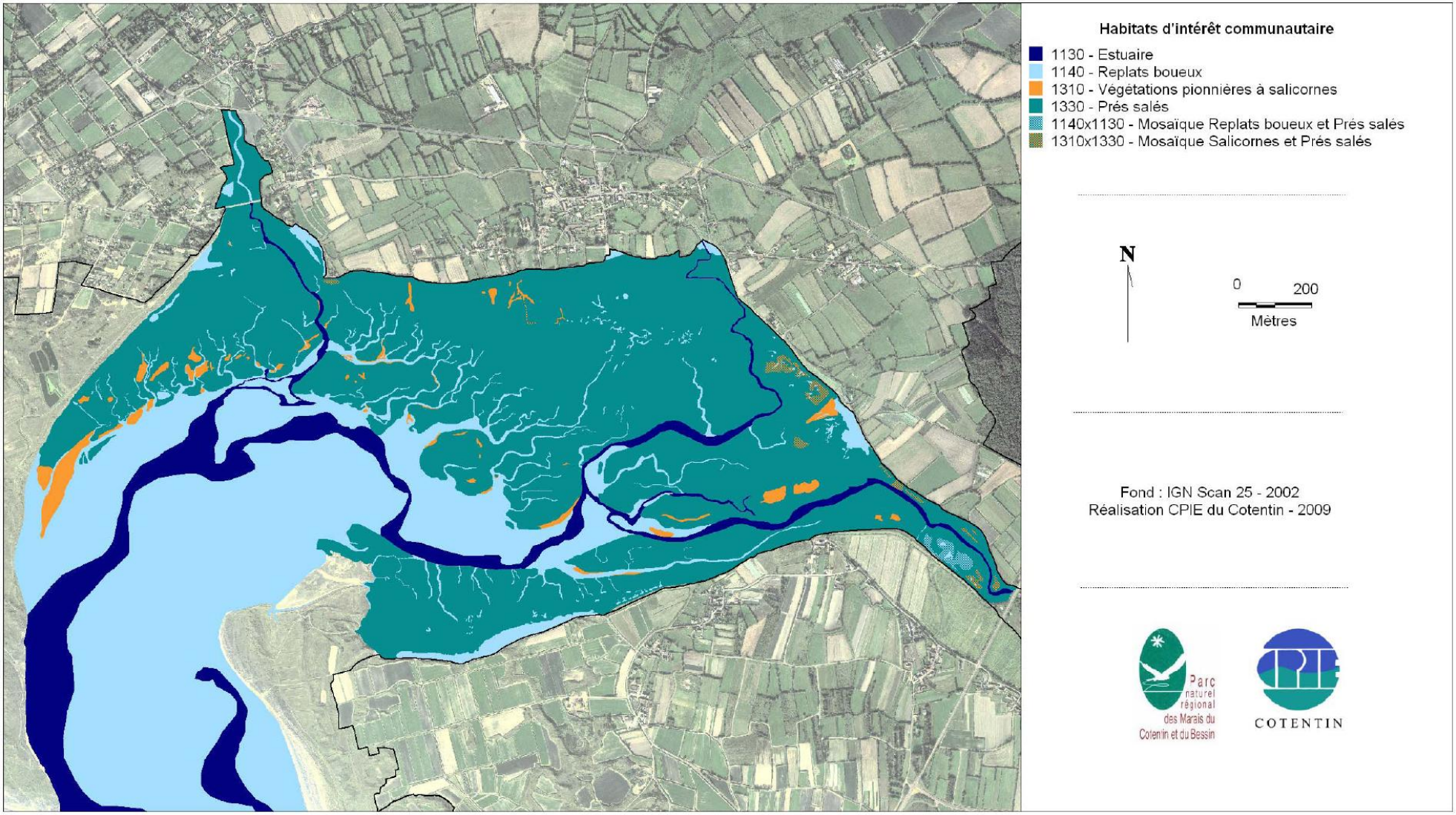


Figure 47. Cartographie des habitats d'intérêt communautaires du havre de Saint-Germain-sur-Ay (CPIE du Cotentin, 2009)

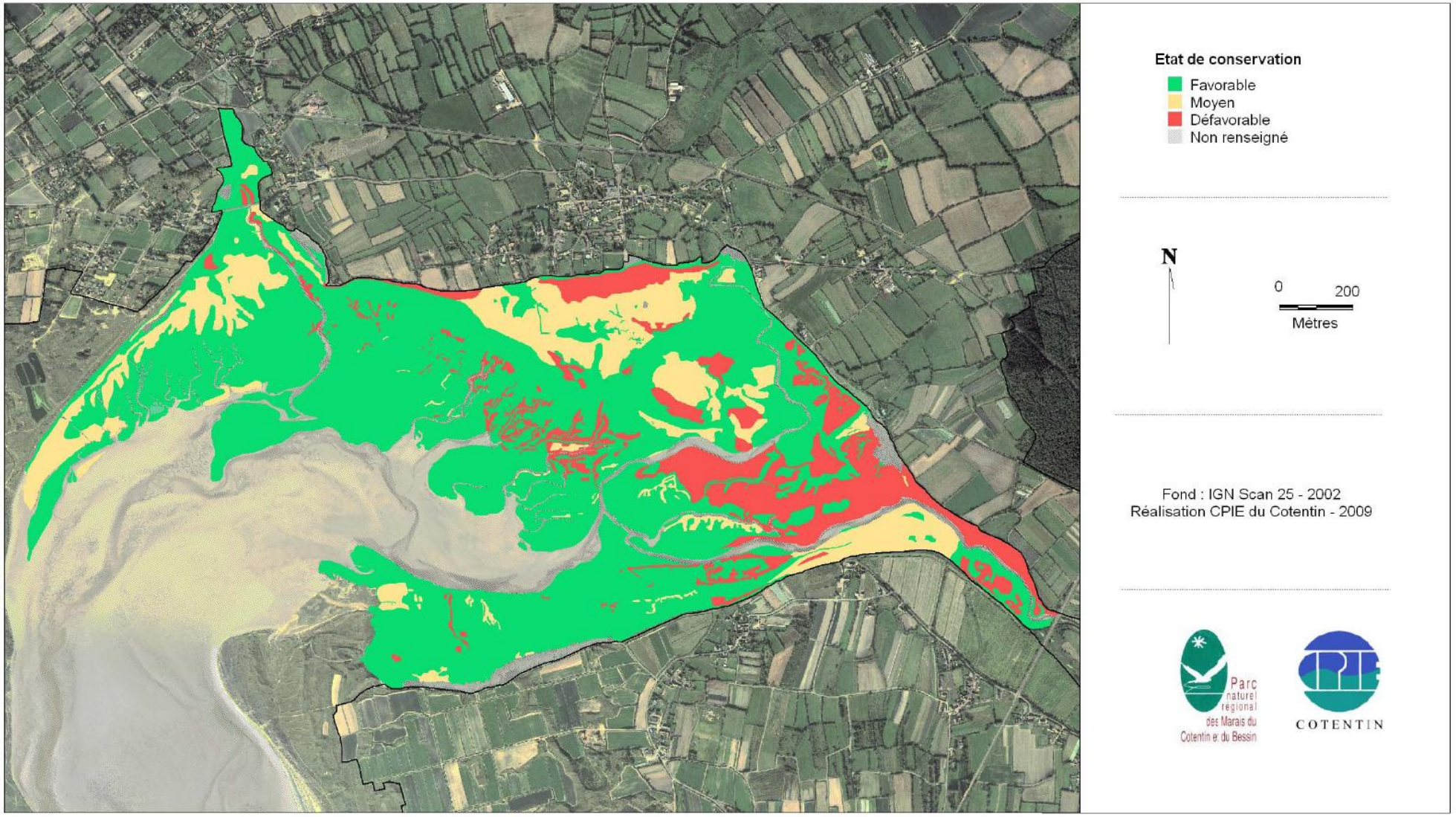


Figure 48. Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire du havre de Saint-Germain-sur-Ay (CPIE du Cotentin, 2009)

➢ Enfin, en 2005 **les havres de Gefosses, Blainville/mer, Regnéville, et celui de la Vanlée/Bréhal** ont eux aussi fait l'objet d'une cartographie actualisée dans le cadre du DOCOB du site FR2500080 « Littoral Ouest du Cotentin de Bréhal à Pirou ». Les couches SIG ne sont pas disponibles à ce jour (com. pers. J. Defenouillère). L'exemple des havres de Gefosses et Blainville/mer est illustré à la Figure 49. Les quatre havres recouvrent les habitats de prés salés atlantiques (1330), la végétation pionnière à salicornes (1310) et les replats boueux ou sableux (1140) (Conservatoire du Littoral, 2007).

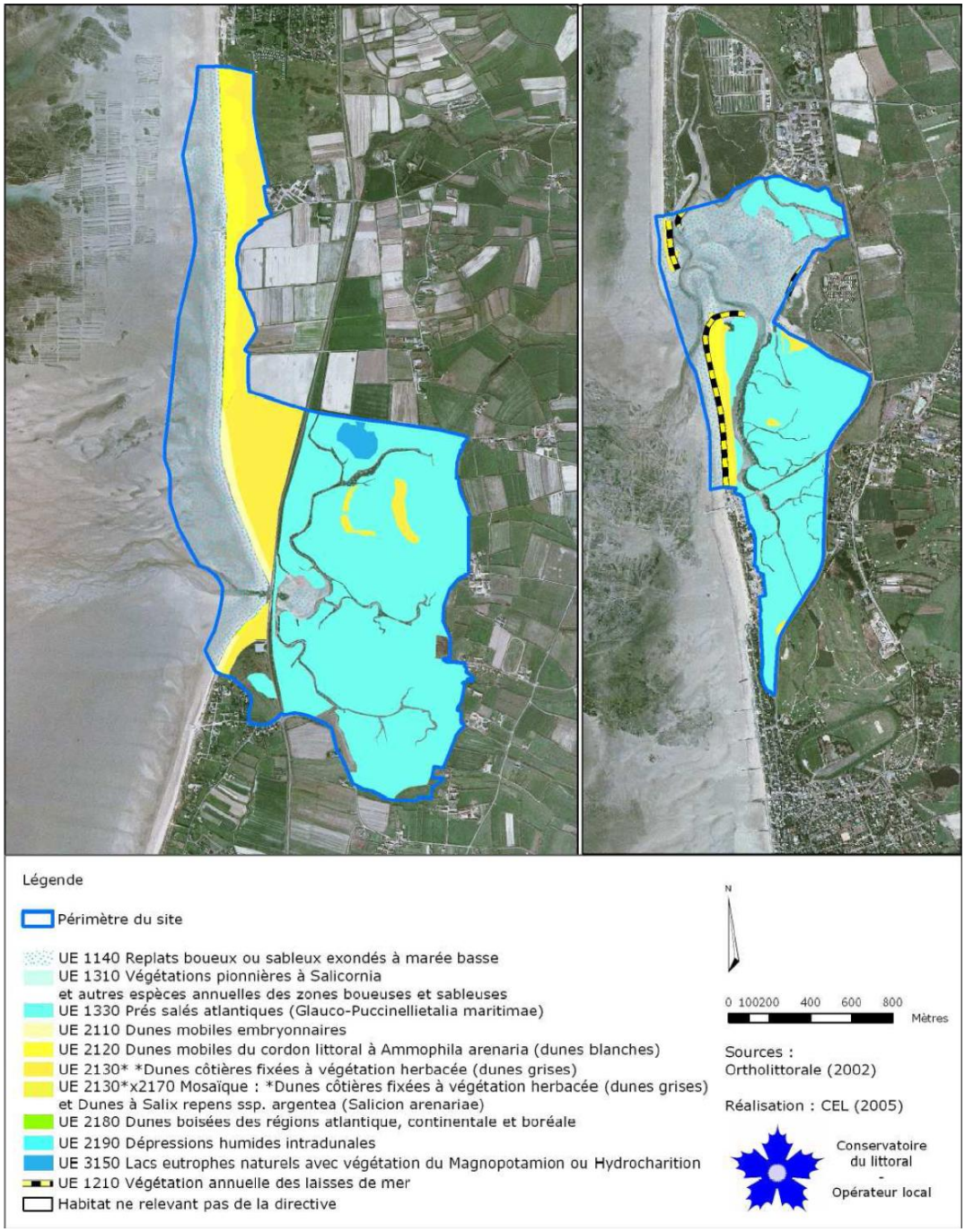


Figure 49. Les habitas Natura 2000 génériques des havres de Geffosses (gauche) et Blainville/mer (Conservatoire du littoral, 2007).

5.1.2.3 Secteur de Granville

Le Conseil Général de la Manche a commandé une étude sur le secteur de Granville afin de dresser un bilan du patrimoine naturel du port de Granville. En effet, le projet d'agrandissement du port a nécessité des investigations de terrain multiples (notamment intertidales et subtidales) afin de prévoir et décrire les effets principaux que peut avoir le projet sur les habitats naturels. Les bureaux d'études Créocean et Ecosub ont été les prestataires de ce travail.

Dans le cadre de ce projet, une actualisation de la cartographie de Guillaumont *et al* (1987) a été produite sur ce secteur. Au même titre que les travaux de Guillaumont *et al* (1987), l'étude se situe dans une approche biomorphosédimentaire et ne décrit donc pas la totalité des habitats naturels : elle met en évidence néanmoins les communautés remarquables du site (Figure 50).

Selon Creocean/Ecosub (2008), l'analyse de ces évolutions permet de dégager trois tendances.

- La comparaison avec la carte de 1987 montre que **les populations d'hermelles se sont étendues au sud, et ont colonisé le secteur nord**. Cet habitat particulier fait l'objet d'un paragraphe entier (§ 5.3.2).
- Les populations de lanices (*Lanice conchilega*) et de crépidules (*Crepidula fornicata*) identifiées par Guillaumont *et al* n'ont pas été reconnues, mais ces espèces ont été identifiées sur d'autres secteurs, y compris au sud.
- L'huître creuse (*Crassostrea gigas*) colonise de nombreux secteurs : ils ont donc été cartographiés.

Ainsi, la biodiversité du secteur est marquée par la recolonisation des récifs d'hermelles mais l'état de conservation du secteur est conditionné par l'expansion de l'huître creuse et de la crépidule.

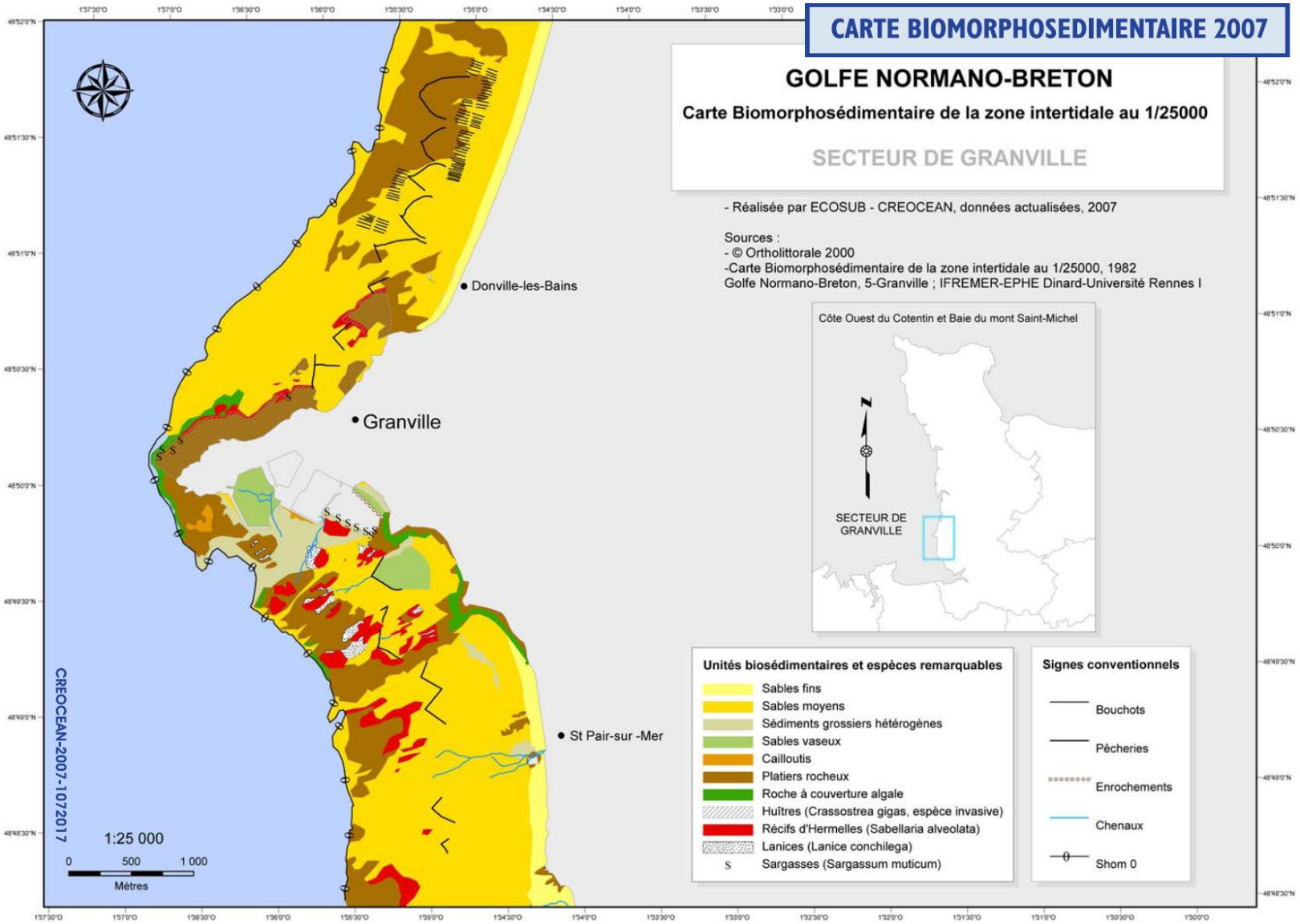


Figure 50. Cartographie actualisée du secteur de Granville (Creocean/Ecosub, 2008)

5.1.2.4 Baie du Mont Saint Michel

➢ **Description faunistique**

Un des chapitres de la thèse de Trigui (2009) s'intéresse à décrire **l'évolution spatiale de la structure des communautés benthiques de la BMSM sous l'action jumelée de phénomènes naturels et anthropiques**. Le but de cette démarche est de pouvoir évaluer les conséquences possibles d'une intensification des activités conchylicoles.

Pour répondre à cette problématique, un plan d'échantillonnage de la macrofaune benthique a été réalisé selon une grille régulière de 175 stations espacées d'un kilomètre couvrant l'ensemble du domaine intertidal de la BMSM. Cet échantillonnage a été réalisé en 2003 lors de la mission Benthomont-III. Après analyse, une carte présente les similarités benthiques existantes entre les différentes stations (Figure 51), et pour chaque assemblage, les espèces dominantes y sont décrites (Figure 52).

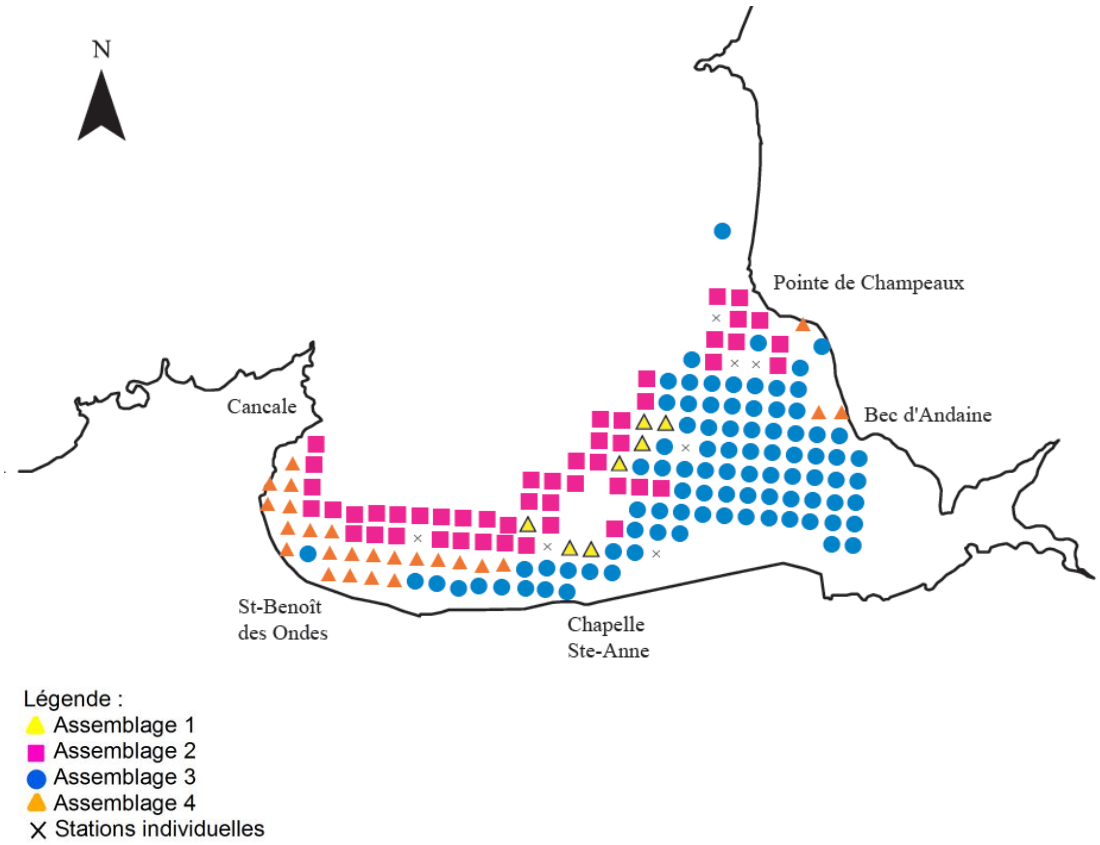


Figure 51. Carte de distribution spatiale des quatre principaux assemblages benthiques en BMSM (Trigui, 2009).

	Classification des 5 espèces les plus abondantes		
	Genre & espèce	Xmoy	Erreur type
Assemblage 1 (n=7)	*Goniadella bobrezkii*	633,33	49,23
Xmoy=209,1 (±76,0)	*Protodorvillea kefersteini*	293,33	44,65
Rsmoy=13,1 (±1,3)	*Spisula solida*	196,66	23,36
H'moy=2,74 (±0,24)	*Nephtys cirrosa*	176,66	4,94
	Cumopsis goodsir	163,33	16,00
Assemblage 2 (n=49)	*Mediomastus fragilis*	504,69	142,08
Xmoy=1940,9 (±229,3)	*Abra alba*	273,40	51,74
Rsmoy=20,7 (±1,2)	*Goniadella bobrezkii*	210,00	39,03
H'moy=2,45 (±0,07)	*Chaetozone* spp.	179,73	62,00
	Lanice conchilega	122,99	62,91
Assemblage 3 (n=88)	*Corophium arenarium*	922,34	546,90
Xmoy=1642,8 (±325,4)	*Bathyporeia guilliamsoniana*	468,56	111,80
Rsmoy=9,4 (±0,3)	*Macoma balthica*	73,26	16,73
H'moy=2,00 (±0,08)	*Pygospio elegans*	43,33	12,40
	Eurydice pulchra	19,05	8,61
Assemblage 4 (n=25)	*Ampharete acutifrons*	526,53	304,10
Xmoy=1406,7 (±419)	*Oligochaeta*	212,00	129.85
Rsmoy=13,6 (±1,2)	*Cerastoderma edule*	109,73	24,62
H'moy=2,21 (±0,17)	*Macoma balthica*	90,53	29,70
	Corophium volutator	56,67	33,97

Figure 52. Caractéristiques des quatre assemblages benthiques de la BMSM, en termes d'abondance (Xmoy), de richesse spécifique (Rsmoy) et d'indice de diversité H' (H'moy) exprimés par leurs valeurs moyennes ainsi que l'erreur type. Un classement des 5 espèces les plus abondantes est proposé avec les abondances moyennes et leur erreur type. (Trigui, 2009)

Quelques commentaires méritent d'être apportés à ces résultats pour chacun des 4 assemblages.
Afin de rendre ces chiffres lisibles de tous, nous proposons un exemple de lecture pour l'assemblage 1. Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne faible de 209,1 ± 76, ind. m^{-2} (individus / m^{-2}), une richesse spécifique moyenne de 13,1 ± 0,6 espèces et un indice de diversité peu élevé (H' = 2,74 ± 0,24). Il est principalement dominé par les polychètes *Goniadella bobrezkii* et *Protodorvillea kefersteini* dont les densités moyennes atteignent respectivement 633,3 ± 49,2 ind. m^{-2} et 293,3 ± 44,6 ind. m^{-2}.

L'assemblage 1 est composé de seulement 7 stations localisées depuis le milieu jusqu'au bas de l'estran dans la partie centrale de la baie, à la périphérie du massif d'hermelles de Sainte Anne.
L'assemblage 2 dominé par le polychète *M. fragilis* concerne 49 stations situées pour la plupart sous le niveau de mi-marée. Ses valeurs moyennes de densité, de richesse spécifique et de diversité sont les plus fortes des quatre assemblages décrits.
L'assemblage 3 quant à lui couvre une grande partie de l'estran (88 stations) dans sa partie orientale et dans la frange supérieure de sa partie occidentale. Cet assemblage est dominé numériquement par les crustacés amphipodes *Corophium arenarium* et *Bathyporeia guilliamsoniana*.
Enfin, **l'assemblage 4** regroupe 25 stations localisées majoritairement au-dessus du niveau de mi-marée à l'ouest de la baie ainsi que 3 stations situées à l'est, entre le Bec d'Andaine et la pointe de Champeaux. Ses espèces dominantes sont le polychète *Ampharete acutifrons*, les oligochètes, les

bivalves *C. edule* et *M. balthica* et le crustacé amphipode *C. arenarium*. Bien qu'il soit assez proche du précédent, l'assemblage 4 s'en éloigne par des densités plus faibles d'amphipodes, dont *Corophium arenarium* et de fortes concentrations de coques *C. edule*.

Ces résultats actualisés viennent en fait confirmer les observations faites par Guillaumont *et al* en 1987 (cf § 5.1.1.2).
En effet, comme le montrent les Figure 51 et Figure 52, **les peuplements benthiques de la BMSM sont organisés principalement autour d'un peuplement à *M. balthica* sur le haut estran (assemblage 3), et d'un peuplement à *A. alba* (assemblage 2) dans le bas d'estran.**
Ils montrent par ailleurs une relative stabilité temporelle de leur agencement spatial en dépit de l'instabilité environnementale qui caractérise un tel estran.

Selon Trigui (2009), les densités des espèces communes sont toutefois susceptibles de fortement varier d'une année sur l'autre selon les conditions du milieu. L'élévation sur l'estran combinée à la nature du sédiment et son instabilité sont les facteurs qui structurent la distribution de la macrofaune benthique de la baie du Mont-Saint-Michel.

Les conclusions de ce travail montrent en réalité, que si l'on considère la baie dans son intégralité, **l'effet de la conchyliculture sur la structure des peuplements benthiques apparaît mineur et probablement localisé. La conséquence majeure de cette activité serait plutôt un impact indirect lié à l'introduction de la crépidule.** Ces résultats sont à pondérer avec le fait que l'échelle considérée dans cette étude est certainement bien trop importante pour distinguer les effets locaux de cette activité. D'autre part, des effets limités sur la structure des peuplements ne présagent pas d'effets également mineurs en termes de fonctionnement de l'écosystème de la baie.

Dans le cadre de notre travail, il a été possible de disposer des coordonnées géographiques de ces 175 stations. Selon Trigui (2009), l'utilisation des niveaux 5 et 6 de la typologie EUNIS permettrait alors d'aboutir à une description fine des habitats de la BMSM, en particulier en ce qui concerne la zone intertidale pour laquelle les différents habitats listés ci-dessous pourraient être proposés au regard des caractéristiques du sédiment et des assemblages faunistiques mis en évidence :
• A2.2313 '*Nephtys cirrosa-dominated littoral fine sand*'
• A2.242 '*Cerastoderma edule and polychaetes in littoral muddy sand*'
• A2.244 '*Bathyporeia pilosa and Corophium arenarium in littoral muddy sand*'
• A2.245 '*Lanice conchilega in littoral sand*' pour rendre compte de la banquette à lanices décrite par Godet *et al*. (2008).
D'autre part, pour les sédiments hétérogènes, elle offre la possibilité d'individualiser un habitat caractérisé par la présence de crépidule : A5.431 '*Crepidula fornicata with ascidians and anemones on infralittoral coarse mixed sediment*'. En effet, la crépidule est très présente en BMSM et l'espèce fait l'objet d'une section à part (cf 5.4.2.1).
Ces données stationnelles nous ont conduit à la production d'une carte des habitats EUNIS de la baie par une méthode de krigeage (voir Tome 1).

➢ **Description floristique**

Les éléments sur la dynamique et le fonctionnement des marais salés de la baie proviennent majoritairement des publications et des travaux de recherches menés depuis plus de quinze ans par les équipes de l'Université de Rennes 1 – CNRS sous la conduite de Jean-Claude Lefeuvre, et des travaux de Chantal Bonnot-Courtois du CNRS, laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral de Dinard.

Au sein de la Baie du Mont Saint Michel, **les prés salés, marais salés ou encore herbus, d'une superficie d'environ 4100 ha sont les plus vastes du littoral français.**

Une analyse diachronique des prés salés à été réalisée, restituée dans le cadre du DOCOB de la Baie du Mont Saint Michel et permet ainsi de comparer les emprises colonisées par les herbus au cours des dernières décennies, notamment à partir de la carte intertidale de Guillaumont *et al* (1987) présentée auparavant dans le document (§ 5.1.1.2).

Sur le pourtour de la baie, il est possible de dégager plusieurs entités de marais salés, présentant des formes très diverses, liées notamment à leur dynamique, à leur géomorphologie ou à leur localisation géographique (Radureau, 2005 ; Bonnot-Courtois *et al*., 2002, *in* Mary *et al*, 2009a) (Figure 53) :

- Dans la partie occidentale de la baie, les marais salés s'étendent longuement de la Chapelle Sainte-Anne jusqu'au pied de Cancale, mais n'atteignent guère plus de 400 à 500 m de profondeur. Dans cette zone, de nombreux marais salés se sont développés à l'abri des cordons coquilliers.
- Devant les polders, à l'ouest du Couesnon, les marais salés occupaient 1 200 ha en 1984 et sont en continuelle progression (en moyenne de 17 ha/an entre 1947 et 1980 et de 9,3 ha/an entre 1980 et 1996).
- À l'est du Mont-Saint-Michel, l'herbu qui s'étend jusqu'à la Roche-Torin est également en constante évolution et, dans certaines zones, progresse activement (en moyenne de 10 ha/an entre 1947 et 1980 et de 5,4 ha/an entre 1980 et 1996).
- Dans le fond de la baie et des estuaires de la Sée et de la Sélune, les schorres voient leur progression très limitée par les divagations des chenaux des deux rivières normandes.
- Enfin, les prés salés de Genêts et de Saint-Léonard sont de parfaits exemples de la variabilité d'un système d'herbus soumis alternativement à des périodes d'érosion drastique et à des périodes de sédimentation très active.

Ainsi, la cartographie de l'évolution des marais salés du sud de la baie du Mont-Saint-Michel établie sur une cinquantaine d'années permet de confirmer qu'en dépit de quelques zones ponctuelles d'érosion, le bilan global est une **progression continue mais inégale de leur surface**.

D'un point de vue fonctionnel, les marais salés jouent un rôle fondamental par leurs caractéristiques de productivité, et par leurs fonctions d'accueil et de ressources pour un certain nombre d'espèces (poissons et oiseaux notamment).

Enfin, d'un point de vue patrimonial, la présence de l'Obione pédonculée, l'une des plus rares plantes du littoral français et de l'Europe du nord-ouest, n'est qu'un exemple qui illustre la rareté des espèces et des groupements végétaux des marais salés, justifiant la reconnaissance de la baie à l'échelle internationale (Mary *et al*, 2009a).

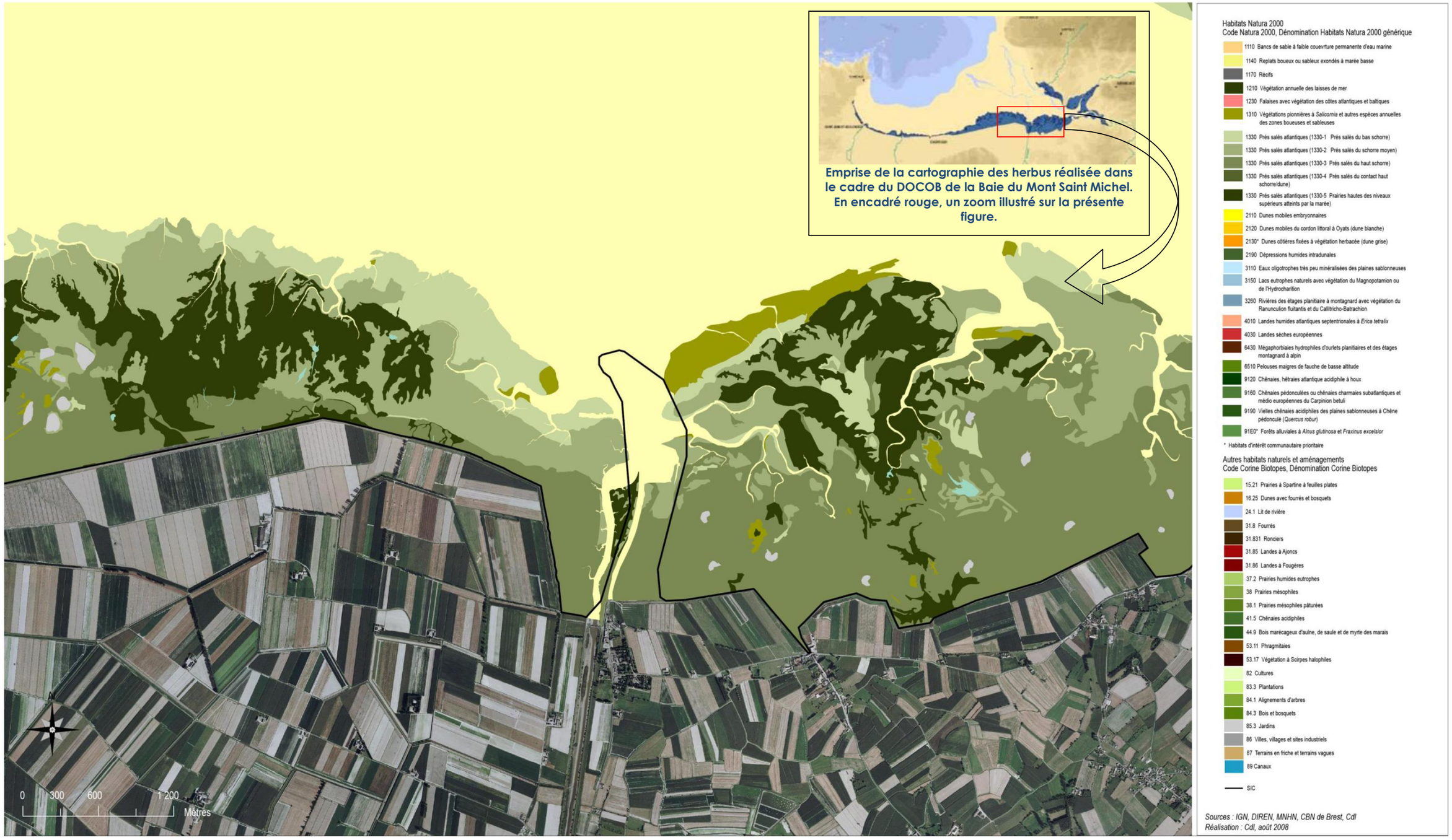


Figure 53. Aperçu de la cartographie des prés salés de la Baie du Mont Saint Michel (Mary *et al*, 2009c)

5.1.2.5 De Cancale à Fréhel, et portion de la côte Ouest-Cotentin

La zone intertidale de Cancale à Erquy n'a jamais fait l'objet d'une cartographie complète, contrairement à la façade Ouest-Cotentin ou à la BMSM. Les herbiers de zostères y sont néanmoins bien cartographiés, et font par ailleurs l'objet du paragraphe 5.3.1.

Le CEVA (2008) en partenariat avec le Rebent et l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) est à l'origine de travaux de cartographie par **imagerie hyperspectrale du couvert algal du médiolittoral et de l'infralittoral supérieur** sur la côte ouest Cotentin, et sur le secteur entre le Cap Fréhel et Cancale (Figure 54). Quels sont les éléments qui ont motivé une telle démarche ?

La dégradation des milieux côtiers (ex : marées vertes) nécessite de mettre en place des indicateurs de la qualité des estrans du littoral français, afin d'en suivre les évolutions et d'évaluer les applications mises en oeuvre. Face à ces besoins de suivis environnementaux et de prévention des risques, **l'objectif général de cette cartographie des estrans est de fournir un état initial, destiné à être utilisé comme indicateur de qualité biologique dans le cadre de la DCE.**
La méthodologie employée par le CEVA est assez complexe et fait intervenir des campagnes aériennes et de prétraitement des images à une résolution spatiale de 1m. S'en suivent des campagnes de vérités terrain, des campagnes d'acquisitions spectroradiométriques sur les différentes cibles des images pour la calibration, le traitement et la validation des images, l'élaboration des algorithmes de traitement, etc.

- **Sur la partie sud du Golfe,** la restitution cartographique est à ce jour en cours de numérisation (comm. pers. T. Bajjouk).

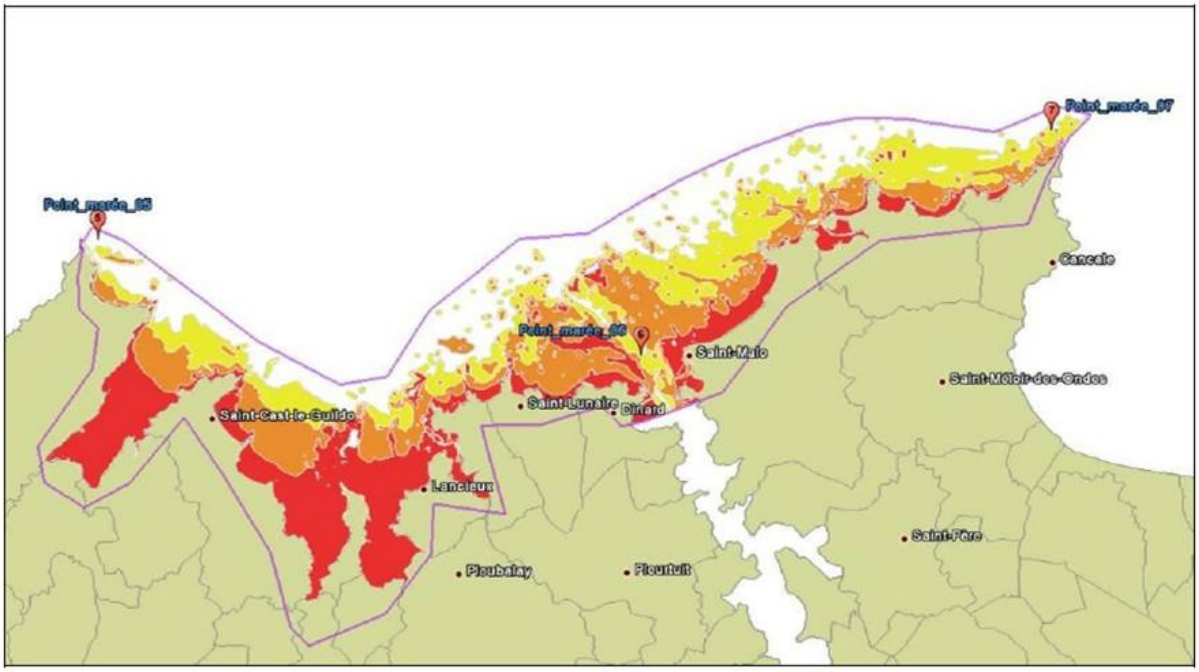


Figure 54 : La zone d'acquisition, définie par le polygone violet, couvre l'estran (rouge) et la zone infralittorale jusqu'à l'isobathe 10 m (polygones orange et jaune) dans le secteur côtier compris entre le Cap Fréhel et la Pointe du Grouin. (CEVA, 2008)

Un extrait de ces acquisitions sur la partie sud du Golfe est illustré à la Figure 55 sur un secteur. Au total, cette cartographie couvre le littoral de Cancale au cap Fréhel, par l'assemblage de 9 planches cartographiques contigües.
Compte tenu du nombre de vérités terrain réalisées sur la côte d'Emeraude, du niveau de détail de la cartographie et des espèces inventoriées, il serait intéressant de pouvoir disposer de ces données digitalisées en cours d'analyse par le Rebent. Elles permettraient de produire une cartographie intertidale de la partie sud (excepté le secteur de Fréhel à Erquy) selon la typologie EUNIS.

- **Sur la côte Ouest Cotentin,** une approche similaire a permis de couvrir la quasi-totalité de la côte (Figure 56), et offre donc au littoral une « photographie » des couvertures algales. Il a été choisi d'en illustrer une partie au niveau du cap de la Hague (Figure 57).

Pour ce qui est de la Basse Normandie, l'AESN nous a fait parvenir en mars 2011 les images Raster géoréférencées de toutes les zones concernées dans le Golfe Normand Breton (cartes n°1 à 38 sur la Figure 56). L'analyse du rapport du CEVA a nécessité quelques échanges avec Patrick Dion (CEVA), Claire Rollet, et Touria Bajjouk quant à l'utilisation de ces données pour notre étude. En effet, il s'avère que seule la classe des algues brunes offre sur pratiquement toutes les dalles, une précision pour l'utilisateur variant entre 70% et 100% (CEVA, 2008). Les algues rouges quant à elles offrent une précision trop faible pour être exploitée en termes de cartographie d'habitats (moyenne = 41,5%).
Ainsi, les pixels relatifs à la description des algues brunes sont conservés, vectorisés selon une échelle exigée du CCTP (les pixels inférieurs à 25m² sont exclus), transposés en typologie EUNIS dans la dénomination *A1.21 Barnacles and fucoids on moderately exposed shores*, et seront donc intégrés dans la carte synthétique intertidale finale.

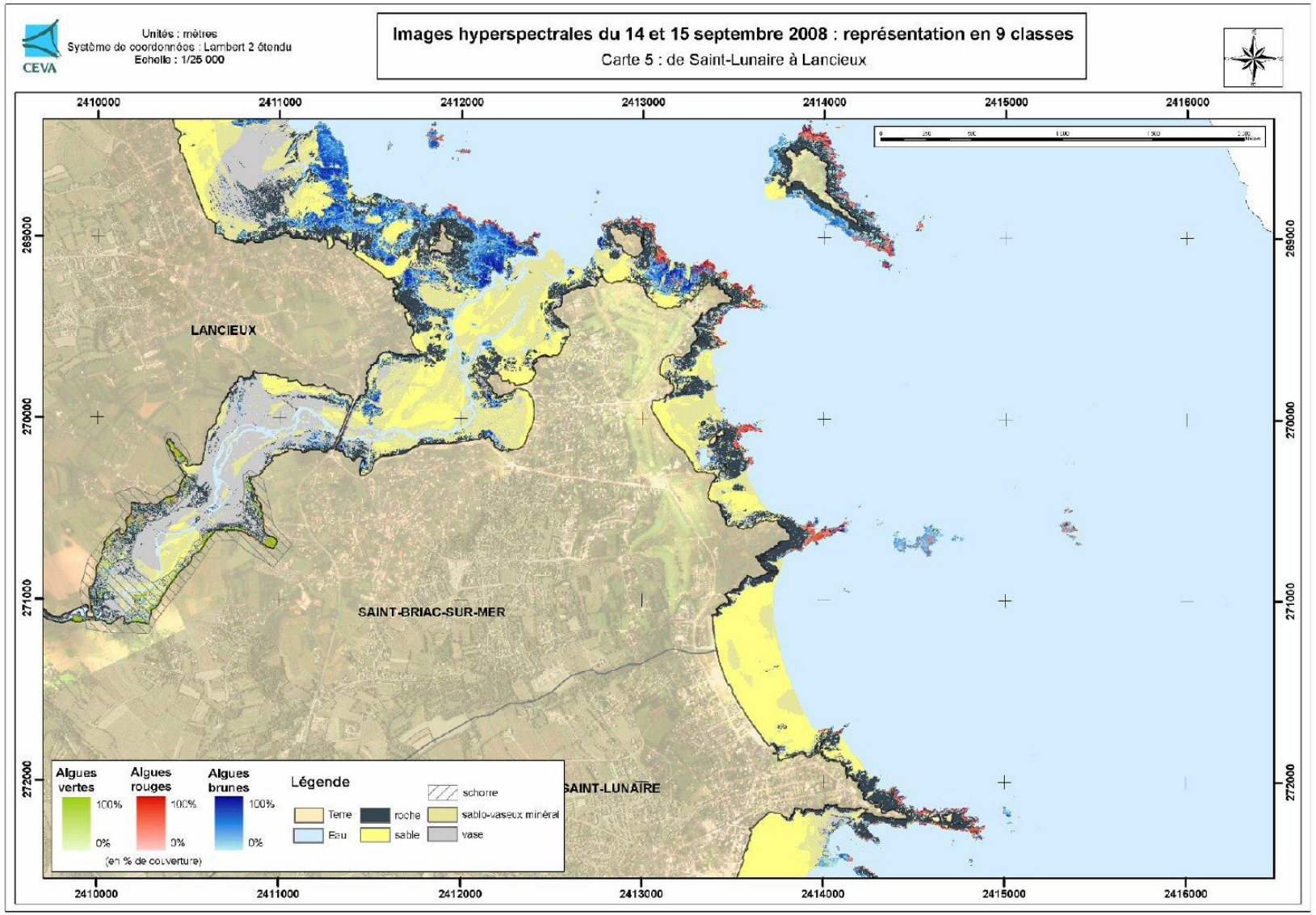


Figure 55. Extrait du couvert algal du littoral de la côte d'Emeraude selon la méthodologie employée par le CEVA (CEVA, 2008)

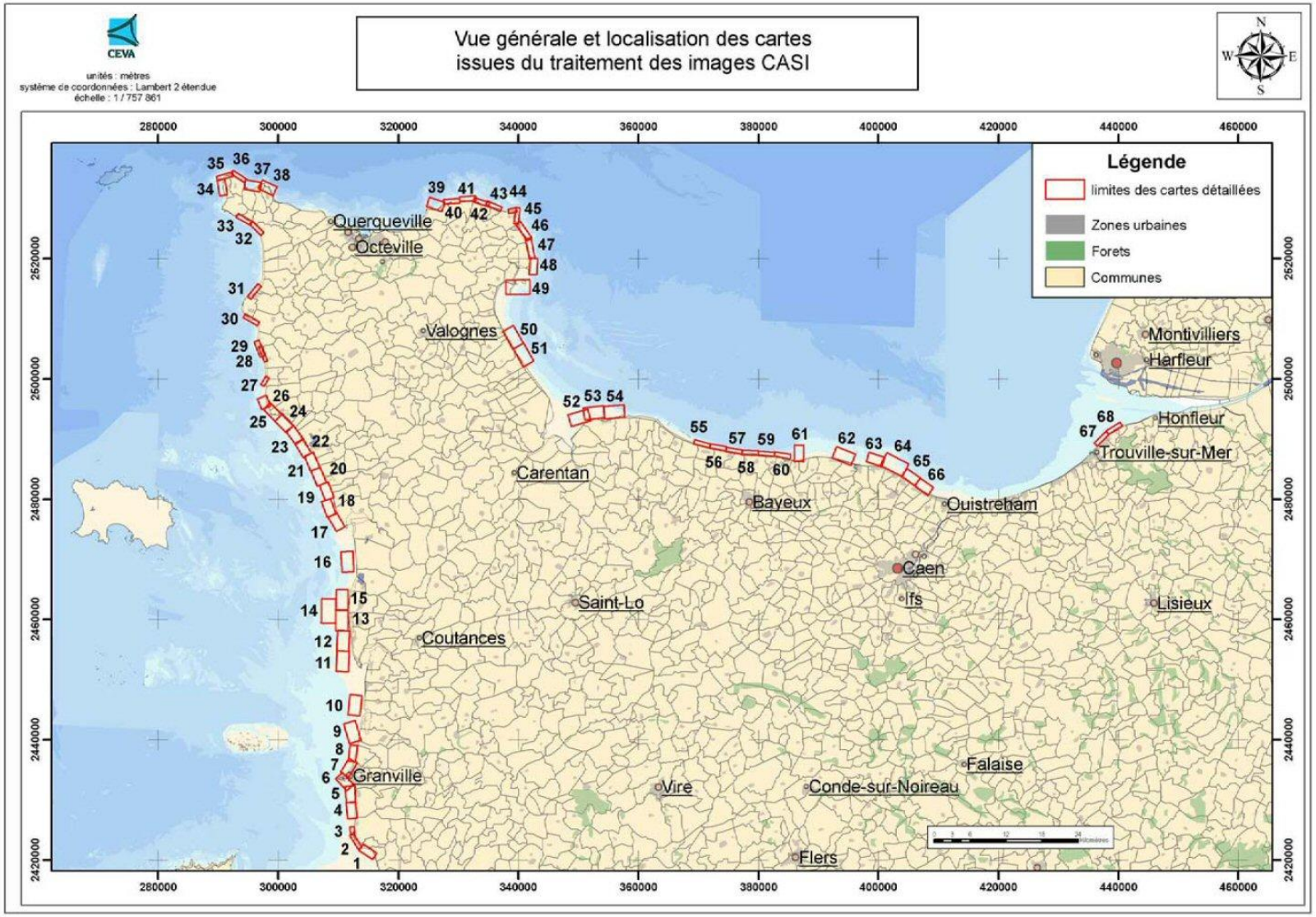


Figure 56. Emprises des cartes réalisées sur l'estran de la Basse Normandie (CEVA-AESN, 2008)

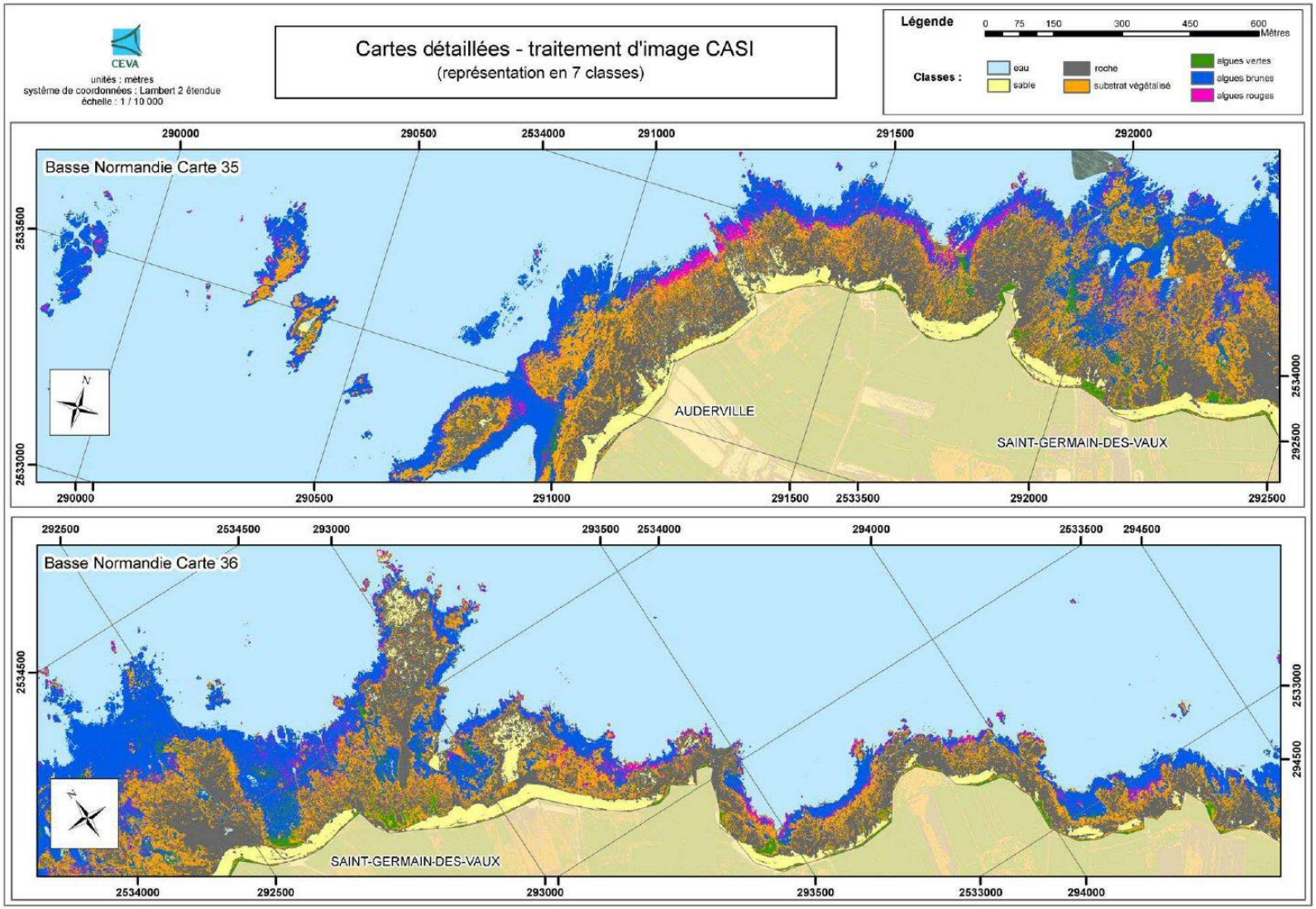


Figure 57. Cartographie de l'estran du secteur du Cap de la Hague (CEVA-AESN, 2008)

5.1.2.6 Cas de la Rance

La cartographie des habitats "terrestres" du site Natura 2000 réalisée par le CBNB en 2003 intègre les habitats de prés salés. La cartographie des habitats "marins" du site Natura 2000 devrait être réalisée en 2011. Cependant, le périmètre du site Natura 2000 n'intègre pas la partie centrale du bassin maritime. Les autres données intertidales en Rance font partie du produit multisources REBENT ; il s'agit des herbiers de zostères, dont la précision sur le secteur de la Rance est détaillée dans la suite du document (§5.3.1). La cartographie des herbiers de zostères (*Z. marina* et *Z. noltii*) devrait également être actualisée en 2011.

5.1.2.7 Iles Chausey

Les études les plus abouties en termes de cartographie des habitats sur Chausey sont sans conteste les travaux de Godet (2008) réalisés dans le cadre de sa thèse.
Les îles de Chausey offrent un patrimoine naturel remarquable : **on y retrouve en effet la quasi totalité des habitats intertidaux de substrat meuble des mers de l'Europe du nord-ouest**, ce qui confère au site un caractère exceptionnel.

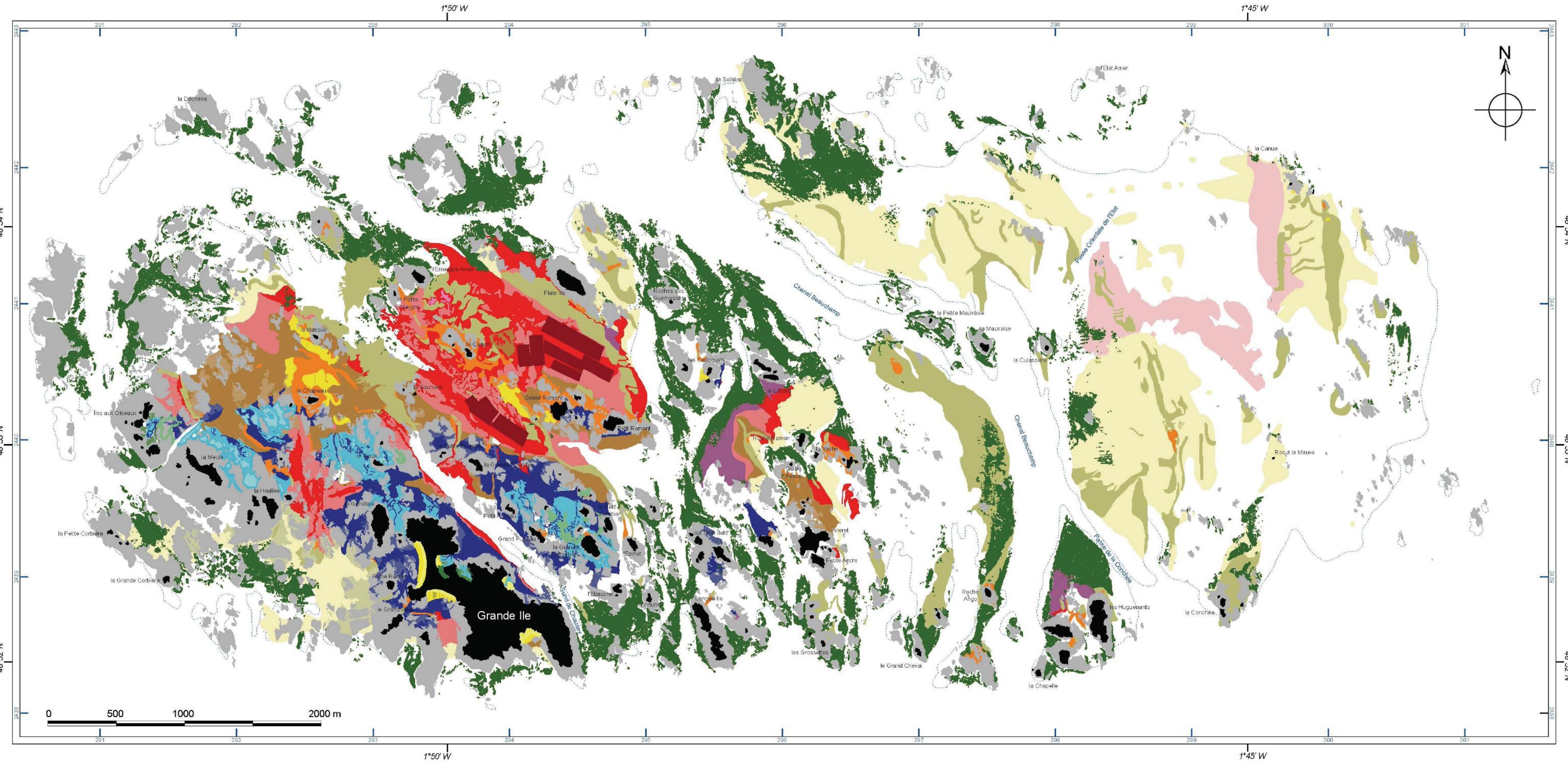
Une cartographie des estrans de l'archipel a été produite à échelle fine (1 :10 000), à partir d'un travail de photointerprétation et de prélèvements benthiques pour les vérités terrain (Figure 58).
Presque tous les habitats intertidaux de l'archipel sont présents dans d'autres secteurs du Golfe Normand-Breton où ils sont souvent bien plus étendus. Les informations suivantes font partie de la thèse de Godet (2008), et permettent d'apporter une brève analyse de la Figure 58.

Pour ce qui est des habitats de niveaux hauts, on trouve par exemple ceux des sables secs à *T. saltator*, des horizons de rétention et de résurgence à *S. squamata* et du plathelminthe *C. roscoffensis*, des sédiments envasés de haut niveau à *H. diversicolor* ou encore des sables plus ou moins envasés de mi-marée à *A. marina*.
Concernant les habitats de niveaux bas de Chausey, ils ne représentent que des superficies assez mineures lorsqu'elles sont rapportées à l'échelle du Golfe. A ce titre, l'habitat des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris*, bien développé à Chausey, n'est que la frange intertidale des vastes fonds subtidaux à gros lamellibranches très répandus dans le Golfe (peuplements à *Amphioxus lanceolatus* et G. glycymeris principalement localisés au sud de Guernesey, au nord de la Baie de Saint-Brieuc, au nord-ouest des Minquiers et au sud et sud-est des Iles Chausey - Retière 1979). De même, l'habitat des sables moyens de niveaux bas à *C. variegata*, est une frange intertidale des peuplements subtidaux décrits par Retière (1979) comme des peuplements à *Donax variegatus* et *Armandia polyophtalma*, situés principalement à l'extrême nord-est de la BMSM et le long de la côte ouest du Cotentin en face de Bricqueville-sur-Mer et de Blainville.
Le lecteur peut se référer à la Figure 61 qui illustre ces deux habitats dont il est question dans les travaux de Retière (1979) (identifiés respectivement selon la typologie EUNIS par les codes A5.135 et A5.231).

Les banquettes à *L. conchilega* de Chausey ne représentent également qu'une partie de cet habitat assez répandu au sein du Golfe. Toutefois, dans le Golfe, même si l'on trouve plusieurs banquettes intertidales similaires à celles de Chausey, ou bien plus développées (BMSM par exemple, avec plus de 200 ha d'un seul tenant), celles-ci restent tout de même toujours assez localisées. **La superficie des banquettes intertidales de Chausey, couvrant une centaine d'hectares, est donc importante à l'échelle du Golfe.** Les lanices font par ailleurs l'objet de la section 5.3.2.
Enfin, **le seul habitat couvrant des superficies d'importance nationale est celui des herbiers à *Zostera marina*.** Avec une superficie de 354 ha en 2002, **l'herbier de Chausey est le troisième de France**, après celui du Golfe du Morbihan, estimé à environ 500 ha et celui d'Arcachon, estimé à 426 ha mais actuellement en régression. Les zostères sur Chausey font l'objet de la section 5.3.1.

Au total, **ce sont 63 espèces marines inventoriées à Chausey inscrites sur les listes juridiques** (Annexe 8). Par ailleurs, **deux espèces rares à l'échelle nationale ont été recensées** : il s'agit du Fucus vasicole *Fucus vesiculosus* var. *volubilis*, **variété rare à l'échelle européenne**, présent au sein du premier habitat, et du gastéropode pulmoné *Onchidella celtica* dont 40 stations environ sont recensées à l'échelle de l'Europe de l'ouest et l'Afrique du Nord.

A la demande de la DREAL Basse Normandie, les travaux de Toupoint *et al*, 2006, ont consisté à **convertir cette cartographie fine, très détaillée en termes de descriptions biogéographiques, en une cartographie selon la typologie Natura 2000**. Cette carte est donc présentée à la Figure 59. Au même titre que la cartographie du havre de Lessay au de celle de la BMSM, la dégradation de l'information qu'occasionne la typologie Natura 2000 est visible « à l'œil nu » en comparant les Figure 58 et Figure 59. Dans le cadre de notre travail, nous utiliserons néanmoins la carte des habitats Natura 2000 de Chausey, les couches SIG de Godet *et al* (2007) n'étant pas en notre possession. La conversion fidèle en habitat EUNIS s'avère de ce fait périlleuse.



Réalisé par Laurent Godet (MNHN) et Jérôme Fournier (CNRS) d'après la mosaïque orthophotographique IGN/DIREN Basse-Normandie 2002 FR 5539/100 C et levés de terrain effectés par Laurent Godet (MNHN), Jérôme Fournier (CNRS), Frédéric Olivier (MNHN) et Nicolas Toupoint (MNHN).

Ellipsoïde de Clarke 1880. Projection conique conforme de Lambert II étendu. Le carroyage, le trait de côte et l'isobathe 0 sont extraits de la carte IGN 1214 O Îles Chausey-Granville 1991.

Les utilisateurs de cette carte sont priés de faire connaître au laboratoire les erreurs ou omissions qu'ils auront pu constater.
Il sera tenu compte de leurs observations dans la prochaine édition.

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Référence bibliographique :

GODET L., FOURNIER J., OLIVIER F. et RETIERE C. (2007). *Archipel des Chausey. Carte des habitats intertidaux de substrat meuble* (1:10.000). Dinard, Station Marine, MNHN, CNRS.

- 0 *SHOM (limite du domaine subtidal peu profond)*
- Iles et îlots
- Substrat dur
- H. des sédiments de très haut niveau à *Juncus* spp.
- H. des sédiments envasés de haut niveau à *Atriplex portulacoides*
- H. de la haute slikke à *Salicornia* spp. et *Spartina* spp.
- H. des sables secs à *Talitrus saltator*
- H. des horizons de rétention et de résurgence à *Scolelepis squamata* et *Convoluta roscoffensis*
- H. des sédiments envasés de haut niveau à *Hediste diversicolor*
  - avec champs de blocs
- H. des sédiments +/- envasés de mi-marée à *Arenicola marina*
  - avec champs de blocs
- H. des sables de niveau moyen à bas à *Cerastoderma edule*
- Banc de sable grossier de niveau moyen oligospécifique
- H. des sables de niveau bas à fortes densités de *Lanice conchilega* ("banquettes" à *L. conchilega*)
  - H. des banquettes à *L. conchilega* sous contrainte anthropique (parcs vénéricoles)
  - Sables de niveau bas à faibles densités de *Lanice conchilega* : écotone entre les banquettes à *L. conchilega* et les autres habitats
- H. des sables grossiers de niveau bas à *Glycymeris glycymeris*
  - avec champs de blocs
  - Banc de sable de niveau bas : faciès d'appauvrissement de l'H. des sables grossiers de niveau bas à *G. glycymeris*
- H. des sables fins +/- envasés à *Ensis ensis*
- H. des sables moyens de niveau bas à *Capsella variegata*
- H. des herbiers à *Zostera marina*

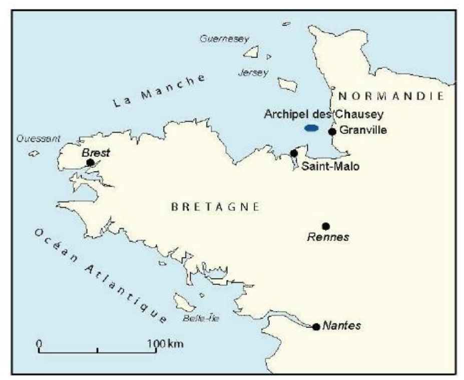
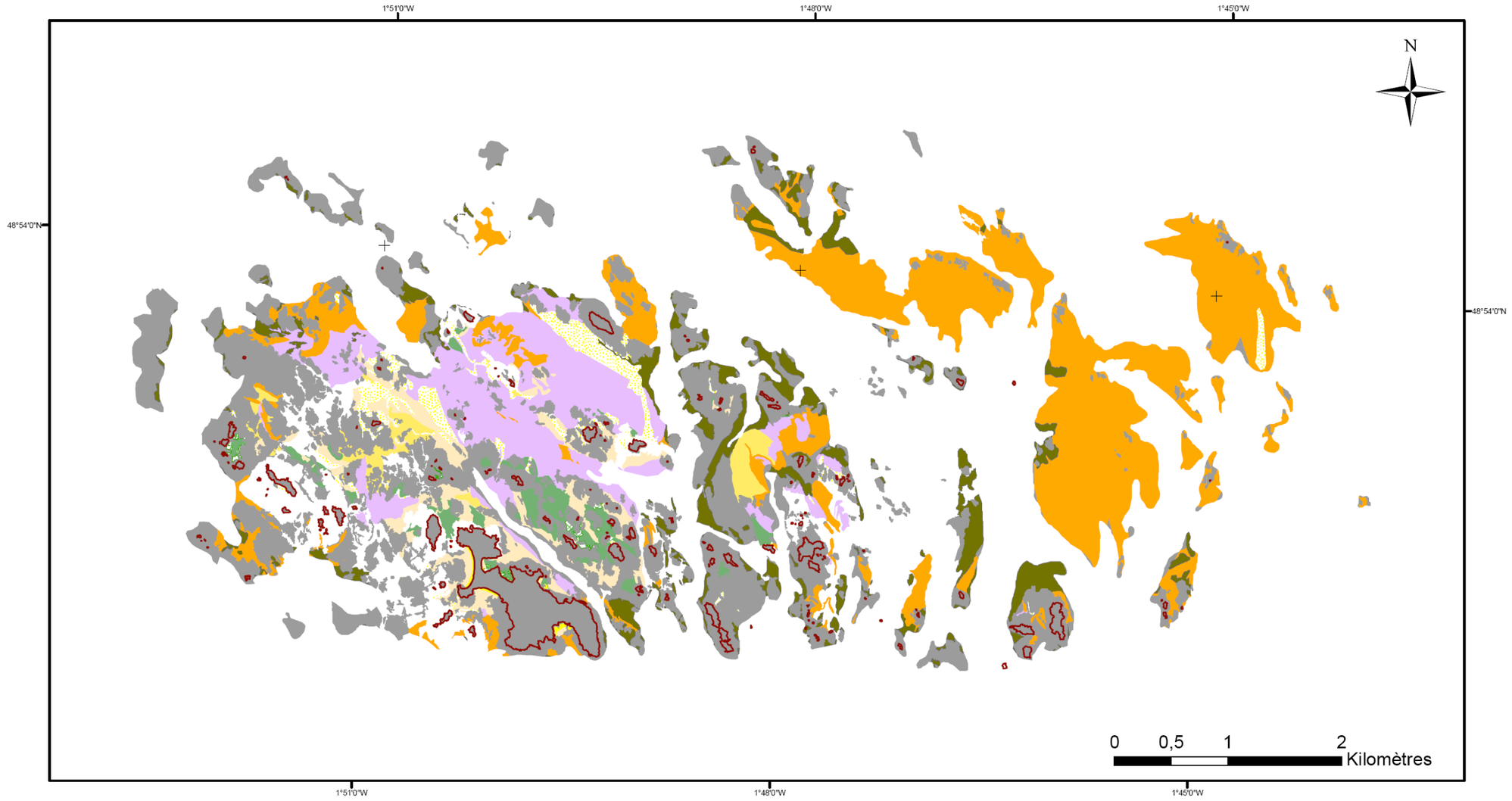


Figure 58. Carte des habitats intertidaux de substrat meuble sur Chausey : état en 2006 (Godet, 2008)



Légende

- Trait de côte
- Récifs (1170)
- Sables fins propres et legerement envases, herbiers a Zostera marina (1110_1)
- Sables moyens dunaires (1110_2)
- Sables mal tries (1110_4)
- Slikke en mer a marees (1130_1)
- Sables des hauts de plages a Talitres (1140_1)
- Estrans de sable fin (1140_3)
- Sables dunaires (1140_4)
- Estrans de sables grossiers et graviers (1140_5)
- Laisses de mer sur substrat sableux a vaseux des cotes Manche-Atlantique et mer du Nord (1210_1)
- Salicorniaies des bas niveaux (haute slikke atlantique) (1310_1)
- Pres sales du schorre moyen (1330_2)
- Pres sales du haut schorre (1330_3)

Sources :
- Propriétaire : DIREN, Réalisation : N. Toupoint et al., 2006.
Cartographie des habitats naturels intertidaux de substrat meuble
de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000.
Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral UMR
8586 PRODIG CNRS/EPHE ; Station Marine de Dinard UMR 5178 BOME CNRS / MNHN
- Trait de côte histolitt

Système de coordonnées : RGF / Lambert 93.

Figure 59. Habitats naturels intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000 (habitats élémentaires)

5.2 HABITATS DE LA ZONE SUBTIDALE

5.2.1 Données à l'échelle du Golfe

Au sein du Golfe, des travaux considérables ont été réalisés dans les années 1970 par Retière (1979). Il s'agit sans conteste encore à ce jour de la plus grande campagne océanographique exploratoire menée dans le Golfe. Au total, presque 900 stations ont été échantillonnées.

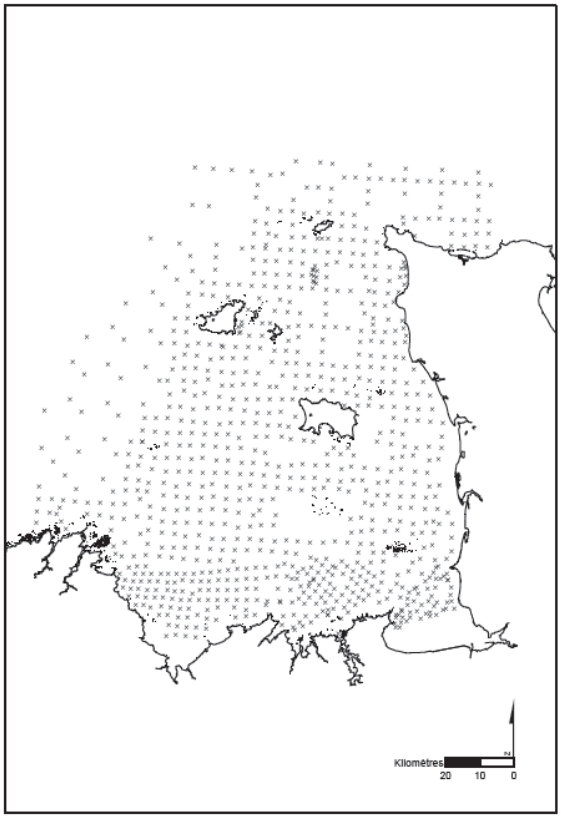


Figure 60. Positionnement des 892 stations échantillonnées entre 1970 et 1976 lors des travaux de Retière (1979). (*in* Trigui, 2009)

L'objectif était d'apporter des connaissances sur les peuplements benthiques du Golfe, en relation avec les paramètres physiques contrôlant leur répartition. Ces travaux ont d'ailleurs conduit à une cartographie encore valable aujourd'hui, que le Rebent a adaptée selon la typologie EUNIS (Figure 61). Selon Retière (1979), **4 unités majeures de peuplements décrivent les fonds du Golfe.** Ce sont (Retière, 1979 ; Desroy, 1998) :

- **Le peuplement des sédiments fins plus ou moins envasés et plus ou moins hétérogènes à *Abra alba – Corbula gibba***, presque exclusivement répartis dans les baies et les estuaires.
- **Le peuplement des sables fins à moyens propres à *Donax variegatus- Armandia polyophthalma***. Cette communauté occupe une frange longue de plusieurs kilomètres parallèle à la côte Ouest du Cotentin : elle prolonge les estrans de mode battu dans la partie subtidale. Ce facies se rencontre presque exclusivement dans les baies et estuaires (BMSM, Baie de Saint Brieuc, Rance notamment).

- **Le peuplement des sables grossiers et des graviers peu colonisés par la faune sessile. Il s'agit du faciès à *Amphioxus lanceolatus- Glycymeris Glycymeris*.** Cette communauté couvre de vastes surperficies sur le pourtour du Golfe, depuis les Ecréhous au nord jusqu'au sillon de Talbert à l'ouest, et également à l'ouest de Jersey et au nord ouest du plateau des Minquiers.
- **Le peuplement des cailloutis à épibiose sessile** : il s'intercale entre le peuplement des fonds rocheux et celui des sédiments sablo-graveleux et se présente essentiellement sous ses faciès à *Ophiotrix fragilis* dans le secteur occidental et climatique d'appauvrissement au sud de l'île de Jersey et du plateau des Minquiers.

Ces travaux ont mis en évidence les paramètres contrôlant les grands modes de distribution des peuplements benthiques du Golfe, en fonction de leurs exigences ou tolérances écologiques. Ainsi les facteurs contrôlant la répartition des espèces dans le Golfe sont d'ordre climatique et édaphique ; il s'agit :

- **De la texture sédimentaire**, qui est le **reflet indirect des actions hydrodynamiques**, dont les effets dans une mer à forte marée sont modulés par la turbidité des eaux qui transitent sur les fonds. Il faut rappeler que par la diversité de ses fonds, **le GNB recouvre la totalité du spectre granulométrique des sédiments rencontrés en Manche** (Larsonneur, 1977 in Retière 1979). Il apparait facilement qu'une espèce peut passer facilement d'une catégorie édaphique à une autre.
- **De l'éclairement et de la turbidité** : dépendante de la turbidité, la pénétration de la lumière régit la distribution bathymétrique des algues dont la disparition marque la limite des étages infra et circalittoraux. Les analyses de Cabioch (1968), et Boutler *et al* (1974), confirment qu'en Manche, cette frontière entre les deux étages atteint la profondeur maximale de 25m dans les eaux les plus claires de la région de Roscoff ; par contre elle remonte considérablement dans les baies le long du littoral. Cette limite se situe à des profondeurs extrêmement variables : elle peut atteindre facilement une vingtaine de mètres sur le flan nord-ouest de la baie de Saint Brieuc, et n'excède guère 10m au nord des îles Chausey. Il est probable qu'en certains points de la BMSM, l'étage infralittoral ne dépasse pas quelques mètres. **La tendance générale dans le Golfe néanmoins permet de délimiter l'étage infralittoral du circalittoral à une profondeur de 25m environ.** Le gradient de distribution des espèces du circalittoral répond par ailleurs à celui des variations thermiques.
- **De la température**, les eaux du golfe étant sous l'influence d'un gradient thermique approximativement orienté nord-ouest/sud-est. Au gradient climatique ouest-est répond d'ailleurs un gradient de peuplement.

La question de l'influence directe de l'hydrodynamisme sur la répartition des peuplements a été étudiée par Trigui en 2009. Sur la carte Figure 61, sont figurées des stations de prélèvement symbolisées par des points noirs. Les structures tourbillonnaires détaillées dans le paragraphe 4.1.2 ont en effet suscité l'interrogation suivante : **ces tourbillons au sein du Golfe ont-ils un effet sur la répartition des peuplements benthiques des sédiments grossiers ?**

En plus des recherches menées sur la BMSM, la thèse de Trigui (2009) s'est donc portée sur cette question, à l'échelle du Golfe, en effectuant des prélèvements selon des axes radiaux aux tourbillons identifiés, et ce exclusivement sur des sédiments grossiers identifiés par Retière par le peuplement à *Glycymeris glycymeris* exposé précédemment.
Selon Trigui (2009), les analyses de ces travaux montrent néanmoins que **la présence de tourbillons explique difficilement l'organisation du peuplement benthique des sédiments grossiers du golfe normano-breton** qui résulte de la persistance de populations sur plusieurs générations. La perméabilité des structures tourbillonnaires, en particulier autour des îles anglo-normandes, permettrait d'expliquer l'absence d'effets clairs sur la structure des peuplements benthiques subtidaux des sédiments grossiers du Golfe. Salomon (1990) avait évoqué l'existence de zones de convergence des courants le long des côtes nord-bretonnes dans la région de Perros-Guirrec qui induiraient une discontinuité dans la répartition des organismes benthiques et favoriseraient l'isolement du golfe. Néanmoins, **cet effet de l'hydrodynamisme sur la distribution des peuplements benthiques correspond davantage à une individualisation du golfe par rapport au reste de la Manche qu'à une structuration des peuplements internes au golfe.**

Au même titre que les travaux réalisés dans la BMSM, la thèse expose par ailleurs les 5 espèces les plus abondantes pour chacun des 70 prélèvements sédimentaires effectués dans le Golfe. Il sera donc possible de compléter les données de nos campagnes d'acquisition avec ces résultats, dont la transcription en habitat EUNIS devrait être assez aisée.

En synthèse, nous retiendrons que la répartition des peuplements benthiques du Golfe est expliquée par une combinaison de plusieurs facteurs. En effet, **dans le Golfe, région de la Manche où l'hydrodynamisme est particulièrement intense, la distribution des espèces est avant tout sous l'étroite dépendance de l'édaphisme** (nature du substrat), **reflet indirect de l'hydrodynamisme**. Mais la résultante de l'action de la **lumière et de la température** conjuguée à celle du substrat est responsable des distributions photo et thermo-édaphiques définies, dans le golfe, à partir des composantes faunistiques des sédiments grossiers présents à toutes les profondeurs.

Dans le cadre des acquisitions de connaissances prévues dans ce marché, ces informations sont de première importance. Il a donc été choisi de porter nos efforts sur une synthèse des données sédimentaires existantes, la nature du substrat conditionnant la répartition des espèces. Les stations d'échantillonnage prévues dans nos campagnes à la mer sont donc positionnées en fonction de la **nature du substrat et de la bathymétrie**. Il s'agira en effet de tester les variations éventuelles de peuplements benthiques entre l'infralittoral et le circalittoral, bien différenciés dans les typologies d'habitats actuelles telles que EUNIS ou encore les propositions Rebent pour la région Bretagne (Bajjouk *et al*, 2011).

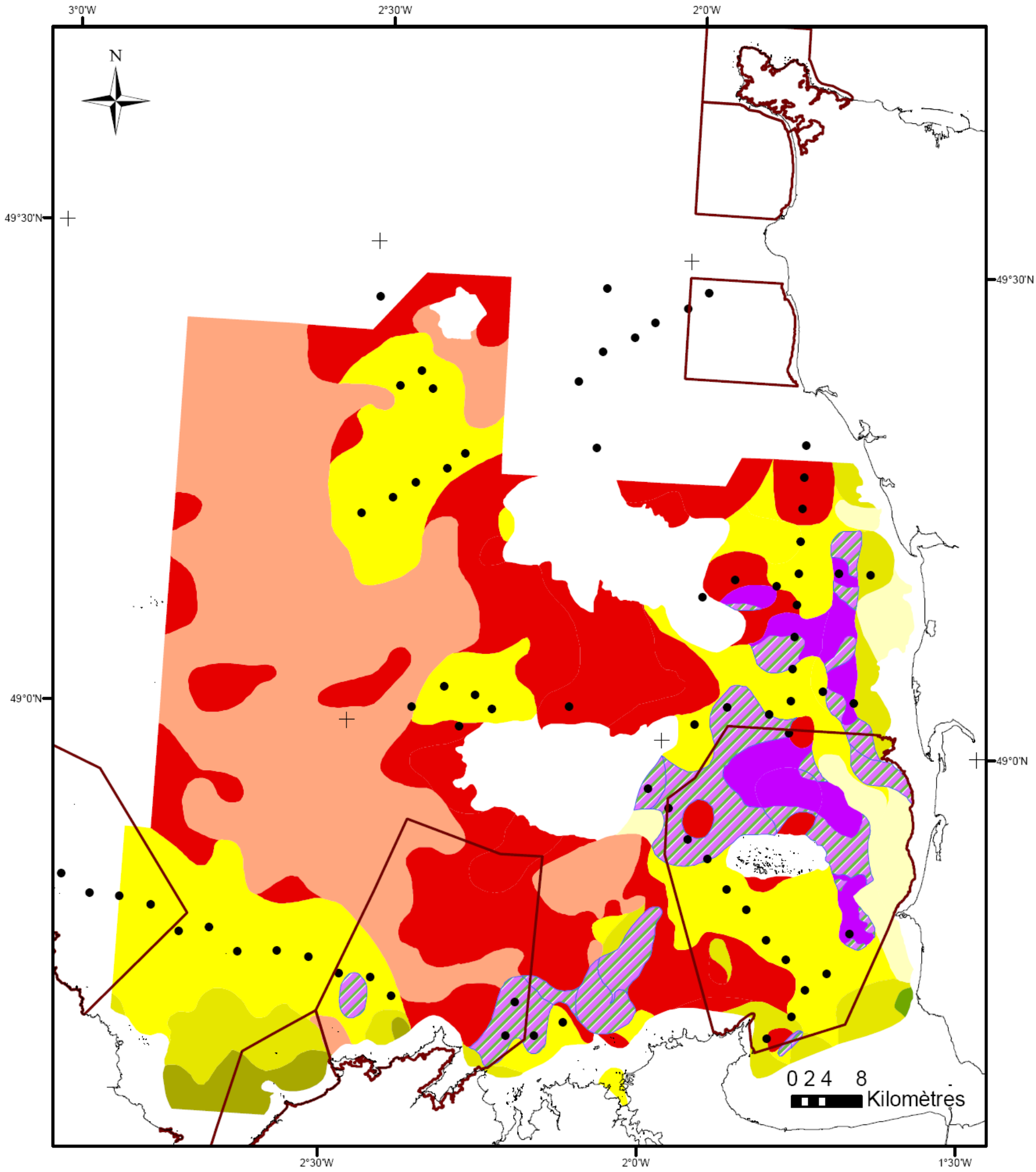


Figure 61. Peuplements benthiques du Golfe Normand-Breton selon la typologie EUNIS

5.2.2 Zooms actualisés

5.2.2.1 Baie du Mont Saint Michel

En plus de la couverture cartographique intertidale de la BMSM, les travaux de Trigui (2009) ont également permis d'effectuer une **cartographie des habitats sur la partie subtidale de la baie**. En effet, la campagne d'échantillonnage *Benthomont II* a permis de prospecter également le domaine subtidal.

A la demande de la DREAL Basse-Normandie, cette cartographie recense les habitats selon la typologie Natura 2000.

Au total, 3 habitats génériques marins ont été identifiés en BMSM, dont deux en domaine intertidal (1140 'Replats boueux ou sableux exondés à marée basse' et 1170 'Récifs') et un en domaine subtidal (1110 'Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine').

Ceux-ci se subdivisent en différents habitats élémentaires cartographiés sur la Figure 62, et dont les descriptifs généraux sont exposés au Tableau 12. Des propositions selon la typologie EUNIS sont faites pour ces habitats ; il y en a parfois plusieurs, tant la typologie Natura 2000 regroupe des habitats différents.

Par ailleurs, les calculs d'indices écologiques effectués dans le travail de Trigui (2009) montrent globalement **un bon état écologique de la BMSM**.

NB : Il est choisi de présenter également le domaine intertidal dans cette partie, normalement consacrée à la partie subtidale : il aurait été simpliste de présenter un seul polygone pour la partie intertidale précédemment.

Domaine	Habitat élémentaire	Localisation	Superficie (ha)	Typologie EUNIS
Subtidal	1110-1 : Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers à Zostera Marina.	Espace très réduit à proximité immédiate de la pointe du Grouin à l'ouest de la baie. **Forte valeur écologique.**	3,1 (herbier seul)	A5.23 : Infralittoral fine sand A5.24 : Infralittoral muddy fine sand A5.53 : Sublittoral seagrass beds
	1110-2 : Sables moyens dunaires	Cantonné à l'extrémité orientale de la baie entre la pointe de Champeaux et celle de Granville	1 563,4	A5.23 : Infralittoral fine sand
	1110-3 : Sables grossiers et graviers, bancs de maërl	Le plus important en terme de surface et couvre une grande partie du domaine subtidal de la baie ; il est également largement réparti en Manche. Attention : cela ne signifie pas que les bancs de maërl couvrent cette surface !	19 319,6	A5.12 : Infralittoral coarse sand A5.13 : Circalittoral coarse sand A5.51: Maerl beds
	1110-4 : Sables mal triés	Occupe une large zone non-découvrante dans la partie occidentale de la baie.	10 804,0	A5.43 : Infralittoral mixed sediments
Intertidal	1140-3 : Estrans de sable fin	Englobe l'essentiel de la zone intertidale prospectée lors de la mission'Benthomont-III. Forte valeur écologique.	17 443,7	A2.23 : Polychaete/amphipod-dominated fine sand shores A2.24 : Polychaete/amphipod-dominated muddy sand shores A2.33 : Marine mud shores
	1170-4 : Récifs d'hermelles	Deux zones bien distinctes, l'une au centre de la baie face à la chapelle Sainte-Anne et l'autre à l'extrémité Est de la baie près de la pointe de Champeaux. La surface représente la partie colonisée par les vers et non pas le contour externe de l'emprise des formations récifales. Forte valeur écologique.	61,1	A2.71 : Littoral Sabellaria reef

Tableau 12. Caractéristiques des habitats élémentaires subtidaux (et intertidaux) de la BMSM, et transcription selon la typologie EUNIS (d'après Trigui, 2009)

Encore une fois, la comparaison des typologies EUNIS et Natura 2000 montrent que cette dernière comporte des aberrations évidentes, notamment en ce qui concerne la surface qui décrit l'habitat 1110-3 Sables grossiers et graviers, bancs de maërl, dont l'appellation est inadaptée.

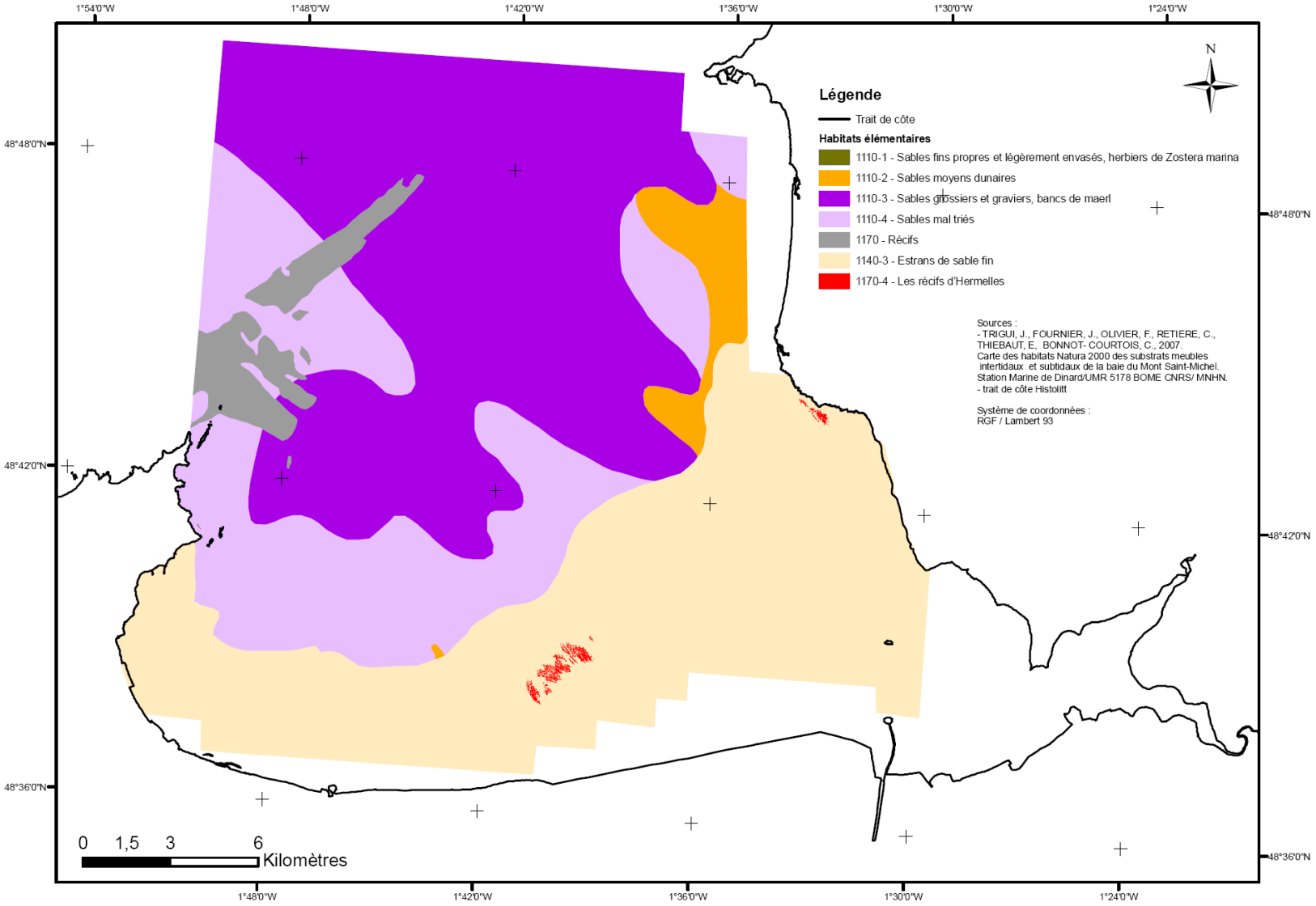


Figure 62. Carte des habitats intertidaux et subtidaux du site Natura 2000 FR5300077 - Baie du mont Saint-Michel (2002-2003)

5.2.2.2 Cas de la Rance

Dans les années 50, **la naissance du projet en Rance de l'usine marémotrice construite entre Dinard et Saint-Malo a été à l'origine de travaux de recherche scientifique afin d'en évaluer la faisabilité d'une part, et les impacts sur long terme d'autre part.**

Ainsi, de nombreux auteurs ont contribué à l'acquisition de connaissances précises sur le compartiment benthique du bassin maritime de la Rance, et ce à travers diverses campagnes scientifiques.

Retière en 1979 s'y est notamment intéressé. A l'époque, **la question se posait notamment de connaître les composantes contrôlant la distribution des espèces en Rance**.

Selon Retière (1979), les deux paramètres essentiels qui contrôlent la répartition des espèces dans le bassin de la Rance sont la **texture sédimentaire et la salinité** des eaux de fond aux actions séparées ou conjuguées.

A travers l'analyse de la répartition des espèces, il apparaissait que l'aménagement de l'estuaire de la Rance a eu des conséquences biologiques de deux ordres :

- L'obturation quasi permanente, pendant la durée des travaux, **a entraîné la disparition de la faune marine** à l'exception de certaines espèces euryhalines.
- Depuis la mise en service de l'ouvrage, la perméabilité du barrage a permis, depuis la mer ouverte, **la recolonisation du bassin par transport espèces benthiques ou passage des formes larvaires** ; mais après plusieurs années de fonctionnement on constate, outre la stabilité des modes de distribution que les conditions écologiques ont provoqué, le recul de la zone de raréfaction des espèces marines.

C'est en tout cas ce que l'on peut retenir des travaux des années 1970.

L'étude récente la plus complète sur le bassin est la thèse de Desroy (1998) dont un des objectifs était **d'évaluer la variabilité spatio-temporelle des populations et peuplements benthiques du bassin de la Rance.** A partir des données de prélèvements acquises en 1976 et en 1995, deux états des populations et des peuplements benthiques de substrats meubles de ce système transformé ont été dressés, avec pour principal but, d'appréhender l'évolution de la biodiversité depuis l'aménagement de l'embouchure de la Rance. Les travaux de Desroy ont ainsi permis de produire deux cartographies correspondant à la répartition des peuplements benthiques de la Rance, en 1976, et en 1995. Nous présentons uniquement celle de 1995 à la Figure 63.

Sur des bases qualitatives, 2 groupements d'espèces majeurs ont été identifiés : **les sables moyens à grossiers d'une part, et les sédiments fins d'autre part** (Figure 63)**.** Selon Desroy (1998), l'analyse de ces communautés met en évidence un nombre semblable de sous-assemblages benthiques en 1976 et 1995, et leurs distributions respectives répondent, à 19 années d'intervalle aux mêmes contraintes physiques : marégraphiques, hydrodynamiques, et hydrologiques. Ils occupent des biotopes identiques ou voisins et ont en commun les mêmes espèces caractéristiques. Les légères dissemblances sont liées le plus souvent à une augmentation de leur richesse spécifique ou à des distributions entre espèces. Les transitions très franches entre les communautés que l'on pouvait observer peu de temps après leur réimplantation en 1976 ont néanmoins évolué en passages de plus en plus graduels en 1995.

Il est à noter que nous ne disposons pas à ce jour des couches SIG correspondant à cette cartographie.

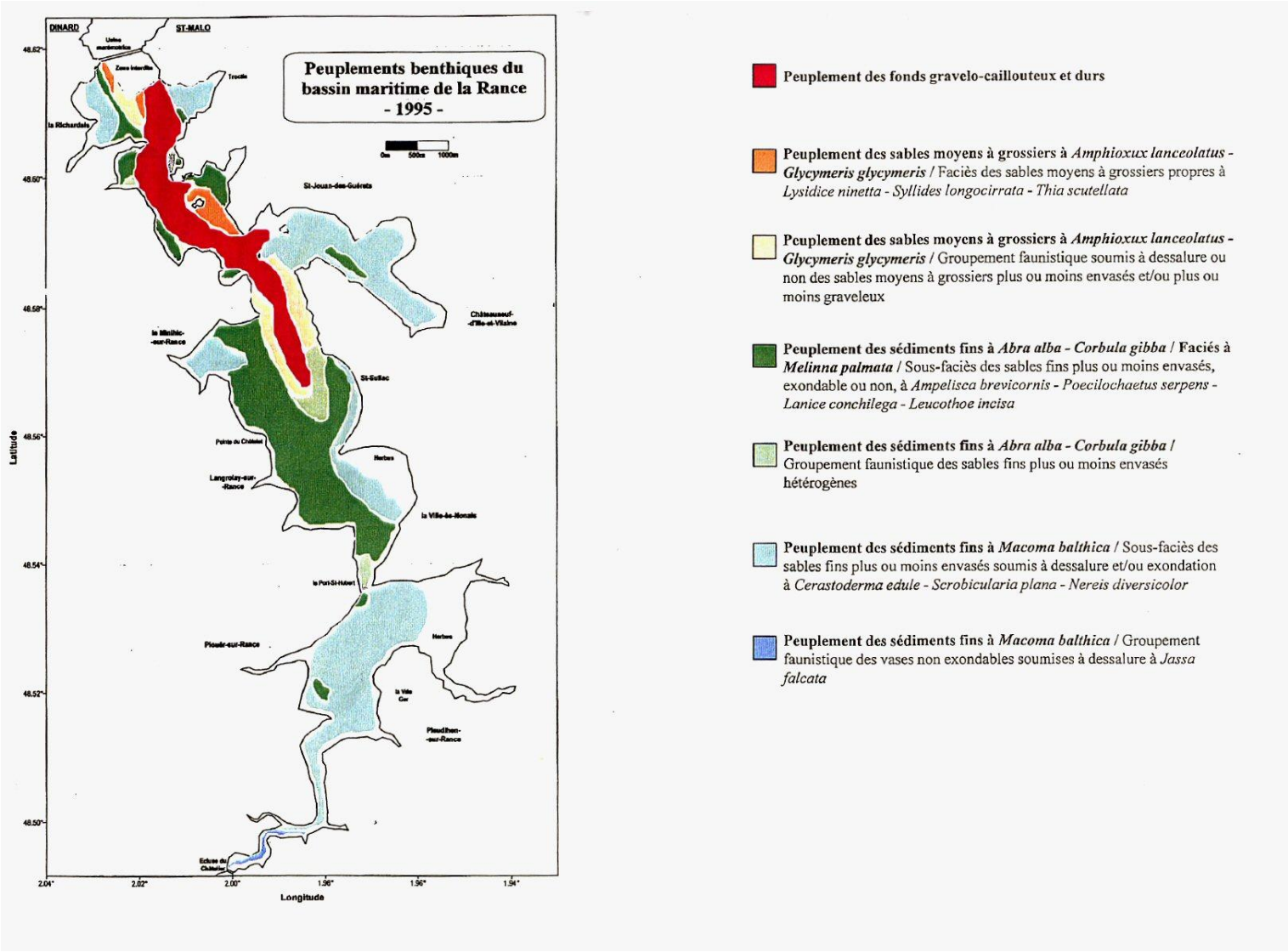


Figure 63. Carte de distribution des peuplements benthiques du bassin de la Rance en 1995. Les peuplements et facies auxquels ont été rattachés les groupements cénotiques, à la lumière des connaissances acquises dans le Golfe Normand Breton, figurent en gras dans la légende (Desroy, 1998).

5.2.2.3 Secteur de Flamanville

Enfin, afin de clore ce chapitre sur les zooms existants dans le domaine subtidal du Golfe, nous abordons le secteur de Flamanville, dont une cartographie des habitats a été produite par l'Ifremer en 2009.

Comme cela a été mentionné dans la partie *Données physiques*, une vaste zone axée Nord-Sud a fait l'objet de levés au sonar à balayage latéral aux abords du cap de Flamanville en 1983 et 1984. L'intérêt cette nouvelle étude relativement aux travaux entrepris il y a presque une trentaine d'années réside dans le fait d'avoir mené à la fois les approches morpho-sédimentaires et biologiques, et d'avoir étendu la zone de prospection à l'ouest.

Cette étude a fait l'objet d'un contrat entre l'Ifremer et EDF (Ehrhold *et al*, 2009).

Dans son dossier de demande d'autorisation de rejets d'effluents du site de Flamanville, déposé le 25 août 2006, EDF a demandé l'autorisation d'évacuer et de claper en mer les sédiments issus du dragage de son canal d'amenée.

A partir d'une étude spécifique (In Vivo, 2006 in Ehrhold, 2009), deux sites d'immersion des sédiments ont été choisis parmi quatre sites, correspondant d'après cette étude, au meilleur compromis entre les différents critères d'évaluation étudiés.

Les données relatives au fond marin étant relativement anciennes sur le secteur (années 1970 et 1980), le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Flamanville (CNPE) a souhaité disposer d'une étude plus complète, basée notamment sur un état de référence mis à jour concernant **les faciès sédimentaires, la faune et la flore benthiques subtidales et les zones de pêche et d'intérêt biologique** particulier (frayères).

De plus, dans le dossier de demande d'Autorisation de création de la nouvelle tranche EPR (réacteur nucléaire français à eau pressurisée), EDF s'est engagé à réaliser avant le début des travaux en mer, un état zéro, notamment du domaine benthique subtidal du secteur englobant la zone de rejet du puits en mer.

Selon Ehrhold *et al* (2009), les descriptions biologiques sont les suivantes :

- **Espèces pêchées** : de 1987 à 2004, près de 40 campagnes ont été conduites par l'Ifremer pour suivre les populations de crustacés sur une superficie de 26km² encadrant le cap de Flamanville. Ces données consignées dans le SIH (Système d'Informations Halieutiques) de l'Ifremer montrent que, parmi les quatre espèces de crustacés pêchées (l'araignée - *Maja brachydactyla*, l'étrille – *Necora puber*, le homard - *Homarus gammarus* et le tourteau - *Cancer pagurus*), le tourteau est l'espèce dominante de la communauté. Elle tient largement la première place des espèces capturées, devant le homard, l'araignée et l'étrille.
- **Faune benthique des substrats rocheux** :

  Ils couvrent environ 30% de la superficie totale étudiée. Globalement, les macroalgues sont peu abondantes, sur la roche comme sur les fonds de cailloutis. L'épifaune sessile est d'autant plus abondante et diversifiée que les affleurements sont élevés. L'effet abrasif des sédiments sableux dont la dynamique, principalement accentuée à proximité du cap, limite en effet le développement d'un certain nombre d'espèces.

Il est choisi d'exposer les principales espèces recensées sur les substrats durs, ceux-ci ayant été peu abordés jusqu'à présent. Ont pu être observés les Bryozoaires (*Schizomavella auriculata* (à confirmer), *Flustra foliacea* (grande flustre), *Pentapora fascialis* (rose de mer) ; les Spongiaires *Pachymatisma johnstonia* (éponge fesse-d'éléphant), *Tethya aurantium* ; les Hydraires *Nemertesia antennina* ; les Anthozoaires *Alcyonium digitatum* (alcyon commun), *Cereus pedunculatus*, *Actinothoe sphyrodeta* ; et les Ascidies *Distomus variolosus*, *Diplosoma spongiforme*.

En ce qui concerne la **mégafaune vagile**, il s'agit notamment d'échinodermes tels que les étoiles, *Asterias rubens*, *Marthasterias glacialis*, *Crossaster papposus, Echinaster sepositus* (ou *Henricia sanguinolenta*), ou de l'oursin commun *Echinus esculentus*, de crustacés décapodes, en particulier l'araignée de mer *Maja brachydactyla* et le tourteau *Cancer pagurus*, de poissons necto-benthiques : grondin (vraisemblablement *Aspitrigla cuculus*), tacaud, et raie brunette (*Raja undulata*).

Cette description correspondrait à l'habitat EUNIS A4.11(*Very tide-swept faunal communities on circalittoral rock*) ou A4.13 (*Mixed faunal turf communities on circalittoral rock*), ce qui en d'autres termes correspond au domaine du circalittoral compte tenu des profondeurs identifiées au SMF (-20m par rapport au zéro SHOM) et surtout de la faible présence d'algues. Il s'agit par ailleurs d'un habitat à haut niveau d'énergie, compte tenu de la proximité du cap, et d'une épifaune sessile de faible abondance.

- **Faune benthique des substrats meubles** :

Un facies à *Sabellaria spinulosa* est identifié dans la partie nord du secteur. L'étude de l'Ifremer montre que la présence de cet annélide est souvent anecdotique pour de nombreuses stations (dépasse rarement 5 individus), et les tubes sont parfois vides. En revanche, l'espèce représente pour quelques stations, une fraction non négligeable de la faune benthique prélevée (4% de l'abondance totale pour la station BH14, jusqu'à 7 et 7,5 % pour les stations BH 12 et BH 13 respectivement). Un accent est mis sur cette espèce car sa formation en récifs, homologues subtidaux des récifs intertidaux d'hermelles (*Sabellaria alveolata)*, correspond à un habitat OSPAR. Il ne semble pas être question de récifs sur le secteur de Flamanville, mais l'abondance relative totale assez élevée sur l'ensemble du secteur mène logiquement les auteurs à identifier un facies de « Cailloutis et graviers à S. *spinulosa* ».

En effet, *S. spinulosa* fait partie des 12 espèces qui expliquent 50% de l'abondance totale de la faune prélevée sur toutes les stations échantillonnées du secteur, et explique à elle seule 2,82% de l'abondance totale.

Cet habitat avait déjà été identifié dans les années 1970, où l'espèce était prépondérante et souvent associée à des balanes. Il serait éventuellement intéressant de mener des prospections complémentaires sur le secteur, voire en dehors, afin de s'assurer qu'il ne s'agit pas de récifs.

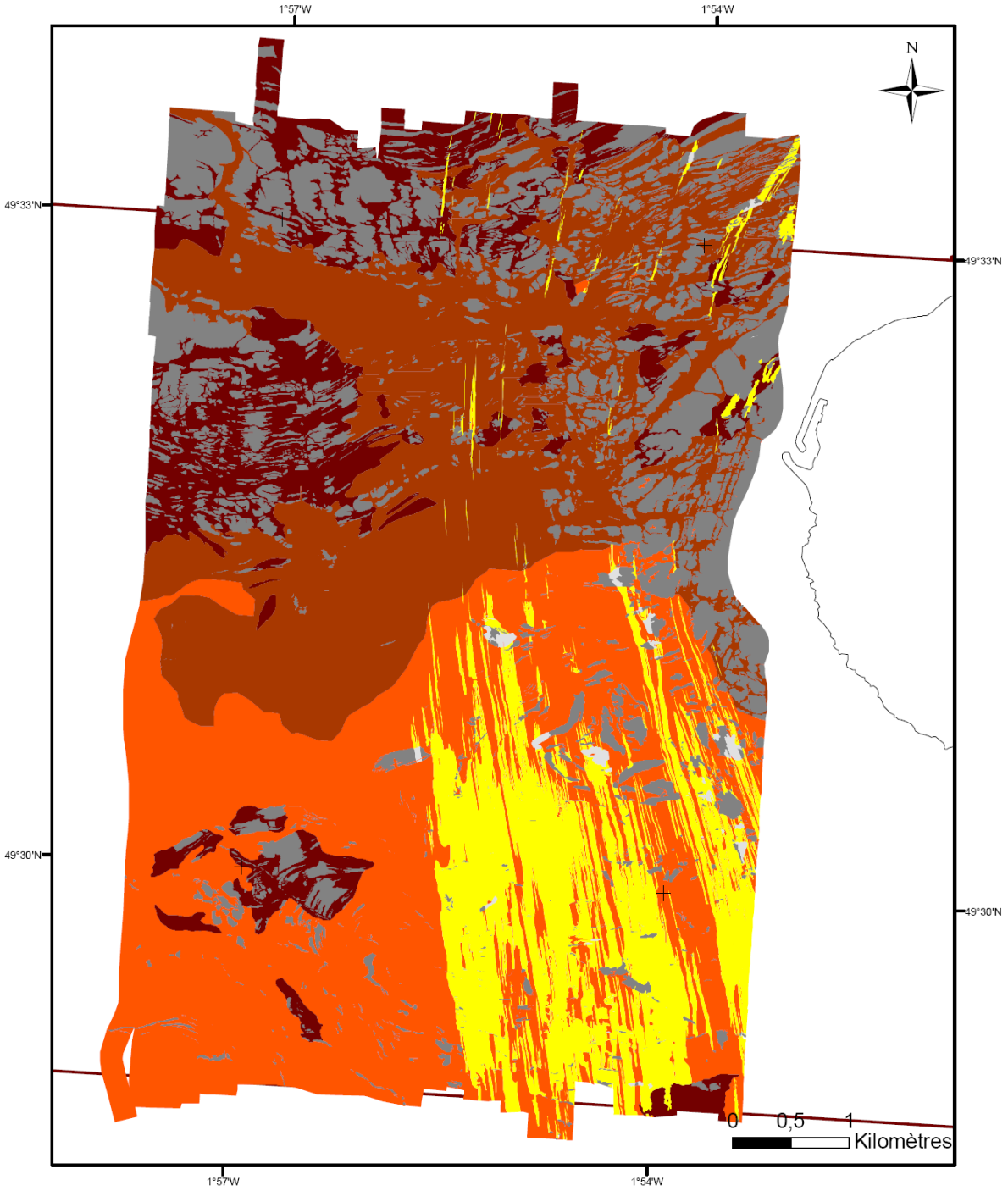
Dans la partie sud-ouest, la diminution de la fraction caillouteuse et l'ensablement plus marqué se traduisent par l'évolution du peuplement de cailloutis et de graviers vers un faciès à *Nucula*

nucleus. Ce faciès se caractérise par une dominance de l'endofaune (plus particulièrement des bivalves) et de l'épifaune vagile (majoritairement des crustacés).
La crépidule, espèce invasive, a été identifiée sur le secteur, ce qui est une nouvelle donnée : répandue dans le Golfe, elle n'avait jamais été signalée sur le nord du Cotentin.

Enfin, le secteur sud-est laisse place à des sables graveleux mobiles pauvres en espèces.

L'analyse des listes d'espèces associées permettra sans aucun doute d'attribuer aux habitats de substrats meubles une dénomination selon la typologie EUNIS niveau 4 au minimum.

Cette étude offre donc une vision très détaillée des habitats benthiques du secteur de Flamanville (Figure 64) et vient compléter les données antérieures qui avaient notamment identifié, plus à la côte, des fonds sableux à lanices (*Lanice conchilega*) dans la partie nord de l'Anse de Sciotot. Le manque de références quantitatives ne permet pas de caractériser précisément l'évolution de la composition sédimentaire et biologique du secteur mais **il est vraisemblable que les tendances qualitatives du secteur aient peu évolué en 25 ans.**



Légende

Peuplements benthiques

- Roche sous dynamique sableuse non caractérisée biologiquement
- Roche affleurante à épifaune sessile dominante
- Cailloutis et graviers plus ou moins ensablés à Nucules
- Cailloutis et graviers à Sabelaria spinulosa
- Roche sub-affleurante et cailloutis à épifaune sessile
- Sable à sable graveleux mobile plus ou moins épais paucispécifique
- Trait de côte Histolitt
- Site N2000 en mer

Sources :
- Ehrhold et al, 2009. Caractérisation des habitats benthiques au large du cap de Flamanville (Actualisation 2007).
- Trait de côte Histolitt

Système de coordonnées :
RGF / Lambert 93

Figure 64. Carte de distribution des habitats benthiques au large du cap de Flamanville.

5.3 ZOOM SUR DES HABITATS PARTICULIERS

5.3.1 Herbiers de zostères

Le long des côtes Manche/Atlantique de France, *Zostera marina* et *Zostera noltii* sont les seules angiospermes qui vivent en milieu sous-marin. La distribution locale des deux espèces dans leur environnement marin est très différente : **Z. *marina* se développe dans la zone infralittorale**, du bas de l'estran à 3-4 m de profondeur (exceptionnellement 10m) (Hily *et al*. 2003, *in* Hily, 2006), tandis que **Z. *noltii* se développe au milieu de la zone médiolittorale**. Ainsi le recouvrement de l'aire de répartition des deux espèces ne se produit que rarement au niveau des limites de leur extension verticale sur l'estran. Ce cas de figure se produit lorsque la surface du sédiment se présente sous forme d'une succession de cuvettes et de zones surélevées, les *Z. marina* s'implantant dans les cuvettes qui retiennent de l'eau pendant la basse mer tandis que les *Z. noltii* se cantonnent aux parties les plus hautes (Hily, 2006). Il peut également y avoir une continuité dans les herbiers de ces deux espèces dans le cas de sédiments très plats en envasés sur lesquels une fine pellicule d'eau se maintien à basse mer (comm. Pers, C. Hily).

Les herbiers à *Zostera marina* constituent un habitat d'intérêt communautaire (code 1110-1) et un habitat OSPAR également. L'intérêt porté à ces espèces dans le cadre de la gestion et de la protection de l'environnement marin relève en effet de plusieurs aspects (Hily, 2006) :

- Ces sont des espèces **structurantes** : la combinaison avec de multiples facteurs environnementaux (lumière, hydrodynamisme, etc…) occasionne autour des herbiers une **forte richesse spécifique à l'échelle régionale pouvant dépasser 300 espèces**.
- Les herbiers constituent un habitat où de nombreuses espèces d'invertébrés ou de poissons notamment y trouvent leur **nourriture**, sans pour autant quitter le **refuge** procuré par la densité des feuilles. Les herbiers jouent par ailleurs un rôle important dans le **régime alimentaire plusieurs espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire dont la bernache cravant.**
- Ils constituent aussi **une zone de reproduction et de nurserie** remarquable pour de nombreuses espèces de poissons et d'invertébrés.

Afin de mettre en évidence la répartition des herbiers au sein du Golfe, plusieurs travaux ont pu être synthétisés.

Sur la côte Ouest-Cotentin, **les travaux de Guillaumont *et al* (1987) avaient identifié des surfaces importantes d'herbiers.** Ces données anciennes ont été en partie réactualisées. En effet, un suivi plus récent a été réalisé dans le cadre de la DCE mais il n'existe pas *a priori* de cartographie fine sur ce secteur (Nebout *et al*, 2009). Les herbiers observés se situent au niveau des communes de Blainville/mer et de Saint-Martin-de-Bréhal, là où ils ont été précédemment identifiés par les travaux de Guillaumont *et al* (1987).

Le Rebent a élaboré en 2007 un produit multi-sources, référence en terme d'inventaire en Bretagne, issu de la synthèse de nombreux travaux (HILY, 1997-2007 ; LEVEQUE, 2004 ; ALLONCLE, 2005 ; GERLA, 2006 ;

CAPODICASA, 2005 ; GUILLAUMONT, 2005 ; GATEL *et al*., 2006 ; LARZILLIERE *et al*., 2007 ; FOURNIER *et al*., et de nombreuses campagnes de validation sur le terrain (2003-2007)). Sur notre zone d'étude, ce produit renseigne ainsi la répartition des herbiers sur la **zone sud du Golfe, du Cap d'Erquy à Cancale, incluant la Rance** (échelle de restitution préconisée entre 1/5000 et le 1/25000), les herbiers étant présents sur l'ensemble des côtes du golfe à l'exception de la baie du Mont-Saint-Michel (Nebout *et al*., 2008).

Sur l'archipel de Chausey, les travaux de Fournier *et al* (2003) renseignent très précisément (au 1/1000) les couvertures d'herbiers à *Zostera marina*, et ceux de Toupoint *et al* (2006) précisent quant à eux les stations à *Zostera noltii* sur Chausey.

Sur la côte d'Emeraude et sur Chausey, une actualisation au 1/1000 a été produite par Nebout *et al* (2008) mais nous n'avons pas pu obtenir ces données : elles ne figurent donc pas dans ce rapport.

Enfin, au cap de la Hague, la DIREN Basse Normandie a mandaté le GEMEL en 2009 pour effectuer une cartographie de l'herbier de l'Anse Saint Martin (actualisation confiée à ECOSUB en 2010).

Ainsi, les Figure 69, Figure 70, et Figure 71 sont la compilation :

- Du produit numérique Rebent (2007) pour la zone d'Erquy à Cancale, un zoom ayant été effectué sur la Rance d'après les travaux de Gerla (2006) compte tenu de l'échelle de représentation.
- Des travaux et Fournier *et al* (2003), et de Toupoint *et al* (2006), pour le secteur de Chausey
- De la cartographie de Guillaumont *et al* (1987) pour la façade Ouest-Cotentin.
- Des travaux du GEMEL (2010) pour le secteur de la Hague.

Quelques précisions méritent d'être apportées quant aux surfaces et aux caractéristiques des herbiers inventoriés dans le Golfe.

Pour certains herbiers de la côte, il faut bien noter qu'il s'agit parfois d'une **emprise** et non de la surface végétalisée en tant que telle, les pratiques de cartographie variant selon l'échelle de travail. En effet, à des échelles de travail entre 1/10000 et 1/25000, il s'agit d'établir « **l'enveloppe** » (Figure 65) d'un herbier qui inclut dans le périmètre global toutes les taches situées à la périphérie de la prairie principale (Gerla, 2006).

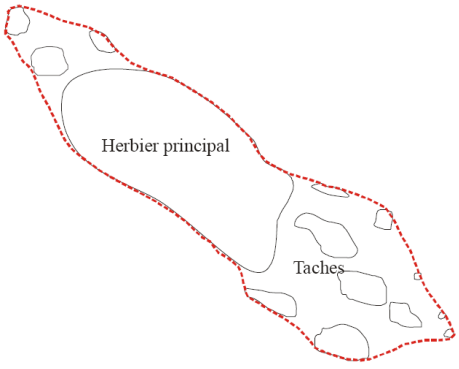


Figure 65. Schéma de "l'enveloppe" d'un herbier pour les cartographies aux échelles les moins fines (*in* Gerla, 2006).

En revanche, les contours des herbiers inventoriés sur Chausey ou sur la Côte d'Emeraude par Fournier *et al* (2003) ou Nebout *et al* (2008) sont beaucoup plus fins, l'échelle de restitution étant le 1/1000.

Il est possible de commenter certaines évolutions, et d'effectuer quelques zooms sur certains secteurs.

- **Pour la façade Ouest-Cotentin,** la surface des herbiers en 1987 semble avoir diminué drastiquement par rapport aux récents relevés (Nebout *et al*, 2009). L'analyse surfacique sur les seuls herbiers de la façade Ouest-Cotentin en 1987 met en évidence 883ha d'herbiers en face du havre de Blainville-sur-mer et de Saint-Martin-de-Bréhal, alors qu'en 2009, l'emprise des herbiers relevée sur le terrain (Figure 66) représente une superficie d'environ **156 ha**, **soit une diminution par un facteur 5 environ.** Pour ce qui est de leur état de conservation, ils sont assez fragmentés et la capacité d'expansion de ces herbiers est assez limitée en raison de l'importante activité ostréicole.
  Des études complémentaires pourraient être menées afin de cartographier précisément les herbiers sur la façade Ouest-Cotentin.

Figure 66 : Localisation des deux herbiers recensés par Nebout *et al* (2009) sur la côte ouest du Cotentin, à comparer avec les données de Guillaumont *et al* (1987) de la Figure 70.

- **Sur la côte d'Erquy à Cancale, Rance exclue**, la surface d'herbiers à *Z. marina* est de **205ha**, celle de *Z. noltii* de **22ha**. Dans cette étude, les herbiers sont caractérisés de manière précise (1/1000), et il serait pertinent de pouvoir disposer de ces données. Ainsi, à titre d'exemple, certains herbiers semblent en expansion comme celui d'Erquy (exclusivement subtidal), ou celui situé au nord-ouest de la baie de la Fresnaye. D'autres montrent une fragmentation en raison des activités de pêche aux arts trainants, ou de la fréquentation du site à marée basse : c'est le cas de certains herbiers autour de Lancieux par exemple, ou autour de Saint Lunaire. A l'ouest de la presqu'île de Saint-Jacut, se localise **un herbier à *Z. noltii*, qui est l'un des plus vastes de la côte septentrionale de la Bretagne**.

- **En Rance et dans la région de Saint Malo**, l'étude de Gerla (2006) permet de mettre en avant certaines évolutions (échelle de restitution entre 1/10000 et 1/25000).
  - Concernant *Z. marina* **en baie de Saint-Malo**, depuis la mise en service du barrage de la Rance, une progression nette des surfaces d'herbiers a été relevée dans la baie, en particulier sur la côte ouest de l'estuaire de la Rance. Pour *Zostera noltii*, il semble que la tendance générale en baie de Saint Malo soit à l'expansion.
  - **En Rance** en revanche, l'isolement pendant 3 ans de l'estuaire lors de la construction de l'usine marémotrice a supprimé tout cycle de marée, et provoqué une baisse importante de la salinité. Les *Z. marina* n'ont pas résisté à ces changements et les niveaux les plus bas du régime marégraphique imposé par le barrage, rarement inférieurs à la cote +6m, fait des anciennes zones favorables aux herbiers, des secteurs désormais trop profonds pour être recolonisés (Gerla, 2006). *Z. marina* a cependant reconstitué quelques herbiers (Figure 71). En Rance, *Z. noltii* a survécu à l'isolement de la ria et un secteur n'a pas pu être représenté sur la Figure 71, puisqu'il s'agit de tâches très ponctuelles : il s'agit du secteur de Jouvente (Figure 67).

Figure 67. Petites taches isolées de *Zostera marina* au niveau de site de Pleurtuit – Jouvente (*in* Gerla, 2006)

Au total en Rance, la surface couverte par les herbiers est modeste : elle est de 2,64ha au sud du barrage (Gerla, 2006).

- **A Chausey,** l'historique de la répartition des herbiers sur l'archipel a été étudié et montre qu'en 1924, les herbiers à *Z. marina* couvraient 763 ha (Godet *et al*, 2008, b). Les herbiers ont été touchés par une maladie dans le début des années 1930, et leur évolution croissante depuis ce sinistre de 1930 est illustrée à la *Figure 68*. En 1953, soit 20 ans après que la maladie ait frappé l'ensemble des populations nord-atlantiques, les herbiers étaient essentiellement localisés dans les zones subtidales (84%). De 1953 à 2002, le phénomène de recolonisation s'est poursuivi essentiellement dans les zones subtidales peu profondes, et les herbiers se sont étendus aux zones intertidales, et aux zones subtidales plus profondes. Le développement des herbiers à *Z. marina* a été particulièrement important entre 1992 et 2002, puisque l'étendue des herbiers a augmenté de 92%. En 2002, malgré des proportions surfaciques équivalentes dans chaque domaine bathymétrique en 1924, la surface des herbiers est encore deux fois moins importante que celle constatée au début du 20ème siècle.

  De nos jours, la surface totale végétalisée par les herbiers de *Z. marina* à Chausey est de **343,2 ha**, et de **1,5ha** pour *Z. noltii*. Une interprétation simpliste laisse à penser que les herbiers de Chausey sont en régression (362 ha en 2002) (Nebout *et al*, 2009). En fait, les grandes taches d'herbier se fragmentent au profit des taches moyennes qui ont aussi bénéficié de l'agrandissement des petites taches de 2002. Certains herbiers ont régressé (site des Longues, la Sellière et au Nord du secteur des Rondes de l'Ouest) et semblent actuellement les plus vulnérables face à l'activité de pêche aux arts traînants. *A contrario*, d'autres secteurs sont en voie de densification (site du Roc à la Mauve et des Vieilles Parées, à l'Est de l'archipel).

  Globalement les herbiers de l'archipel de Chausey sont toujours dans une dynamique d'expansion spatiale, excepté sur les secteurs impactés par les activités de dragage à bivalves, si bien que leur protection reste toujours aussi nécessaire (Nebout *et al*, 2009).

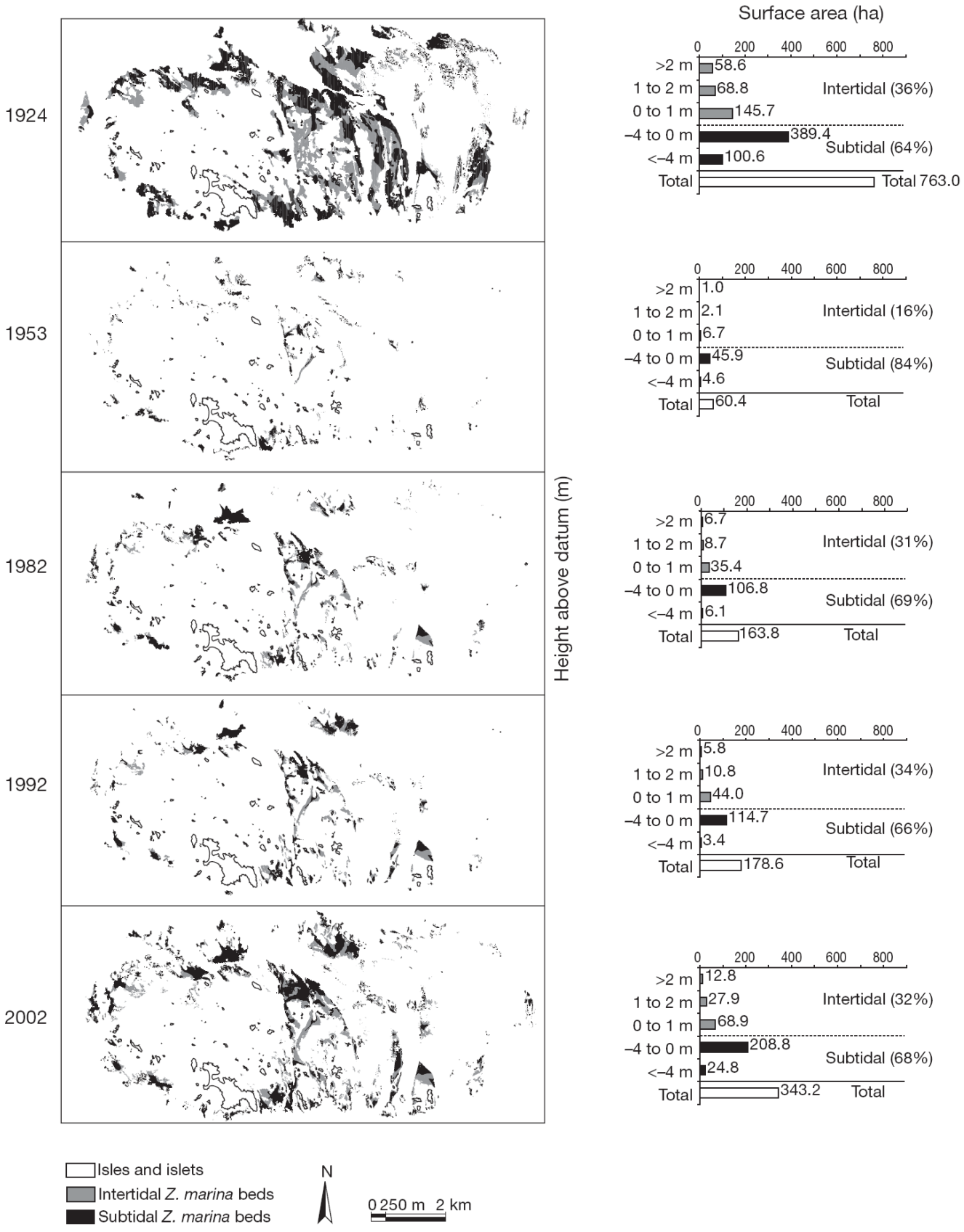
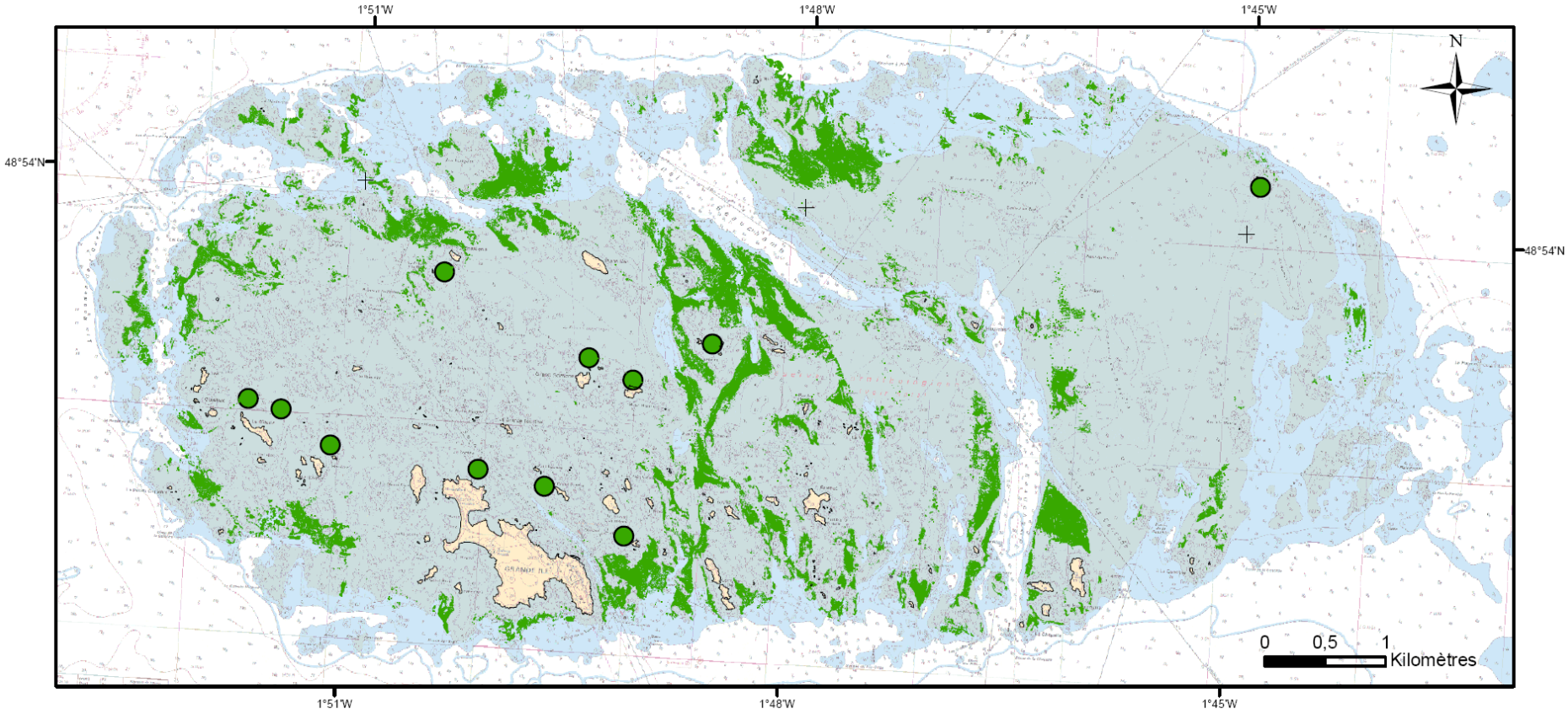


Figure 68. Evolution spatiale des herbiers à *Z. marina* sur l'archipel de Chausey depuis 1924 (*in* Godet *et al*, 2008, b).

- Enfin, l'herbier de l'Anse Saint Martin couvre une petite surface de 1400m² (0,14ha) (Figure 70). Il fait l'objet d'un suivi, par le GEMEL. Ecosub a réalisé des travaux de reconnaissance de l'herbier en mars 2010 sur ce secteur dans le cadre d'une prestation indépendante.

Au total, la surface couverte en herbiers de zostères dans le Golfe avoisine 730 ha ce qui représente environ 2,1 % du total des herbiers ouest-européens (33 800 ha *in* Nebout *et al*, 2008)**.**



Légende

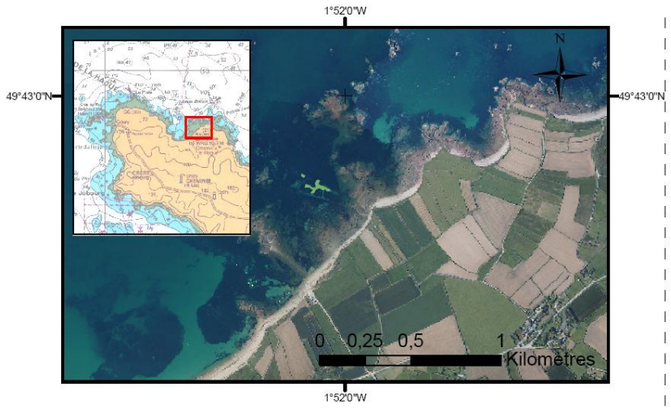
- Trait de côte Histolitt
- Zostera marina (Fournier et al, 2004)
- Zostera noltii (Toupoint et al, 2006)

Sources :
Propriétaire : DIREN Basse- Normandie. Réalisation : FOURNIER et al., 2004. Carte des herbiers de phanérogames marines de l'archipel de Chausey. UMR 8586 CNRS PRODIG/ Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral/EPHE

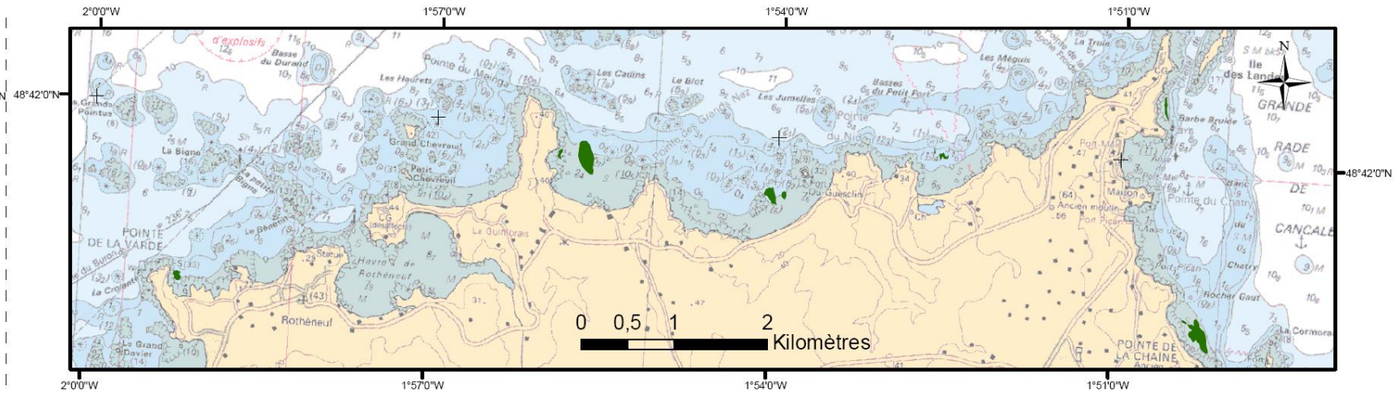
Propriétaire : DIREN, Réalisation : N. Toupoint et al., 2006. Cartographie des habitats naturels intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral UMR 8586 PRODIG CNRS/ EPHE ; Station Marine de Dinard UMR 5178 BOME CNRS / MNHN
SHOM/IGN, 2010 (trait de côte Histolitt, et fond de carte)

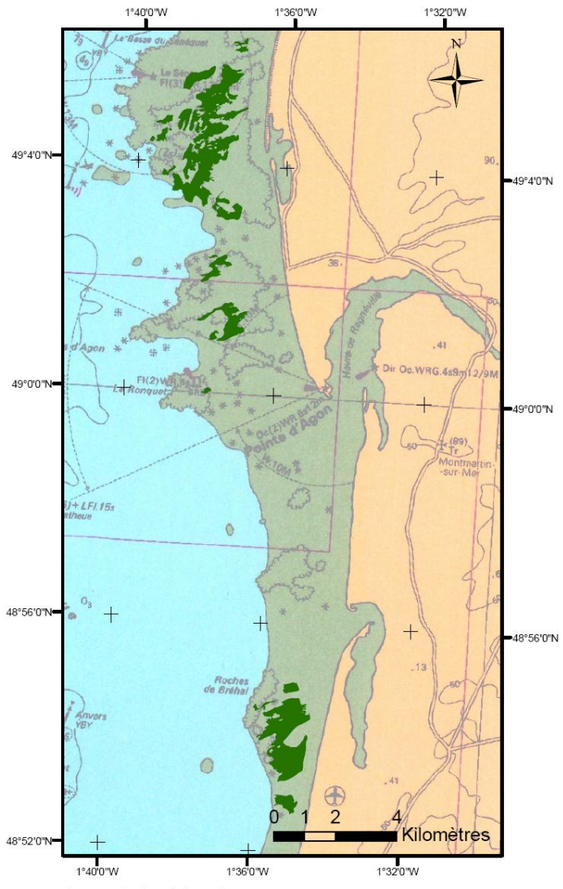
Système de coordonnées :
Lambert 93 / RGF Lambert 93

Figure 69. Les herbiers sur l'archipel de Chausey

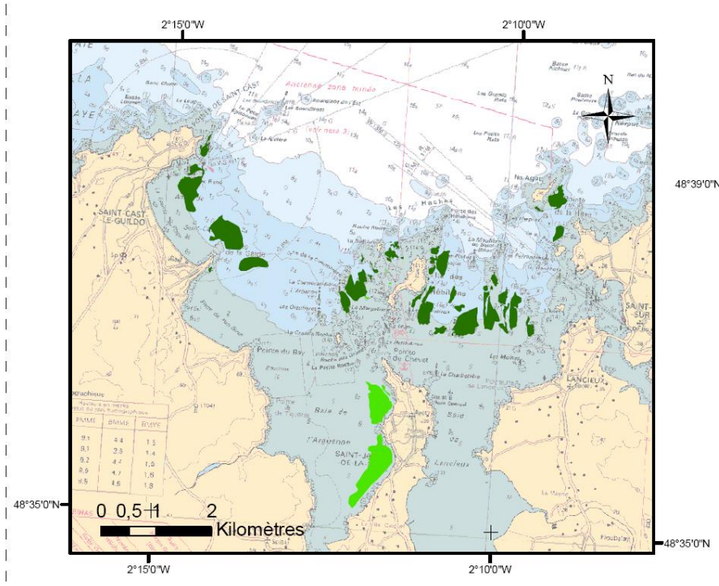


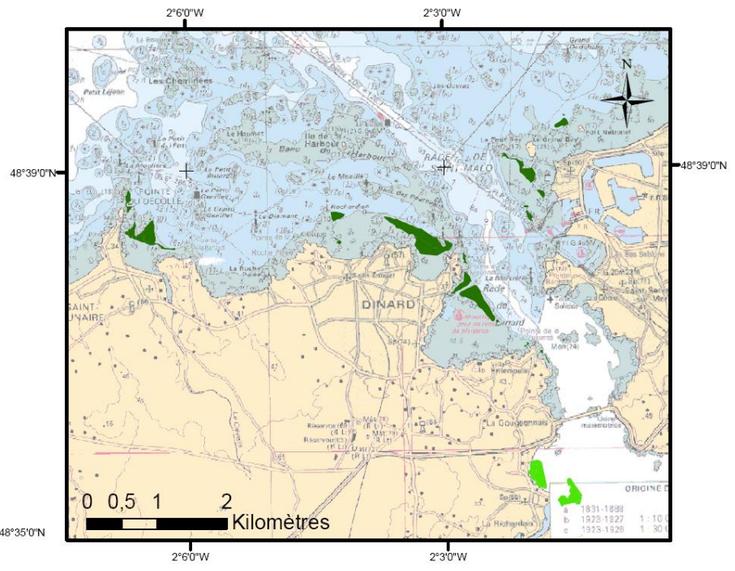
Sources (encadré ci dessus) :
- GEMEL, 2009 / 2010
- BD ORTHO, 2007. Dalle 0345 - 6970





Sources (cadre ci-dessus) :
Guillaumont *et al* , 1987.
Produit numérique REBENT - Ifremer - EPHE - Université - 2005.





Sources des 5 encadrés :
- Sources diverses 1997-2007 ; Produit numérique REBENT multi-sources Ifremer - CNRS - CEVA, 2007
- Fonds de carte : SHOM

Légende commune

Herbiers à :

- Zostera marina
- Zostera noltii

Source :
- Fonds de carte : SHOM

Système de projection :
RGF / Lambert 93

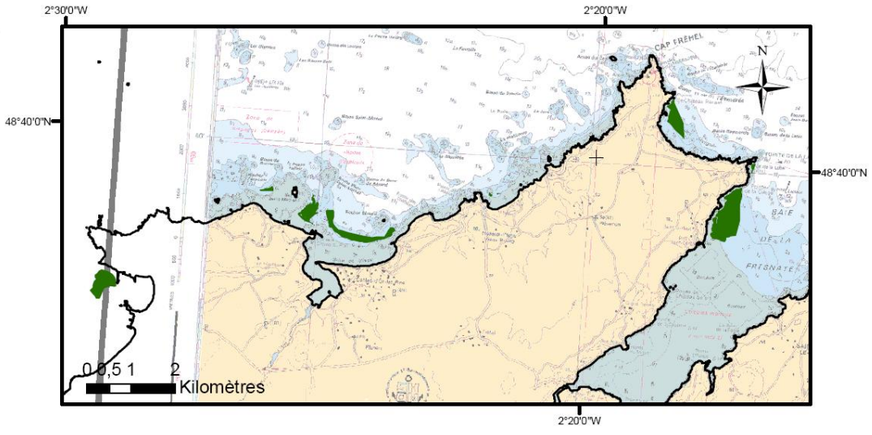


Figure 70. Représentation cartographique des herbiers à zostères dans le Golfe Normand Breton du cap de la Hague au cap d'Erquy (Réalisation de la carte : Ecosub, 2011)

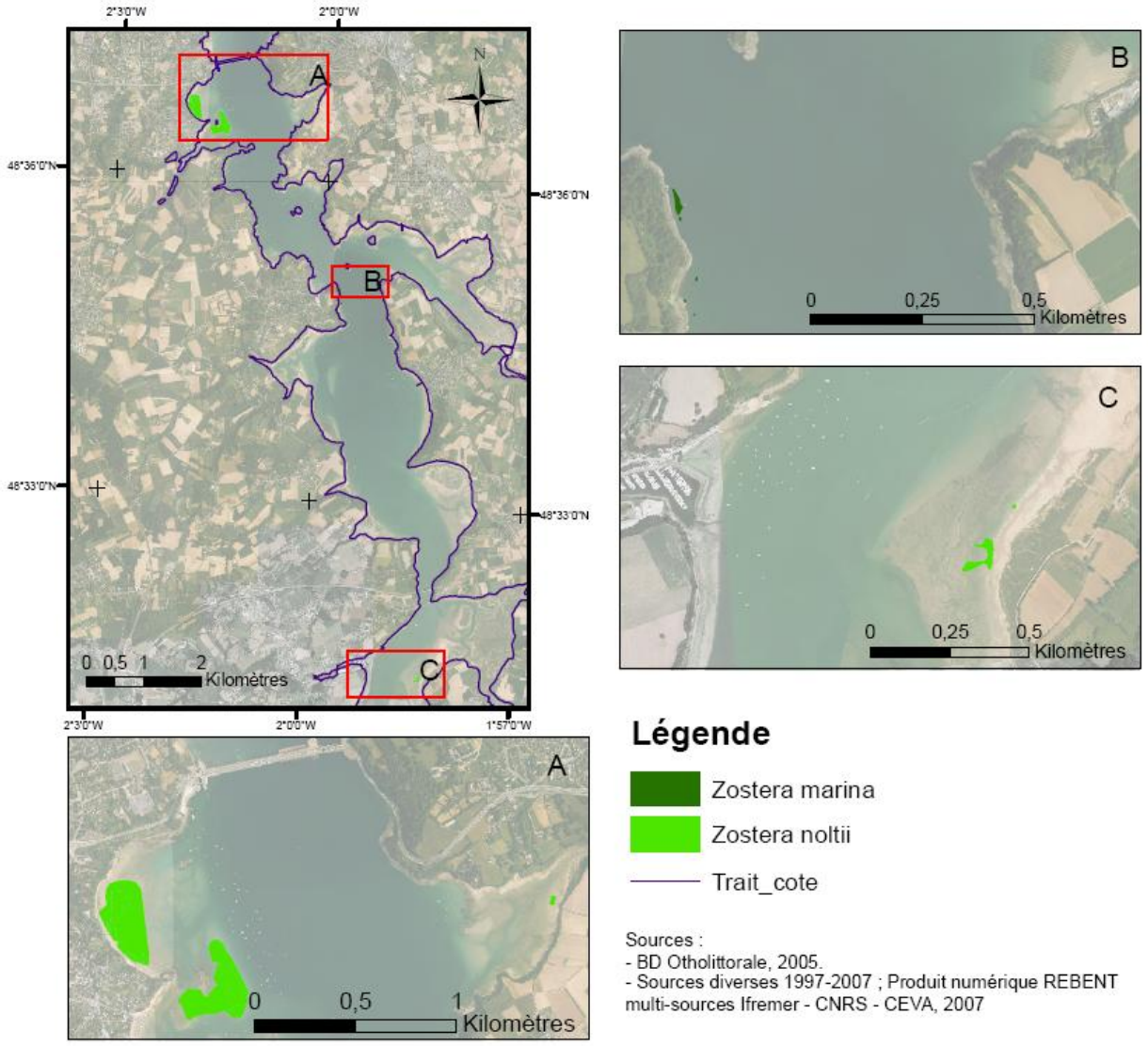


Figure 71. Zoom sur les herbiers en Rance

5.3.2 Récifs d'hermelles

5.3.2.1 Baie du Mont Saint Michel

- **Diversité associée aux récifs**

Les constructions de *Sabellariidae* sont connues à travers le monde comme un habitat pour de nombreux invertébrés benthiques. Dans le Golfe Normand-Breton, des travaux importants ont été menés par Dubois *et al* (2002) sur **les formations récifales les plus grandes d'Europe que génèrent les populations de l'annélide *Sabellaria alveolata*** (Figure 72) **en BMSM.** Deux sites majeurs sont remarquables dans la baie : les formations de **Sainte-Anne** et celles de **Champeaux** (Figure 78).
Les travaux de Dubois *et al* (2002) s'intéressent notamment aux différences entre les types de structure des récifs à *S.alveolata* et leurs espèces associées sur les récifs de la baie. Trois stades de récif peuvent en effet être distingués : le stade « dégradé » (par les activités anthropiques directes ou indirectes) ; le stade à forme « ronde », et le stade en « plate-forme » (Figure 73).

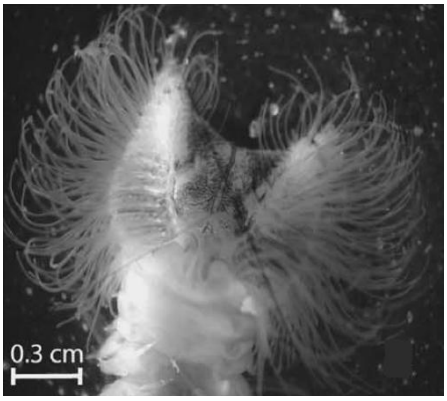


Figure 72. Vue ventrale de la partie céphalique de *S. alveolata* avec les filaments tentaculaires en extension (*in* Dubois *et al*, 2003)

Figure 73. Partie du récif montrant le stade « forme ronde » (avant-plan) et le stade en « plate-forme » (arrière-plan) (*in* Dubois *et al*, 2003)

D'après Dubois *et al* (2002), il apparaît tout d'abord que **la richesse spécifique de l'endofaune associée est beaucoup plus élevée sur ces récifs que celle des sédiments à l'entour**, cette richesse étant par ailleurs concentrée à la surface des récifs. La richesse spécifique varie de manière évidente avec les 3 stades d'évolution du récif pour lesquels des assemblages d'espèces différents peuvent être distingués.

Dans cette étude, il est démontré que l**a richesse spécifique des récifs dégradés est en fait supérieure à celle des 2 autres stades**, ce qui peut être expliqué par plusieurs facteurs tels que la **fragmentation associée aux variations de la topographie de la surface du récif**. A titre d'exemple, la colonisation par l'huître creuse *Crassostrea gigas*, conséquence indirecte des activités humaines, met en évidence une richesse spécifique plus élevée relativement aux récifs où l'huître est absente (Dubois *et al*, 2006).

L'augmentation de la sédimentation sur le récif dégradé peut aussi expliquer la présence de plusieurs espèces de polychètes trouvées typiquement dans les communautés vaseuses, tandis que l'essentiel des espèces trouvées sur les récifs à forme ronde ou en plate-forme sont caractéristiques des substrats durs.

En réalité, à petite échelle (échelle du stade d'évolution du récif), les pressions humaines participent à l'augmentation de la richesse et de l'abondance en général, en augmentant l'hétérogénéité en surface. Mais à plus grande échelle (récifs entiers), cela mène à une simplification du paysage par extension du récif dégradé et diminue ainsi la diversité originelle des biocénoses. Néanmoins, les récifs dégradés peuvent constituer un substratum préférentiel pour les larves de *Sabellaria alveolata*, phénomène observé par de nombreuses observations de terrain.

Malgré des études importantes réalisées à ce sujet, quelques questions restent à ce jour non résolues en ce qui concerne les récifs de la BMSM : les deux récifs de la baie sont-ils connectés par des transferts de larves via les courants de marée ? Est-ce que les quantités de larves sont suffisantes pour permettre le maintien des deux récifs de la Baie ? (Dubois *et al*, 2007)

- **Etat de conservation des récifs**

Par ailleurs, d'autres études se sont focalisées sur la caractérisation de **l'état de santé des récifs de la baie.** L'Ifremer de Saint-Malo et la station marine du MNHN de Dinard ont mis en place, en 2001, une méthodologie d'analyse et de suivi de l'état de santé des récifs qui intègre plusieurs paramètres tels que le pourcentage de récif recouvrant la zone, l'état structural du récif, le degré de fragmentation, la nature du sédiment environnant, le pourcentage de récif recouvert par les crépidules, les huîtres et les moules. Des campagnes de terrain ont été menées **en 2001 et en 2007 sur le récif de Sainte-Anne et en 2007 sur le récif de Champeaux.** Les résultats et les éléments de conclusion qui suivent sont repris des études de Dubois (2003 et 2005) et Ricquiers (2007) sur l'état de conservation des récifs d'hermelles en baie du Mont-Saint-Michel (*in* Mary *et al*, 2009b).

En ce qui concerne le **récif de Champeaux**, il n'existe pas d'éléments de comparaison avec 2001, mais les principaux résultats de la campagne de terrain de 2007 mettent en évidence une hétérogénéité du

récif avec des secteurs bien conservés, ou très dégradés. Dans ce dernier cas, l'état de dégradation est à corréler à la présence en forte densité de la moule (*Mytilus spp*.) et dans une moindre mesure de l'huître (*Crassostrea gigas*).

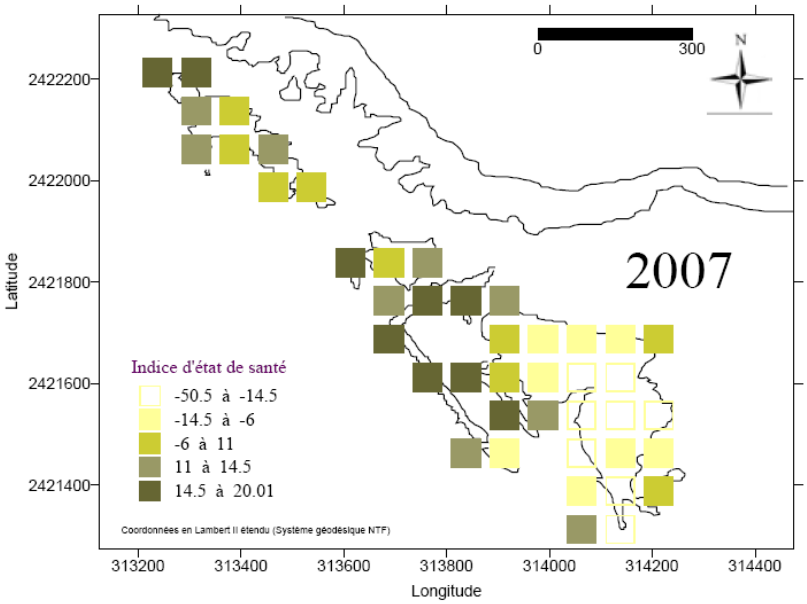


Figure 74. Indice d'état de santé du récif de Champeaux - de mauvais (clair) à bon (foncé) -

Pour ce qui est du **récif de Sainte-Anne**, la comparaison de l'indice de santé du récif entre 2001 et 2007 met en évidence une importante dégradation des structures d'hermelles. Néanmoins, cette dégradation est variable et concerne surtout la zone B du récif (Figure 75). La colonisation de ce secteur par les huîtres représente le phénomène majeur à l'origine de la dégradation observée. La zone A déjà en mauvais état de conservation en 2001 n'évolue pas, et la zone C reste bien conservée mais présente des signes partiels de colonisation par l'huître. A l'instar du récif de Champeaux, les constructions d'hermelles situées au front sont en bon état de conservation. Elles témoignent d'apports en nutriments et de conditions hydro-sédimentaires favorables.

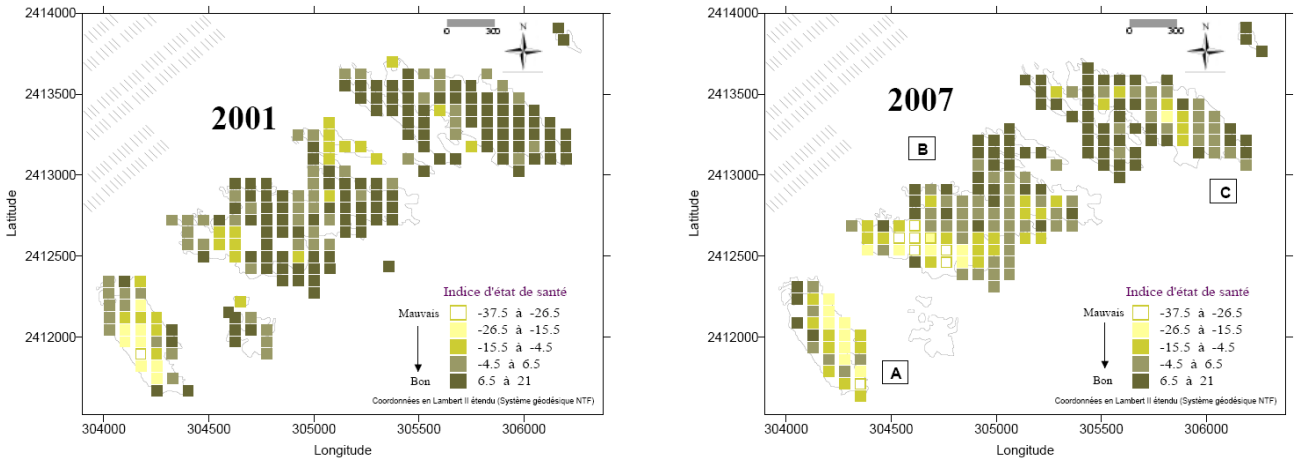


Figure 75. Indice d'état de santé du récif de Sainte-Anne - de mauvais (clair) à bon (foncé) -

Les récifs d'hermelles constituent un habitat d'intérêt communautaire (1170-4) devant faire par conséquent l'objet de mesures de conservation spécifiques. En effet, **les enjeux de conservation liés**

aux formations récifales d'hermelles sont importants dans le Golfe, du point de vue de la biodiversité associée, comme du patrimoine que ces récifs représentent à l'échelle européenne.

- **Côte Ouest Cotentin**

D'autres secteurs sur l'estran du Golfe Normand-Breton sont en réalité colonisés par les hermelles. Les travaux de Guillaumont *et al* (1987) avaient cartographié les récifs d'hermelles sur l'ensemble de la façade Ouest- Cotentin. En 2008, les bureaux d'étude Creocean et Ecosub ont effectué une mise à jour de cette cartographie intertidale sur le secteur de Granville dans le cadre de l'extension portuaire dont le maître d'ouvrage est le Conseil Général de la Manche. Aussi, un géoréférencement affiné des contours des formations récifales sur les sites de Sainte-Anne et de Champeaux a été apporté par Bonnot-Courtois *et al* (2007). Ainsi, il est possible d'illustrer la répartition des récifs d'hermelles sur la côte.

En août 2011, il a été possible d'obtenir des données supplémentaires sur la localisation des hermelles le long de la côte Ouest Cotentin. En effet, compte tenu de l'importance du développement des hermelles sur la côte et de leur interaction avec les activités conchylicoles, le SMEL a produit une cartographie à partir de photointerprétation et de vérités terrain. L'étude s'est intéressée au taux de couverture et à la hauteur des massifs, et fait ainsi la différence entre les récifs d'hermelles en tant que tels, et les placages. A titre d'exemple, entre Gouville à la pointe d'Agon, la présence d'hermelles n'était pas observée sur ce secteur il y a 10 ans. Des récifs de grandes ampleurs sont observés à Blainville sur mer (Figure 76).

Selon Basuyaux (2011), l'espèce est en nette progression relativement à la fin des années 1980 (227 ha en 2011 contre 51 ha en 1987 d'après les travaux de Guillaumont *et al*), et s'est développée notamment au coeur des concessions ostréicoles. Ces résultats sont néanmoins à relativiser avec les différences d'objectifs entre les deux études. En 1987, il s'agissait de produire une carte intertidale sur le littoral Cotentin, dont l'échelle d'inventaire n'a certainement pas permis d'aboutir à une prospection aussi fine que dans un objectif de cartographie de l'espèce en tant que telle, où les placages sont par ailleurs inclus dans les calculs de superficie.

La Figure 78 (cadre de gauche) illustre l'emprise des hermelles sur la côte Ouest Cotentin : il est à rappeler que ces formations ne sont pas récifales pour l'essentiel.

Ces données du SMEL, représentant la mise à jour la plus récente, seront conservées dans la cartographie intertidale synthétique, ainsi que les métadonnées originelles associées différenciant les récifs des placages.

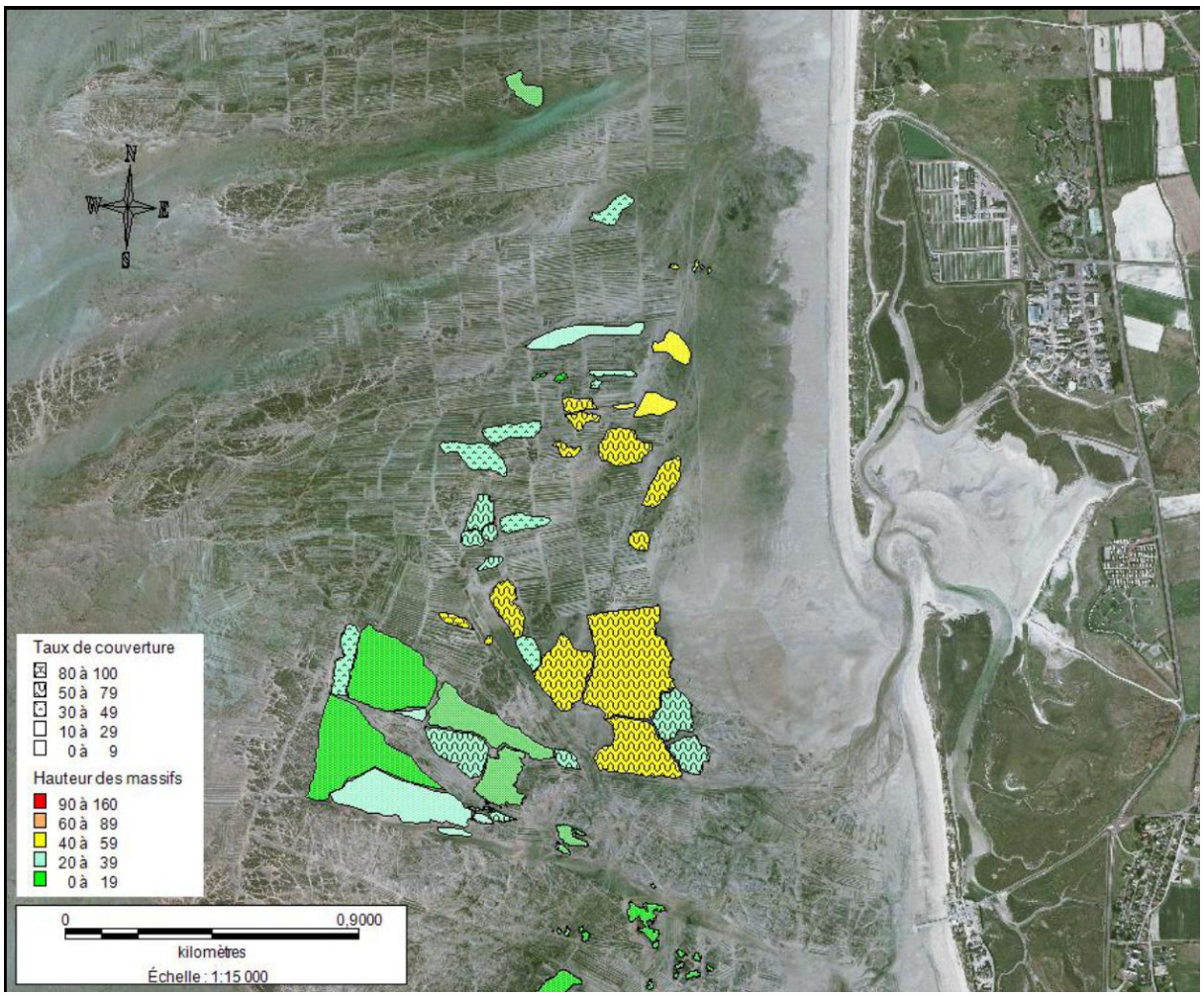


Figure 76. Cartographie des hermelles sur le secteur de Blainville sur mer (Basuyaux, 2011)

Un autre annélide fait l'objet de recherches dans le Golfe : il s'agit de l'habitat désigné sous le nom de « banquettes à lanices ».

5.3.3 Les banquettes à lanices

Dans le Golfe Normand-Breton, deux sites majeurs ont ainsi été étudiés : **l'archipel des îles Chausey, et la BMSM**. **Sur Chausey, les banquettes à lanices sont, après les herbiers de zostères, l'habitat le plus riche et le plus diversifié parmi les 7 habitats principaux de l'archipel** (Godet *et al*, 2008, a). L'importance écologique de cet habitat est également révélée par la **sélection de cet habitat par les oiseaux pour leur nourriture, comme l'huîtrier pie** (*Haematopus ostralegus*) **dont Chausey constitue l'un des plus importants sites de reproduction de France** (Godet *et al*, 2009).
Par ailleurs, les banquettes à *Lanice conchilega* de la BMSM constituent l'une des particularités les plus remarquables du patrimoine naturel marin de ce secteur.

Les travaux de Godet *et al* (2008, a) se sont penchés notamment sur l'évolution géographique des banquettes à lanices sur les deux sites majeurs du Golfe (Figure 77). L'interprétation de photographies

aériennes montre une **régression de cet habitat sur Chausey pendant les deux dernières décennies** (160 ha en 1982, 107 ha en 1992, 83 ha en 2005), mais les plus grandes banquettes ont toujours été situées au même endroit. La couverture des banquettes **en BMSM a également subi des évolutions** (134 ha en 1973, 68 ha en 1982, 239 ha en 2002, 209 ha en 2005) **mais montre une plus grande stabilité depuis les dernières décennies, malgré un déclin en 1982**.

Les origines de ces variations spatiales sont différentes entre les deux sites. **A Chausey, ces variations sont principalement dépendantes des activités humaines**, spécifiquement celles liées à la conchyliculture : il s'agit d'un système écologique sous forte influence anthropique. **En effet, c'est sur les îles Chausey que se situe actuellement le site d'élevage de la palourde japonaise** (*Ruditapes philippinarum*) **le plus important de France**, de nombreux essais infructueux ayant été tentés dans les années 1980 ailleurs dans le pays (Toupoint *et al*, 2008). L'étude de Toupoint *et al* (2008) montre bien que les populations de lanices sont affectées au sein des concessions de culture de cette palourde : leurs abondances diminuent drastiquement, leur répartition spatiale est modifiée, et les assemblages benthiques associés sont altérés. **Ainsi, à Chausey, la conservation des populations de lanices est-elle conditionnée par les pratiques de la culture de la palourde japonaise.**

En BMSM, aucune activité humaine n'ayant été directement localisée sur les banquettes, **les variations géographiques semblent être fortement dépendantes des facteurs environnementaux** : il s'agit d'un système plus naturel, qui a une valeur fonctionnelle effective et potentielle à une échelle internationale (Godet *et al*, 2008a). L'interprétation des clichés aériens révèle que la dynamique spatiale des banquettes en BMSM est limitée au nord par de larges chenaux, au sud, par les chenaux et les bancs sableux à la fois.
Toutefois, les banquettes de la baie ont bien *a priori* été impactées sur leur marge par l'extension des structures conchylicoles (en 2004) à l'ouest de la baie bien que cela ne soit pas particulièrement relaté dans les travaux réalisés à ce jour (com. pers. M. Mary). Ainsi, En baie du Mont-Saint-Michel, il est donc particulièrement important que cet habitat ne fasse pas l'objet de destruction directe par l'implantation de structures conchylicoles là où il se développe (Mary *et al*, 2009b).

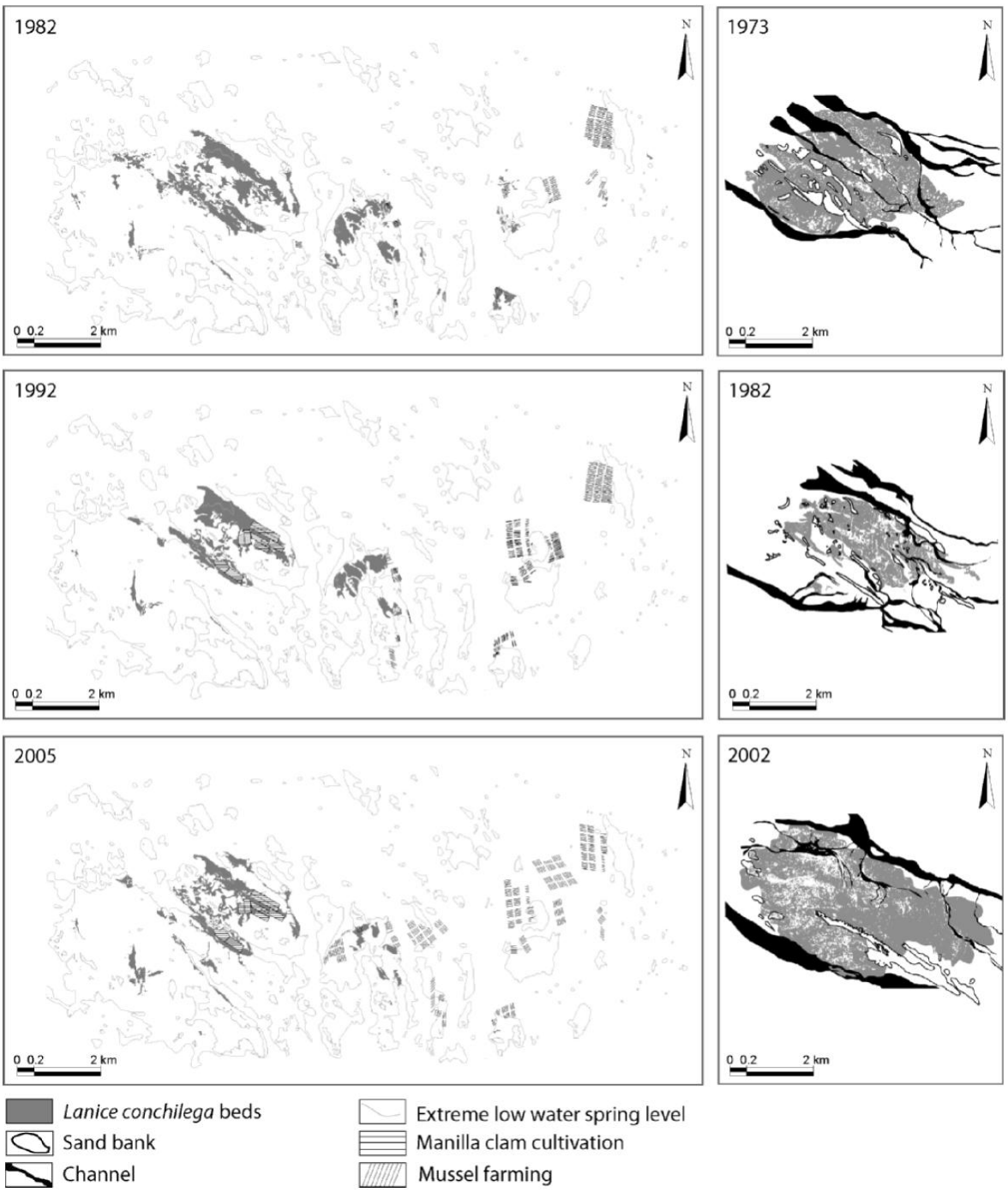


Figure 77. Banquettes à *Lanice conchilega* à Chausey (colonne de gauche) et dans la BMSM (colonne de droite) pendant les dernières décennies (*in* Godet *et al*, 2008,a)

La localisation de ces banquettes à lanices dans la BMSM est visualisable sur la même carte que celle illustrant les récifs d'hermelles (Figure 78), d'après les travaux de Bonnot-Courtois *et al* (2007).

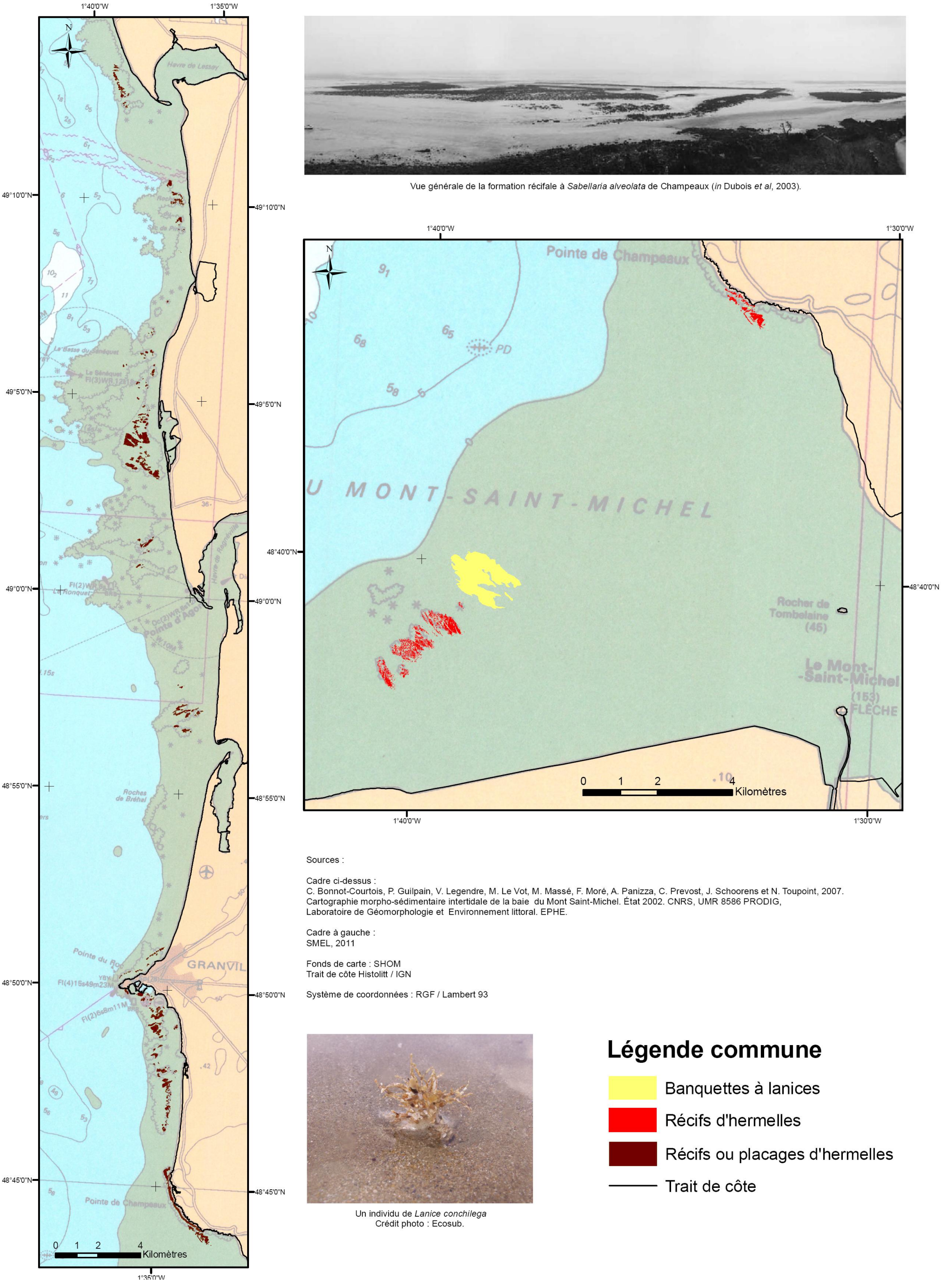
Enfin, selon Godet *et al* (2008, a), **si classiquement les objectifs de conservation sont principalement fondés sur les concepts de rareté et de vulnérabilité, il est aussi pertinent de coupler cela avec la valeur fonctionnelle de l'habitat qui peut être vue comme un enjeu de conservation en soi**. Les différentes populations du Golfe Normand-Breton, dont celles de Chausey et de la BMSM sont certainement connectées selon le schéma connu de métapopulation, avec une population « source »

et une population « puits » ; **les enjeux de conservation sont ainsi plus élevés pour les populations source de large taille**. En effet, les enjeux de conservation pourraient être gradués en considérant la taille, la forme des banquettes, et la densité des individus les constituant.

Ainsi, il serait justifié que certaines espèces bénéficient d'un statut légal de protection : par leur importance écologique et par le patrimoine qu'elles représentent dans le Golfe Normand Breton, à une échelle nationale voire européenne, les banquettes à lanices et les formations récifales d'hermelles pourraient en faire partie.

Enfin, nous avons parlé jusqu'à présent des banquettes à lanices intertidales ; l'espèce est aussi trouvée en domaine subtidal peu profond. Ainsi, des sables à lanices subtidaux ont été identifiés pendant les campagnes de levés Ifremer qui ont eu lieu dans les années 1980 au large de Flamanville (Auffret, *et al* 1987, in Ehrhold *et al*, 2009) et leur couverture est illustrée à la Figure 79. Néanmoins, les fonctions écologiques de ces sables à lanices semblent moindres que celles assurées par les banquettes à lanices intertidales, ces dernières constituant par exemple une zone de nourricerie pour les oiseaux.

Vue générale de la formation récifale à *Sabellaria alveolata* de Champeaux (*in* Dubois *et al*, 2003).



Sources :

Cadre ci-dessus :
C. Bonnot-Courtois, P. Guilpain, V. Legendre, M. Le Vot, M. Massé, F. Moré, A. Panizza, C. Prevost, J. Schoorens et N. Toupoint, 2007. Cartographie morpho-sédimentaire intertidale de la baie du Mont Saint-Michel. État 2002. CNRS, UMR 8586 PRODIG, Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral. EPHE.

Cadre à gauche :
SMEL, 2011

Fonds de carte : SHOM
Trait de côte Histolitt / IGN

Système de coordonnées : RGF / Lambert 93

Un individu de *Lanice conchilega*
Crédit photo : Ecosub.

Légende commune

- Banquettes à lanices
- Récifs d'hermelles
- Récifs ou placages d'hermelles
- Trait de côte

Figure 78. Représentation des banquettes à lanices des hermelles sur le littoral du Golfe Normand Breton. (Réalisation de la carte : Ecosub, 2011)

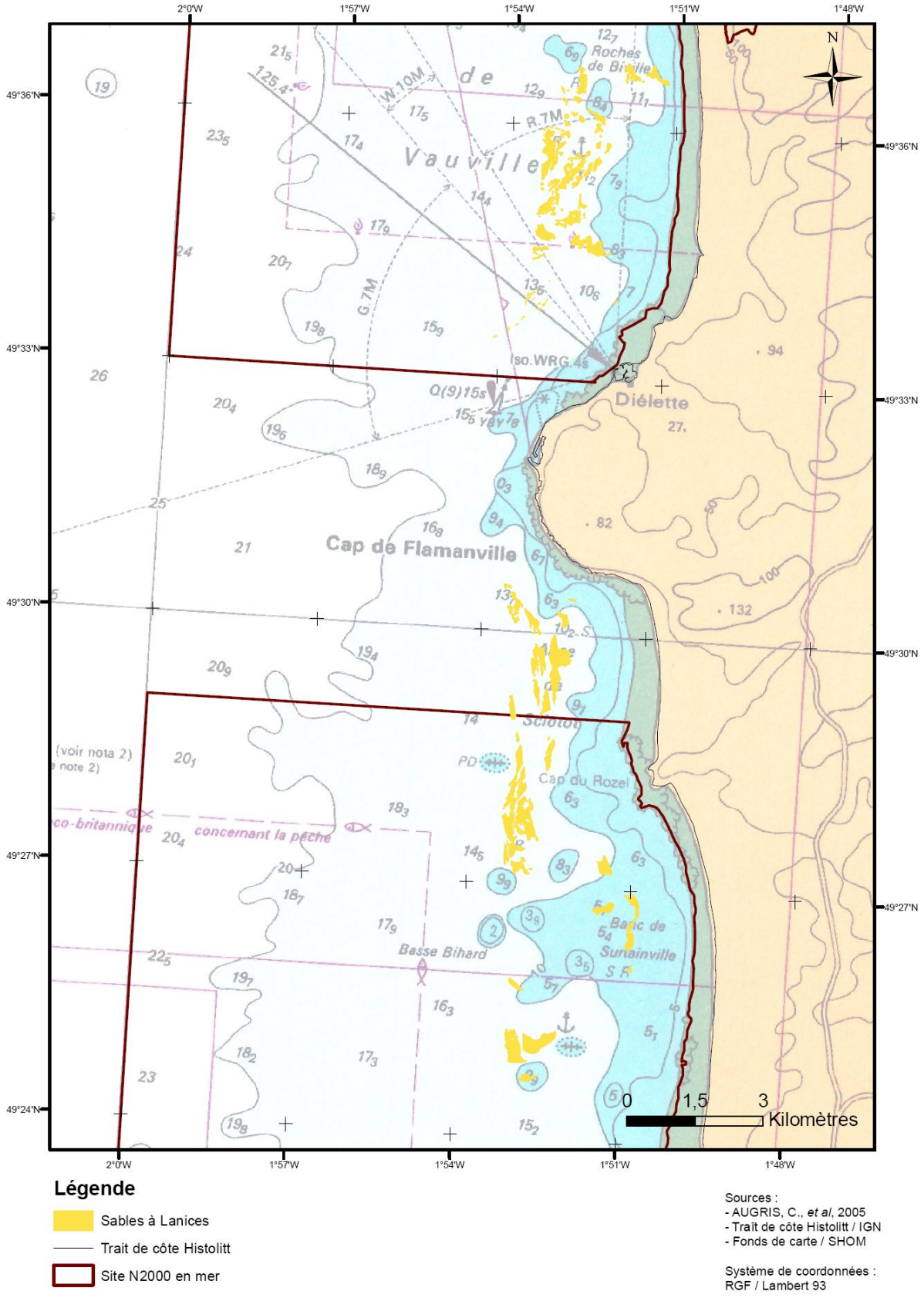


Figure 79. Répartition des sables à lanices subtidaux au large du cap de Flamanville

5.3.4 Le maërl

Les deux espèces pouvant constituer le maërl sont inscrites sur l'annexe V de la DHFF : il s'agit de *Lithothamnium corallioides* (code 1376) et *Phytomalithon calcareum* (code 1377).
A ce jour, le Rebent a élaboré un produit numérique qui compile les données acquises sur cet habitat depuis 1968 jusqu'en 2007, illustré à la Figure 80.
Différentes méthodes ont été employées pendant quarante années afin de recenser les observations de maërl. Il s'agit à la fois d'observations ponctuelles (prélèvements à la drague, prélèvements à la benne, carottier) ou par sonar à balayage latéral. Ce produit a vocation à être progressivement enrichi et harmonisé au fur et à mesure des signalements et des actualisations réalisées. Par ailleurs, ces données sont issues de prospections le plus souvent anciennes et hétérogènes (vision de géologues et/ou de biologistes, acquisitions par des moyens divers). De plus, dans certains secteurs, des changements importants ont pu s'opérer ces dernières décennies, en particulier sous l'effet de la prolifération de la crépidule, dans le golfe normand-breton notamment.
Les secteurs qui ont fait l'objet de reconnaissance de cet habitat sont donc illustrés sur la Figure 80, et une différenciation est faite selon que les observations sont ponctuelles (reconnaissance par prélèvement) ou surfaciques (utilisation d'un sonar à balayage latéral).
Sur cette carte, les polygones se superposent par ailleurs, et la plus grande surface couverte sur cette carte concerne les observations ponctuelles, anciennes, faites par les travaux de Hommeril (1968) et Retière notamment (1979). Ainsi, une large zone entourant Chausey semble être un habitat de maërl potentiel mais la consultation de la table attributaire du fichier numérique désigne dans ce secteur des « observations ponctuelles », caractérisant rarement l'état du maërl, à savoir vivant ou mort.
Les travaux de Ehrhold (1999) (en bleu sur la Figure 80), font mention de bancs de maërl mort.

Deux zones ont fait l'objet d'études récentes, le Nord de Chausey, et la côte d'Emeraude au sud du Golfe. Entourées par des ellipses noires sur la Figure 80, ces 2 zones sont donc détaillées dans ce paragraphe :

- **les travaux réalisés le long de la côte d'Emeraude** par Augris *et al* (1996 ; 2000) (en brun et orange sur la Figure 80) caractérisent des zones de présence de maërl, et ont fait l'objet de travaux de recherche dans le cadre de la DCE (Hamon *et al*, 2010). Ils caractérisent 3 secteurs : un premier au niveau de Saint Malo (les Pointus), un second au nord-ouest du cap Fréhel (la Grande Livière), et enfin un troisième au nord d'Erquy (les Justières)
- **au Nord de Chausey**, les travaux de Nebout *et al* (2009) ont été effectués dans le cadre de la DCE (couverture symbolisée en jaune sur la Figure 80).

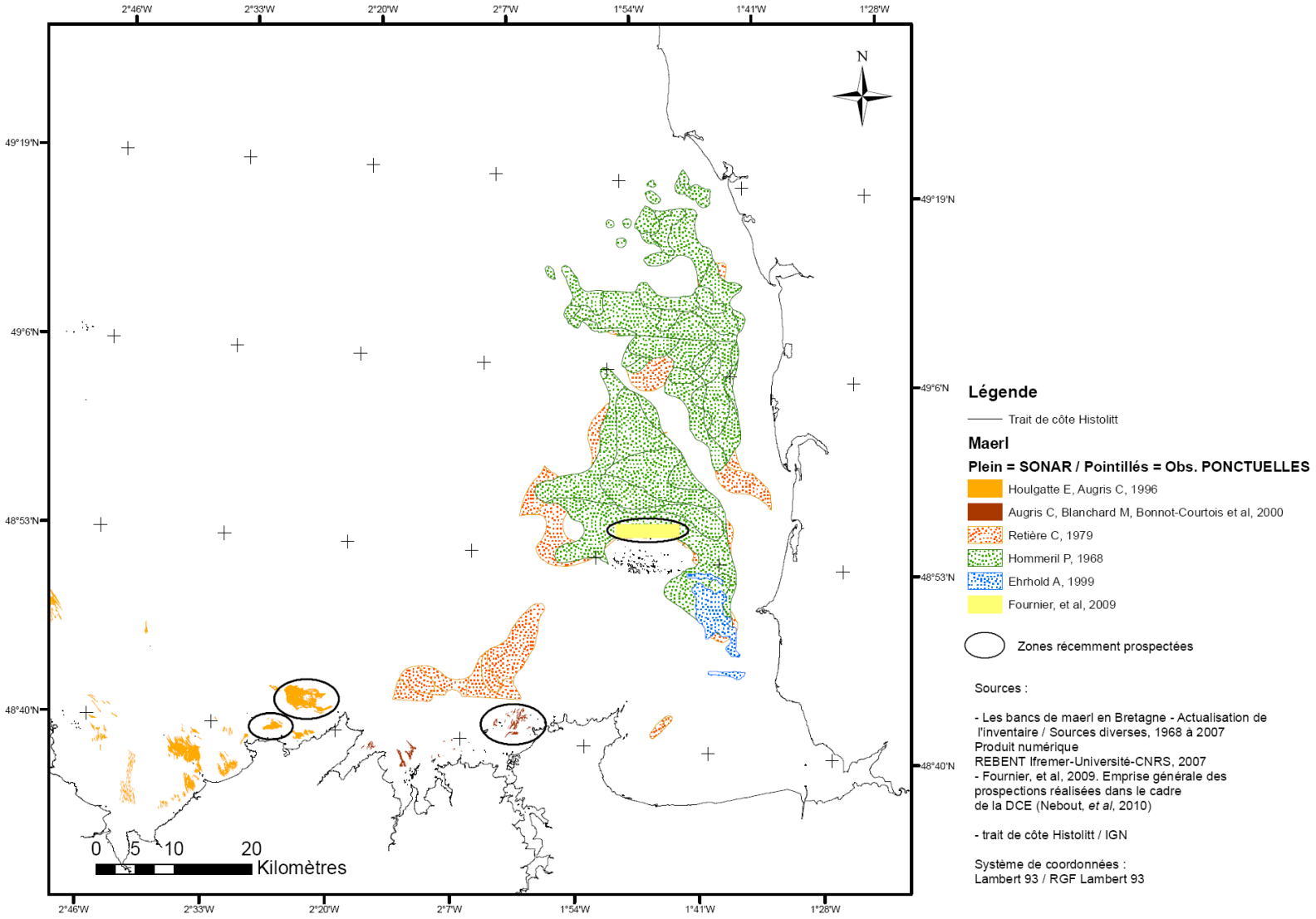


Figure 80. Etat des connaissances sur les localisations de maërl dans le Golfe Normand Breton

- **La côte d'Emeraude**

Sur le secteur étudié de Saint-Malo/Les Pointus, la proportion de maërl est vraiment très faible et la part de vivant est quasi-nulle.

Sur le secteur Fréhel/La Grande Livière, le taux de recouvrement du fond par le maërl vivant est estimé à partir des observations vidéo. Il est généralement de l'ordre de 5 %, hormis dans le nord de la zone d'étude où il avoisine 20 % par endroits (Figure 81). Les résultats obtenus à partir de l'examen des prélèvements à la benne fluctuent entre 2 et 20 %. Une des menaces qui pèse sur le maërl de ce secteur est la prolifération de la crépidule.

Figure 81. Capture d'image vidéo illustrant les pourcentages de maërl vivant, parmi les plus élevés, observés dans la partie nord de la Grande Livière (Hamon *et al*, 2010)

Enfin, sur le secteur d'Erquy/Les Justières, le substrat est désormais majoritairement composé de maërl mort. La zone prospectée correspond en fait au gisement de maërl de l'Ilot Saint-Michel qui, ayant fait l'objet d'un arrêté de classement en 1974, est intensivement exploité. Le quota annuel autorisé selon l'arrêté préfectoral (Côtes d'Armor) du 26 juillet 2000 est de 95 000 tonnes. En septembre 2010, l'exploitation a momentanément cessé, les quotas ayant été atteints. L'exploitation devrait reprendre en 2011 après décision de la préfecture.

- **Le nord de Chausey**

L'équipe du MNHN a réalisé une campagne de levés sonar accompagnés de prélèvements au nord de l'archipel de Chausey en 2009. Les travaux sont en cours de publication et seront certainement fournis à l'Ifremer puis mis ensuite à disposition sous la base de données Quadrige 2. L'emprise illustrée en jaune sur la Figure 80 correspond en fait à un rectangle tracé à partir des stations bornant la zone, dont les coordonnées géographiques ont été reportées sur un SIG.

Selon Nebout *et al*. (2010), le secteur qui offre le plus fort taux de recouvrement se situe au Nord de la roche de la Sellière.

La Figure 82 présente le ratio maërl vivant/maërl mort présente, sous forme krigée (modèle d'interpolation à partir de données ponctuelles). Seules 5 stations présentent un ratio maërl vivant/maërl mort supérieur à 0,5. Le secteur en rouge (Figure 82) situé en fait au nord des Rondes de l'Ouest présente le plus fort ratio. Les coordonnées en Lambert II étendu sont indiquées à gauche et en dessous du rectangle, correspondant en fait à un zoom du rectangle jaune de la carte illustrant l'état des connaissances sur le maërl (Figure 80).

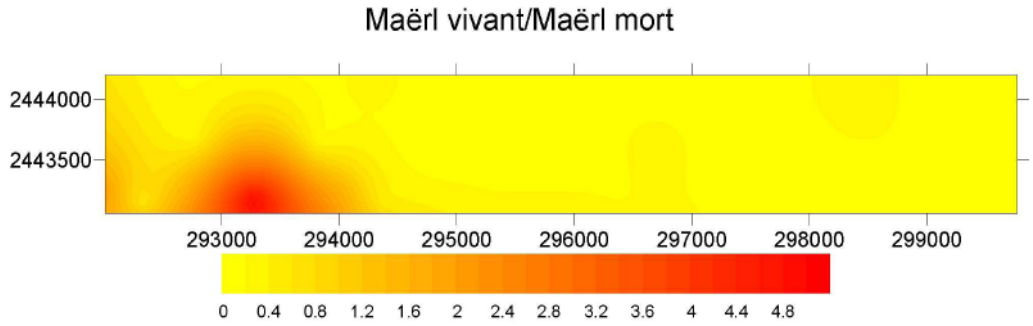


Figure 82 : Cartes krigées des différents paramètres utilisés pour qualifier l'état du maërl (Fournier *et al*, 2010). Les coordonnées sont en Lambert II étendu.

Lors de cette campagne au nord de Chausey, la zone prospectée au sonar représente une superficie de l'ordre de 16 km² environ. **Environ 20% de la superficie totale correspond au facies du maërl**. Globalement, sur le secteur d'étude, il est donc délicat de parler de banc de maërl : il s'agirait plutôt d'un sédiment hétérogène composé de débris coquilliers, de sédiments moyens à grossiers et de brins de maërl, vivant et/ou mort, le tout en proportion variable. L'espèce dominante n'a pu être identifiée (Nebout *et al*, 2010).

A ce jour, nous n'avons pas pu récolter d'autres données relatives au maërl ailleurs dans le Golfe. Il est néanmoins prévu d'effectuer une campagne de repérage/vérification des autres zones signalées pouvant constituer un habitat de maërl potentiel (petits secteurs sur la côte d'Emeraude / banc supposé à l'ouest de Chausey). Ces prospections se feront à l'aide d'une vidéo depuis la surface (Tome 1).

5.4 ESPECES DU GOLFE & AUTRES DONNEES PONCTUELLES

5.4.1 Espèces Natura 2000 et OSPAR

L'objectif a consisté à recenser la totalité des espèces inscrites sur la liste OSPAR de la région II de l'Atlantique Nord-Est et les annexes II, IV, et V de la DHFF afin de statuer sur leur présence actuelle dans le Golfe. Pour cela, une revue bibliographique importante a été menée afin d'effectuer cette sélection. Les espèces appartenant à ces listes et recensées dans le Golfe Normand Breton sont exposées dans le Tableau 13. A titre informatif, les espèces OSPAR et les espèces inscrites sur les annexes de la DHFF, qui sont absentes du Golfe Normand Breton, sont exposées en Annexe 9. Cinq espèces sont tout de même abordées dans ce paragraphe, bien que la probabilité de leur présence actuelle dans le Golfe soit faible.

Dans ce chapitre sont apportées des informations quant à la **répartition des espèces listées** dans le Tableau 13, en procédant avec une approche par groupe (mammifères marins, poissons, etc…). Ce paragraphe n'a pas pour objet d'exposer la biologie de ces espèces, sauf pour aborder les composantes liées à la fonctionnalité de ces espèces (reproduction, migration, etc…), ou dans certains cas, lorsque le détail des données existantes nécessite d'aborder des points cruciaux de la biologie de ces espèces : c'est le cas par exemple des espèces amphihalines (stades de développement, etc…). Pour connaître davantage les caractéristiques écologiques de la plupart des espèces traitées dans ce paragraphe, le lecteur est invité à se référer entre autres, aux ouvrages cités dans le présent document d'une part, et à consulter d'autre part le document restitué en octobre 2011 par Hémisphère Sub à la mission PNM dans le cadre du lot n°4 intitulé « Espèces patrimoniales ».

Les sources utilisées sont nombreuses et nous en citons quelques exemples : les travaux de doctorat de Charles Perrier sur le saumon atlantique, les documents de synthèse existants sur l'anguille européenne, les lamproies fluviatiles et marines, les aloses, transmis par les spécialistes respectifs de ces sujets tels que Eric Feunteun et Anthony Acou, Emilien Lasne du MNHN de Dinard, Jean-Luc Baglinière de l'INRA de Rennes, ou encore les Fédérations de Pêche départementales. Les données de l'APECS permettent de renseigner précisément les présences du requin pèlerin dans le Golfe, et de confirmer la présence de la raie douce et de la raie bouclée sans pour autant être certain de leur répartition au sein du Golfe (méthode indirecte par collecte des capsules d'œufs). Les couches SIG de la commission OSPAR localisent également certaines espèces ou habitats OSPAR, bien que la comparaison avec des données plus locales mette en évidence quelques manques. Les espèces de poissons du Golfe ont été étudiées via une synthèse de données historiques : ce travail a été réalisé par Patrick Le Mao (Ifremer) en 2009, et apporte des renseignements d'ordre qualitatif sur la biodiversité des poissons dans le Golfe Normand Breton. Par ailleurs, le GECC nous a transmis de précieuses informations sur les mammifères marins. Cette énumération n'est pas exhaustive.

La quantité (nombre de publications, études, …) et la qualité (échelle de travail, protocoles, …) très variables des travaux réalisés sur chacune de ces espèces ne permettent pas d'aboutir à une synthèse

équilibrée des informations. Le lecteur y trouvera donc des informations parfois très générales (présence au sein du Golfe…) et/ou très ponctuelles (localisation des observations …), voire continentales pour ce qui est des poissons amphihalins pour lesquels peu d'informations sur le domaine maritime ont pu être récoltées. **Ces données apportent par ailleurs une indication sur la présence des espèces dans le Golfe, et rarement sur leur abondance.**

Enfin, ce travail de compilation de données sur les espèces inscrites sur la liste Ospar ou annexes de la DHFF reste synthétique compte tenu de l'échelle de travail, et ne prétend pas être exhaustif. En effet, de nombreuses données n'ont pas été intégrées : c'est le cas notamment des données issues de campagnes scientifiques (données en cours de traitement issues de travaux de doctorat de Caroline Kostecki), ou des bases de données halieutiques gérées par l'Ifremer.
Une demande d'extraction de données sur les espèces de poissons inscrits sur les listes OSPAR et DHFF a été envoyée aux services du SIH de l'Ifremer. Néanmoins, à ce jour, il n'est pas envisageable d'obtenir les données existantes du SIH sur notre zone d'intérêt, qu'il s'agisse des observations en mer, des campagnes scientifiques, tout simplement absentes sur le Golfe, ou des espèces pêchées (comm. pers. S. Tachoires). Dans le cas des espèces pêchées, une démarche est en cours entre l'Ifremer et l'AAMP pour fournir des données spécifiques sur la zone, mais dans un calendrier probablement incompatible avec le rendu de ce marché.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Espèce OSPAR	Espèce Natura 2000 (DHFF)		
				Annexe II (espèce d'intérêt communautaire)	**Annexe IV** (espèce protégée)	**Annexe V** (espèce règlementée)
Alosa alosa	Grande alose	Poissons	x	x		x
Alosa fallax	Alose feinte	Poissons		x		x
Anguilla anguilla	Anguille européenne	Poissons	x			
Balaenoptera acutorostrata	Rorqual à museau pointu, petit rorqual	Mammifères			x	
Balaenoptera physalus	Rorqual commun	Mammifères			x	
Caretta caretta	Tortue caouanne	Reptiles	x	x		
Cetorhinus maximus	Requin pèlerin	Poissons	x			
Delphinus delphis	Dauphin commun	Mammifères			x	
Dermochelys coriacea	Tortue luth	Reptiles		x		
Globicephala melas	Globicéphale noir / commun	Mammifères			x	
Grampus griseus	Dauphin de Risso, Grampus	Mammifères			x	
Halichoerus grypus	Phoque gris	Mammifères		x	x	
Hippocampus guttulatus	Hippocampe à long bec	Poissons	x			
Hippocampus hippocampus	Hippocampe à museau court	Poissons	x			
Lagenorhynchus albirostris	Lagénorhynque à bec (rostre) blanc	Mammifères			x	
Lamna nasus	Requin taupe	Poissons	x			
Lampetra fluviatilis	Lamproie de rivière	Poissons		x		
Lithothamnion corallioides	Maërl	Algues rouges	x			x
Megaptera novaeangliae	Baleine à bosse, mégaptère, jubarte	Mammifères			x	
Modiolus modiolus	Modiole	Mollusques	x			
Nucella lapillus	Pourpre	Mollusques	x			
Ostrea edulis	Huître plate, belon	Mollusques	x			
Petromyzon marinus	Lamproie marine	Poissons	x	x		
Phoca vitulina	Phoque-veau marin	Mammifères		x		
Phocoena phocoena	Marsouin commun	Mammifères	x			
Phymatolithon calcareum	Maërl	Algues rouges	x			
Raja clavata	Raie bouclée	Poissons	x			
Raja montagui	Raie douce	Poissons	x			
Salmo salar	Saumon de l'Atlantique	Poissons	x	x		
Tursiops truncatus	Grand dauphin	Mammifères		x		
Zostera sp.	Herbiers à zostères (habitat OSPAR)	Phanérogame	x			

Tableau 13. Espèces inscrites sur les listes OSPAR et les annexes de la DHFF, présentes dans le Golfe Normand-Breton. L'inscription de *Nucella lapillus* est d'ailleurs un non sens.

5.4.1.1 Les espèces amphihalines

Le secteur d'étude présente un très fort intérêt pour les poissons amphihalins, notamment l'anguille, la lamproie fluviatile, et le saumon. La présence de la grande alose et de la lamproie marine est également avérée. Les habitats continentaux ont fait l'objet de nombreuses recherches par l'INRA, l'Université de Rennes et le MNHN depuis près de 30 ans, notamment sur le réseau hydrographique drainant la baie du Mont Saint Michel. Aussi, une rivière atelier, le Frémur, est suivie par le Bureau d'Etudes *Fish Pass* pour le compte de la Fédération de pêche d'Ille et Vilaine depuis 1995.

Par ailleurs, le projet de restauration de la continuité écologique de la Sélune prévu à partir de 2014 représente l'un des événements majeurs pour la conservation et la restauration des poissons amphihalins du secteur d'étude, et pourrait avoir un retentissement international dans le contexte de la volonté de soutenir ces populations menacées.

En revanche, les habitats marins de ces espèces sont relativement mal connus et à ce jour**. Il n'existe pas de bilan complet de la fonctionnalité des estuaires et fonds de baie pour le transit des poissons amphihalins.**

- **La grande alose** *(Alosa alosa) :*

Cette espèce grégaire passe la plus grande partie de son existence dans le milieu marin pélagique, mais migre en eaux douces au printemps pour son activité de reproduction, où une grande partie des géniteurs meurent alors : seuls quelques individus se reproduisent deux fois chez la grande alose (Baglinière *et al*, 2000). Actuellement, cette espèce est classée « vulnérable » en Europe à cause d'une distribution de moins en moins étendue, et des menaces qui détruisent partiellement ou totalement les habitats d'eaux douces où l'espèce se reproduit (barrages, etc…).

La population de grande alose qui se trouve dans le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne est la plus importante population de l'espèce au niveau français. Des études montrent par ailleurs que l'espèce n'a pas disparu ou est réapparue dans certains petits fleuves français (Acolas *et al, 2006*). En effet, la grande alose réapparaîtrait en Bretagne et en Basse Normandie dans l'Orne, l'Aulne, et la Vilaine.

Selon Le Mao (2009), en ce qui concerne les données plus historiques et ponctuelles au sein du Golfe Normand Breton, l'espèce est recensée dans un seul des 113 traits de chalut du *Roselys II* entre mai et décembre 1978. Aux îles anglo-normandes, la grande alose y est un visiteur occasionnel, voire rare. Plus récemment, des captures sont également enregistrées dans les pêcheries fixes de la BMSM, et dans l'Arguenon (com. pers. E. Feunteun). Son retour est observé sur la Sélune depuis 1980, et plus accessoirement sur la Sée (Mary *et al*, 2009d).

Selon la Fédération des Côtes d'Armor pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (2008), **la grande alose est présente sur les bassins de l'Arguenon et de la Rance** suite à des observations et à des captures en 2010 (comm. pers H. Catroux), **mais cette présence semble assez marginale**. Des investigations complémentaires seraient nécessaires pour connaître la répartition de l'espèce sur la

Rance, pour la reproduction ou le grossissement. A ce jour, l'importance fonctionnelle du Golfe pour la reproduction de l'espèce n'est cependant pas négligeable puisque la grande alose est présente notamment dans le Jaudy. Le Trieux montre des effectifs estimés à plus d'une centaine d'individus en 2008 pendant la période printanière (Fédération de pêche des Côtes d'Armor, 2008).

Figure 83. Une grande alose prise en 2006 en Rance (Fédération de pêche des Côtes d'Armor, 2008)

- **L'alose feinte** *(Alosa fallax)* **:**

Le cycle de reproduction de l'alose feinte peut être comparé à celui de la grande alose : l'alose feinte a cependant la capacité de se reproduire plusieurs fois (phénomène d'itéroparité important). Les deux espèces sont différenciables par la taille à maturité sexuelle seulement, le critère majeur de distinction étant le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial.

En France, pratiquement aucune étude n'a été entreprise dans l'environnement marin pour cette espèce, sauf une investigation dans le golfe de Gascogne qui a étudié en 1991 leur distribution maritime et leur régime alimentaire (Taverny, 1991 *in* Aprahamian *et al*, 2003).

Nous disposons de peu d'informations sur cette espèce au sein du Golfe. Dans la synthèse de Le Mao (2009), l'espèce semble assez rare au niveau des îles anglo-normandes (1 capture à Jersey en 2004). Trois captures sont réalisées en 1983 au barrage marémoteur de la Rance : la présence de l'espèce est qualifiée d' « occasionnelle » (Le Mao, 1985). En 2004, une capture est réalisée à proximité de Saint Briac, et un individu est capturé au nord-est de Jersey. L'alose feinte est aussi présente sur les bassins de l'Arguenon (com. pers. E. Feunteun) et de la Rance mais de manière marginale (Fédération de pêche des Côtes d'Armor, 2008). Enfin, elle est présente sur la Sélune et fréquemment capturée en BMSM (Mary *et al*, 2009d).

NOTE sur les aloses

Pour les deux espèces d'aloses, le travail réalisé par la Fédération de Pêche des Côtes d'Armor met en évidence la présence des aloses sur 8 des 12 bassins prospectés (Léguer, Jaudy, Trieux, Leff, Gouët, Gouessant, Arguenon, Rance). Après voir contacté les Fédérations de Pêche de la Manche et de l'Ile et Vilaine, il n'existe pas à ce jour de synthèse sur les aloses dans ces départements. Malgré l'absence de données sur ces deux départements, il n'est pas exclus que les aloses soient néanmoins présentes

dans cette zone : l'importance fonctionnelle du Golfe pour la façade Ouest Cotentin reste donc à préciser.

➢ **L'anguille européenne** *(Anguilla anguilla)* **:**

Quelques informations sur le cycle complexe de reproduction et les différents stades de l'espèce méritent d'être explicités succinctement. Ce poisson migrateur a une phase de croissance en eau douce et une reproduction en mer (thalassotoque), contrairement aux aloses et au saumon atlantique par exemple. Son cycle de vie est caractérisé par deux migrations transocéaniques entre l'aire de reproduction dans la mer des Sargasses et les aires de grossissement et de maturation dans les eaux littorales et dans les cours d'eau continentaux de l'Europe et de l'Afrique du Nord. Ce cycle comporte deux métamorphoses : la première clôture la phase larvaire à l'issue de la migration océanique depuis la mer des Sargasses. Cette métamorphose intervient à la limite externe du plateau continental et voit la transformation des **larves leptocéphales**, transparentes et de forme aplatie, en **civelles** de forme cylindrique qui, acquérant leur pigmentation, présentent une morphologie identique à celle des sub-adultes. La deuxième intervient peu avant la migration de reproduction et correspond à la **transformation des anguilles jaunes en anguilles argentées qui vont migrer pour se reproduire dans la mer des Sargasses** (Bonhommeau, 2008).
Malgré les nombreux travaux réalisés sur ce poisson depuis le début du XXème siècle, **les aspects cruciaux de la biologie de l'anguille européenne restent un mystère**, notamment dans sa phase de reproduction en mer. Robinet et Feunteun (2002) ont émis l'hypothèse que la probabilité que les anguilles argentées atteignent les zones de reproduction et se reproduisent avec succès, varie selon les sites de croissance continentaux. Néanmoins, il n'existe pas à ce jour de méthodologie européenne qui permette d'estimer le potentiel de reproduction des anguilles argentées selon des critères pertinents (contamination par des substances chimiques, charge parasitaire…), tant cette approche se révèle complexe à mettre en œuvre.

Figure 84. Anguille venant d'être relâchée (Germis, 2009)

La diminution de l'abondance de l'anguille européenne est avérée dans les cours d'eau français et se généralise à l'échelle de l'Europe. En effet, la baisse du recrutement a commencé dès les années 1970

et des alertes claires sur la dégradation de l'état de l'espèce et de ses habitats ont été données dès 1984 dans le cadre du premier groupe national anguille (Briand *et al*., 2006 *in* Germis, 2009). Un minimum historique a été enregistré en 2001. Cette raréfaction a conduit à considérer cette espèce comme en dehors de ses limites de sécurité biologique et les activités de pêche associées comme non durables. Depuis 1998, le CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer) recommande, année après année, que toutes les causes de mortalité soient réduites au plus bas niveau. **Cela signifie en clair que l'espèce doit être protégée et que la pêche doit être réglementée, voire interdite.**

Un plan de gestion européen de l'anguille est mis en place en 2007 et a pour objectif de permettre l'échappement de 30% des anguilles argentées que pourraient produire les habitats de croissance (continentaux, estuariens ou lagunaires), dans une situation non impactée. Après une instruction proposée par l'Allemagne, l'espèce est inscrite à la convention OSPAR en 2010. La même année, elle est inscrite à l'annexe II de la convention CITES. En 2011, la CITES décide d'interdire l'export des civelles en dehors de l'Union européenne. Pour atteindre les objectifs fixés par le plan de gestion de d'anguille européenne, il est prévu que chaque état membre fixe à l'échelle des bassins hydrographiques, des actions visant à réduire les principales causes de mortalité et de prévoir un programme de repeuplement des habitats à partir de civelles pêchées dans le sud de l'Europe (la France essentiellement).

Pour agir sur la restauration du stock, il est nécessaire d'identifier les **causes du déclin,** à l'échelle de l'aire de répartition de l'espèce, mais aussi à l'échelle locale des zones de croissance. Or, le déclin de l'anguille européenne est du à un faisceau de causes toutes d'origines anthropiques.

- ***Au niveau marin***, le réchauffement global a vraisemblablement provoqué une déviation du Gulf Stream vers le Nord augmentant les temps de transport des zones de ponte de la mer des Sargasses vers les côtes de l'Europe (Kettle *et al, in* Bonhommeau, 2008). De plus l'augmentation de la température est à l'origine d'une baisse de la production trophique provoquant une augmentation de la mortalité des larves leptocéphales (Bonhommeau *et al*., 2008).
- ***Au niveau des zones de croissances « continentales » :***
  - **la surface des habitats** a été fortement réduite par l'aménagement des estuaires et des zones humides littorales. Dans le secteur d'étude, les marais de Dol et les polders présentent un habitat intéressant pour les anguilles (Robinet, 2002), mais la qualité de l'eau et les aménagements répétés des réseaux de canaux, réduisent la capacité d'accueil pour l'espèce. **Sur la zone d'étude, un bilan des zones potentielles de croissance des anguilles en milieux endigués, dans les estuaires et baies reste à conduire** (com. pers. E. Feunteun).
  - **Les habitats de croissance** des cours d'eau sont devenus inaccessibles ou difficilement accessibles dès l'estuaire. Sur la zone d'étude, pratiquement tous les estuaires sont aménagés et réduisent voire annulent les possibilités de colonisation vers l'amont : barrage de la Roche-qui-boit sur la Sélune, barrage de la Caserne sur le Couesnon, barrages à clapet des marais de Dol, Barrage de l'Yvet sur la Rance, barrages du Pont Avet et du Bois Joli sur le Frémur de Lancieux, barrage de Plancoet puis de la Ville Hatte sur l'Arguenon, vannes à Clapet sur le Frémur de la baie de Fresnaye, etc. De nombreux barrages ont été équipés de dispositifs de franchissement pour les anguilles, cependant aucun bilan exhaustif de leur efficacité n'a été réalisé. **Il conviendrait donc de faire un**

bilan de l'ensemble des obstacles estuariens de la zone d'étude et d'y apporter un diagnostic en termes de franchissement amont, puis de mortalité à la dévalaison.

- **Mortalité à la dévalaison** : le franchissement des obstacles lors de la migration catadrome des anguilles argentées provoque des retards de migration pour les barrages destinés à l'approvisionnement en eau potable (Feunteun *et al*., 2000, Acou *et al*., 2008). **Si les barrages sont de plus en plus souvent équipés de dispositifs de franchissement vers l'amont, rares sont ceux qui permettent la dévalaison dans de bonnes conditions.** Sur la Sélune, l'effacement annoncé des barrages de Vezins et de la Roche-qui-Boit devrait définitivement permettre de résoudre ce problème. Sur la Rance, l'usine marémotrice avait été considérée comme transparente pour la migration des poissons par Le Mao (1984). Cependant, ce travail établissait ses conclusions sur la base d'une analyse des mortalités immédiates non observées par l'auteur, et du fait du fort diamètre des turbines (supérieures à 5m), leur faible vitesse de rotation et l'importante distance entre les pales. Il a ensuite été établi que les mortalités étaient souvent différées de quelques heures et qu'un passage par les turbines provoque fréquemment des lésions des organes (com. pers. Feunteun). Ainsi, la plupart des bassins versants de la zone d'étude sont fortement aménagés et la production d'anguilles argentées est compromise par les obstacles à la dévalaison.
- Les anguilles sont fortement exposées à la **mauvaise qualité de l'ea**u. En effet ces poissons ne se reproduisent qu'une seule fois dans leur vie en mer. Toute leur phase de croissance est consacrée à l'accumulation de lipides en quantité suffisante pour assurer les besoins énergétiques nécessaires à la migration entre l'Europe et les Sargasses ainsi que ceux pour assurer la maturation sexuelle. De nombreux composés organiques tels les PCB, les pesticides, les plastifiants, etc. sont lipophiles et s'accumulent dans les graisses à l'instar de certains métaux lourds comme le mercure. La contamination chimique est considérée par le groupe anguille du CIEM comme l'une des principales causes du déclin de l'anguille (Robinet *et al*, 2002). Les bassins versants de la zone d'étude sont voués à une agriculture plus ou moins intensive et la qualité des anguilles quittant les bassins versants est hétérogène. Par exemple les anguilles du Frémur sont considérées comme fortement contaminées (Acou *et al*. 2010) tandis que celles de l'Oir (affluent de la Sélune) sont certainement plus aptes à se reproduire.
- Enfin, **la pêche est considérée comme l'une des principales causes de mortalité à l'échelle européenne**. Dans la zone d'étude, la pêche professionnelle de la civelle concerne environ une dizaine de pêcheurs répartis entre le Couesnon, la Rance, l'Arguenon et le port du Légué. L'impact de la pêcherie est probablement négligeable sur ce secteur. La pêche aux anguilles en croissance est limitée aux pêcheurs amateurs aux lignes, voire aux engins dans le marais de Dol. Cependant, à notre connaissance, **il n'existe pas de bilan quantitatif à l'échelle de la zone d'étude**. Le plan de gestion européen prévoit une réduction des périodes de pêche dans les années à venir.

En ce qui concerne sa répartition, cette espèce est bien renseignée sur la partie continentale Sud du Golfe normand-breton. Les bassins versants de la zone d'étude comptent parmi les plus fortes densités d'Europe. Elles constituent donc **un stock de géniteurs important**.

En plus **des suivis et recherches soutenus qui ont été réalisés sur l'Oir et le Frémur,** *Bretagne Grands Migrateurs* a produit une synthèse qui est le résultat d'études programmées dans le cadre du volet

« poissons migrateurs » du Contrat de Projet Etat-Région (CPER) 2007-2013 afin évaluer l'état des stocks continentaux des anguilles jaunes en Bretagne (Germis, 2009).

Si les travaux réalisés sur l'Oir et le Frémur montrent des densités importantes d'anguilles, **le Couesnon et la Rance font partie des fleuves qui présentent également de fortes densités** (> 30 anguilles/100m²) relativement aux autres cours d'eau prospectés dans cette étude (Figure 85).

Au sein du bassin du Couesnon, la zone de colonisation active semble relativement importante puisqu'elle couvre quasiment la moitié du bassin versant. La structure en âge démontre par ailleurs un bon recrutement et un bon potentiel de colonisation sur la totalité du bassin, malgré des populations plus relictuelles sur la partie amont du bassin.

Par ailleurs, l'état des lieux de la population d'anguilles a été réactualisé en 2010 sur 23 stations des bassins du **Guyoult, du Biez Jean et de la Rance** en Ille-et-Vilaine par la Fédération de Pêche d'Ile-et-Vilaine (2010). Une forte proportion de jeunes sur le Guyoult et sur le Biez Jean est observée, expliquée par la petite taille de ces bassins. Sur le bassin du Biez Jean, l'aire de répartition de l'anguille est néanmoins réduite compte tenu des nombreuses discontinuités ou barrages du réseau hydrographique.

Le bassin de la Rance dont le principal affluent en Ille-et-Vilaine est le Linon, présente en revanche une population d'anguilles jeune et relativement abondante malgré des distances à la mer plus élevées (jusqu'à 60 km).

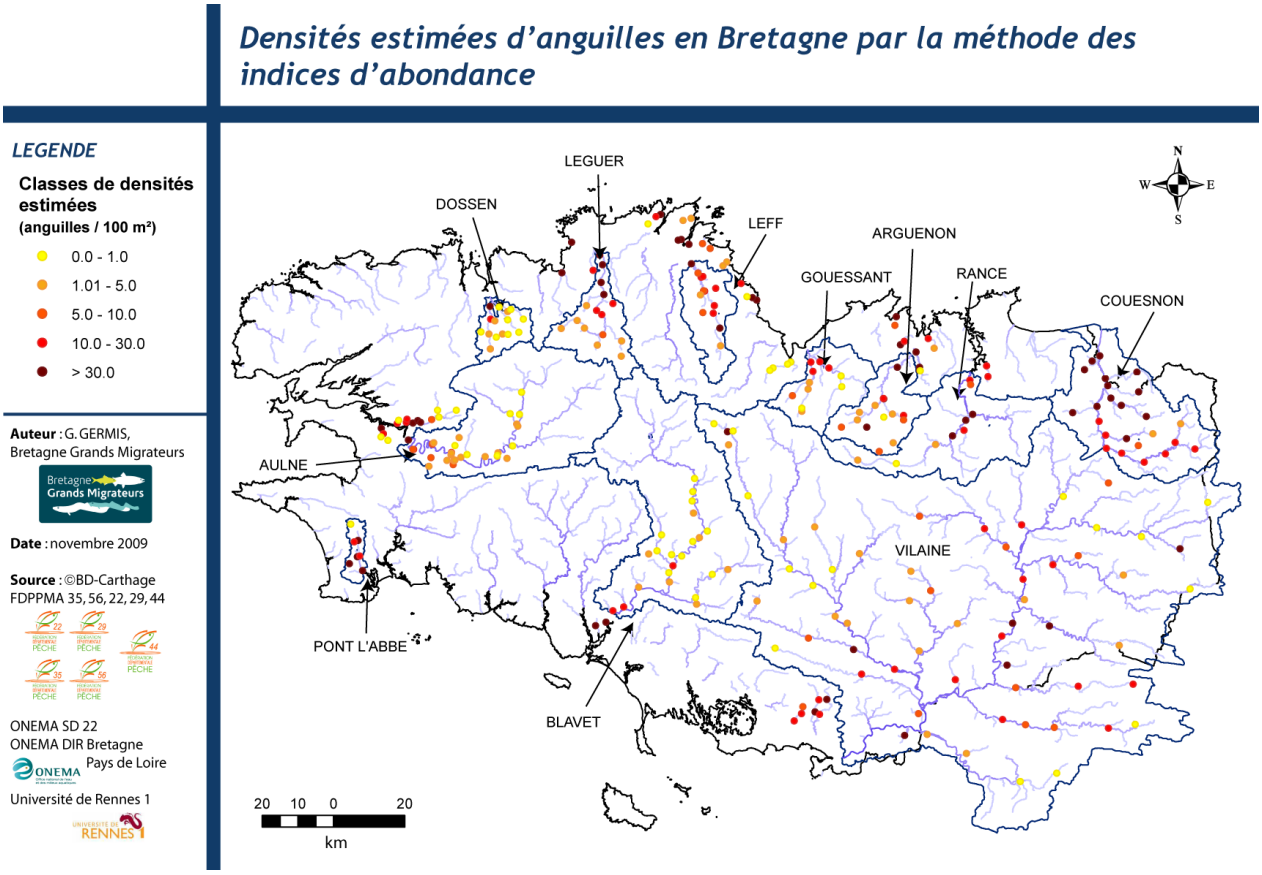


Figure 85. Indice d'abondance "anguille" en Bretagne - Bilan de 2003 à 2009 (Germis, 2009)

La Fédération de Pêche de la Manche a été contactée mais il n'existe pas d'études relatives à cette espèce à ce jour (com. pers. Goulmy) sur ce département. L'anguille est présente au moins dans le

bassin versant de la Sienne, puisque des captures d'anguilles ont été réalisées pendant les suivis sur le saumon atlantique.

Ainsi, le stock d'anguilles accueilli dans les zones estuariennes et les cours d'eau de la zone d'étude apparaît donc important relativement à d'autres habitats de l'aire de distribution de l'espèce.

Le Golfe Normand breton est donc une zone à enjeu majeur pour la préservation des zones de croissance de l'anguille.

➢ **La lamproie marine** *(Petromyzon marinus)*

La lamproie marine (Figure 86) est l'une des plus grandes espèces amphihalines diadromes (vivant alternativement en eau de mer et en eau douce) et ectoparasites en mer. A la fin de l'hiver, elle quitte les eaux côtières et remonte, la nuit, dans les rivières jusqu'à plus de 500 km de la mer. Leur croissance marine en zone côtière est rapide et dure probablement 2 ans, en parasitant diverses espèces de poissons (aloses, hareng, lieu jaune, saumon, mulet, sole, maquereaux...). Les géniteurs meurent après la reproduction. Le comportement de « homing » (retour à la rivière natale) n'apparait pas chez l'espèce (Sabatié *et al*, 2001 *in* Lasne *et al*, 2009).
La lamproie marine est considérée par l'IUCN comme vulnérable au niveau européen et quasi menacée au niveau français, mais très peu d'actions concrètes ont été encore envisagées.
Au sein du Golfe Normand Breton, cette espèce est rare autour des îles anglo-normandes (Le Mao, 2009). Sur la façade ouest du Cotentin, l'espèce est présente sur l'Ay et ses affluents avec la localisation de quelques frayères dans un mauvais état de conservation (Le Rest *et al*, 2009).
La population qui fréquente **le bassin de la Sée** est assez importante. En 2001, avec des conditions hydrauliques plutôt favorables lors de la migration vers les zones de frayères, la lamproie marine a colonisé le cours principal de la vallée de la Sée. De nombreux obstacles franchissables par le saumon à l'automne s'avèrent difficilement franchissables pour les lamproies. Ainsi, l'ensemble des zones favorables à la reproduction n'est pas colonisée chaque année. Un total de 205 frayères a été comptabilisé ce qui représente environ 500 géniteurs (Mary *et al*, 2009d).
Selon Lasne *et al* (2009), **plus d'une vingtaine de frayères ont pu être mise en évidence sur l'Oir**, **une trentaine environ sur la Sélune**. Dans les Côtes d'Armor, sa présence n'a été confirmée que sur 5 des 12 bassins versants prospectés (Léguer, Jaudy, Trieux, Leff, Arguenon) par la Fédération de Pêche. C'est relativement peu et cette situation trouve une partie d'explication, au même titre que l'anguille, dans la présence de barrages qui bloque l'espèce dans sa progression. Sur les bassins concernés, l'aire de présence est d'ailleurs bien souvent limitée à la partie basse du cours principal, notamment sur l'Arguenon (Fédération de Pêche des Côtes d'Armor, 2008).
En 2009, la Fédération de Pêche d'Ile-et-Vilaine a effectué des inventaires des frayères à lamproie marine sur **le bassin du Couesnon** (Couesnon, Minette et Loisance). En 2009, 198 frayères ont été recensées sur ce bassin, résultats comparables à ceux de 2008. Comme pour d'autres amphihalins, la discontinuité du réseau hydrographique n'est pas sans poser problème à la migration des individus.
Une lamproie marine a été capturée également sur le Guyoult, petit fleuve côtier situé à l'ouest du bassin du Couesnon.

Figure 86. Une lamproie marine photographiée dans le Morbihan (ria du Loc'h)

➢ **La lamproie de rivière** *(Lampetra fluviatilis)*

La lamproie de rivière une espèce diadrome, ectoparasite en mer. Les juvéniles argentés dévalent la rivière la nuit surtout entre mars et juin. Leur croissance marine en zone côtière, rapide, dure probablement 2,5 à 3 ans en parasitant les mêmes espèces de poissons que la lamproie marine. Le « homing » (retour à la rivière natale) n'a pas été observé. La reproduction a lieu de mars à mai sur des zones semblables à celles utilisées par la lamproie marine mais le nid, plus petit, n'est élaboré qu'avec des graviers et du sable (Figure 87). Les géniteurs meurent après la reproduction. La métamorphose a lieu également durant l'été et elle quitte la rivière dès l'hiver (Sabatié *et al*, 2001 *in* Lasne *et al*, 2009). Elle a fortement régressé, voire disparu, dans certains bassins versants. L'espèce est considérée comme vulnérable.

Figure 87. Scène de reproduction de la lamproie fluviatile

Sur la façade ouest du Cotentin, l'espèce est présente avec la localisation de quelques frayères sur l'Ay et ses affluents dans un mauvais état de conservation (Le Rest *et al*, 2009).

Plus au sud, **l'espèce est présente sur l'Oir** : environ 40-50 lamproies fluviatiles ont été vues en train de construire des nids et frayer (Lasne *et al,* 2009). Une augmentation des frayères mixtes à *L. fluviatilis*, et *L. planerii* a été observée, où certaines lamproies de Planer tentaient de s'accoupler avec des lamproies

fluviatiles. A ce titre, les lamproies de Planer et fluviatiles sont des espèces très proches et sont appelées espèces sœurs.
La lamproie de rivière colonise par ailleurs les **bassins de la Sée.**
Des données des pêches électriques réalisées sur le Couesnon et la Sélune ne permettent pas d'affirmer que les cours d'eau permanents de ces bassins soient colonisés par la lamproie de rivière (seulement un individu capturé depuis 1990 sur chaque bassin) (Mary, *et al*, 2009d).

- **Le saumon atlantique** *(Salmo salar)*

Le saumon Atlantique est un poisson migrateur amphihalin, anadrome et phylopatrique. En d'autres termes, le saumon atlantique se reproduit en eau douce ; le juvénile grossit en rivière avant de migrer en mer puis revient au stade adulte se reproduire dans sa rivière natale (« homing »). Il existe des populations de saumon bouclant leur cycle uniquement en eau douce mais elles restent peu nombreuses et très localisées dans l'aire de répartition de l'espèce (quelques lacs d'Amérique du Nord et du Nord de l'Europe). La forme anadrome est donc la forme majoritaire. Le saumon Atlantique peut se reproduire plusieurs fois au cours de son cycle de vie mais ce taux d'itéroparité varie selon le stock et le sexe, et il est très faible pour l'ensemble des populations françaises puisque ces saumons de plusieurs remontées sont très peu représentés (en moyenne 1,1%) (Baglinière & Porcher, 1994 *in* Perrier, 2010).
Les alevins deviennent des **tacons** la première année, stade qui peut durer de 1 à 8 ans, bien qu'en France, la durée est généralement d'1 à 2 ans. Lorsqu'il atteint une taille et une condition suffisante, le tacon subit dès la fin de l'hiver un ensemble de modifications morphologiques, physiologiques et comportementales, appelé la smoltification, permettant la transformation du tacon en **smolt** et le passage du milieu dulçaquicole au milieu marin.
Après un temps de séjour en mer de 1 an à 2 ou 3 ans (saumon de printemps), les individus reviennent dans leur rivière natale respectivement en été ou au printemps pour s'y reproduire.

Figure 88. Saumon Atlantique mâle lors de la reproduction (Crédit photo : Guillaume Evanno, *in* Perrier 2010).

Le saumon atlantique est considéré comme une espèce vulnérable et est inscrite sur la liste rouge des espèces menacées en France comme en Europe (Perrier, 2010).

Cette espèce fait l'objet de nombreuses études et inventaires à l'échelle du Golfe normand-breton : les travaux de l'équipe de Jean-Luc Baglinière de l'INRA de Rennes en sont un exemple. L'étude récente la plus aboutie étant la thèse de doctorat de Charles Perrier (2010) en ce qui concerne la génétique des populations. **Cette étude est en effet la première permettant d'avoir une vision globale des caractéristiques et de la structure génétique des populations de saumon en France.**

Un rapport de synthèse de la Fédération de Pêche de la Manche fournit par ailleurs des données de répartition et de densités très intéressantes en Basse Normandie.

Par ses caractéristiques géologiques et hydro-climatiques, **le massif armoricain (Bretagne et Basse Normandie) est la région de France qui comprend le plus de rivières à saumons** (Baglinière *et al*, 2005). Depuis 1985, les populations de saumon atlantique de l'Oir, affluent de la Sélune, ont été étudiées via des jeux de données de densités des tacons, et le nombre et la structure d'âge des poissons migrants (smolts et adultes). Sur l'Oir, selon Baglinière (2005), les densités de tacons et de smolts varient considérablement d'année en année. Ces fluctuations d'abondance des juvéniles semblent être liées au nombre et à la distribution des reproducteurs du cours d'eau pendant la reproduction, et à la quantité de vases en déposition sur les frayères. En effet, le taux de survie moyen des œufs jusqu'au stade smolt est beaucoup plus faible que dans les rivières moins anthropisées, et **cette faible production de smolts pendant certaines années peut engendrer un taux faible de renouvellement de la population de saumons sur cette rivière.**

La Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique de la Manche (2010) a réalisé une synthèse sur les principales rivières à saumons de Basse Normandie que sont la Sienne, la Sée, la Sélune (Figure 89 ; Figure 90). Le Couesnon, non étudié dans cette synthèse, est également une rivière à saumon qui a fait l'objet d'une étude de génétique des populations dans la thèse de Charles Perrier.

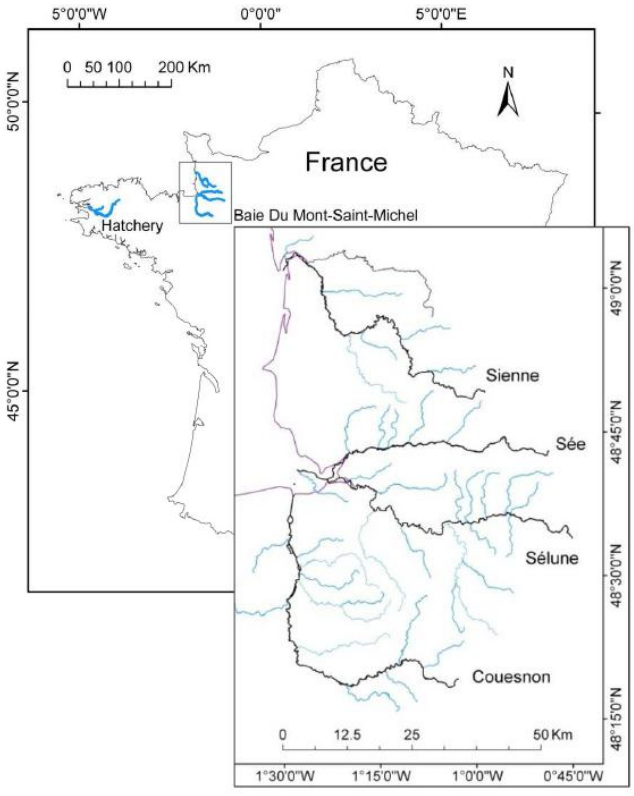


Figure 89. Localisation des rivières Couesnon, Sélune, Sée et Sienne dans la BMSM (Perrier, 2010)

Selon la Fédération de Pêche de la Manche, **le bassin versant de la Sée est le système le plus productif régionalement**. Les géniteurs ont colonisé l'ensemble des aires accessibles et ont engendré des densités

moyennes qui sont très bonnes à excellentes avec une distribution relativement homogène sur le réseau hydrographique. Il semble que la tendance veuille s'infléchir à la hausse, le résultat global restant malgré tout très en deçà des maxima déjà fournis.

Le réseau de la Sienne constitue le second bassin versant apportant la plus grande contribution régionale avec de très bons recrutements sur le bassin, toujours tiré vers le haut par le sous-bassin de **l'Airou** où les recrutements sont d'un excellent niveau. De nouveaux sous-systèmes sont à considérer, avec notamment la Bérence et la Gièze, qui s 'avèrent très propices. Sur la Soulles, considérée comme un réseau indépendant par sa confluence avec la Sienne très en aval dans le havre, la présence du saumon est mise en évidence au niveau de Coutances.

Sur la Sélune, le recrutement observé est bon, principalement du fait de la contribution de l'Oir.

Le Thar et l'Ay montrent des résultats très faibles voire nuls, et traduisent le manque de fonctionnalité du réseau hydrographique.

Enfin, sur **le Couesnon,** les indices calculés en 2010 à partir des suivis de saumon sur le bassin sont satisfaisants, relativement aux années antérieures (suivi réalisé depuis 1998). Au total, les affluents produisent néanmoins 93% des juvéniles du bassin. Le Couesnon ne contribue qu'à hauteur de 7% de la production totale du bassin, ce qui est faible proportionnellement à sa surface potentielle de production plutôt élevée. En fait, le Couesnon fait l'objet d'un programme de restauration du saumon avec notamment près de 25 000 tacons déversés sur le cours principal. Depuis 1998, la production en juvéniles de saumons a augmenté, notamment grâce à l'amélioration de la circulation sur le bassin. Cependant, depuis plusieurs années, on constate une stabilisation de la production à un niveau moyen : les conditions de milieu ont peu évolué et le Couesnon reste un bassin perturbé par des facteurs limitants importants (habitats peu diversifiés, substrat homogène et colmaté, mauvaise qualité de l'eau) (Fédération de Pêche d'Ile et Vilaine, 2010).

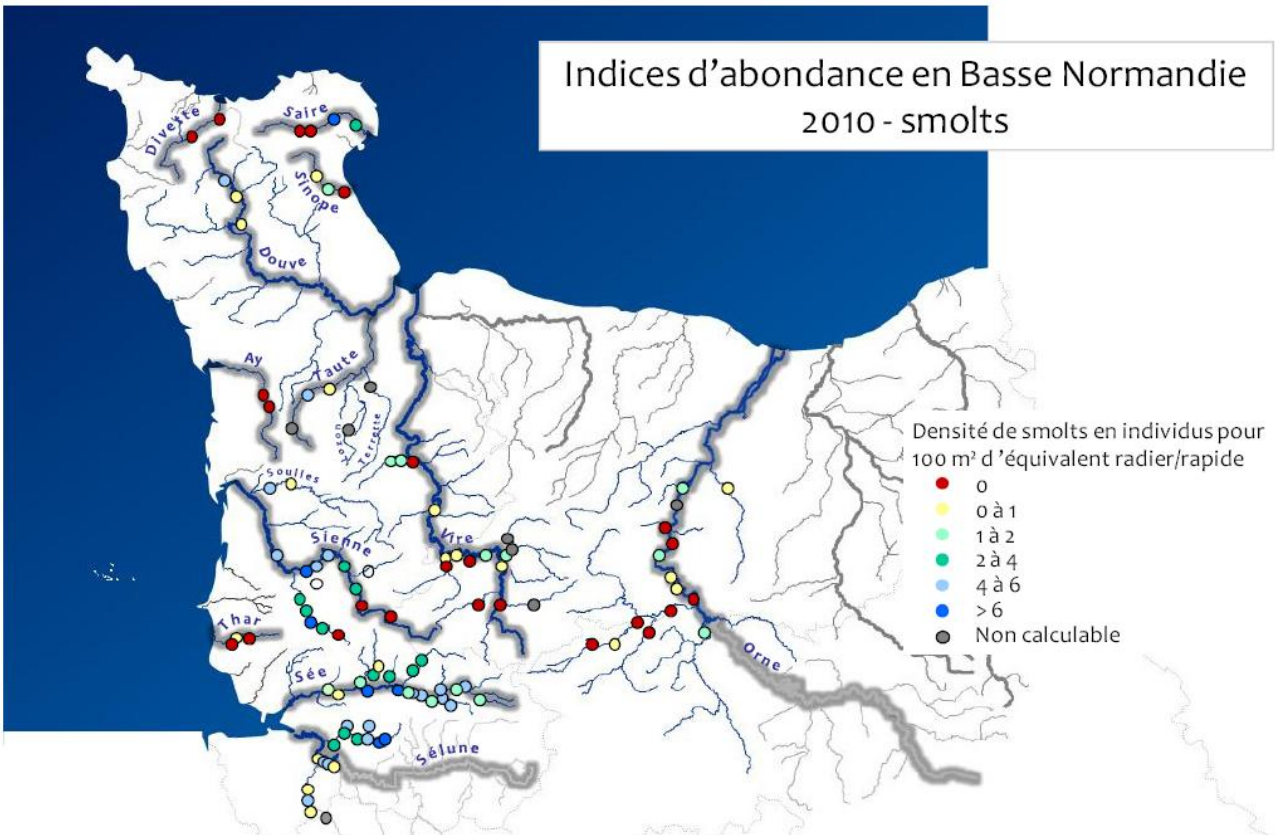


Figure 90. Densités de smolts en Basse Normandie (Fédération de Pêche de la Manche, 2010)

Selon la Fédération de pêche de la Manche, il convient d'envisager avec prudence la carte des densités (Figure 90), **car ces valeurs ne représentent que partiellement le contingent qu'on peut espérer voir rejoindre le milieu marin**. A ce titre, la **disparition d'une partie de la réserve de pêche des grands salmonidés en baie du Mont-Saint- Michel** laisse également craindre un déficit supplémentaire dans les retours pour les recrutements depuis 2009 et futurs.

Enfin, pour ce qui est de l'étude de la génétique des populations de saumon Atlantique, les populations de la BMSM sont idéales pour une telle problématique car elles sont étudiées depuis plus d'une quinzaine d'années par l'INRA, et parce que les repeuplements non-natifs effectués sont bien documentés.

Ainsi, il apparaît que les **populations de saumon Atlantique de la BMSM ont fait partie des populations les plus intensément alevinées en France pendant les 20 dernières années, et la baie reste l'unique zone où l'alevinage est encore effectué en utilisant des poissons non autochtones de la région.**

Au sein de la Baie, peu de différences génétiques sont observées entre les populations : les travaux de Perrier (2010) permettent d'aboutir à une différenciation des principaux groupes génétiques de saumon Atlantique en France (Figure 91).

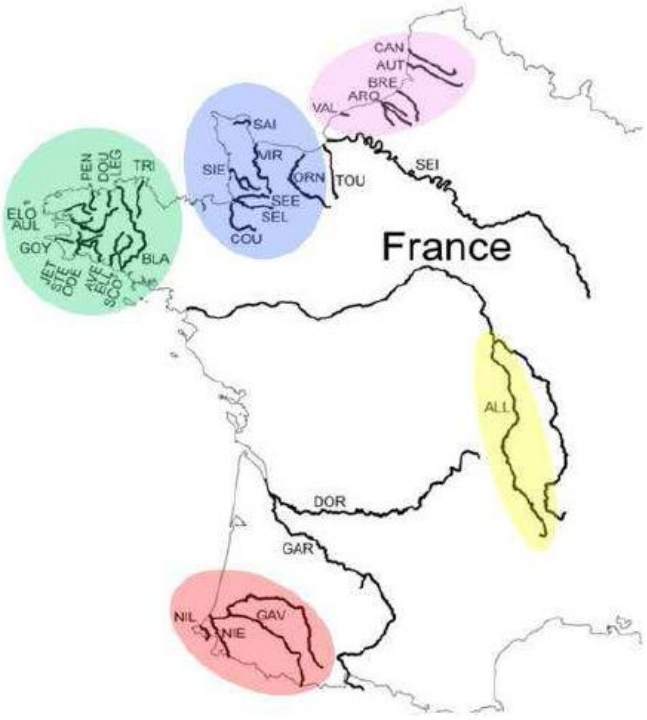


Figure 91. Principaux groupes génétiques parmi les populations françaises de saumon Atlantique (Perrier, 2010).

Ces considérations impliquent que la Sienne, la Sée, la Sélune et le Couesnon devraient être gérées de manière indépendante au regard d'autres groupes génétiques afin de maintenir une adaptation et diversité génétique spécifique locales.

5.4.1.2 Les autres poissons

- **Le requin pélerin** *(Cetorhinus maximus)*

L'APECS organise un programme fondé sur la participation des usagers de la mer qui sont invités à signaler les observations de requin pèlerin en mer. Afin que les données collectées soient standardisées, une fiche d'observation a été élaborée et mise à disposition. Selon l'APECS, un certains nombre de biais inhérents à la méthode doivent être pris en compte lors de l'analyse des données (nombre d'observateurs en mer et période de l'année influençant l'effort d'échantillonnage aléatoire…, etc). Néanmoins, nous considérons ces tendances pertinentes.

Pour le Golfe Normand Breton, les données brutes et une représentation cartographique nous ont été transmises par l'APECS et permettent de figurer les densités d'observations en mer au sein du Golfe sur la période 1997-2010 (Figure 92).

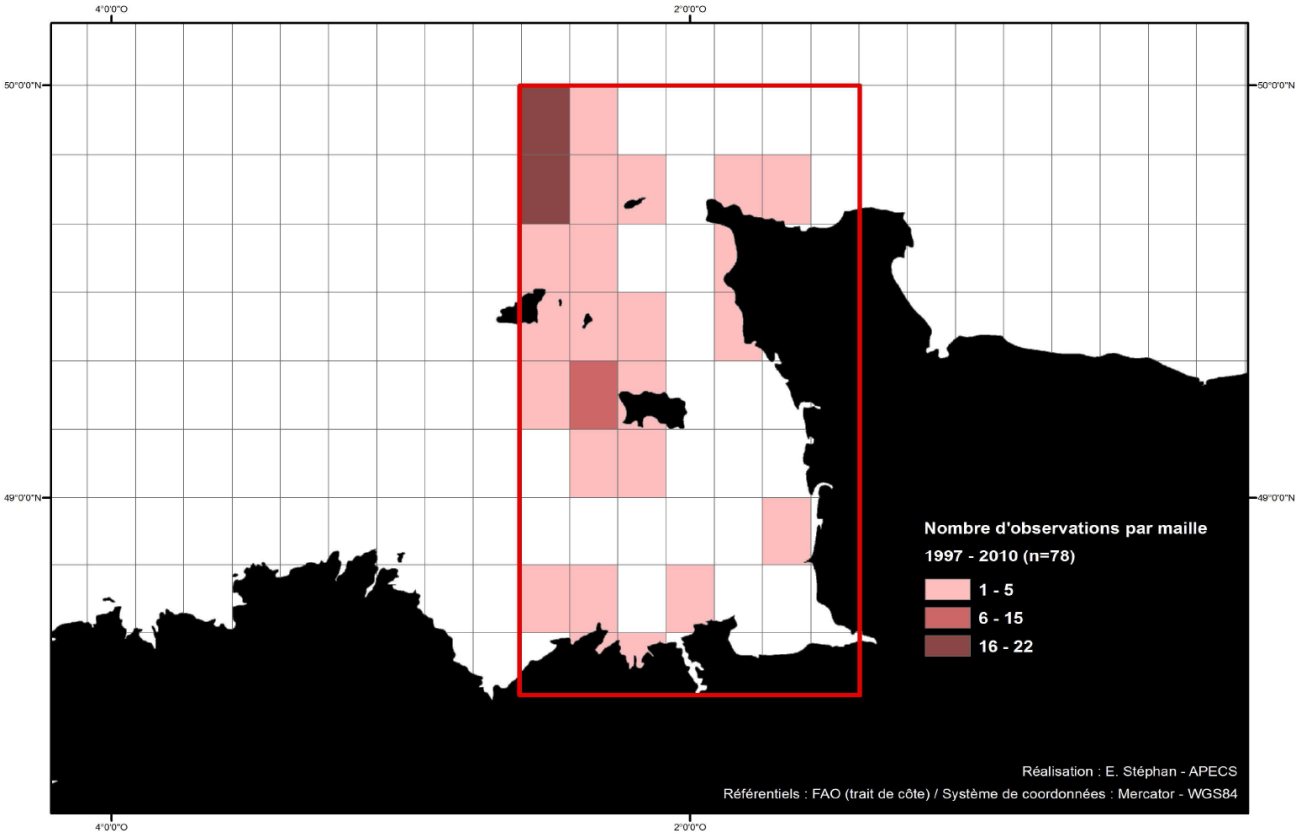


Figure 92. Nombre d'observations du requin pèlerin dans le Golfe Normand Breton entre 1997 et 2010 (APECS, 2010a).

L'espèce fréquente les eaux du Sud du Golfe aux alentours du Cap d'Erquy et du Cap Fréhel. Les îles anglo-normandes sont également fréquentées par l'espèce. La pointe du Cotentin montre par ailleurs des présences régulières.

➢ **Requin taupe** *(Lamna nasus)*

Le requin taupe est une espèce de grande taille, jusqu'à 3,5m pour un poids de 240 kg. C'est une espèce relativement longévive (jusqu'à 30 ans). Il est épipélagique et se nourrit essentiellement de poissons comme le maquereau, le hareng, les sardines, le cabillaud…La première reproduction a lieu pour une taille de 175 cm. Il s'agit de l'un des requins ovovivipares (éclosion dans les voies génitales). Les jeunes s'alimentent par oophagie (consomment les œufs frères) une fois la vésicule vitelline résorbée. Un à 5 jeunes sont mis bas.

L'analyse des pêcheries françaises indique que le requin taupe se pêchait en mai-juin dans les parages des îles anglo- normandes (Ifremer, 2001). En effet, selon Le Mao (2009), dans les années 1960, une pêche à la palangre flottante est pratiquée sur cette espèce à partir du port de Granville dans la zone des îles anglo-normandes de l'archipel de Chausey. Le rendement moyen de cette pêche est alors de 5 poissons pour 100 hameçons soit environ 300 kg par bateau et par jour de pêche, et les débarquements à Granville peuvent atteindre une tonne par jour.

Plus récemment, des individus sont fréquemment pêchés dans les îles anglo-normandes, notamment proche de Guernesey, où plusieurs femelles contenant des embryons ont été capturées en 1999, 2000, 2003, 2005, et 2008. **Les eaux de Guernesey constituent un secteur important dans le cycle de reproduction de l'espèce :** les informations mentionnées ne permettent pas de certifier qu'il s'agit d'un secteur où se déroulent les mises bas, ou s'il s'agit d'une zone de concentration de femelles gravides qui vont ensuite mettre les jeunes au monde ailleurs (Le Mao, 2009 ; com. pers. E. Stephan).
Sur la côte Atlantique, les pêcheries de l'Ile d'Yeu au requin taupe ont fait l'objet d'une étude par l'APECS en 2008 et 2009. L'espèce est désormais interdite à la pêche depuis 2010 au niveau européen et les débarquements par captures accidentelles sont interdits (remise à l'eau).

Figure 93. Le requin taupe (en ligne : www.elasmodiver.com)

➢ **Hippocampe à long bec** *(Hippocampus guttulatus)*

Les données sur cette espèce sont très limitées : il ne nous a pas été possible de rassembler de la littérature sur cette espèce. Selon Le Mao (2009), un seul individu dans les herbiers à *Zostera marina* de Logodec/Bréhat a été relevé en juillet 1987. Cette espèce est plus rare que l'hippocampe à museau court dans le Golfe.

Figure 94. L'hippocampe à long bec photographié en Rade de Brest

➢ **Hippocampe à museau court** *(Hippocampus hippocampus)*

Les seules données actuellement disponibles sur cette espèce dans le Golfe proviennent de la synthèse de Le Mao en 2009.

Historiquement, cet hippocampe est identifié assez fréquemment dans le Golfe dans la première moitié du XX^{ème} siècle. Un individu a été récolté en 1962 au nord-ouest du Cap Fréhel sur des fonds de sable grossier coquillier par Holme. Retière en 1979 met en évidence cet hippocampe sur des fonds de sables fins envasés à *Melinna palmata* en Rance maritime.

L'espèce est capturée dans les années 1980 à plusieurs reprises le long de la côte d'Emeraude de la Baie du Mont Michel, en passant par la Rance, Dinard, Saint Lunaire. Des individus ont été identifiés en plongée à la pointe de la Garde proche de Saint Cast le Guildo dans les années 80 également (com.pers. Y. Hourdin).

Plus au large, l'espèce est identifiée à Jersey et à Guernesey entre 1995 et 2001. Sur les îles anglo-normandes, un suivi régulier des hippocampes est réalisé. Les travaux de l'association *British Seahorse Survey* (2007) mettent en évidence au minimum 72 observations sur les îles. Selon cette étude, les hippocampes semblent gagner les profondeurs pendant la période hivernale et rejoindre les faibles profondeurs pour se reproduire à partir du mois d'avril.

Plus récemment enfin, et dans la partie française, de très nombreux individus ont été dragués sur les concessions à huîtres plates de la baie de Cancale en septembre 2007. L'espèce est également observée en grand nombre dans des tésures près du banc des hermelles de Sainte-Anne/Baie du Mont-Saint-Michel en mars 2009 (N. Desroy, com. pers. *in* Le Mao, 2009). Par ailleurs, dans le début des années 2000, quelques individus ont été observés devant Saint-Cast-le-Guildo en dérive (site *La Catis*), et dans les herbiers de la baie de la Fresnaie (com.pers. Y. Hourdin).

L'association Peau Bleue nous a fait parvenir les données d'observation sur la Manche et la Bretagne mais aucune observation ne permet de préciser les localisations de l'espèce dans le Golfe (absence de données).

L'espèce était régulière dans les années 1970-1980 et semble plus rare de nos jours, mais toujours présente dans le Golfe Normand Breton.

Figure 95. Un hippocampe à museau court photographié dans le Trieux

Figure 96. Un autre individu photographié en 2006 en Baie de Saint Brieuc (Crédit photo : Ecosub)

➢ **Raie bouclée** *(Raja clavata)*

Dans Le Mao (2009), cette espèce est très peu abondante dans les eaux de Jersey et de Guernesey.

Pour ce qui est des données ponctuelles historiques, la raie bouclée est présente dans 46 % des 113 traits de chalut du *Roselys II* réalisés de mai à décembre 1978 en baie du Mont-Saint-Michel. Des juvéniles sont capturés dans en 1985 proche de Dinard et Saint Lunaire. Plus récemment en 2005, un specimen a été signalé près de l'épave du Fetlar au nord de Cézembre. Trois jeunes individus sont récoltés au nord-est du banc des hermelles de la BMSM. Il est par ailleurs difficile d'illustrer l'espèce par des photographies *in situ* (Figure 97).

Par ailleurs, l'APECS est l'initiateur du programme *Capoera*, programme de sciences participatives visant à recenser les capsules vides d'oeufs de raies échouées sur les plages, indices de présence de ces espèces près des côtes. Le public est invité à collecter ces capsules de façon opportuniste au cours de promenades sur la plage. Ce programme met en évidence plus d'une centaine de capsules échouées récoltées entre 2007 et 2010, essentiellement dans la BMSM, et sur la côte d'Emeraude. Ces capsules échouées constituent des indices de présence permettant de dire que l'espèce est présente dans le secteur mais que les cartes d'échouages doivent être interprétées avec prudence en raison du phénomène de dérive des capsules avant l'échouage. Pour information, la répartition des observations de capsules de la raie bouclée est présentée en Annexe 10, ainsi que celles de la raie douce, raie lisse et raie brunette.

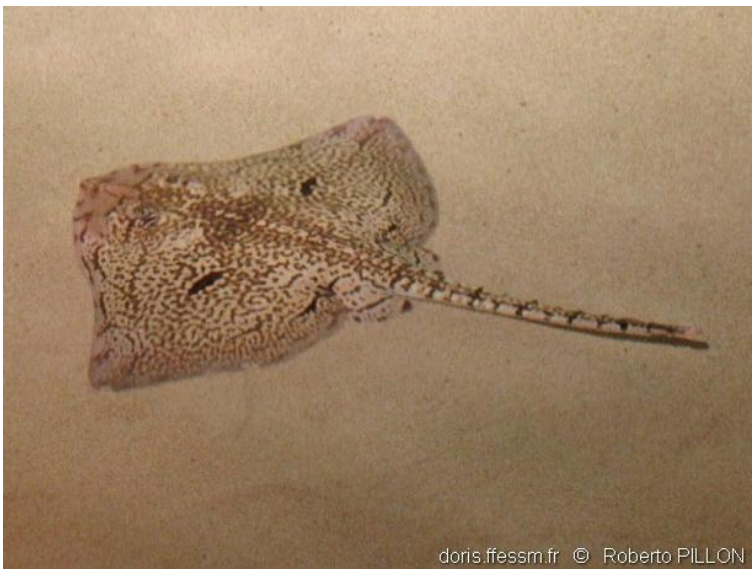


Figure 97. Un individu de raie bouclée photographié en aquarium

➢ **Raie douce** *(Raja montagui)*

Seules des données historiques sont accessibles à ce jour. Selon Le Mao (2009), la raie douce est capturée en BMSM en 1978. Elle est capturée dans les pêcheries de Jullouville en 1983, et plusieurs juvéniles sont identifiés lors de pêches proches de Saint Lunaire. Au même titre que la raie bouclée, la raie douce fait partie du programme *Capoera* de l'APECS et les capsules collectées sont assez uniformément réparties sur tout le littoral des Côtes d'Armor, de l'île et Vilaine et de la Manche (Annexe 10). Il est donc raisonnable d'affirmer que l'espèce est présente dans le Golfe, sans pour autant être certains des zones fréquentées.

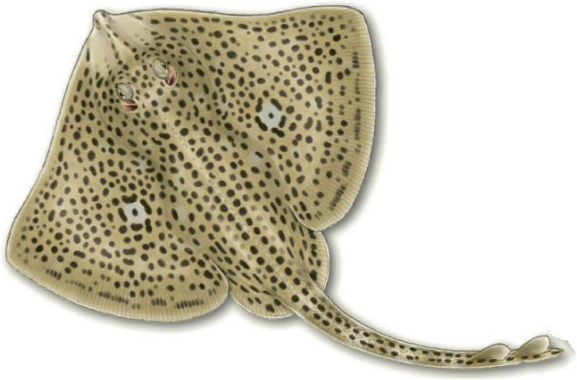


Figure 98. Illustration de *Raja montagui* (en ligne : *www.sharktrust.org)*

COMPLEMENTS

En plus des espèces précitées, nous ajouterons le cas particulier du bar *(Dicentrarchus labrax)* : cette espèce ne fait pas partie des listes officielles (OSPAR ou DHFF) mais il existe une zone d'importance fonctionnelle pour l'espèce faisant l'objet d'une réglementation. En effet, au niveau du cap Fréhel où existe une **zone de frayère pour l'espèce,** l'arrêté n°116/2005 interdit **toute forme de pêche**, tant professionnelle que de loisir chaque année du 1er mars au 31 mai, dans le secteur délimité à la *Figure* 99 (Préfecture de la Région Bretagne, 2005).

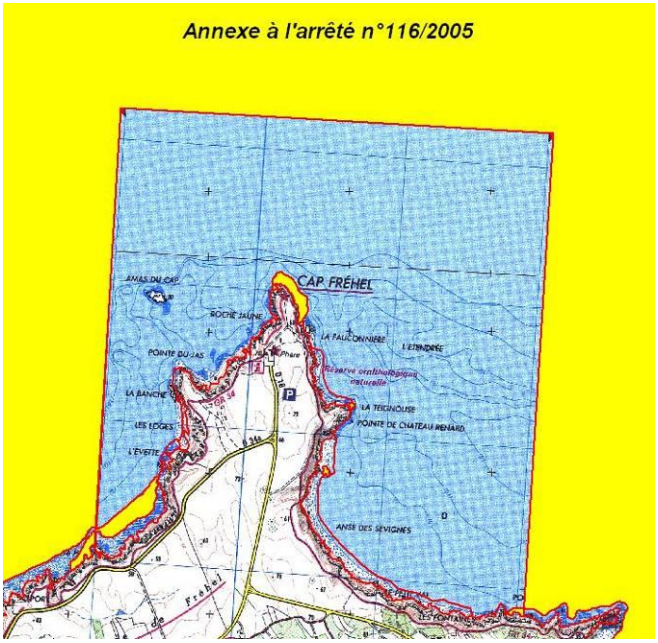


Figure 99. Zone d'interdiction à la pêche au bar sur le secteur du cap Fréhel.

Enfin, comme cela est mentionné en début de paragraphe, des doutes persistent quant à la présence actuelle avérée dans le Golfe de 5 espèces listées dans l'Annexe 9.

Ces cinq espèces désignées ci-après sont par ailleurs identifiées dans l'inventaire des poissons de Roscoff de Le Gall en 1955.

- **Le pocheteau gris** *(Dipturus batis)*

Aucune donnée contemporaine n'a pu être récoltée à ce jour. Selon Le Mao (2009), l'espèce est commune dans les îles anglo-normandes dans les années 1960. Le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) faisait savoir en 2008 que les stocks de la mer Celtique et de la mer du Nord, de la Manche et du Skagerrak (détroit entre Norvège, Suède et Danemark) étaient épuisés (en ligne, *Futura sciences*, 2009).

Les bases de données du SIH de l'Ifremer pourraient peut être apporter des précisions quant à la présence de l'espèce dans le Golfe Normand Breton.

Figure 100. Illustration du pocheteau gris (en ligne : *www.sharktrust.org*)

➢ **Raie blanche** *(Rostroraja alba)*

A ce jour, aucune donnée n'a pu être identifiée pour cette espèce, devenue de plus en plus rare (com.pers. S. Iglesias). Les travaux de Le Mao (2009) mentionnent que l'espèce a presque disparu de nos régions entre 1965 et 1980. Il y a donc de très faibles probabilités pour que l'espèce soit présente dans le Golfe Normand Breton.

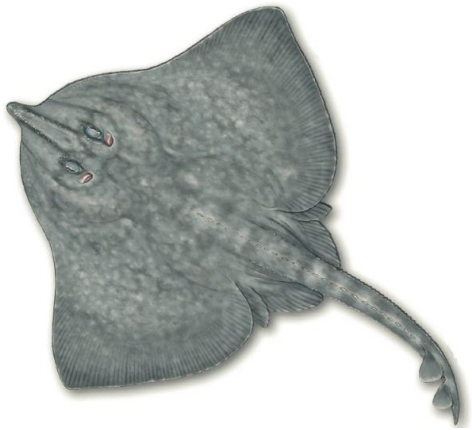


Figure 101. Illustration de la raie blanche (en ligne : *www.sharktrust.org*)

➢ **Aiguillat commun** *(Squalus acanthias)*

Les données historiques mentionnent une capture dans les pêcheries fixes de la BMSM en 1924, et des captures importantes à la palangre autour de Jersey dans les années 1960 (Le Mao, 2009). En Manche orientale, les données de campagnes du projet *CHARM II* ne sont pas suffisantes pour une cartographie par interpolation, la capture la plus proche du Golfe sur les côtes françaises ayant été réalisée au nord de Dieppe (Carpentier *et al*, 2009).

Les seules données complémentaires dont nous disposons sont celles des flux déclaratifs du Système d'Information Halieutiques (SIH) de l'Ifremer. Dans le rectangle statistique 27 E7 (Figure 102), les flux déclaratifs - c'est-à-dire les déclarations de captures et d'effort des pêcheurs professionnels, dans les journaux de bord (navires de 10 mètres et plus) ou les fiches de pêche (navires de moins de 10 mètres) - font mention de l'aiguillat. Ainsi en 2008, il apparaît que l'aiguillat commun est pêché à hauteur de 26 tonnes, soit 1% du tonnage total exploité au sein de ce rectangle (Ifremer, 2010). L'espèce côtoie donc bien les eaux du Golfe, mais dans sa partie britannique plus probablement.

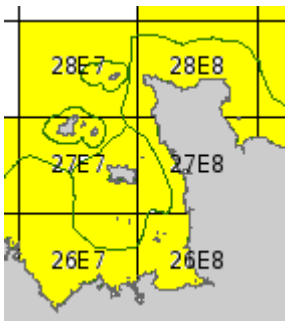


Figure 102. Compartimentation du Golfe par rectangles statistiques.

➢ **Ange de mer** *(Squatina squatina)*

Seules quelques données historiques mentionnent l'espèce aux Minquiers en 1954. L'ange de mer côtoie aussi les îles anglo-normandes dans les années 1950. Aucune autre donnée n'a pu être identifiée à ce jour.

➢ **Cabillaud** *(Gadus morhua)*

Selon Le Mao (2009), le cabillaud est présent dans les années 1960 en baie de Lancieux, et en baie de Saint Brieuc. L'espèce est capturée en baie du Mont-Saint-Michel lors des campagnes de chalutage du *Roselys II* en 1978 et 1979. Dans les années 2000, des tonnages importants sont débarqués dans les ports de Guernesey et Jersey notamment, sans certitude quant aux lieux de captures.
Le projet INTERREG (CHARM II) met en avant que pour les individus de plus de un an, les zones de fortes abondances pluriannuelles en juillet se situent au sud du détroit du Pas-de-Calais et à l'est de la presqu'île du Cotentin. Aucune donnée de capture ne vient confirmer la présence du cabillaud dans le Golfe bien que les modèles d'habitat potentiel et préférentiel prédisent des zones adéquates étendues à savoir au centre de la Manche orientale, à l'est de la presqu'île du Cotentin, voire sur l'ensemble de la Manche pour le modèle potentiel qui est le modèle le plus optimiste. L'habitat préférentiel pour ce modèle identifie des conditions assez simples (eaux relativement profondes, avec des courants de marées faibles à moyens).
Mais le niveau actuellement très bas de la biomasse de ce stock, dû à la sur-exploitation par pêche et à de mauvais recrutements, peut expliquer que cette espèce n'est peut-être pas en mesure d'utiliser pleinement tous les habitats qui lui sont favorables en Manche Orientale, se concentrant ainsi uniquement dans le détroit du Pas-de-Calais (Carpentier *et al*, 2009). Il est donc réaliste de penser que l'espèce ne côtoie plus le Golfe Normand-Breton.

Enfin, absent du Golfe de nos jours, l'esturgeon (*Acipenser sturio*) a été signalé historiquement dans le Golfe de manière anecdotique. En effet, trois individus ont été collectés depuis la seconde guerre mondiale, proche de Guernesey en 1986, dans la Baie de Saint Brieuc en 1987, et un specimen marqué en Gironde a été capturé et relâché près des Minquiers en 2004.

La suite de cette synthèse est consacrée aux mammifères marins.

5.4.1.3 Les mammifères marins

La quasi-totalité des informations de cette section provient des travaux et synthèses du GECC, qui comprennent notamment les données d'observations collectées via le réseau d'*Observateurs de mammifères marins en mer de la Manche* et l'association *Al Lark*. Les travaux de Vincent *et al* (2008) sur le suivi télémétrique des phoques veau-marin en BMSM, et l'étude de Louis (2009) sur le grand dauphin viennent en complément de ces travaux.
Des données fournies par la DREAL Basse Normandie synthétisent les données d'observation de cétacés à l'échelle du GNB mais la comparaison avec les cartes réalisées par le GECC (2010) pour chacune des espèces montrent que ces données ne semblent pas complètes (Annexe 11).

Afin d'éviter les redondances avec les travaux du GECC de 2010, il a été choisi de présenter ces espèces de manière synthétique sous la forme d'un tableau (Tableau 14). Succède à ce tableau pour chacune des espèces, une carte de répartition et des photographies illustrant au mieux l'espèce dans le Golfe, lesquelles illustrations proviennent également du GECC.

Par ailleurs, il est à noter que les fréquences d'observation mentionnées dans le tableau suivant sont à prendre avec précaution compte tenu du nombre largement supérieur d'observateurs en mer pendant la période estivale.

Espèces d'intérêt communautaire	Observations / Localisation	Fréquentation	Importance des effectifs rencontrés
Dauphin commun (*Delphinus delphis*)	Une soixantaine d'observations de cette espèce ont été recensées par le GECC dans le Golfe entre 1983 et 2009. En 2010, elle a été observée 8 fois au sein de la zone d'étude, entre Guernesey et la côte ouest du Cotentin. Observations globalement assez **homogènes** à l'échelle du golfe (Figure 103), avec une concentration à l'ouest des îles anglo-normandes	**Espèce de passage.** Eté principalement, au vu des observations.	**Entre 1 et 35 individus**. Taille du groupe plus importante avec l'éloignement de la côte.
Dauphin de Risso *(Grampus griseus)*	Depuis 1983, environ 25 observations ont été recensées par le GECC dans le GNB. Deux zones principales où cette espèce est observée : **l'est de Guernesey, et l'ouest de la baie du Mont Saint-Michel, au niveau de la pointe du Grouin** (Figure 105). 6 individus ont été piégés en juin 2008 en Rance par l'usine marémotrice (Le Borgne, 2010). En 2010, cette espèce a été observée 4 fois, proche de Saint-Malo et en baie de Saint-Brieuc. Le dauphin de Risso n'a jamais été observé dans le nord et l'est de la pointe Cotentin.	**Espèce de passage.** Entre juin et septembre	En groupe, **jusqu'à 10 individus**
Grand dauphin *(Tursiops truncatus)*	Préférence pour les eaux côtières dans les 0-20m de profondeur. **Très abondant sur la côte ouest du département de la Manche** (Figure 107). En 2010, des photographies de grands dauphins devant Etables-sur-Mer, au nord-ouest de Saint Brieuc ont montré que les animaux identifiables sur ces clichés sont régulièrement vus en Baie du Mont Saint-Michel.	**Espèce sédentaire**. Tout au long de l'année. Fréquentation de la BMSM du mois de juin à septembre.	Population de la Baie du Mont Saint-Michel aux Minquiers estimée à **238 individus** (Louis, 2009). Environ **600 individus côtoient toute la zone.**
Globicéphale noir ou commun *(Globicephala melas)*	Depuis 1983, environ 25 observations ont été recensées par le GECC dans le Golfe. **Fréquente peu les eaux côtières, sauf autour des îles anglo-normandes, et en BMSM** (Figure 109) où la population est retrouvée au niveau des Pertuis Charentais chaque année au mois de juin. En 2010, cette espèce a été observée 2 fois dans la zone d'étude, proche de Saint-Malo et de Paimpol.	**Espèce de passage**. Concentrée sur les mois de juillet à octobre.	Groupe **entre 1 et 30 individus**
Marsouin commun *(Phocoena phocoena)*	Depuis 1983, environ 15 observations ont été recensées par le GECC dans le GNB, essentiellement **autour des iles anglo-normandes, et nord du département de la Manche** (Figure 111). En 2010 cette espèce a été observée une douzaine de fois, essentiellement au niveau de la pointe Ouest-Cotentin et des iles anglo-normandes. Entre les mois de février et de mars 2009, le GECC a fait six observations dans la partie nord ouest du Cotentin. Or, à la même époque, de nombreuses observations ont été faites également sur toute la côte du Calvados. Cela tend à confirmer les constatations de nombreux scientifiques, d'après lesquelles, ces dernières années, cette espèce serait en train de se réapproprier cette partie de la Manche.	**Espèce de passage.** Pas de tendance dégagée.	Groupes **entre 1 et 10 individus**
Phoque gris (*Halichoerus grypus*)	Entre 1983 et 2009, plus d'une centaine d'observations ont été recensées par le GECC dans le GNB (Figure 113). Ces observations se concentrent sur trois sites clairement définis. Le premier se situe dans la **partie Est de l'archipel des Minquiers**, le second sur **l'archipel des Ecrehous**, le troisième le long des côtes, **entre Barneville-Carteret et le Cap de Flamanville**. L'espèce est présente autour du Cap de la Hague et également en **Baie du Mont Saint-Michel**. En 2010, Le GECC recense 14 observations dans l'Ouest-Cotentin (dont une première au niveau du phare des Casquets à l'ouest d'Aurigny), dans la baie de la Fresnaie, et jusqu'à Paimpol.	**2 populations sédentaires** sur les archipels des Minquiers et des Ecrehous. **La reproduction sur les Ecrehous demeure sans succès** (nombreux juvéniles retrouvés morts). Entre avril et août sur la côte entre Barneville-Carteret et le Cap de Flamanville. Entre avril et octobre en Baie du Mont Saint-Michel.	**11 individus en BMSM** **13 individus sur les Ecrehous, et population en déclin**. Pas d'estimations sur les Minquiers.
Phoque Veau-marin (*Phoca vitulina*)	Le phoque veau-marin est présent de **manière éparse sur la côte.** Entre 1983 et 2009, plus d'une quinzaine d'observations ont été recensées par le GECC dans le Golfe (Figure 115). En 2010, les phoques veaux-marin sont observés aussi sur les côtes rocheuses de l'Ille-et-Vilaine et des côtes d'Armor, alors qu'ils affectionnent préférentiellement les plages sableuses (14 observations sur l'année au total, localisées à Barneville-Carteret, Saint-Malo, baie de la Fresnaie et jusqu'à Paimpol).Un individu est en Rance. Trois individus sont également identifiés dans la baie de l'Arguenon. Enfin, il existe une **population sédentaire importante en Baie du Mont Saint-Michel** (Figure 117).	**Espèce sédentaire.** Toute l'année. **La baie du Mont est une des 3 zones de reproduction de l'espèce en France**. La période de reproduction a lieu d'avril à juillet et la mue en août et septembre ; la mise bas a lieu sur des bancs de sable découverts à marée basse (Vincent *et al*, 2008).	**Individus vus seuls**. Population sédentaire de la Baie du Mont Saint-Michel estimée à **40 individus** (Vincent *et al*, 2008).
Espèces Rares : **Petit rorqual** *(Balaenoptera acutotostrata)* **Rorqual commun** *(Balaenoptera physalus)* **Baleine à bosse** *(Megaptera novaeangliae)* **Lagénorhynque à bec blanc** *(Lagenorhynchus albirostris)*	Le Golfe ne constitue pas pour ces espèces une zone d'importance fonctionnelle majeure (reproduction, croissance, etc…) : il s'agit d'espèces **rares, de passage**. Les lieux d'observations de ces espèces sont visibles à la Figure 118. Entre 1983 et 2009, 2 observations de petit rorqual ont été faites dans le Golfe : au nord-est de l'ile d'Aurigny, et au sud-ouest de Guernesey. En 2010, cette espèce a aussi été observée deux fois dans la zone d'étude, près de l'ile de Sark (GECC, 2011). Le rorqual commun est considéré comme exceptionnel en Manche. Deux observations de cette espèce ont été faites entre 1983 et 2009 : une au nord de l'île d'Aurigny, et une autre entre Jersey et Guernesey La baleine à bosse a été signalée à deux reprises en 1983 et 2009 au nord ouest de l'île d'Aurigny et à la pointe nord ouest du Cotentin mais il s'agit d'une espèce de passage, rarissime à l'entour du Golfe. Un individu mort a été ramené à Omonville La Rogue (Figure 119). Depuis 1983, une seule observation de Lagénorhynque à flancs blancs a été recensée par le GECC dans le GNB, à l'est de Chausey. NB : Dans Godet (2008), il est fait mention que **l'Orque** (ou épaulard) *Orcinus orca* aurait été observé sur Chausey (Annexe 8) : ceci est à confirmer.		

Tableau 14. Synthèse des données existantes sur les mammifères marins du Golfe Normand Breton (GECC, 2010)

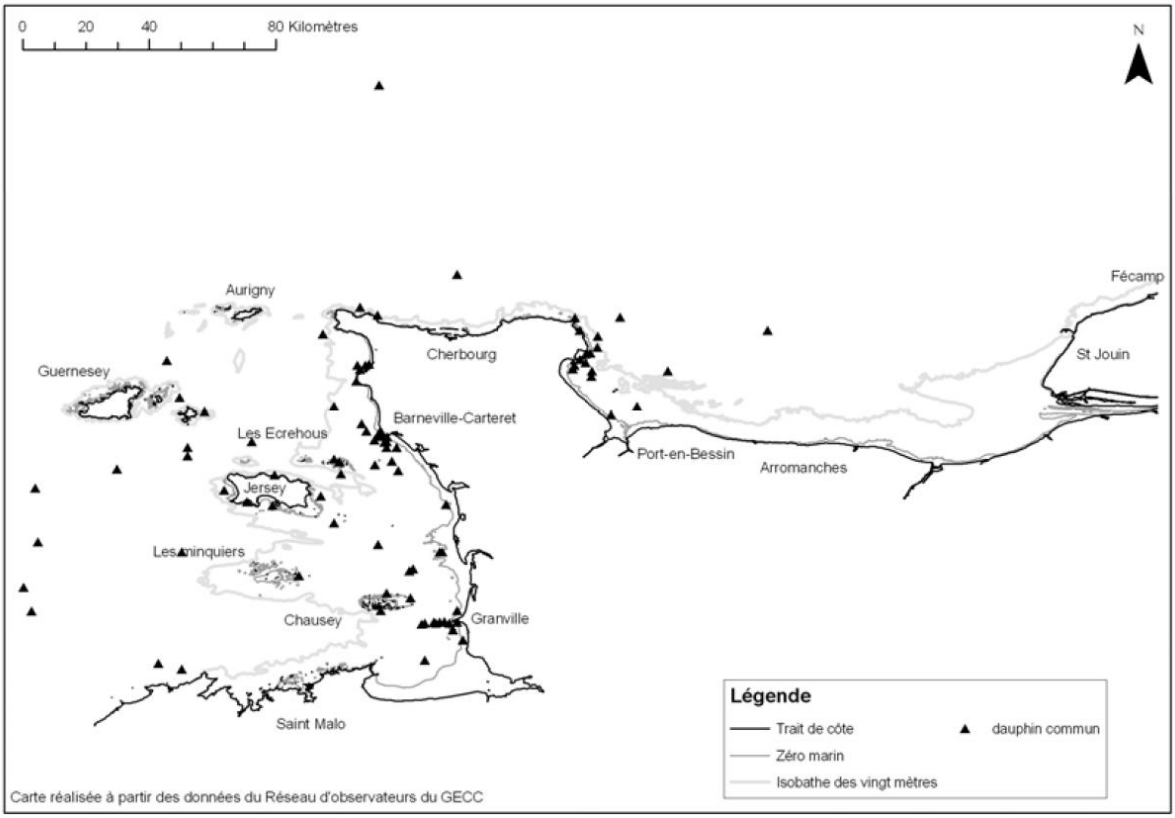


Figure 103. Localisation des observations de dauphin commun entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010).

Figure 104. Un dauphin commun photographié en dehors du Golfe (détroit de Gibraltar). (Crédit photo : GECC/CIRCE)

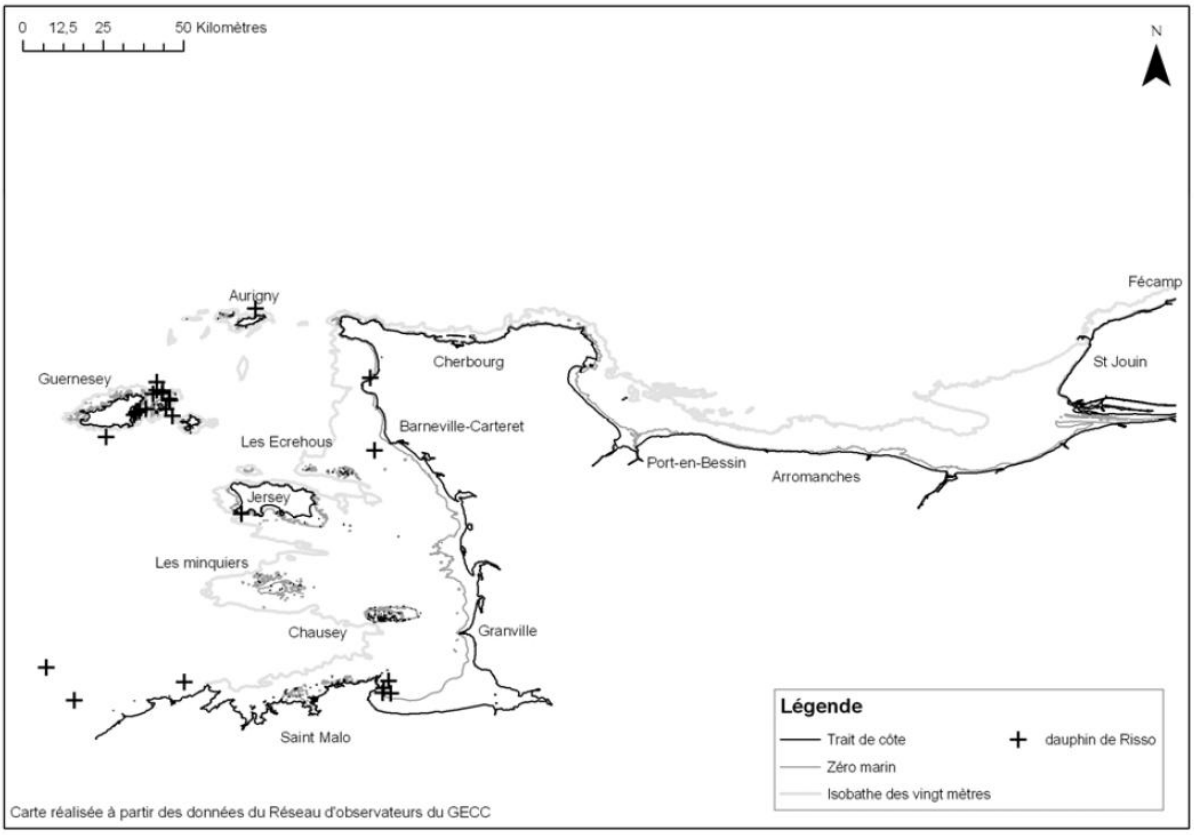


Figure 105. Observations de dauphins de Risso entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010).

Figure 106. Un dauphin de Risso ; les îles Chausey en arrière plan (Crédit photo : François Gally, GECC)

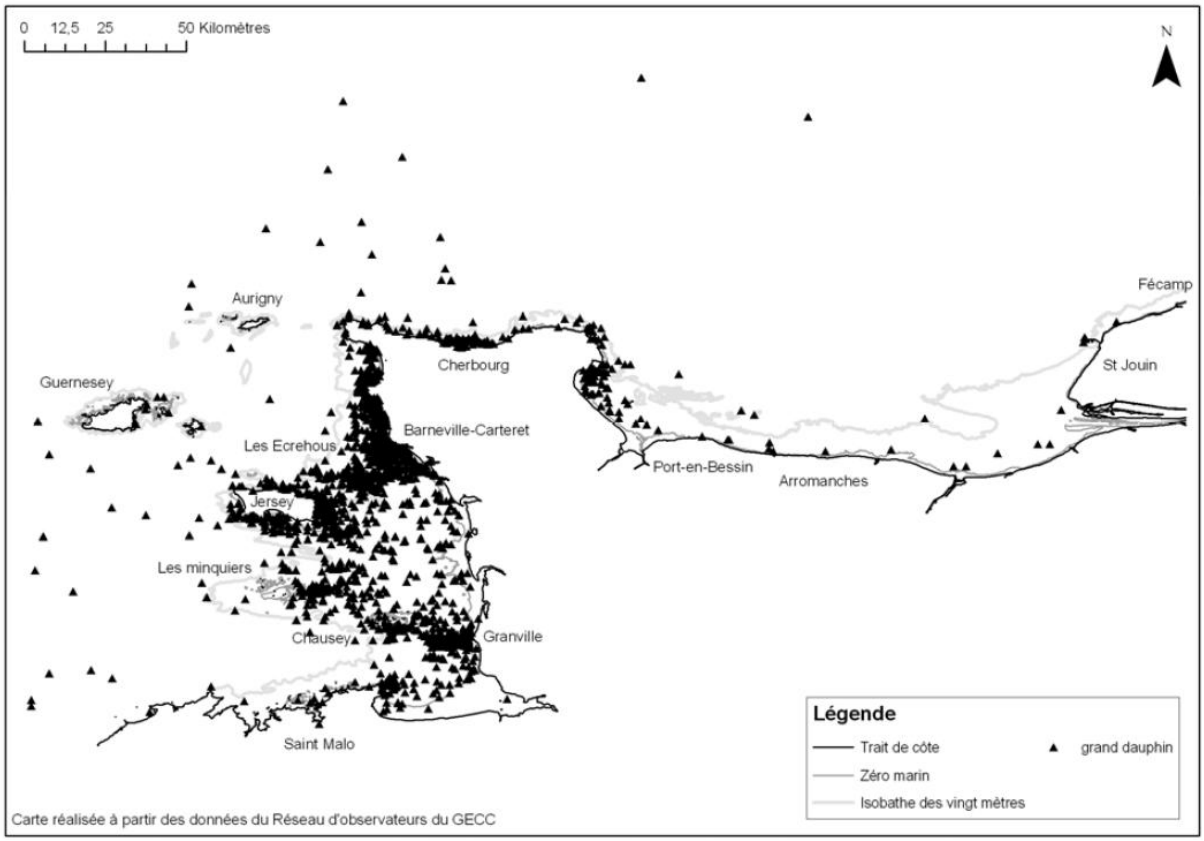


Figure 107. Localisation des observations de grand dauphin entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010)

Figure 108. Un grand dauphin dans le Golfe (Crédit photo : François Gally, GECC)

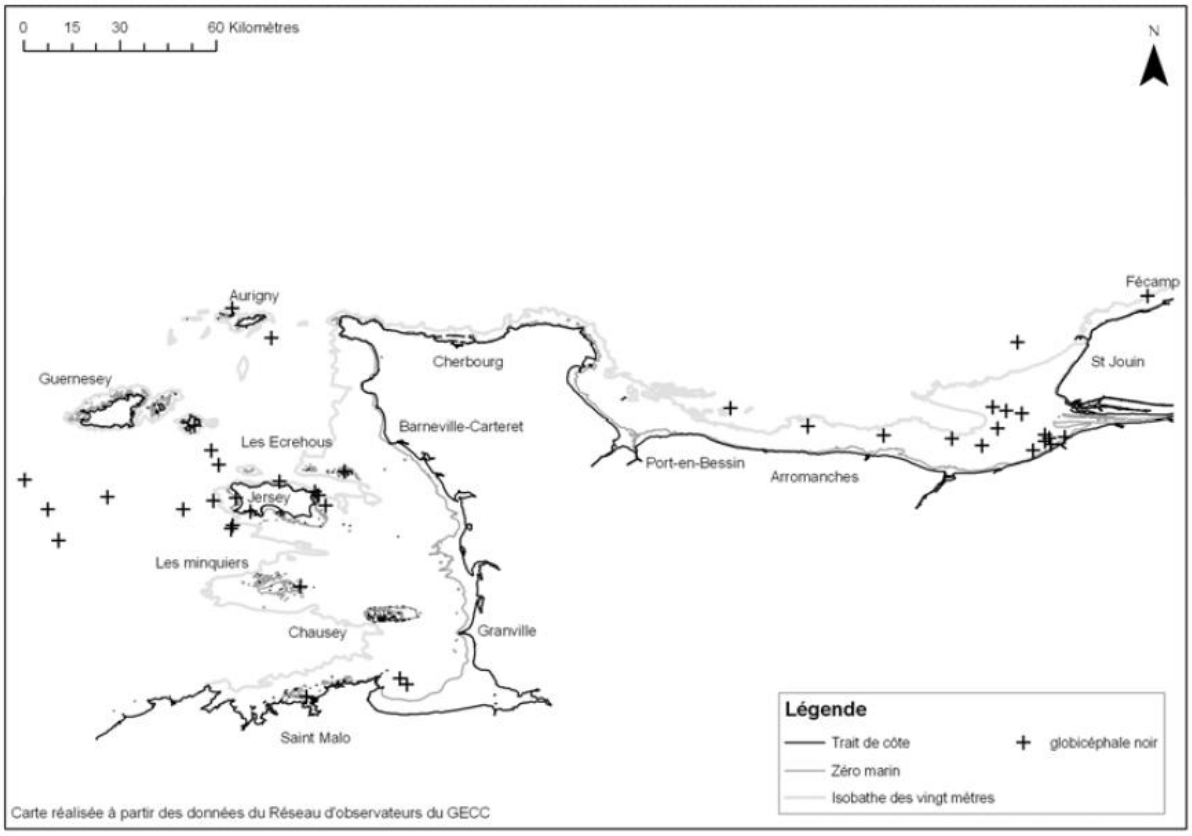


Figure 109. Observations de Globicéphale noir entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010).

Figure 110. La pose photographique de deux Globicéphales noir dans le Golfe (Crédit photo : GECC)

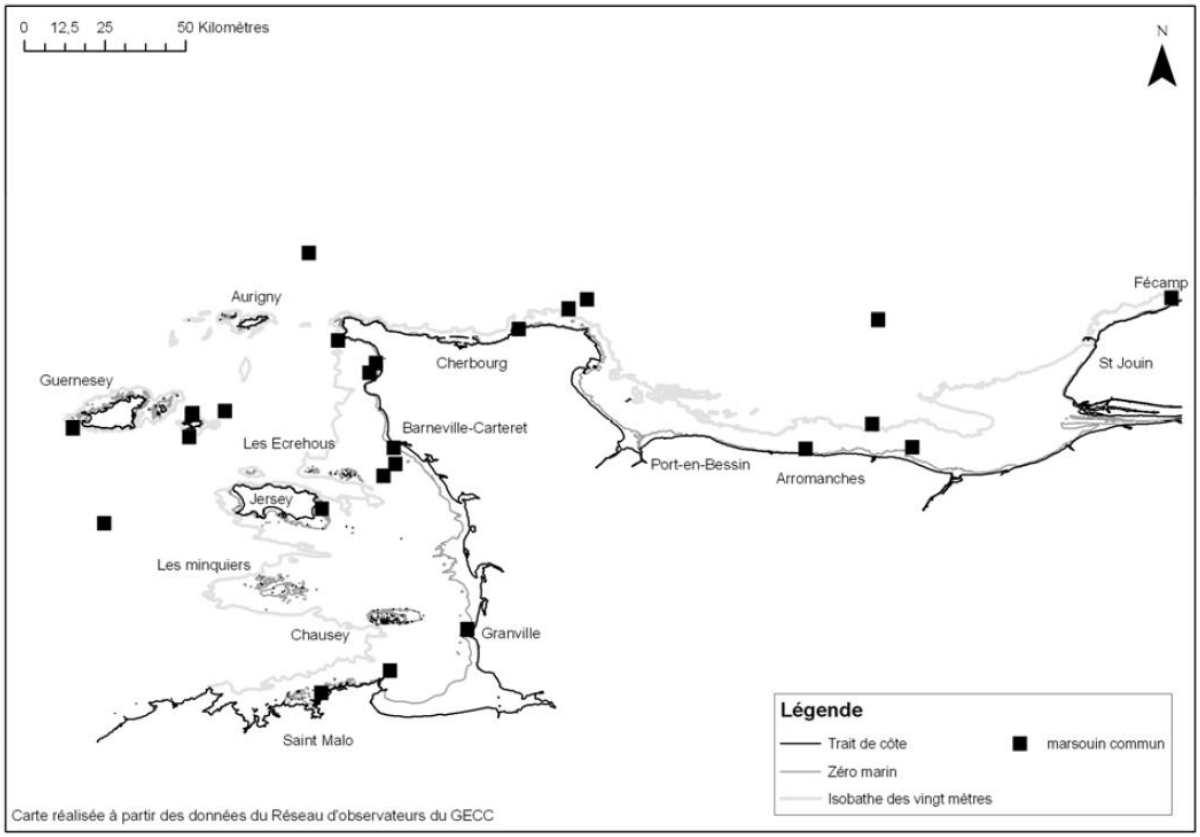


Figure 111. Localisation des observations de marsouin commun entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010)

Figure 112. Deux individus de marsouin commun au sud de Flamanville (Crédit photo : Florent Nicolas, GECC)

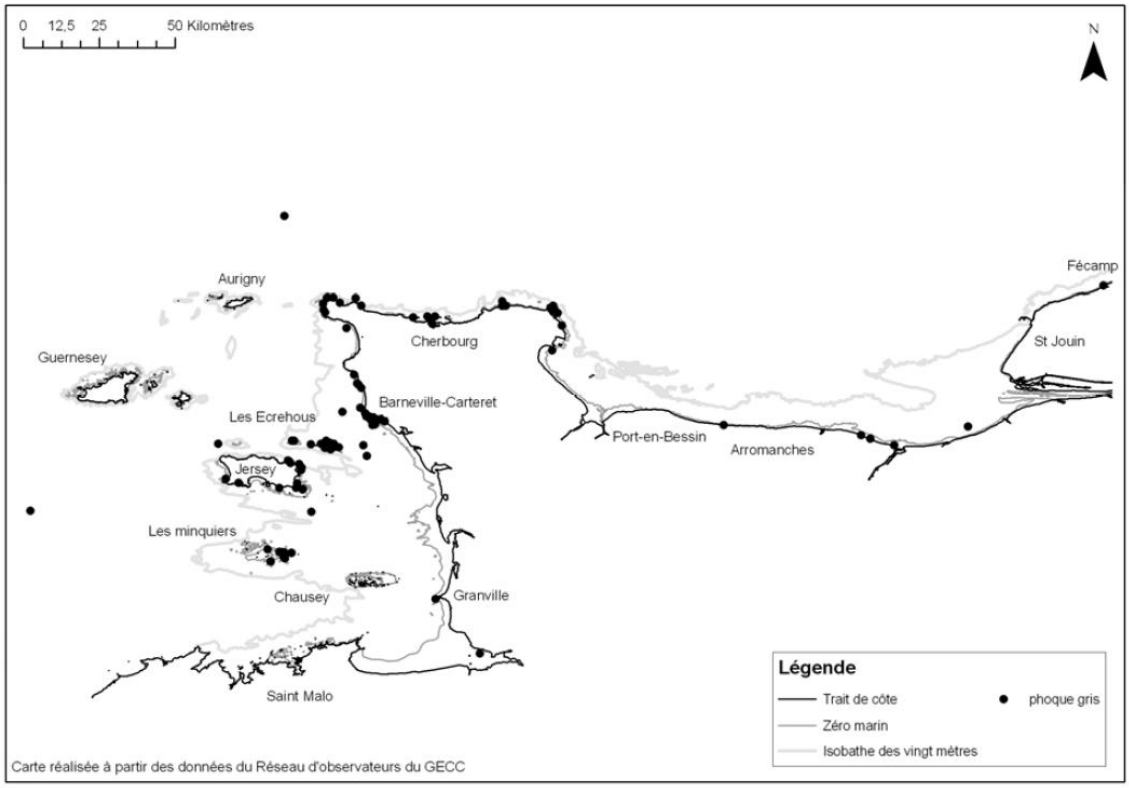


Figure 113. Observations de phoque gris entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010)

Figure 114. Deux phoques gris au cap de Carteret (Crédit photo : François Gally, GECC)

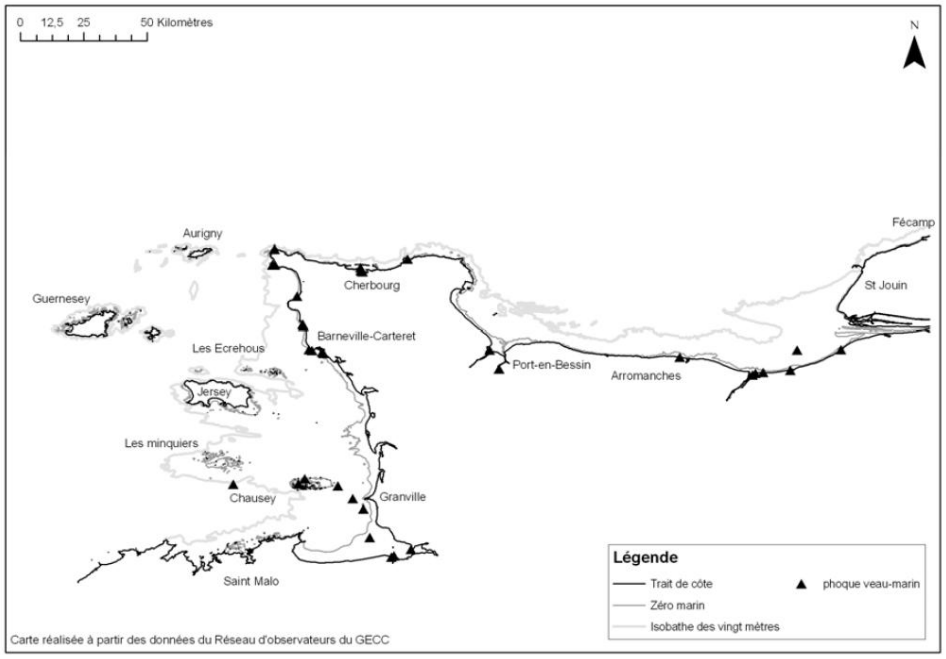


Figure 115. Observations de Phoque veau-marin entre 1983 et décembre 2009 (GECC, 2010)

Figure 116. Ci-contre, un phoque veau-marin dans le Calvados (Crédit photo : Florent Nicolas, GECC)

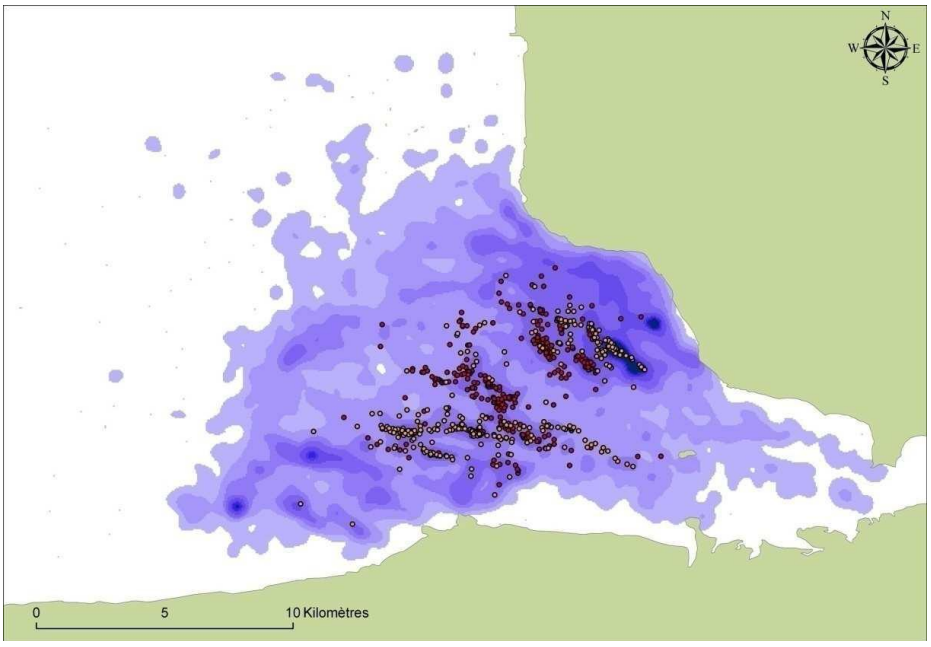


Figure 117. Densité d'utilisation de l'espace en mer par les phoques veau-marin suivis par balises GPS/GSM en baie du Mont-Saint Michel. Les zones en bleu clair sont les moins densément utilisées, celles en bleu foncé les plus densément utilisées. Les localisations des repos à terre enregistrés en 2006 (rouge) et 2007/2008 (blanc) sont également superposées (Vincent *et al*, 2008).

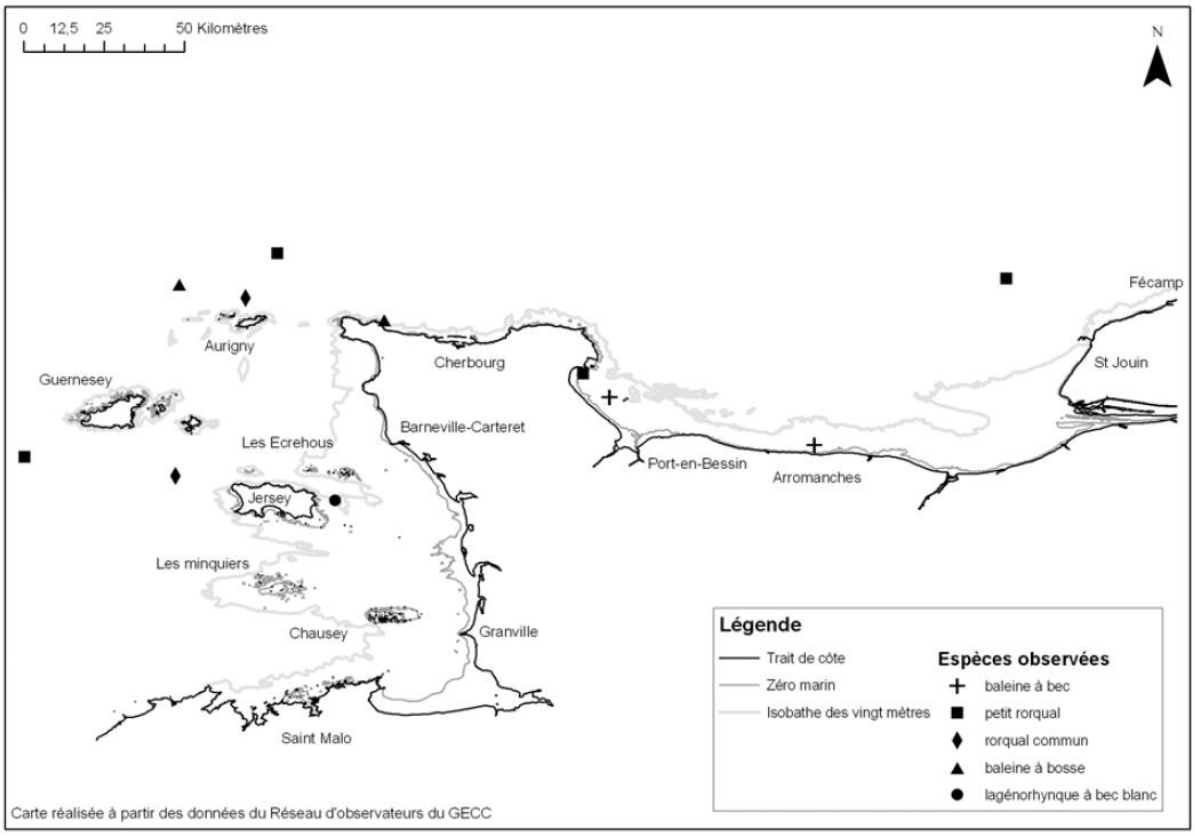


Figure 118. Localisation des observations de mammifères rares, de passage, entre 1983 et décembre 2009. (GECC, 2010)

Figure 119. Une baleine à bosse ramenée à Omonville la Rogue (Crédit photo : François Gally, GECC)

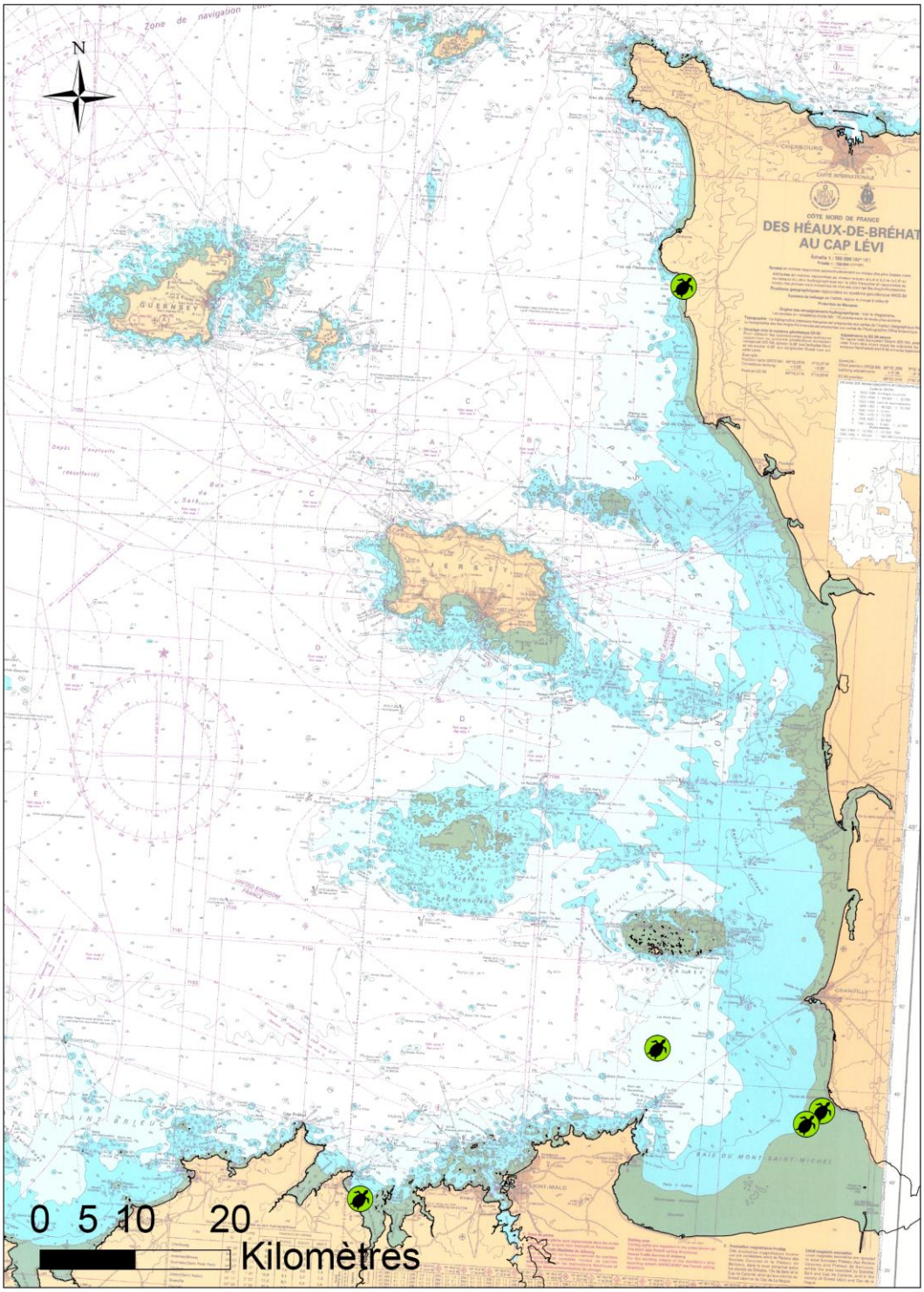
5.4.1.4 Les reptiles

Les données sur les tortues marines nous ont été transmises par le Centre d'Etudes et de Soins pour les Tortues Marines (CESTM) de l'Aquarium de la Rochelle. Deux espèces de reptiles sont recensées dans Golfe Normand Breton : la tortue luth et la tortue caouanne.

- **Tortue luth** *(Dermochelys coriacea)*

La plus grande espèce de tortue est de passage dans le Golfe, et ses incursions en Manche sont rares. Elles semblent accidentelles sur les côtes du nord de la France et donc du Golfe. Les coordonnées géographiques des points d'observations nous ont été transmises par le CESTM : au total, 5 observations de tortue luth vivante ont pu être inventoriées entre 1988 et 2009 (Figure 121). Par ailleurs, 5 échouages d'individus morts ont été également recensés pendant cette même période sur les plages du Golfe à proximité – du nord au sud - d'Urville-Nacqueville, les Pieux, Denneville, et dans la BMSM au niveau de Granville et Saint Broladre (Figure 120). Tout récemment, à la fin du mois d'août 2011, un individu de 250kg a été retrouvé échoué vivant sur une plage de Fréhel, et relâché au large.

Figure 120. Une tortue luth vivante échouée dans la BMSM, remise à la mer puis retrouvée morte (Crédit photo : Gérard Gautier/ Aquarium La Rochelle S.A.S.)



Légende

Tortues Luth

Trait de côte

Sources :
Centre d'Etudes et de Soins pour les Tortues Marines, Aquarium La Rochelle.
Fonds de carte : SHOM.

Système de coordonnées :
Lambert 93

Réalisation :
Ecosub, février 2011

Figure 121. Observations en mer de tortue luth entre 1988 et 2010 (Aquarium La Rochelle/CESTM, 2011)

➢ **Tortue caouanne** *(Caretta caretta)*

Cette espèce est de passage, et ses incursions en Manche sont rares et semblent accidentelles sur les côtes du nord de la France et donc du Golfe. Depuis 1988, 6 **échouages de tortues caouanne vivantes** ont été recensés dans le Golfe – du nord au sud – au niveau de Carteret (2007), Bretteville sur Ay (2002), Pirou 2002), Granville (1991), et Saint-Malo (2002). Ces individus ont été capturés, bagués, puis relâchés plusieurs mois après.

Figure 122. Une tortue caouanne échouée dans le Golfe Normand Breton (Crédit photo : GECC/ Aquarium La Rochelle S.A.S.)

5.4.1.5 Les invertébrés

➢ **Modiole** *(Modiolus modiolus)*

Désignée comme un habitat – et non une espèce – OSPAR, le cas de *Miodiolus modiolus* est traité ici dans le paragraphe « espèces », les données existantes décrivant aussi bien des présences ponctuelles de l'espèce que de véritables moulières.

En effet, les seules données dont nous disposons à ce jour sur *Modiolus modiolus* proviennent des travaux de Retière (1979) qui ont mis en évidence cette espèce dans le nord du Golfe. D'après Retière (1979), on la rencontre en Atlantique à l'état d'individus isolés depuis les Iles Féroé et la Mer Blanche jusqu'au golfe de Gascogne. Mais elle peut aussi constituer de véritables moulières, longues de plusieurs milles à l'image de celles situées à proximité de l'île de Man par 60m de profondeur. **Il existe d'importantes formations au nord du Golfe Normand-Breton, particulièrement denses dans la région de la Hague**, auxquelles se mêle souvent *Modiolus barbatus* (Figure 123). Elles semblent constituer les derniers témoins vers le sud de ces moulières des mers nordiques, la limite méridionale de distribution de l'espèce passant par le Golfe Normand-Breton.

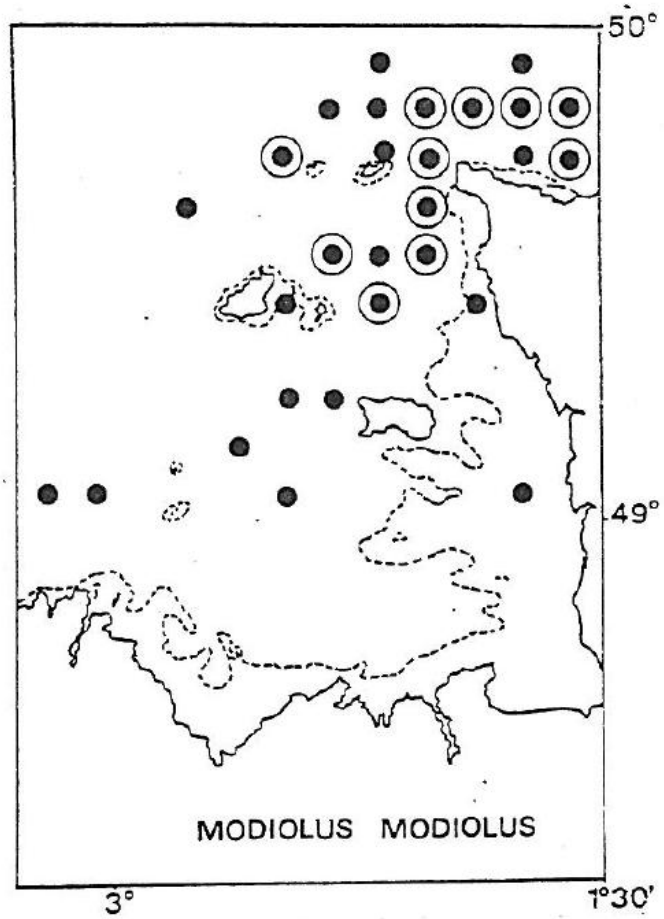


Figure 123. Carte de distribution de *Modiolus modiolus* : les points noirs entourés d'un cercle indiquent la présence de véritables moulières (Retière, 1979).

Une opération de recherche afin d'évaluer les caractéristiques de ces moulières est prévue en 2013 par l'Ifremer au niveau de la Hague.

➢ **Huître plate** *(Ostrea edulis)*

Des bancs d'huîtres plates, espèce indigène, sont signalés à Granville, en BMSM, et dans la partie amont du bassin de la Rance (OSPAR, 2009). Aucune vérification de ces localisations et d'une origine non ostréicole (naissain) n'a pu être réalisée dans les secteurs de Granville et de la BMSM, où des cultures de l'espèce sont néanmoins pratiquées. **En Rance, il existe effectivement de nombreux gisements d'huîtres plates.** Quelques apports extérieurs de l'espèce (naissains) ont été pratiqués par via l'activité ostréicole dans les années 70, mais cette espèce autochtone est en tout cas de nos jours bien développée et fait l'objet d'une exploitation. En effet, 5 licenses de pêche en plongée sont à ce jour accordées dans le bassin : 3 pour le département de l'Ile et Vilaine, 2 pour le département des Côtes d'Armor, où chaque license donne droit à la pêche de 6 tonnes d'huîtres par année (com.pers. F. Lang).

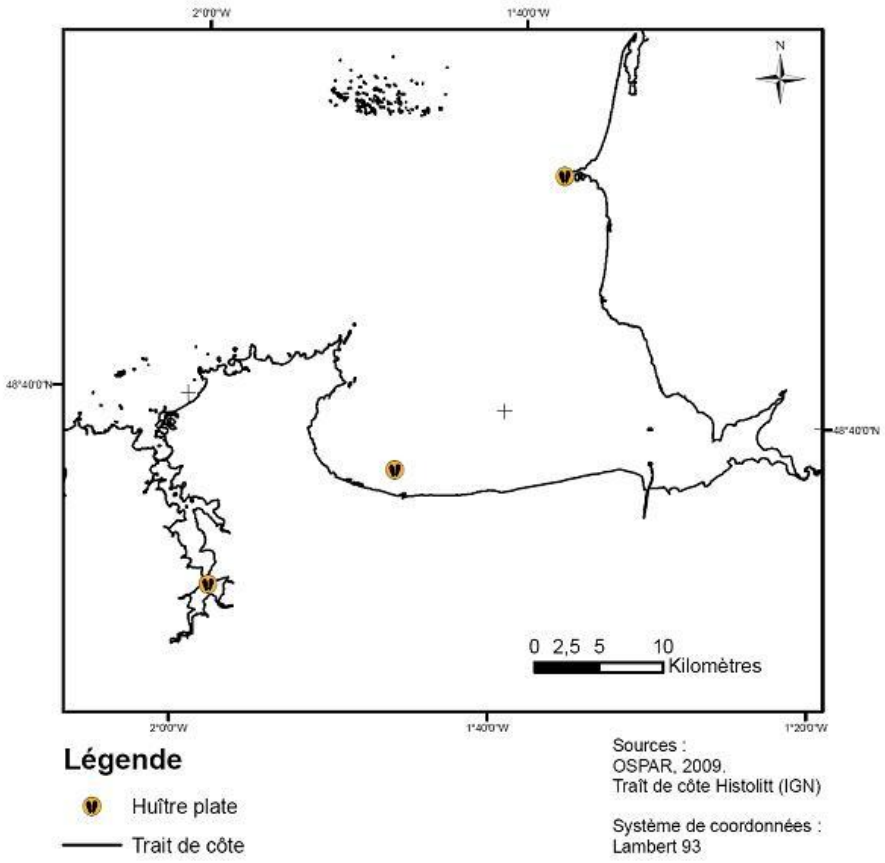


Figure 124. Localisation de bancs d'huîtres plates selon les données de la commission OSPAR.

➢ **Pourpre** *(Nucella lapillus)*

La présence de *Nucella lapillus* au sein du Golfe Normand Breton n'est pas particulièrement décrite. L'espèce, bien qu'inscrite sur la liste OSPAR, ne subit pas de déclin connu sur les côtes françaises. Son inscription sur la liste Ospar est d'ailleurs un non-sens au seul exemple de nos côtes et il serait temps d'y remédier. Cependant à l'échelle de la Manche et au délà, le déclin de l'espèce est décrit sur plusieurs zones telles que le sud-ouest de l'Angleterre, le sud ouest de l'Irlande, ou encore en Ecosse.

La répartition et les densités de *Nucella lapillus* au sein du Golfe Normand Breton n'étant documentées que de manière ponctuelle, il est difficile de cartographier sa répartition. Faisant partie des « perceurs », la nucelle est l'objet d'une problématique bien connue : la prédation sur les zones conchylicoles, l'espèce affectionnant particulièrement les balanes (*Balanus sp.*), moules (*Mytilus edulis*) et patelles (*Patella sp.*) (SMEL, 2001).

Dans les années 1980, l'espèce est inventoriée dans le bassin maritime de la Rance et dans l'estuaire de l'Arguenon (Lang, 1986).

L'espèce est également présente dans la région du Cap de la Hague et du Cap de Flamanville (OSPAR, 2008). *Nucella lapillus* est également inventorié sporadiquement sur les récifs d'hermelles de la BMSM (Dubois *et al*, 2006). Néanmoins, compte tenu de son milieu de vie, on peut s'attendre à rencontrer potentiellement la nucelle sur l'ensemble des substrats rocheux médiolittoraux du Golfe (zone rocheuse de la pointe de Cancale jusqu'à Erquy, …etc).

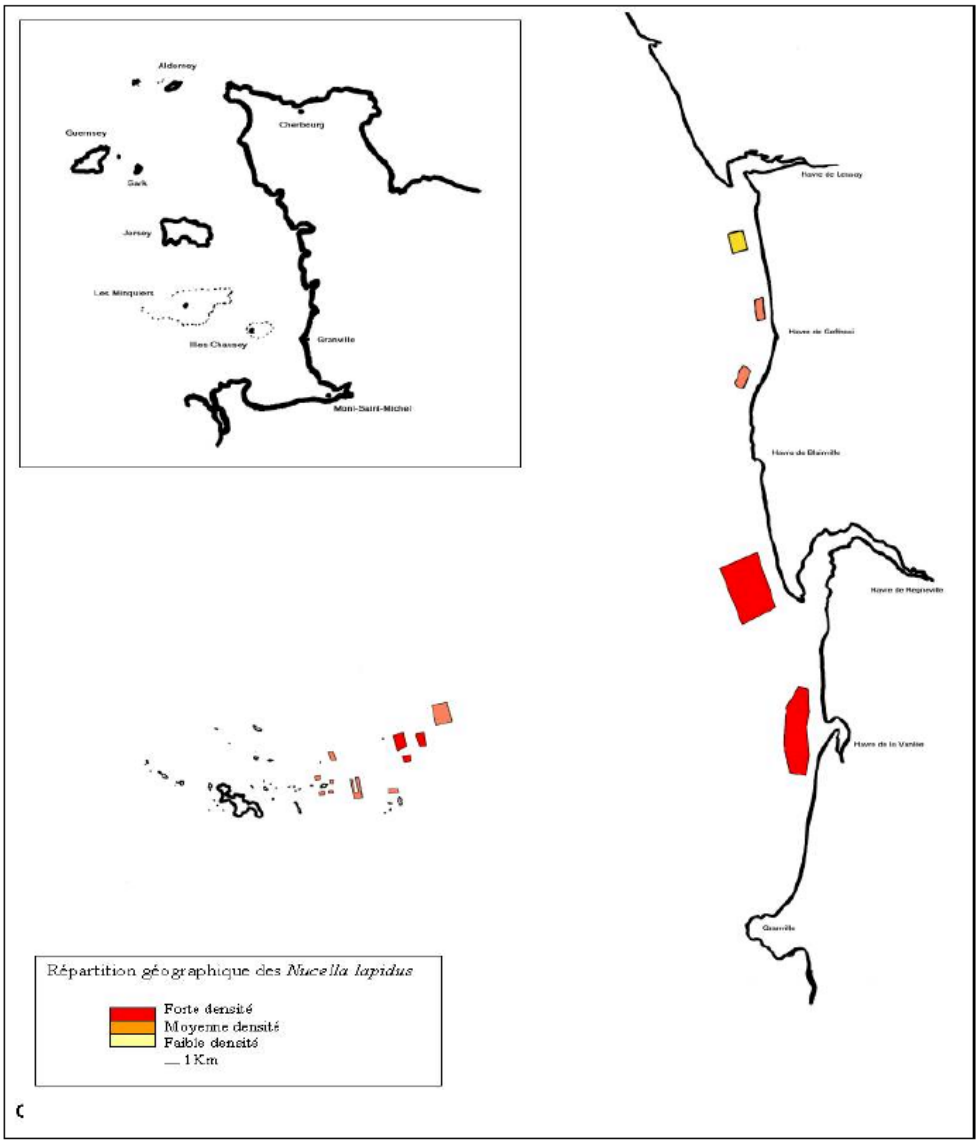


Figure 125. Illustration de quelques zones de présence de *Nucella lapillus* dans la partie Sud du Golfe Normand Breton (SMEL, 2001)

Figure 126. *Nucella lapillus* photographiée sur l'estran proche du Cap Fréhel. Les balanes sont une des proies favorites de l'espèce (Crédit photo : Ecosub)

Enfin, comme cela a été mentionné dans le paragraphe 5.2.2.3, un facies à *Sabellaria spinulosa* est identifié dans le secteur nord des habitats cartographiés au large du cap de Flamanville. Il serait éventuellement intéressant d'effectuer de plus amples recherches pour être certains qu'il ne s'agit pas de récifs, qui constituent un habitat OSPAR.

5.4.2 Cas particuliers

5.4.2.1 La crépidule

La prolifération de la Crépidule (*Crepidula fornicata*) n'est pas sans poser problème, qu'il s'agisse par exemple de la compétition pour l'espace vis-à-vis d'autres espèces allochtones, ou encore d'un point de vue socio-économique, des pertes occasionnées dans la pêche professionnelle.
Le cas de la crépidule a été bien étudié, notamment dans le Golfe par les travaux de l'Ifremer, et plus précisément par les travaux de Blanchard *et al* (2004 ; 2006).

Les travaux effectués en BMSM ont permis de dresser une **carte de répartition de la crépidule** sur les fonds de la baie, complétée d'estimations de recouvrement (Figure 127), particulièrement important à proximité des installations ostréicoles de la BMSM (plus de 70%).
En BMSM et dans le secteur sud de Chausey, la biomasse est évaluée en 2004 à 200 000 tonnes (Blanchard, 2006), contre 160 000 tonnes 8 ans auparavant. Le résultat des prélèvements réalisés en 2002-2003 lors des campagnes « Benthomont », dans le cadre du PNEC, montre une prolifération lente mais régulière de la crépidule, par rapport à la carte de 1999, puisqu'elle est signalée dans la quasi-totalité des échantillons prélevés, à l'exception peut-être de la bande littorale du Cotentin, de Granville à Champeaux, entre 0 et – 2m. (Rivière, 2005 ; Olivier *et al*., 2006 ; *in* Blanchard 2004)
Afin de limiter la prolifération de l'espèce, l'association AREVAL (Association pour la REcolte et la VALorisation de la crépidule en Bretagne-nord) a mis sur pied un programme de récolte industrielle depuis 2001, pour intervenir en baie de Saint-Brieuc et en baie de Cancale. L'effet de cette récolte industrielle de 30 000 tonnes en 5 ans, sur le stock de crépidules de la baie de Cancale est sans doute limité, puisque l'on observe parallèlement un accroissement général du stock ces dernières années, sur l'ensemble de la baie. Ceci s'explique en partie par le fait que seules les crépidules issues des nettoyages des concessions ostréicoles de la baie de Cancale étaient récoltées pour ce qui concerne le secteur de la BMSM : les ramassages étaient opérés en limite des parcs et non pas sur l'aire de distribution de l'espèce (com.pers. D. Hamon).
Par ailleurs, un secteur de 30 km² avait été cartographié au moyen de méthodes acoustiques par Ehrhold (1999) qui avait mis en évidence l'installation de fortes densités de crépidules de part et d'autre des grandes dunes de sable devant Granville et au pied du talus littoral, d'où l'orientation nord-ouest / sud-est (Figure 127). Aujourd'hui la biomasse présente dans ce secteur est estimée à plus de 29 000 tonnes.

Enfin, beaucoup plus au nord, au large de Flamanville, les études de l'Ifremer (Ehrhold *et al*, 2009) ont montré la présence de la crépidule dans 7 des 15 stations échantillonnées dans le cadre de l'étude réalisée pour la centrale EDF de Flamanville. Cette espèce introduite et invasive, bien que très

répandue dans le golfe normand-breton, n'avait pas été signalée jusqu'alors dans ce secteur du nord Cotentin.

A ce jour, il convient enfin de souligner le manque d'actualisation des données relatives à la crépidule sur l'ensemble du Golfe.

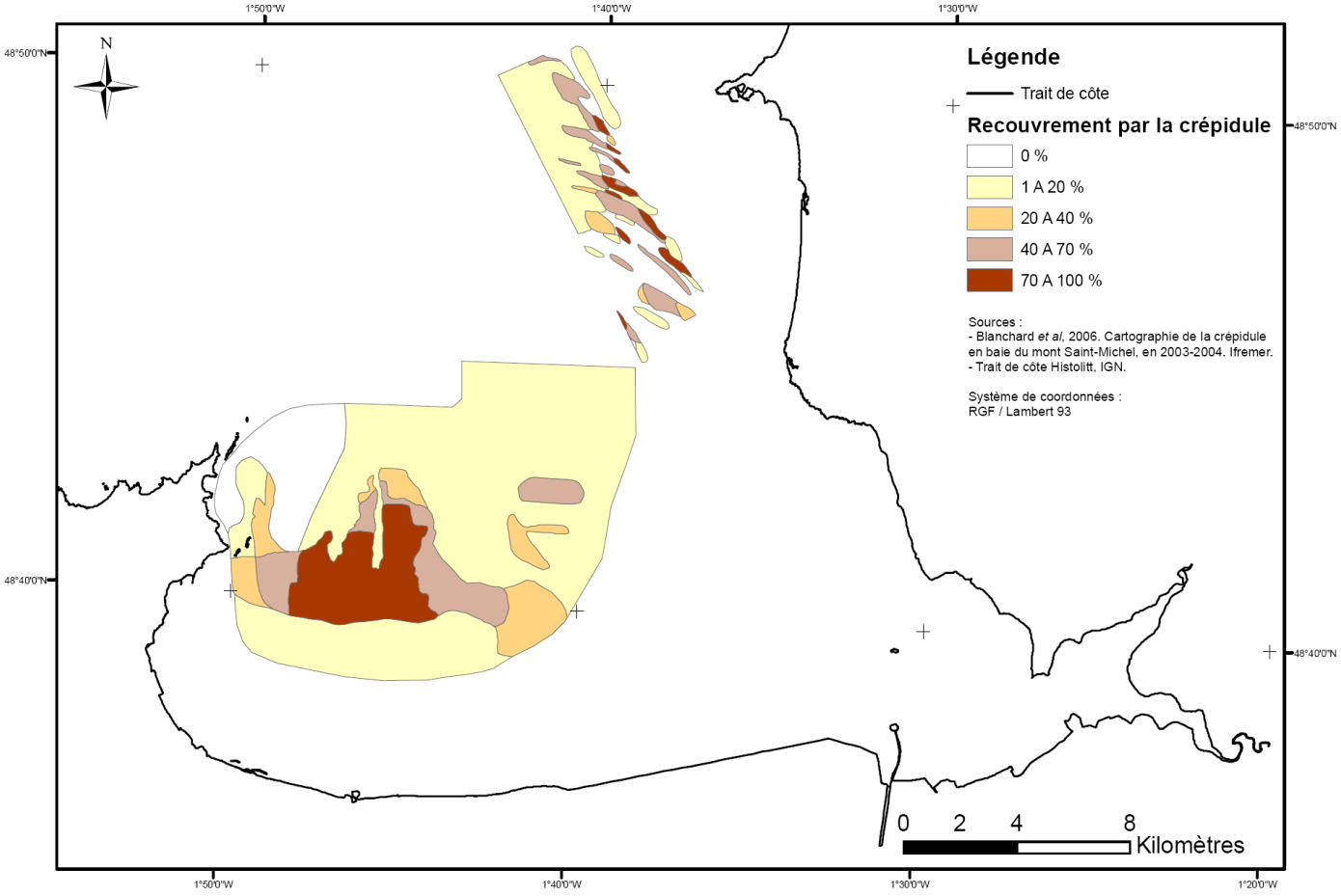


Figure 127. Colonisation des fonds marins de la BMSM par la crépidule, espèce invasive

5.4.2.2 Les espèces sarniennes

Quelques informations ont pu être rassemblées sur les espèces dites « sarniennes » qui attirent tant de curiosités. Tout d'abord, en voici une définition.

Les espèces des zones tempérées chaudes trouvent dans le golfe des conditions hydro-climatiques leur permettant parfois d'y avoir des abondances supérieures à celles observées partout ailleurs en Manche, il s'agit des espèces "sarniennes" au sens de Holme (1966). (in Le Mao, 2009)

En effet, selon Retière (1979), si le caractère continental des eaux du Golfe Normand Breton où les écarts thermiques sont importants favorise l'extension vers le sud des espèces boréales ou boréo-arctiques, c'**est à partir des eaux atlantiques que se réalise la pénétration des espèces tempérées chaudes** dont la distribution en Manche occidentale, à proximité des côtes bretonnes, correspond aux zones de forts courants (Figure 128).
Les eaux provenant du plateau continental sud-armoricain contournent en effet Ouessant et longent le Léon. Thermiquement homogènes, leur température estivale au fond est relativement plus élevée que celle des eaux du reste de la Manche occidentale. Ces conditions sont encore accentuées dan le Golfe qui représente donc, à la limite des aires biogéographiques, une véritable **enclave** où l'on assiste à une « explosion » des espèces tempérées chaudes, d'ailleurs favorisée par la concordance existant entre la période de reproduction et l'échauffement des eaux (*Alpheus macrocheles*, *Pisa armata*...)

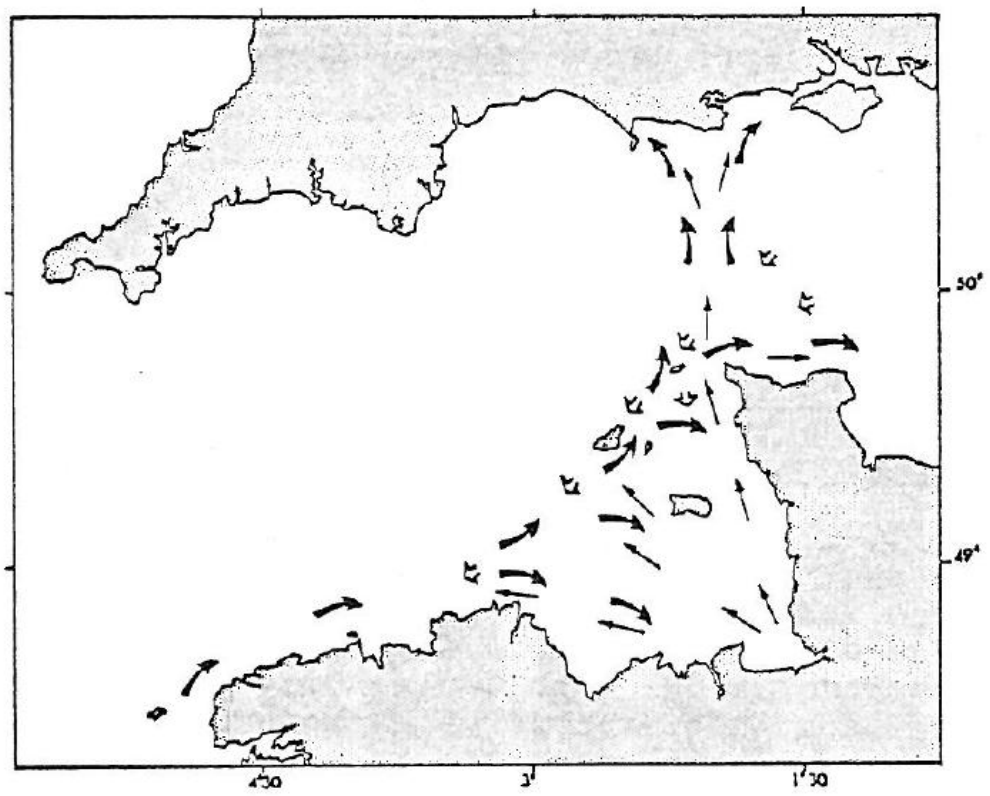


Figure 128. Schéma montrant les voies de pénétration des espèces atlantiques tempérées chaudes (flèches noires épaisses) et boréo arctiques (flèches courtes doubles) dans le Golfe Normand Breton et illustrant la dispersion des espèces sarniennes (flèches noires fines).

Ainsi, il est possible d'énumèrer quelques espèces sarniennes, dont certaines sont couramment rencontrées : *Chlamys varia, Nucula nucleus, Paphia rhomboides, Striarca lactea, Venus verrucosa, Calyptrea chinensis* (dont la distribution est restée relativement inchangée depuis ces 30 dernières années), *Timoclea ovata*, ou encore *Gari depressa* (Holme, 1966 ; Retière, 1979 ; Trigui ; 2009)

Par ces conditions climatiques et courantologiques, le Golfe joue en Manche un rôle important dans l'extension des aires biogéographiques de certaines espèces tempérées chaudes et froides qui se classent par leurs caractères de distribution, dans le groupe des espèces édapho-climatiques.

5.4.2.3 Autres données ponctuelles

Il existe d'autres données ponctuelles à l'échelle du Golfe. En premier lieu, **les stations suivies dans le cadre de la DCE** sont une source de données utile dans le contexte précis de la DCE, mais il n'a pas été estimé pertinent de les considérer dans cette analyse. Elles sont néanmoins reportées sur une carte à l'Annexe 12, de même que les plongées d'inventaire réalisées par Hémisphère Sub en 2010 et par les associations ADMS (Association pour la Découverte du Monde Sous-marin), et celle des plongeurs de Tatihou. En ce qui concerne ces plongées d'inventaires, il existe des listes d'espèces associées aux stations inventoriées. Elles ne figurent pas dans ce rapport. Ne sont pas non plus figurées celles réalisées dans le cadre du Diplôme Universitaire de Rennes, mais ces listes d'espèces sont également bancarisées.
Pour ces données ponctuelles aux protocoles très variables, les interprétations en termes d'habitats EUNIS sont néanmoins difficiles car les métadonnées associées ou le protocole sont peu exploitables dans le cadre de notre projet (absence des ceintures d'algues, heures précises…etc).

Par ailleurs, il existe également des listes de plusieurs dizaines de pages d'espèces recensées dans le cadre d'inventaires ZNIEFF. C'est le cas des sites :

- « Dunes et marais de Bréville/mer », (ZNIEFF 1 n° FR250013132)
- « Estran rocheux de Granville à Julouville » (ZNIEFF 1 n° FR250008124)
- « Havre du Thar » (ZNIEFF 1 n° FR250014117)

Enfin, un inventaire recensant toutes les espèces de macroalgues et d'invertébrés de Chausey a été établi.
Selon les attentes des parties prenantes, il sera possible de fournir ces listes dans un document séparé.

5.5 BILAN

Au même titre que le tableau exposé en fin de partie « Données physiques », un recensement des données cartographiques pertinentes collectées depuis le début du marché est effectué selon la démarche Natura 2000 suggérée par Bajjouk (2009) (Tableau 15). Nous raisonnons là encore à l'échelle du Parc Naturel Marin et non des sites Natura 2000 en mer.

De manière identique à l'analyse des données physiques, **il convient de préciser les manques** en ce qui concerne les données sur les habitats et les espèces, et aussi les difficultés dûes à leur caractère hétérogène.

Tout d'abord, **la description des communautés pélagiques** montre que, mammifères marins mis à part, **peu de données sont disponibles en milieu marin**. En ce qui concerne les poissons, l'impossibilité à ce jour d'obtenir des données complémentaires de campagnes scientifiques, et d'observations en mer, ne permet malheureusement pas de combler ces lacunes. Il est à noter que la campagne scientifique réalisée dans le cadre de la thèse de Caroline Kostecki devrait permettre d'apporter de nouveaux éléments à ce sujet en BMSM, notamment sur les poissons plats (Sole par exemple). Un programme de recherche sur les poissons le long de la côte Ouest Cotentin est également en cours de lancement par le MNHN de Dinard. Enfin, les campagnes futures dans le cadre du programme *CHARM III* sur la Manche occidentale devraient pouvoir affiner ces aspects.
Cependant, la bibliographie existante parvient tout de même à renseigner leur présence/absence au sein du Golfe, pour la majeure partie des espèces concernées dans le cadre de ce travail, même si quelques doutes persistent encore.
Par ailleurs, la bibliographie peut être qualifiée de « déséquilibrée » en ce sens que certaines espèces « phares » font l'objet d'études relativement complètes, suivies dans le temps et dans l'espace : il s'agit par exemple de l'anguille européenne ou du saumon atlantique. D'autres espèces néanmoins semblent plus discrètes au sein du Golfe, précisément parce que peu de travaux y prêtent attention : c'est le cas des hippocampes par exemple, ou du requin taupe, pourtant encore débarqué à Granville il y a quelques années, et qui a fait l'objet d'une interdiction de pêche en 2010. Dans le cas de ces espèces, c'est aussi leur mode de vie, leurs faibles apparitions dans l'entourage proche des activités humaines, ou encore leur faible intérêt d'un point de vue halieutique, qui de fait, limitent l'accès aux données d'observation.

Pour ce qui est des données intertidales sur les habitats, il apparaît **que la zone de la côte d'Emeraude est peu étudiée, herbiers de zostères mis à part, notamment dans le secteur entre Erquy et Fréhel**. La Rance néanmoins a fait l'objet d'une cartographie encore incomplète à ce jour des prés salés.
La côte Ouest Cotentin a l'avantage d'avoir fait l'objet d'une cartographie complète à la fin des années 1980. Bien que non mise à jour, sauf sur certains secteurs comme Granville et le havre de Lessay, elle offre un portrait toujours d'actualité sur de nombreux secteurs, et amendée par les récents travaux du CEVA.

Le cas des herbiers et des hermelles de la côte Ouest Cotentin fait cependant l'objet d'une évolution plus dynamique. Néanmoins, les variations géographiques des herbiers sur la côte pourraient être approfondies.

Enfin, le secteur de Chausey et de la BMSM est sans aucun doute celui où les efforts de recherche dans la zone intertidale se sont le plus portés, ceci étant aussi dû aux interactions avec les enjeux socio-économiques de tels secteurs.

La zone subtidale du Golfe présente elle aussi des états de connaissances variables. L'enjeu de conservation du maërl permet néanmoins de mettre en avant certaines caractéristiques de cet habitat sur quelques secteurs du Golfe, comme le Nord de Chausey, et le Nord des caps d'Erquy et de Fréhel. Enfin, ce sont la Rance et le secteur de Flamanville, qui par les impacts supposés des activités des ouvrages EDF, ont fait l'objet de travaux complets. La phase d'acquisition de connaissances de l'été 2011 permet de préciser la cartographie multisources trop imprécise sur cet habitat, par des prospections en vidéo de surface, sur les autres secteurs identifiés au nord de la côte d'Emeraude, sur l'ouest/nord-ouest de Chausey, et sur certaines zones où des observations ponctuelles ont pu être faites dans les années 1970.

Globalement, **un gradient de connaissances décroissant en termes d'inventaires des habitats se dégage en progressant du sud du Golfe vers le nord.** C'est aussi valable pour les espèces, notamment les poissons amphihalins, nos contacts ayant montré que les données à ce sujet sont plus abondantes dans les départements des Côtes d'Armor et de l'Ile-et-Vilaine que dans celui de la Manche. Il conviendrait donc de déterminer si ce manque de connaissances provient du fait que ces espèces n'ont jamais peuplé ces secteurs (potentiel d'habitats restreint, réseau hydrographiques interrompus…), ou bien de savoir si les études n'ont tout simplement pas priorisé la recherche sur ces secteurs.

De manière plus triviale, il est également remarquable que les travaux dispensés sur le Golfe par le l'Ifremer et le MNHN de la station de Dinard « rayonnent » logiquement autour du point d'attache qu'est le secteur de la côte d'Emeraude/Baie du Mont Saint Michel.

L'éloignement géographique de la station marine vis-à-vis de la façade nord Cotentin fait-il partie des raisons pour lesquelles les recherches semblent moins accentuées sur cette frange côtière ? S'agit-il plutôt de difficultés d'ordre opérationnel à mettre en œuvre des travaux océanographiques dans le Nord Cotentin, compte tenu de l'intensité des courants marins croissantes à l'approche du Nez de Jobourg ?

Paramètre	Type de donnée	Source des données	Couverture	Utilisation cartographique	Transformation des données	Acquisition de nouvelles données
Aspects biosédimentaires	Polygones	GUILLAUMONT, B. *et al*. 1987. Etude régionale intégrée du Golfe normand-breton, carte biomorphosédimentaire de la zone intertidale au 1/25 000, côte Ouest du Cotentin et BMSM, Ifremer – DERO – 87.17 - EL.	Totale	OUI	Extraction des polygones « hermelles »/ « herbiers de zostères » + Transcription EUNIS (partielle)	NON
	Polygones	CREOCEAN – ECOSUB, 2008. Bilan du patrimoine naturel du port de Granville : impacts du projet portuaire. Réalisé pour le Conseil Général de la Manche.	Partielle	OUI	Extraction données huîtres - lanices	NON
	Polygones	AUGRIS, C., *et al*., 2005. IFREMER. Carte des formations superficielles sous marines aux abords de Flamanville, Manche. Echelle 1/ 15 000.	Partielle	OUI	Extraction des polygones « sables à lanices»	NON
Hermelles & Lanices	Polygones	BONNOT-COURTOIS, *et al*, 2007. Cartographie morpho-sédimentaire intertidale de la baie du Mont Saint-Michel. État 2002. Partie 4/7 : biocénoses marines remarquables (hermelles, lanices, herbiers). CNRS, UMR 8586 PRODIG, Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral. EPHE.	Totale (sur le secteur)	OUI	Transcription EUNIS	NON
		Basuyaux, 2011. Etude et cartographie de *Sabellaria alveolata* sur la côte ouest du département de la Manche – Focus sur les abords de Granville. SMEL / CE – env/2011-01.	Totale	OUI	Transcription EUNIS	NON
		Ehrhold, *et al*, 2009. Caractérisation des habitats benthiques au large du cap de Flamanville (Actualisation 2007).	Totale (sur le secteur)	OUI	Transcription EUNIS	NON
Herbiers de *Zostera marina* **&** *Zostera noltii*	Polygones (*Zostera marina*)	FOURNIER *et al*., 2004. Carte des herbiers de phanérogames marines de l'archipel de Chausey. UMR 8586 CNRS PRODIG/ Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral/EPHE	Totale sur Chausey	OUI	Transcription EUNIS	NON
	Points (*Zostera noltii*)	TOUPOINT *et al*., 2006. Cartographie des habitats naturels intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral UMR 8586 PRODIG CNRS/ EPHE ; Station Marine de Dinard UMR 5178 BOME CNRS / MNHN	Totale sur Chausey	OUI	NON	NON
	Polygones	Produit numérique REBENT multi-sources Ifremer-CNRS-CEVA, 2007. Les herbiers de zostères de la région Bretagne - Inventaire 2007 des sites.	Totale sur la partie sud du Golfe	OUI	Transcription EUNIS	NON
	Polygones	GEMEL, 2009/2010. Cartographie de l'herbier de l'Anse Saint Martin. Réalisé pour la DIREN Basse Normandie.	A affiner	OUI	Transcription EUNIS	NON

Paramètre	Type de donnée	Source des données	Couverture	Utilisation cartographique	Transformation des données	Acquisition de nouvelles données
Autres habitats intertidaux	Polygones	TOUPOINT *et al.*, 2006. DIREN. Cartographie des habitats naturels intertidaux de substrat meuble de l'archipel de Chausey selon la typologie Natura 2000. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral UMR 8586 PRODIG CNRS/EPHE ; Station Marine de Dinard UMR 5178 BOME CNRS / MNHN	Totale	OUI	NON	NON
	Raster	CEVA-AESN, 2008. Cartographie de la couverture algale des estrans de Normandie. Programme 2 : Cartographie détaillée substrat / Végétation des estrans rocheux du Pays de Caux et de Basse Normandie à l'aide d'un capteur hyperspectral aéroporté.	Quasi -totale	OUI	Extraction algues brunes + transcription EUNIS	NON
	Points	TRIGUI, R.J., 2009. Chantier PNEC / Mission Benthomont II et Benthomont III. Influence des facteurs environnementaux et anthropiques sur la structure et le fonctionnement des peuplements benthiques du Golfe Normano-Breton. Thèse MNHN.	Totale	OUI	Transcription EUNIS et krigeage	NON
Autres habitats subtidaux	Polygones	RETIERE, C., 1979. Produit numérique REBENT-Ifremer- MNHN 2008	Quasi-totale	OUI (pour contrôles ou compléments)	NON	OUI
	Polygones	TRIGUI, J., FOURNIER, J., OLIVIER, F., RETIERE, C., THIEBAUT, E, BONNOT- COURTOIS, C., 2007. Carte des habitats Natura 2000 des substrats meubles intertidaux et subtidaux de la baie du Mont Saint-Michel. Station Marine de Dinard/UMR 5178 BOME CNRS/ MNHN.	Totale (sur la BMSM)	OUI	OUI	En subtidal
	Polygones	Les bancs de maerl en Bretagne - Actualisation de l'inventaire (1968 à 2007) à une échelle comprise entre le 1/2 000 et le 1/250 000. Sources diverses, 1968 à 2007, Produit numérique REBENT Ifremer-Université-CNRS, 2007	Totale	Certaines données seulement	OUI	OUI
Espèces	Polygones	Blanchard M., Clabaut P., Abernot-Le Gac C., 2006. Cartographie de la crépidule en baie du mont Saint-Michel, en 2004.	Partielle	OUI (indicateur)	NON	NON
	Points	APECS. Capsules d'oeufs de raies échouées / Requin pélerin	Totale	OUI (sauf pour les raies)	NON	NON
	Points	DREAL Basse Normandie. Mammifères marins. Base de données composite issue d'observations de divers partenaires : GECC/Aérobaie/Maison de l'estuaire de Seine.	Partielle	Oui, avec compléments du GECC	NON	NON
	Points	Centre d'Etudes et de Soins pour les Tortues Marines (CESTM) de l'Aquarium de la Rochelle	Totale	OUI	NON	NON
	Photographies	GECC/CESTM/DORIS	-	-	-	-

Tableau 15. Récapitulatif des données biologiques disponibles pour la cartographie des habitats

6 Conclusion

A l'issue de cette synthèse de l'existant, nous pouvons définir le patrimoine naturel du Golfe Normand-Breton au travers des caractéristiques suivantes :

- **Les contraintes physiques dans le Golfe font de ce secteur de la Manche une zone où l'amplitude des marées et les courants associés font partie des plus importants en Europe**. Le marnage dans la Baie du Mont Saint Michel peut atteindre 14m pendant les périodes de marées de vives-eaux : c'est une valeur record à l'échelle européenne.
- Un corollaire de cet hydrodynamisme particulièrement soutenu, réside dans le fait que **le Golfe Normand-Breton, par la diversité de ses fonds, recouvre la totalité du spectre granulométrique des sédiments rencontrés en Manche.**
- Par ses conditions climatiques et courantologiques, **le Golfe joue en Manche un rôle important dans l'extension des aires biogéographiques de certaines espèces tempérées chaudes et froides.**
- La diversité des communautés benthiques, dépendantes de la nature du substrat, de la température et de la luminosité, est donc particulièrement variée, compte tenu d'une richesse d'entités biogégographiques remarquable au sein du Golfe que sont par exemple la ria de la Rance – certes anthropisée -, les estuaires à l'embouchure de nombreux fleuves côtiers, les baies telles que la Baie du Mont Saint Michel, ou les nombreux havres (Regnéville, Lessay, …etc).
- Au total, ce sont 31 espèces inscrites sur les listes juridiques OSPAR et Natura 2000 dont les données existantes font état de leur présence actuelle dans le Golfe.
- La Baie du Mont Saint –Michel **regroupe les communautés à *Macoma balthica* dont les densités de l'espèce font partie des plus fortes observées dans les biotopes intertidaux des mers du Nord-Ouest de l'Europe**. Elle héberge par ailleurs les **formations récifales les plus grandes d'Europe que génèrent les populations d'hermelles**, et les banquettes à lanices inventoriées ont une superficie remarquable de plus de 200ha. Aussi, les prés salés de la baie représentent un patrimoine remarquable au-delà de l'échelle nationale.
- Les banquettes à lanices de l'archipel de Chausey, couvrant une centaine d'hectares, est importante à l'échelle du Golfe. **L'importance écologique de cet habitat est également révélée par la sélection de cet habitat par les oiseaux pour leur nourriture, comme l'huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*) dont Chausey constitue l'un des plus importants sites de reproduction de France.** Au total, ce sont **63 espèces marines inventoriées à Chausey inscrites sur les listes juridiques. Par ailleurs, deux espèces rares à l'échelle nationale ont été recensées.** Enfin, avec une superficie de 354 ha en 2002, **l'herbier de zostères de Chausey est le troisième de France.**
- Sur la côte d'Emeraude, **un herbier à *Z. noltii* est l'un des plus vastes de la côte septentrionale de la Bretagne.**
- En ce qui concerne les herbiers, au total, **la surface couverte par les zostères dans le Golfe avoisine 730 ha ce qui représente environ 2,1 % du total des herbiers ouest-européens.**

- Pour ce qui est des espèces amphihalines, **le Golfe est une zone à enjeu majeur pour la préservation des zones de croissance de l'anguille, les densités de l'espèce sur le cours d'eau du Frémur faisant partie des plus élevées en Europe.**
- Le Golfe offre également de nombreuses zones de frayères pour d'autres amphihalins, **comme le saumon, où le massif armoricain (Bretagne et Basse Normandie) est la région de France qui comprend le plus de rivières à saumons.** Un bémol à cela réside dans le fait que les populations de saumon Atlantique de la BMSM ont fait partie des populations les plus intensément alevinées en France pendant les 20 dernières années, et la baie reste l'unique zone où l'alevinage est encore effectué en utilisant des poissons non autochtones de la région.
- Enfin, le Golfe Normand Breton **héberge une diversité de mammifères marins faisant partie des plus importantes de la France métropolitaine**. Elle est d'ailleurs **une des 3 zones de reproduction de France pour le phoque veau-marin** ; des essais sans succès sont réalisés pour le phoque gris. Le Golfe héberge aussi les populations sédentaires de Grands dauphins.

Cette énumération peut être considérée comme un résumé du présent document, et démontre l'importance majeure de la **valeur patrimoniale et fonctionnelle** que représente le Golfe Normand Breton pour les habitats et espèces naturels qu'il héberge, tout ou partie de l'année. Ce document avait pour objectif de produire une synthèse des données existantes ; il sera complété par les acquisitions de connaissances (Tome 1).

Sans prendre en compte les activités socio-économiques du secteur, d'un point de vue strictement scientifique, cette synthèse plaide largement en faveur de la mise en place progressive d'un outil de gestion intégrée à une échelle biogéographique fonctionnelle suffisamment étendue qu'est celle du Golfe. L'outil « Parc Naturel Marin » en est un exemple, **les objectifs communs devant être à la hauteur de ce que le patrimoine naturel du Golfe Normand Breton offre à l'échelle nationale, voire européenne.**

7 Bibliographie

AAMP, 2010. Inventaires biologique et analyse écologique des habitats marins patrimoniaux. Guide de référence technique, 2010 - 2011.

AAMP, 2009. Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant : Natura 2000 en mer. Cahier des Clauses Techniques Particulières.

AAMP, 2009. Analyse des enjeux et propositions pour une stratégie d'aires marines protégées Bretagne Nord / Ouest Cotentin.

ACOLAS, M. L., VERON, V., JOURDAN, H., BEGOUT, M. L., SABATIE, M. R., and BAGLINIERE, J. L, 2006. Upstream migration and reproductive patterns of a population of allis shad in a small river (L'Aulne, Brittany, France). - ICES Journal of Marine Science, 63: 476-484.

ACOU, A., 2006. Bases biologiques d'un modèle pour estimer la biomasse féconde de l'anguille européenne en fonction des recrues fluviales et du contexte de croissance : approche comparative à l'échelle de petits bassins versants. Thèse de Doctorat. Université de Rennes 1.

ACOU, A., GAELLE, G., LAFAILLE, P., FEUNTEUN, E., 2009. Differential production and condition indices of premigrant eels in two small atlantic coastal catchments of France.

APECS, 2010a. Données relatives au requin pèlerin dans le Golfe Normand Breton suite à une demande d'extraction de données. Carte réalisée par Eric Stephan.

APECS, 2010b. Etude de la pêcherie palangrière de requin taupe de l'île d'Yeu. Rapport final.

APRAHAMIAN, M.W., BAGLINIERE, J-L., SABATIE, R., ALEXANDRINO, P., THIEL, R., APRAHAMIAN, C. D., 2003. Biology, Status, and Conservation of the anadromous Atlantic Twaite Shad *Alosa fallax fallax*. American Fisheries Society Symposium 35:103–124, 2003.

BAGLINIERE, J.L., ELIE, P., 2000. Les aloses (*Alosa alosa et alosa fallax spp*.). Editions INRA.

BAGLINIERE, J-L., MARCHAND, F., VAUCLIN, V., 2005. Interannual changes in recruitment of the Atlantic salmon (Salmo salar) population in the River Oir (Lower Normandy, France): relationships with spawners and in-stream habitat. - ICES Journal of Marine Science, 62: 695-707.

BAJJOUK, T., 2009. Soutien aux actions Natura2000 de la région Bretagne – Cahier des charges pour la cartographie d'habitats des sites Natura2000 littoraux : Guide méthodologique. Réf. RST/IFREMER/DYNECO/AG/09-01/TB/NATURA2000.107p + annexes.b

BAJJOUK, T., DERRIEN, S., GENTIL, F., HILY, C., GRALL, J., 2011. Typologie d'habitats marins benthiques. Analyse de l'existant et propositions pour la cartographie / Habitats côtiers de la région Bretagne. Habitats du Circalittoral. Note de synthèse n°2. RST/IFREMER/ DYNECO/AG/08-06/REBENT.

BASUYAUX, O., 2011. Etude cartographique de *Sabellaria alveolata* sur la côte ouest du département de la Manche - Focus sur les abords de Granville. SMEL/ CE – env/ 2011-0.

BENSETTITI, F. *et al*., 2004. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Cahiers d'Habitats Natura2000. Habitats côtiers – Tome 2.

BERNE, S., 1991. Architecture et dynamique de dunes tidales. Exemples de la marge atlantique française. 1991, thèse d'université

BLANCHARD M., CLABAUT P., ABERNOT-LE GAC C., 2006. Cartographie et évaluation du stock de crépidules en baie du mont Saint-Michel, en 2004. Ifremer-RST-DYNECO/ EB/06-01, 34 p.

BLANCHARD, M., HAMON, D., 2006. Ifremer. Bilan du suivi de l'exploitation industrielle de la crépidule en Bretagne Nord (baies de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel) 2002–2005. R.INT.DYNECO/EB/06-01.

BLANPAIN, O., 2009. Dynamique sédimentaire multiclasse : de l'étude des processus à la modélisation en Manche. Thèse de doctorat de l'Université de Rouen, spécialité Sédimentologie, 396 p.

BONHOMMEAU, S., 2008. Effets environnementaux sur la survie larvaire de l'Anguille (*Anguilla anguilla*) et conséquences sur le recrutement. Thèse de Doctorat. Agrocampus de Rennes.

BONNOT-COURTOIS, C., GUILPAIN, P., LEGENDRE, V., LE VOT, M., MASSE, M., MORE, F., PANIZZA, A., PREVOT, C., SCHOORENS, J., TOUPOINT, N., 2007. Cartographie morpho-sédimentaire intertidale de la baie du Mont Saint-Michel. État 2002. CNRS, UMR 8586 PRODIG, Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral. EPHE.

Bretagne Grands Migrateurs, 2009. Evaluation de l'état de la population d'Anguilles en Bretagne par la méthode des indices d'Abondance « Anguille » de 2003 à 2008.

British Seahorse Survey, 2007. By Neil Garrick-Maidment, Executive Director. 26p.

CABIOCH, L., 1968. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. Cah. Biol0 Mar., 9 (5), pp. 493-720.

CALINE, B., GRUET, Y., LEGENDRE, C., LE RHUN, J., L'HOMER, A., MATHIEU, R., ZBINDEN, R. (1988). Les récifs à Annélides (HERMELLES) en Baie du mont Saint-Michel. Documents du BRGM, 180 p.

CALINE, B., 1981. Le secteur occidental de la baie du mont Saint -Michel morphologie, sédimentologie et cartographie de l'estran. 1981.

CAPGEMINI, 2005. Traitement et structuration des données en zones côtières. Document Ifremer dans le cadre du programme MESH. Contrat n° 04/2 210 934, 29 p.

CARPENTIER A, MARTIN CS, VAZ S (Eds.), 2009. Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management, final report / Atlas des habitats des ressources marines de la Manche orientale, rapport final (CHARM phase II). INTERREG 3a Programme, IFREMER, Boulogne-sur-mer, France. 626 pp.

CEVA, 2008. Suivi de la couverture en macroalgues intertidales de substrats durs dans le cadre du contrôle de surveillance DCE au titre de l'année 2008. Région Bretagne ; Ifremer-Rebent.

CEVA – AESN, 2008. Cartographie de la couverture algale des estrans de Normandie. Programme 2 : Cartographie détaillée substrat / Végétation des estrans rocheux du Pays de Caux et de Basse Normandie à l'aide d'un capteur hyperspectral aéroporté.

Centre d'Etudes et de Soins pour les Tortues Marines, Aquarium de La Rochelle, 2011. Données relatives aux tortues marines dans le Golfe Normand Breton suite à une demande d'extraction de données.

Conservatoire du Littoral, 2007. Document d'objectifs – Site Natura 2000 du littoral Ouest du Cotentin de Bréhal à Pirou – FR2500080.

Conservatoire du Littoral, 2001a. Document d'objectifs – Site Natura 2000 du littoral Ouest du Cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel – FR2500082.

Conservatoire du Littoral, 2001b. Document d'objectifs – Site Natura 2000 Cote et Landes de la Hague – FR2500084.

CPIE du Cotentin, 2009. Cartographie des herbus du havre de Saint-Germain-sur-Ay et évaluation de leur état de conservation. Site Natura 2000 « Havre de Saint-Germain-sur-Ay et Landes de Lessay » FR2500096.

CREOCEAN, ECOSUB, 2008. Bilan du patrimoine naturel du port de Granville : impacts du projet portuaire. Réalisé pour le Conseil Général de la Manche.

DERRIEN-COURTEL, S., 2010. ZNIEFF Mer : Bilan de l'existant - Recherche de potentialités. Annexes. Document transmis lors de la formation de Dinard par l'AAMP.

DERRIEN-COURTEL, S., DERRIEN, R., BEAUPOIL, C., 2004. REBENT, Suivi substrats durs subtidaux, limites d'extension en profondeur des ceintures algales et suivi floristique et faunistique. Annexe 3 de la fiche FT12-2004-01.

DESROY, N., 1998. Les peuplements benthiques de substrats meubles du bassin maritime de la Rance. Evolution de la biodiversité et effets de l'activité prédatrice de *Nephtys hombergii* (annélide polychète) sur le recrutement. Thèse de doctorat. Université de Rennes 1.

DREAL Basse Normandie, 2008. Fiches descriptives des sites Natura 2000 en mer.

DUBOIS, S., RETIERE, C., OLIVIER, F., 2002. Biodiversity associated with *Sabellaria alveolata* (Polychaeta: Sabellariidae) reefs: effects of human disturbances. ? J. Mar. Biol. Ass. U.K. (2002), 82, 817-826.

DUBOIS, S., BARILLE, L., RETIERE, C., 2003. Efficiency of particle retention and clearance rate in the polychaete *Sabellaria alveolata*. C. R. Biologies 32. 413–421.

DUBOIS, S., COMMITO, J. A., OLIVIER, F., RETIERE, C., 2006. Effects of epibionts on *Sabellaria alveolata* (L.) biogenic reefs and their associated fauna in the Bay of Mont Saint-Michel. Estuarine, Coastal and Shelf Science 68 (2006) : 635 -646.

DUBOIS, S., COMTET, T., RETIERE, C., THIEBAUT, E., 2007. Distribution and retention of *Sabellaria alveolata* larvae (Polychaeta: Sabellariidae) in the Bay of Mont-Saint-Michel, France. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 346: 243–254.

EHRHOLD, A., 1999. Dynamique de comblement d'un bassin sédimentaire soumis à un régime megatidal. Exemple de la Baie du Mont Saint-Michel. 1999, thèse d'université

EHRHOLD, A.,2003. Cartographie des peuplements macro-benthiques par les méthodes acoustiques en domaine subtidal. 19 p.

EHRHOLD, A., CHEVALIER, C., HAMON, D., CAISEY, X., GAFFET, J.D., DUBOIS, S., ALIX, A.S., 2009. Caractérisation des habitats benthiques au large du cap de Flamanville (Actualisation 2007). Contrat d'étude IFREMER/EDF (Marché DER7-001). R.INT./IFREMER/DYNECO/Ecologie benthique/09-01, 62 p. + 12 annexes.

FARNOLE, P., 1986. Morphogenèse et dynamique sédimentaire sur la côte Ouest du Cotentin.

Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique de la Manche, 2010. Indice d'Abondance Saumon. Basse Normandie. Campagne 2010.

Fédération des Côtes d'Armor pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 2008. Diagnostic piscicole sur l'Alose et la Lamproie marine : détermination des aires de présence sur le département des Côtes d'Armor. Volets poissons migrateurs. Contrat de projet Etat Région 2007-2013.

Fédération d'Ile-et-Vilaine pour la Pêche et la Protection du milieu aquatique, 2010, a. Bassins versants Guyoult, Biez Jean et Rance amont. Etat de la population d'anguilles en 2010 par la méthode des indices d'abondance. Volet poissons migrateurs / Contrat de projet Etat région 2007-2013.

Fédération d'Ile-et-Vilaine pour la Pêche et la Protection du milieu aquatique, 2010, b. Bassins du Couesnon. Suivi d'abondance de juvéniles de saumons en 2010. Volet poissons migrateurs / Contrat de projet Etat région 2007-2013.

FEUNTEUN, E., ACOU, A., GUILLOUËT, J., LAFFAILLE ,P., LEGAULT, A., 1998. Spatial distribution of an eel population (*Anguilla anguilla*) in a small coastal catchment of northern Brittany (France).Consequences of hydraulic works. Bull. Fr. Pêche. Piscic., 349, 129-139.

FOURNIER, J., 2003. Cartographie des herbiers de phanérogames marines de l'archipel de Chausey. Rapport pour la DIREN Basse-Normandie, 35p. UMR 8586 CNRS PRODIG/Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral/EPHE.

FOURNIER, J., GODET, L., BONNOT-COURTOIS, C., BALTZER, A., CALINE, B., 2009. Distribution des formations superficielles intertidales de l'archipel de Chausey (Manche). Géologie de la France, n° 1, 2009, p. 5-17, 6 fig.

GARLAN, T., 2009. NOTICE : Cartes de Natures de Fond au format shape (Partie sédimentaire des Cartes G) SHOM/HOM/REC-CFuD.

GARNAUD, S., 1999. Etude de la dynamique des dunes hydrauliques géantes du passage de la Deroute - Golfe Normand-Breton, France.

GECC, 2010. Le Réseau d'Observateurs des mammifères marins en Normandie : rapport de synthèse, février 2010. 12p.

GECC, 2011. Réseau d'Observateurs des Mammifères Marins en Mer de la Manche. Bilan de l'année 2001. 3p.

GEMEL, 2009/2010. Cartographie de l'herbier de l'Anse Saint Martin. Réalisé pour la DIREN Basse Normandie.

GERLA, D., 2006. Ifremer - Inventaire des herbiers de zostères Baie de Saint-Malo / Rance Haut estuaire du Trieux. Direction des operations / Département environnement et ressources aquacoles / Laboratoire de Saint-Malo. RST.DOP-LER/SM/06.004

GODET, L., FOURNIER, J., OLIVIER, F., RETIERE, C., 2007. Archipel des îles Chausey. Carte des habitats intertidaux de substrats meubles (1 :10 000). Dinard station marine, MNHN, CNRS.

GODET, L., TOUPOINT, N., OLIVIER, F., FOURNIER, J., RETIERE, C., 2008, **a.** Considering the functional value of common marine species as a conservation stake: The case of sandmason worm *Lanice conchilega* (Pallas 1766) (Annelida, Polychaeta) beds.

GODET, L., FOURNIER, J., M. VAN KATWIJK, M., OLIVIER, F., LE MAO, P., RETIERE, C., 2008, **b**. Before and after wasting disease in common eelgrass Zostera marina along the French Atlantic coasts: a general overview and first accurate mapping. Dis. Aquat. Org. Vol. 79: 249–255.

GODET, L., 2008. L'évaluation des besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin : l'exemple des estrans meubles de l'archipel de Chausey. Thèse pour obtenir le grade de Docteur du MNHN / Discipline : Conservation et Environnement littoral.

GODET, L., TOUPOINT, N., FOURNIER, J., LE MAO, P., RETIERE, C., OLIVIER, F, 2009. Clam farmers and Oystercatchers : effects of the degradation of *Lanice conchilega* beds by shellfish farming on the spatial distribution of shorebirds. Marine Pollution Bulletin 58 (2009) 589–595.

GUILLAUMONT, B. *et al.* 1987. Etude régionale intégrée du Golfe normand-breton, carte biomorphosédimentaire de la zone intertidale au 1/25 000, côte Ouest du Cotentin et baie du Mont Saint Michel, Ifremer – DERO – 87.17 - EL. **+** Notice explicative.

GUILLAUMONT, B., BAJJOUK, T., ROLLET, C., HILY, C., GENTIL, F., 2009. Typologie d'habitats marins benthiques. Analyse de l'existant et propositions pour la cartographie / Habitats côtiers de la région Bretagne. Note de synthèse n°1. RST/IFREMER/ DYNECO/AG/08-06/REBENT.

HAMON, D., EHRHOLD, A., HOULGATTE, E., 2010. Directive Cadre Eau – Région Bretagne : Reconnaissance cartographique de bancs de maërl distribués dans les masses d'eaux côtières de référence. Convention Ifremer - Agence de l'Eau Loire-Bretagne. RST/IFREMER/DYNECO/Ecologie benthique/10-01, Volume 1 : Rapport de synthèse, 89 p., 7 annexes ; Volume 2 : Résultats analytiques, 394 p.

HILY, C., 2006. REBENT : Fiche de synthèse sur les biocénoses : les herbiers de Zostères marines (*Zostera marina* et *Zostera noltii*)

HOLME, N.A., 1966. The bottom fauna of the English Channel. J. mar. Biol. Ass., UK, 29 (1), pp. 163-183.

HOMMERIL, P., 1967. Etude de géologie marine concernant le littoral bas-normand et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand. Thèse de 3ème cycle, Université de Caen, Publication Université de Rouen, 304 p.

HOMMERIL, P., 1971. Dynamique du transport de sédiments calcaires dans la partie Nord du golfe Normand-Breton. Bull. Soc. Géol. De France, (7), (XII), n° 1, pp. 31-41.

JEGOU, A.,M., CREZE, J.Y., 1977. Groupe de travail, parc et réserves en milieu marin : îles Chausey. 1977

IFREMER, 2001. Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique : bilan des connaissances et analyse de scénarios d'évolution de la gestion. Contrat Ifremer/MAPA – Réf. 99-I1-03-01. Volume 2/2. Coordonateur : André Forest.

Ifremer, 2010. Rectangle statistique 27 E7 Année 2008. Système d'Informations Halieutiques.

LANG, F., 1986, Peuplements des fonds durs du bassin maritime de la Rance : Rôle fonctionnel de *Eupolymnia nebulosa* (Annélide polychète). Thèse de Doctorat. Université de Rennes I. 240 pp.

LARSONNEUR, 1978. La carte des sédiments superficiels de la Manche au 1/500 000. Colloque U.O.F. janvier 1978.

LASNE, E., SABATIE, R., 2009. Flux migratoires et indices d'abondance des populations de lamproies du Scorff, de l'Oir et de la Bresle (*Petromyzon marinus, Lampetra fluviatilis et L. Planeri*). INRA / ONEMA.

LE BORGNE, M., 2010. DOCOB – Sites Natura 2000 FR5300061- Estuaire de la Rance et FR5312002 - Ilots Notre Dame et Chevret - Tome 1 – Rapport de presentation / Document de travail.

LE MAO, P., 1985. Peuplements piscicoles et teuthologiques du bassin maritime de la Rance : impact de l'aménagement marémoteur. Thèse de docteur-ingénieur en sciences agronomiques, option halieutique, ENSA de Rennes et Université de Rennes 1, 162 p.

LE MAO, P., 2009. Inventaire de la biodiversité marine dans le GNB : Agnathes, Condrichtyens et Osteichtyens. Ifremer/Cresco Dinard.

LE REST, M. *et al*, 2009 – Document d'objectifs du site Natura 2000 FR 2500081 « Havre de Saint-Germain-sur-Ay et Landes de Lessay ». DIREN Basse-Normandie, Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin – CPIE du Cotentin, Lessay, 118 pages + Annexes.

LOUIS, M., 2009. Abondance et distribution du grand dauphin, *Tursiops truncatus*, de la Baie du Mont Saint-Michel à l'archipel des Minquiers. Rapport de stage master I, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé & Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin, 25 p.

MARY, M., VIAL, R., 2009a. Document d'Objectifs Natura 2000 – Baie du Mont-Saint-Michel, Tome 1 : Etat des lieux. Conservatoire du littoral, DREAL Bretagne, DREAL Basse-Normandie, 273 p.

MARY, M., VIAL, R., 2009b. Document d'Objectifs Natura 2000 – Baie du Mont-Saint-Michel, Tome 2 : Enjeux et orientations. Conservatoire du littoral, DREAL Bretagne, DREAL Basse-Normandie, 219 p.

MARY, M., VIAL, R., 2009c. Document d'Objectifs Natura 2000 – Baie du Mont-Saint-Michel, Atlas cartographique. Conservatoire du littoral, DREAL Bretagne, DREAL Basse-Normandie, 160 p.

MARY, M., VIAL, R., 2009d. Document d'Objectifs Natura 2000 – Baie du Mont-Saint-Michel, Annexe scientifique. Conservatoire du littoral, DREAL Bretagne, DREAL Basse-Normandie, 268 p.

MELEDER-TARD, V., 2007. Protocole de distribution des habitats benthiques côtiers par modélisation prédictive. Application aux forêts denses de laminaires subtidales du littoral breton. Rapport IFREMER, 50 p.

NEBOUT T., GODET L., FOURNIER J., 2008. Inventaire cartographique des herbiers de phanérogames marines de la Côte d'Emeraude et de Chausey. Etat en 2002 (d'Erquy à Granville). MNHN, Dinard, 20p.

NEBOUT, T., OLIVIER, F., FOURNIER, J., 2010. Rapport suivi DCE. MNHN – UMR 5178 BOEA.

NEBOUT, T., FOURNIER, J., BALTZER, A., 2010. Etude des bancs de maërl du secteur ouest Cotentin, dans le cadre du contrôle de surveillance Rebent-DCE-Manche : année 2009. CRESCO - MNHN/IFREMER et CNRS UMR 7208 BOREA.

ORBI, A., 1986. Circulation de marée dans le golfe normand-breton. 1986, thèse d'université

OSPAR, 2008. Répartition des espèces OSPAR en France métropolitaine. Données SIG issues de la base de données du secrétariat de la convention OSPAR.

OSPAR, 2009. Distribution des habitats OSPAR (ponctuel). Shapefile livré par la JNCC (Joint Nature Conservation Committee) à l'Agence des Aires Marines Protégées.

PERRIER, C., 2010. Structure génétique des populations de saumon Atlantique en France. Université de Caen / Basse Normandie – INRA. Thèse de Doctorat.

Préfecture de la Région Bretagne, 2005. Arrêté n°116/2005 règlementant la pêche du bar au large du cap Fréhel.

Produit numérique REBENT multi-sources Ifremer-CNRS-CEVA, 2007. Les herbiers de zostères de la région Bretagne - Inventaire 2007 des sites.

Projet MESH, 2008. Guide de cartographie des habitats marins. RST - DYNECO/AG/07-21/JP – Ifremer, Centre de Brest, 74 p.

RETIERE, C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du golfe normano-breton. Thèse de Doctorat d'Etat, ès sciences naturelles, Université de Rennes, 370 p.

RETIERE, C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du Golfe Normanno-Breton. Produit numérique REBENT-Ifremer- MNHN 2008.

ROBINET, T., FEUTEUN, E., 2002. Sublethal effects of exposure to chemical compounds: a cause for the decline in Atlantic eels? Ecotoxicology 11:265–277.

ROLLET C., BONNOT-COURTOIS C., FOURNIER J., 2005. Cartographie des habitats benthiques en zone intertidale à partir des orthophotographies littorales. 18 p.

SMEL, 2001. Evaluation de la prédation des perceurs dans les bassins ostréicoles en Basse-Normandie. Etude réalisée à la demande de la section régionale conchylicole de Normandie – Mer du Nord.

SMEL, 2010. Evolution des récifs d'hermelles par rapport à la conchyliculture. Document Analyse interne : Bilan et validation – Prévisions opérationnelles – Plan d'action 2007-2013. Fiche action n°2B.

TOUPOINT, N., GODET, L., OLIVIER, F., FOURNIER, J., RETIERE, C., 2006. Mise à jour de la cartographie des habitats naturels marins relevant de Natura 2000 sur l'Archipel de Chausey. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral UMR 8586 PRODIG CNRS/EPHE ; Station Marine de Dinard UMR 5178 BOME CNRS / MNHN. Rapport pour la DIREN Basse-Normandie. 21 p.

TOUPOINT, N., GODET, L., FOURNIER, J., RETIERE, C., OLIVIER, F., 2008. Does Manila clam cultivation affect habitats of the engineer species *Lanice conchilega* (Pallas, 1766)? Marine Pollution Bulletin 56 (2008) 1429–1438.

TRIGUI, J., FOURNIER, J., OLIVIER, F., RETIERE, C., THIEBAUT, E, BONNOT- COURTOIS, C., 2007. Carte des habitats naturels marins de la baie du Mont Saint Michel, d'après les cahiers Natura 2000. Station Marine de Dinard/UMR 5178 BOME CNRS/ MNHN. Rapport pour la DIREN Basse- Normandie, 13 p.

TRIGUI, R.J., 2009. Influence des facteurs environnementaux et anthropiques sur la structure et le fonctionnement des peuplements benthiques du Golfe Normano-Breton. Thèse MNHN.

VASLET, D., LARSONNEUR, C., AUFFRET, J.P., 1979. Carte des sédiments superficiels de la Manche (échelle 1/500 000). BRGM / CNEXO.

VINCENT, C., DELAYAT, S., ELDER, J-F., GAUTIER, G., Mc CONNELL, B., RIDOUX, V., 2008. Suivi télémétrique de phoques veaux marins en baie du Mont-Saint-Michel et baie des Veys. 2006-2007. Suivis FastlocTM GPS/GSM.

WALKER, P., 2001. Dynamique sédimentaire dans le golfe normand-breton. Intérêt de l'imagerie par sonar à balayage latéral. Thèse de doctorat de l'Université de Caen, spécialité : Terre enveloppe fluide, 288 p.

8 ANNEXES

Annexe 1. Liste des personnes contactées pour ce marché

Cette liste n'est pas exhaustive.

Contact	Structure	Thématiques	Date et Type
ABELLARD Olivier	AAMP	Gestion du marché	Nombreux contacts
ABIVEN Thomas	SYMEL	Plongée à Chausey	Août 2010
ANDERSEN Ann	Station Marine de Roscoff	Données	22/09/2010
ARTHUR Gwénaëlle	Fédération Départementale des Associations agréées de pêche et protection du milieu aquatique d'Ille-et-Vilaine	Poissons DHFF et Liste Ospar	Février 2011
AULERT Christophe	AAMP	Lettre d'appui à la récolte de données	Avril 2010
BAILLY DU BOIS Pascal	Institut de Radioprotection et de Sureté Nuclaire	Travaux Cap de la Hague / Thèse O. Blanpain	Février 2011
BAJJOUK Touria	IFREMER Brest	Données bibliographiques	Plusieurs contacts
BAGLINIERE Jean-Luc	INRA Rennes	Poissons DHFF et Liste Ospar / Thèse Charles Perrier	Janvier 2011
BALAGUER Jean-Luc	CPIE Cotentin	Connaissance des acteurs - études	22/03/2010
BALAGUER Valérie	CG 50	Etude Granville Créocean / Havres du Cotentin	29/03/2010
BASUYAUX Olivier	SMEL	Données Hermelles	04/11/2010
BERNARD Maud	Hémisphère Sub / Université de Brest	Données bibliographiques	Nombreux contacts
BONNOT-COURTOIS Chantal	EPHE Dinard	Données sédimentaires Secteur Cotes d'Armor	Mars 2010
BOUQUET Sylvain	AAMP	Cartographie - SIG	Nombreux contacts
BRUCHON Franck	Agence de l'Eau Seine Normandie	Poissons DHFF et Liste Ospar – Travaux CEVA	02/11/2010

Contact	Structure	Thématiques	Date et Type
CARPENTIER Alexandre	Université de Rennes	Poissons DHFF et Liste Ospar	Janvier 2011
CATEROUX hubert	Fédération des Côtes d'Armor pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique	Poissons DHFF et Liste Ospar	Février 2011
CAURANT Florence	CRMM	Mammifères	17/03/2010
CERQUEUS Delphine	2D 3D GIS	SIG	Nombreux contacts
CHARPENTIER Philippe	CG50	Etude Granville Créocean / Havres du Cotentin	30/03 et 05/11/2010
CONSTANTIN Yves	Syndicat des Caps (Erquy/Fréhel)	Bibliographie	02/04/2010
CURD Amelia	MNHN	SINP	14/09/2010
DEFENOUILLERE Julien	DIREN Basse Normandie	Cartographie - SIG	Nombreux contacts
DELL'AMICO Florence	CESTM / Aquarium La Rochelle	Tortues marines	Février 2011
DELASSUS Loïc	CBNB Antenne Villers Bocage	Cartographie des havres	Eté 2011
DESROY Nicolas	CRESCO Dinard	Données sonar Chausey – Relecture du rapport	Plusieurs contacts
DION Patrick	CEVA	Imagerie hyperspectrale Ouest Cotentin	02/11/2010 et juillet 2011
EHRHOLD Axel	IFREMER Brest	Données sédimentaires	Nombreux contacts
FERA Philippe	Agence de l'Eau Loire Bretagne	Poissons	Printemps 2010
FEUNTEUN Eric	MNHN Dinard	Appui scientifique - Protocole plongée	Nombreux contacts
FOURNIER Jérôme	MNHN Dinard	Données sonar et cartographie Chausey	Printemps 2010
GALLY François	GECC	Données mammifères	Nombreux contacts
GAUTIER Gaël	AL LARK	Données mammifères – Expertise d'observations	Plusieurs contacts
GARLAN Thierry	SHOM	Carte G manquante	Mai 2011
GENTIL Franck	Station Marine de Roscoff	Données bibliographiques	Décembre 2011
GERMAIN Laurent	AAMP	Cadrage du marché	Printemps 2010
GODET Laurent	MNHN	Cartographie Chausey	Eté 2011

Contact	Structure	Thématiques	Date et Type
GOULMY Fabien	Fédération de la Manche pour la pêche et la protection du milieu aquatique	Poissons DHFF et Liste Ospar	Février 2011
GUERILLOT Guillaume	CG 22	Service des ports	Printemps 2010
GUERIN Laurent	Ifremer	SINP	Plusieurs contacts
GUILLAUDEAU Julien	MNHN	Mission de terrain Drague Rallier du Baty	Nombreux contacts
GUYET-GRENET Valérie	CSLN	Données	21/05/2010
HACQUEBART Pascal	GEMEL Normandie	Données Ouest Cotentin	Plusieurs contacts
HAMON Dominique	IFREMER Brest	Données bibliographiques – Cartographie Flamanville	Plusieurs contacts
HILY Christian	Université de Brest	Appui scientifique. Plan et protocole d'échantillonnage des substrats meubles	Nombreux contacts
HOURDIN Yann	Plongévasion (club de plongée)	Espèces (hippocampes, etc…)	Nombreux contacts
IGLESIAS Samuel	MNHN Concarneau	Poissons DHFF et Liste Ospar	Février 2011
LADIOU Bernard	Bretagne Vivante	Données Cotes d'Armor	Automne 2010
LANG François	Association Cœur	Données Rance	Nombreux contacts
LARTIGOU Fabrice	2D 3D GIS	SIG	Nombreux contacts
LE BORGNE Maïwenn	Communauté de Communes de Dinan	DOCOB Rance	Janvier 2011
Le MAO Patrick	CRESCO Dinard	Données Baie du Mont St Michel	Plusieurs contacts
LEDARD Michel	DIREN Bretagne	ZNIEFF	Plusieurs contacts
LOUISY Patrick	Association Peau Bleue	Hippocampes	Décembre 2010 et février 2011
MACHET Cécile	EDF-CIDEN	Données Flamanville	Automne 2010
MARY Mickael	Conservatoire du littoral	Natura 2000 en BMSM	Plusieurs contacts
MOALIC Hervé	AAMP	Mission PNM	10/06/2010
MUSARD Olivier	AAMP	Analyse stratégique régionale	13/04/2010
NEBOUT Thibaut	MNHN Dinard	Données DCE	Plusieurs contacts
OLIVIER Frédéric	MNHN Dinard	Cartographie Chausey	Plusieurs contacts

Contact	Structure	Thématiques	Date et Type
PIBOT Alain	AAMP	Cadrage du marché	Nombreux contacts
PIEL Steven	AAMP	Cartographie - SIG	Nombreux contacts
RAUSS Isabelle	Conservatoire du littoral	Données	31/03/2010
RICHARD Olivier	SMEL	Travaux en cours	Plusieurs contacts
ROBBE Sandrine	DIREN Basse Normandie	Attentes du marché	Plusieurs contacts
ROBIN Jean Paul	Université de Caen	Données - CRESH	Plusieurs contacts
ROBIN Thierry	CG35 / Association Interdépartementale Manche / Ille-et-Vilaine	Données	30/03/2010
ROLLET Claire	IFREMER Brest	Cartographie - SIG	Plusieurs contacts
SAVARY Manuel	SRC Normandie Mer du Nord	Connaissance des acteurs	23/03/2010
SAVAROC Emilie	DIREN Basse Normandie	Données Plongeurs de Tatihou	Plusieurs contacts
STEPHAN Eric	APECS	Données	Plusieurs contacts
TACHOIRES Stéphanie	AAMP	SIH Ifremer	Mars 2011
TRIGUI Jihane	Ifremer-CRESCO	Thèse	Nombreux contacts
VIGNE Pierre	CETE Normandie	Données SIG	Avril 2010
VINCENT Cécile	Université de la Rochelle	Mammifères	17/09/2010
YSNEL Frédéric	Université Rennes1	Données Diplôme Universitaire Rennes	27/10/2010

Annexe 2. Lettre d'appui à la récolte de données auprès des fournisseurs

Agence des
aires marines protégées

42 bis quai de la Douane
BP 42932 / 29229 BREST cedex 2
☎ : +33 (0)2 98 33 87 67
🖷 : +33 (0)2 98 33 87 77
www.aires-marines.fr

Brest, le 15 avril 2010

A l'attention des Fournisseurs de données

Objet : appui à la transmission de données aux bureaux d'études cotraitants Astérie et Hémisphère Sub dans le cadre du marché *Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant, Natura 2000 en mer*.

Madame, Monsieur,

L'Agence des Aires Marines Protégées a lancé un appel d'offres en juillet 2009 intitulé *Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant, Natura 2000 en mer*. Sans aborder dans ce courrier les composantes techniques du marché, l'objectif général de l'étude consiste à produire une cartographie des fonds marins et des habitats associés ; Cartographie qui doit servir de support aux objectifs de conservation des sites Natura 2000 marins.

Ainsi, les prestataires retenus ont pour mission de produire un état des lieux selon deux approches complémentaires :

1. Un inventaire de l'existant : les **données disponibles auprès des structures publiques et associatives doivent être rassemblées** par les bureaux d'études (BET).

2. Une acquisition de données : les BET ont pour mission, à partir du point 1., de cibler les zones sur lesquelles il existe un manque de connaissances et de construire un protocole d'échantillonnage pour **commencer la prise de données de terrain dès l'été 2010**.

Qu'il s'agisse de la façade atlantique ou méditerranéenne, le Domaine Public Maritime fait l'objet d'un allotissement dans le cadre de ce marché. L'étude sur le **Golfe Normano-Breton** - lot n°3, du Cap de la Hague au nord (Cotentin), au Cap d'Erquy au sud (Côtes d'Armor) - a été attribuée aux bureaux d'études cotraitants *Astérie*, basé à Brest, et *Hémisphère Sub*, basé à Saint-Cast le Guildo. Ce lot fait l'objet d'une mission

d'étude pour la création d'un Parc Naturel Marin (PNM).

Une partie des données existantes a été bancarisée par l'Agence, notamment dans le cadre du document produit en 2009 intitulé *Analyse des enjeux et propositions pour une stratégie d'aires marines protégées – Bretagne nord / ouest Cotentin*. Ce travail a été réalisé avec une échelle de résolution relativement large par rapport à la mission de synthèse des données que doivent réaliser Astérie et Hémisphère Sub.

Dans ce contexte, ces deux BET sont donc amenés à vous solliciter pour l'acquisition de données, qu'elles soient sous forme de **rapports** ou de **données numériques** géoréférencées (couches SIG ou données spatialisables), sur la partie intertidale (jusqu'aux limites des hautes mers de vives eaux) et **subtidale**.

Afin de réaliser un travail le plus complet possible, et dans la mesure où les données demandées sont publiques et qu'elles peuvent être transmises par le producteur de la donnée (possibilité de convention), l'Agence recommande, dans l'intérêt de tous les acteurs qui seront liés à la gestion des sites Natura 2000 en mer et du PNM, de faciliter la transmission des données aux bureaux d'études *Astérie* et *Hémisphère Sub*. **Ces deux BET s'engagent à détruire les données aux termes de ce marché, démarche qui pourra faire l'objet d'un acte d'engagement.**

D'un commun accord, ce courrier est joint aux demandes des BET lors des contacts qu'ils auront directement avec vous.

Pour toute précision supplémentaire, le référent principal au sein de l'Agence des Aires Marines Protégées est Alain PIBOT, chargé de mission Acquisition de connaissances en lien avec le responsable de l'Antenne Manche-Mer du nord (Christophe AULERT) et le chef de la mission de création du Parc naturel marin Normand-breton (Hervé MOALIC).

Je vous prie de croire, Madame, Monsieur, en l'expression de mes sincères salutations.

Christophe AULERT

Responsable de l'Antenne Manche Mer du Nord

Antenne Manche Mer du Nord
De l'Agence des Aires Marines Protégées
DDRM/DIRM
4, rue du Colonel Fabien
BP 34
76083 LE HAVRE Cedex
02 35 19 29 99 (poste 25 25)

Annexe 3. Extrait de la notice associée au produit SIG des cartes G (Garlan, 2009)

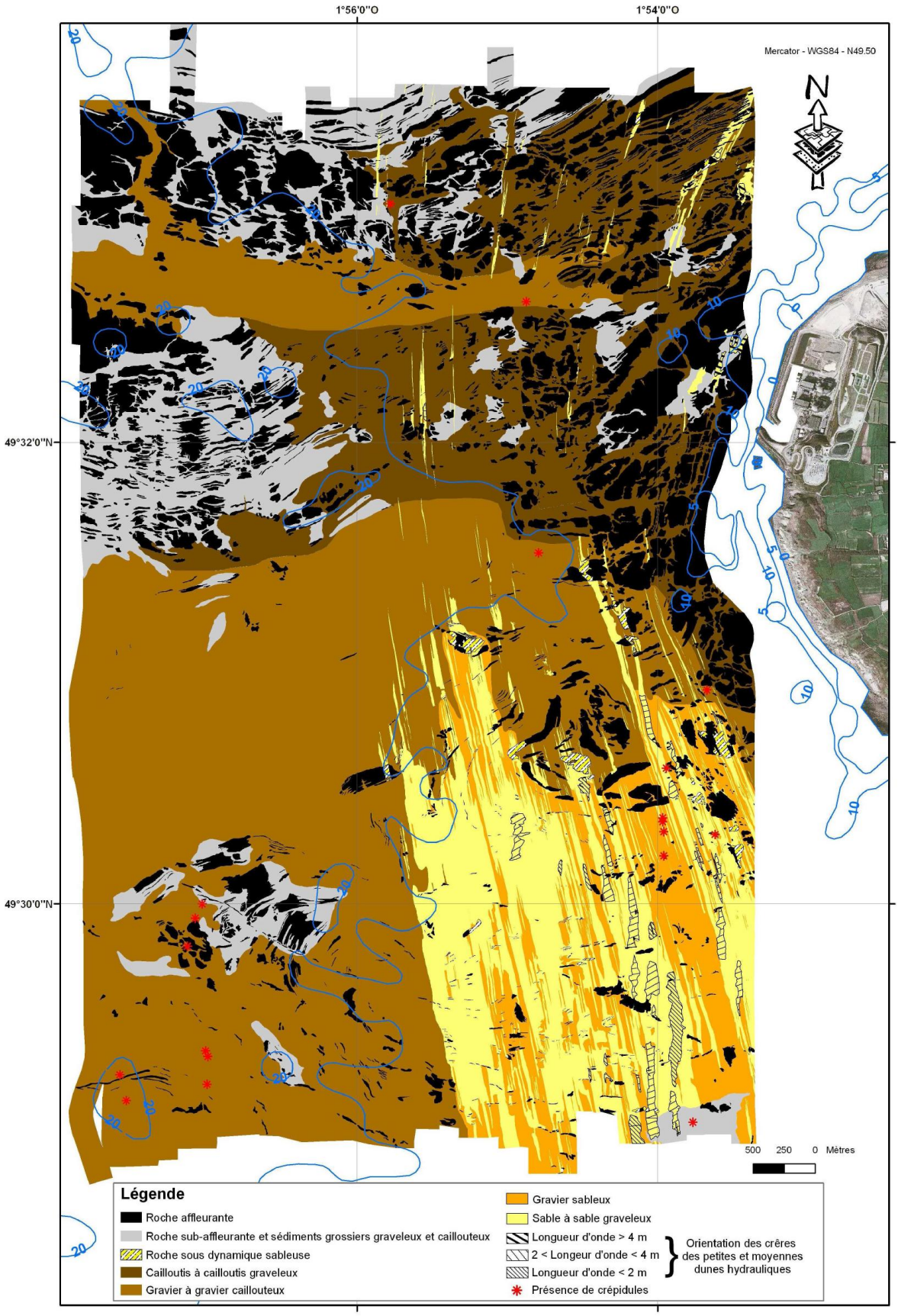
LEGENDE DU PRODUIT NATURES DE FOND

Roche	NFRoche
Cailloutis, Cailloutis purs	NFC
Cailloutis et graviers	NFCG
Cailloutis sables	NFCS
Cailloutis envasés	NFCV
Graviers, Graviers purs	NFG
Graviers et cailloutis	NFGC
Graviers et sables, Graviers et sables envasés	NFGS
Graviers envasés	NFGV
Sables, Sables purs	NFS
Sables et graviers, Sables et graviers envasés	NFSG
Vases	NFV
Vases et graviers	NFVG
Vases sableuse	NFVS
Vases et sables fins	NFVSF
Silts argileux	NFSiA
Argiles silteuses	NFASi
Silts	NFSi
Argiles	NFA
Sables vaseux	NFSV
Sables et silts	NFSSi
Sables fins, Sables fins purs	NFSF
Sables fins et cailloutis	NFSFC
Sables fins vaseux	NFSFV
Sables fins et silts	NFSFSi

DEFINITIONS :

Sédiment :	Ensemble constitué par la réunion de particules, détritiques ou biogènes, plus ou moins grossières ayant subi un transport par un ou plusieurs agents de transport.
Cailloutis :	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules supérieures à 20 millimètres.
Cailloutis graviers :	Sédiments contenant des cailloutis et de 15 à 50% de graviers.
Graviers :	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 20 et 2 millimètres.
Sables graviers :	Sédiments contenant des sables et de 15 à 50% de graviers.
Sables :	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 2 et 0,5 millimètres.
Sables vaseux :	Sables contenant entre 5 et 20% de particules inférieures à 0,05 millimètres.
Sables fins :	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 0,5 et 0,05 millimètres.
Sables fins vaseux :	Sables fins contenant entre 5 et 20% de particules inférieures à 0,05 millimètres.
Vases :	Sédiments contenant de 20 à 100% de particules inférieures à 0,05 millimètres.

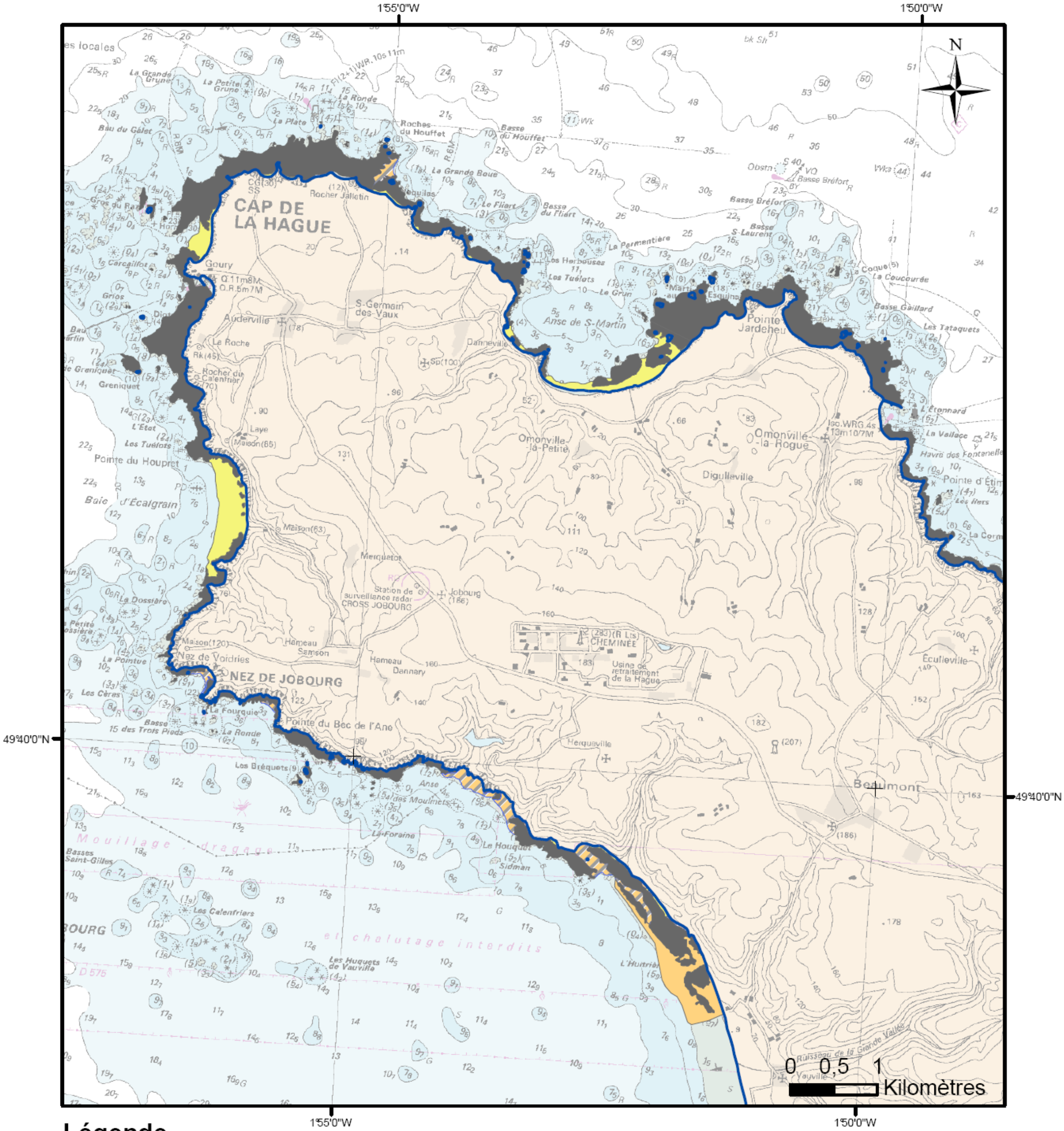
Annexe 4. Carte morpho-sédimentaire au large de Flamanville (Ehrhold *et al*, 2009)



Annexe 5. Propositions de conversion des entités biosédimentaires de la cartographie de Guillaumont *et al*, 1987.

Guillaumont *et al* (1987)	EUNIS	Rebent	Cahiers d'habitats
Bancs coquilliers	A2.2	S05.02	1140_5
Bancs hétérogènes	A2.2	S05.02	1140_5
Bancs sableux	A2.2 ?	S03.01.02	1140_4
Cailloutis et blocs	?	?	1170_9
Chenaux	?	?	?
Crochons dunaires	B1	?	2110_1 ou 2120_1
Crochons sableux	B1	?	2110_1 ou 2120_1
Crochons végétalisés	B1	?	2130_1
Enrochements	?	?	?
Eventails deltaïques des havres	A2.241	S03.02	1140_3
Fucales	A1.12 ou A1.15 ou A1.21 ou A1.31	R02.02.01 ou R02.02.02	1170_2
Herbiers de *Zostera marina*	A5.5331	P01.02.01	1110_1
Laminaires	A3.3131	R08.03.04	1170_6
Mares	?	P15 ou P16	non individualisé dans 1140 (sédiments) 1170-8 (rocheux supralittoral)
Platiers rocheux	?	?	?
Récifs d'hermelles	A2.711	P10	1170_4
Rhodophycées	A1.125	R07.02	1170_5
Rochers dépourvus d'algues	A1.11	R03 ou R04	1170_3
Sables fins à *Macoma balthica*	A2.241	S03.02	1140_3
Sables fins à *Macoma balthica* : faciès à Haustoriidae	A2.241	S03.02	1140_3
Sables fins à moyens de haut de plage	A2.211	S01.02	1140_1
Sables fins à moyens zoogènes de bas niveaux	A2.2313	S03.02	1140_3
Sables fins vaseux	A2.2	S03.02	1140_3 ou 1130_1
Sables moyens de basse plage	A2.2	S03.01	1140_3
Sédiments grossiers hétérogènes	A2.42	S05.02	1130_1
Végétation de la haute slikke-bas schorre et secteurs de l'estran potentiellement colonisables	A2.55 ou A2.5423 ou A2.5422	?	1310_1 ou 1320-1
Végétation du bas moyen schorre	A2.54 ou A2.5421 ou A2.5422	?	1330_1
Végétation du haut schorre	A2.531	?	1310_2 ou 1330_3
Végétation du schorre de type "haute slikke-bas schorre"	A2.55 ou A2.5423 ou A2.5422	?	1130_1 (vase)
Zone humide supralittorale	A2.531	?	1310_2 ou 1330_2 ou 1330_3

Annexe 6. Cartographie des habitats Natura 2000 intertidaux autour du cap de la Hague



Légende

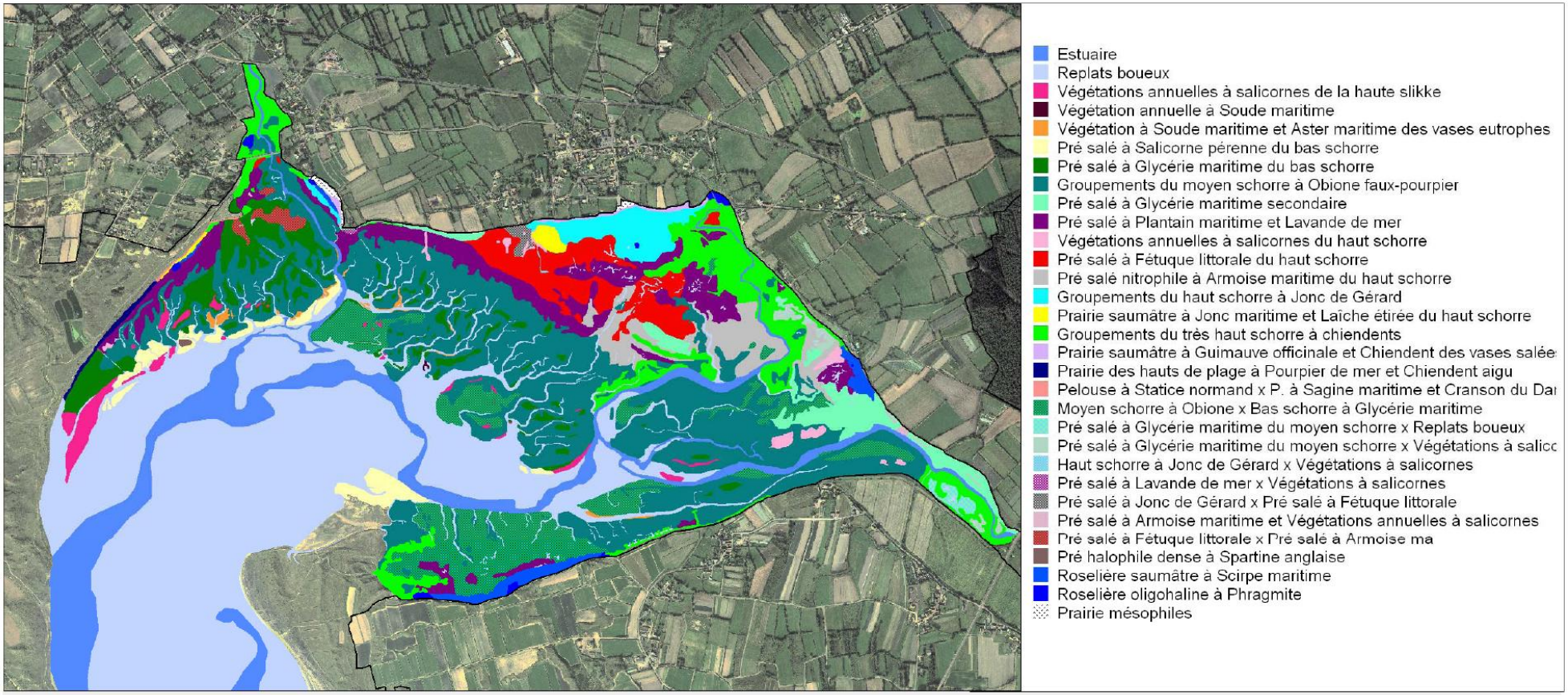
Trait de côte

Habitats génériques Natura 2000

- Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110)
- Récifs (1170)
- Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine et Récifs (1110x1170)
- Replats boueux ou sableux exondés à marée basse (1140)

Sources :
- Conservatoire du Littoral, 1999.
- Trait de côte Histolitt / IGN
- Fonds de carte : SHOM

Annexe 7. Cartographie des unités de végétation dans le havre de Saint-Germain-sur-Ay



Annexe 8. Espèces marines (et littorales concernant les oiseaux) de Chausey inscrites dans des listes juridiques. (Source : Godet, 2008)

Espèces protégées par la Convention de Berne

***Plantae* (Algues)**
Laminaria ochroleuca
***Plantae* (Phanérogames)**
Zostera marina
Mollusca bivalvia
*Pholas dactylus***
Aves
Anthus petrosus
Arenaria interpres
Calidris alba
Calidris alpina
Calidris ferruginea
Calidris minuta
Charadrius alexandrinus
Charadrius dubius
Charadrius hiaticula
Egretta garzetta
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
*Gelochelidon nilotica**
Hydrobates pelagicus
Larus melanocephalus
Larus minutus
*Oceanodroma leucorhoa**
Phalacrocorax aristotelis
Podiceps auritus
Puffinus puffinus
*Sterna albifrons**
Sterna hirundo
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis
Tadorna tadorna
Mammalia cetacea
*Delphinus delphis**
Tursiops truncatus
*Orcinus orca**

Espèces protégées par la Convention de Bonn

Aves
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
Larus melanocephalus
Podiceps auritus
*Sterna albifrons**
*Sterna caspia**
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis
Mammalia carnivora
Phoca vitulina
Halichoerus grypus
Mammalia cetacea
*Delphinus delphis**
Tursiops truncatus
*Orcinus orca**

Espèces inscrites à l'Annexe II de la Dir. Habitats

Mammalia carnivora
Halichoerus grypus
Phoca vitulina
Mammalia cetacea
Tursiops truncatus

Espèces inscrites à l'Annexe IV de la Dir. Habitats

Néant

Espèces inscrites à l'Annexe I de la Dir. Oiseaux

Aves
Egretta garzetta
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
*Gelochelidon nilotica**
Hydrobates pelagicus
Larus melanocephalus
Limosa lapponica
*Oceanodroma leucorhoa**
Philomachus pugnax
Pluvialis apricaria
Podiceps auritus
*Sterna albifrons**
*Sterna caspia**
Sterna hirundo
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis

Espèces inscrites à la Convention Ospar

Mollusca gastropoda
Nucella lapillus
Mollusca bivalvia
Ostrea edulis

Espèces protégées en France

Aves
Alca torda
*Alle alle**
Anthus petrosus
Arenaria interpres
Branta bernicla
Calidris alba
Calidris alpina
Calidris ferruginea
Calidris minuta
Charadrius alexandrinus
Charadrius dubius
Charadrius hiaticula
Egretta garzetta
*Fratercula arctica**
Fulmarus glacialis
Gavia arctica
Gavia immer
Gavia stellata
*Gelochelidon nilotica**
Hydrobates pelagicus
Larus canus
Larus fuscus
Larus marinus
Larus melanocephalus
Larus minutus
*Mergus merganser**
Mergus serrator
Morus bassanus
*Oceanodroma leucorhoa**
Phalacrocorax aristotelis
Phalacrocorax carbo
Podiceps auritus
Podiceps cristatus
*Podiceps grisegena**
*Puffinus griseus**
Puffinus mauretanicus
Puffinus puffinus
Rissa tridactyla
Stercorarius parasiticus
*Stercorarius pomarinus**
Stercorarius skua
*Sterna albifrons**
*Sterna caspia**
Sterna hirundo
*Sterna paradisaea**
Sterna sandvicensis
Tadorna tadorna
Uria aalge
Mammalia carnivora
Phoca vitulina
Halichoerus grypus
Mammalia cetacea
Tursiops truncatus
*Delphinus delphis**
*Orcinus orca**

Espèces inscrites au Livre Rouge des espèces marines et littorales menacées en France

***Plantae* (Phanérogames)**
Zostera marina
Mollusca bivalvia
*Pteria hirundo***
Aves
Alca torda
Hydrobates pelagicus
Puffinus puffinus
Mammalia carnivora
Phoca vitulina
Halichoerus grypus
Mammalia cetacea
Tursiops truncatus
*Delphinus delphis**

Espèces protégées en Basse Normandie

***Plantae* (Phanérogames)**
Zostera marina
Zostera noltii

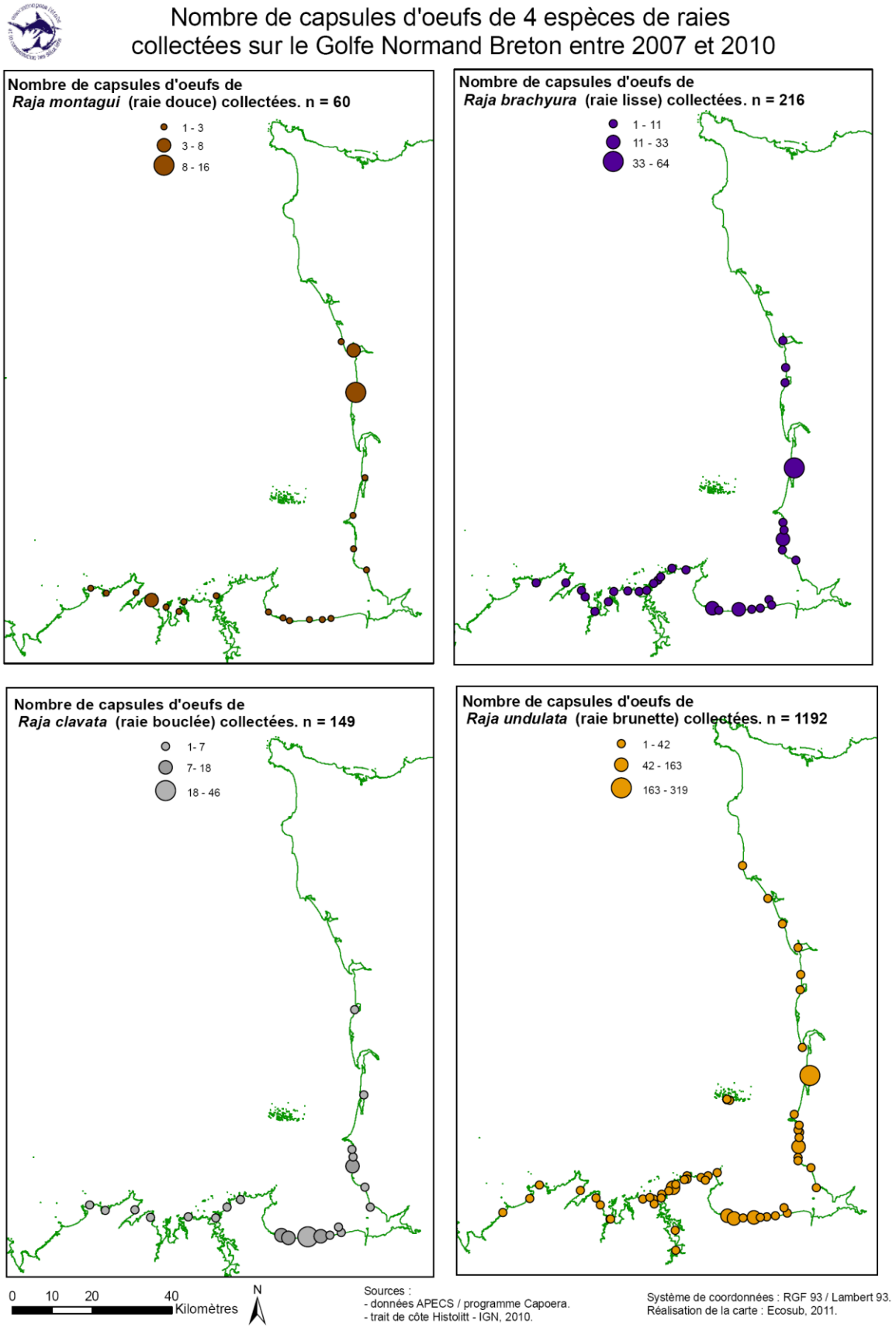
* Espèce observée occasionnellement à Chausey.
** *Pholas dactylus* : *a priori*, l'espèce n'a été observée à Chausey qu'en coquilles et jamais vivante.
Pteria hirundo : la mention de l'espèce par Lubet en 1968 (*In* : DIREN Basse-Normandie (1998)) mérite sans doute vérification.

Annexe 9. Liste des espèces inscrites sur la liste Ospar et les annexes II, IV et V de la DHFF, absentes du Golfe Normand Breton.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Groupe	Espèce OSPAR	Espèce Natura 2000 (DHFF)		
				Annexe II	Annexe IV	Annexe V
Acipenser sturio	Esturgeon européen	Poissons	x	x		
Artica Islandica	Praire d'islande	Mollusques	x			
Balaenoptera borealis	Rorqual de Rudolphi	Mammifères			x	
Balaenoptera musculus	Baleine bleue, grand rorqual, rorqual bleu	Mammifères	x		x	
Centrophorus squamosus	Petit squale	Poissons	x			
Centroscymnus coelolepis	Pailona commun	Poissons	x			
Chelonia mydas	Tortue verte	Reptiles		x	x	
Coregonus lavaretus	Corégone oxyringue	Poissons	x			
Cystophora cristata	Phoque à capuchon, phoque à crête	Mammifères				x
Dipturus batis	Pocheteau gris	Poissons	x			
Eretmochelys imbricata	Tortue imbriquée	Reptiles			x	
Erignathus barbatus	Phoque barbu	Mammifères				x
Eubalaena glacialis	Baleine franche noire, des Basques, de Biscaye	Mammifères			x	
Gadus morhua	Morue, cabillaud	Poissons	x			
Globicephala macrorhynchus	Globicéphale tropical	Mammifères			x	
Hyperoodon ampullatus	Hypérodon boréal	Mammifères			x	
Kogia breviceps	Cachalot pygmée	Mammifères			x	
Kogia sima	Cachalot nain	Mammifères			x	
Lagenorhynchus acutus	Lagénorhynque à flancs blancs de l'Atlantique	Mammifères			x	
Lepidochelys kempii	Tortue Kemp	Reptiles			x	
Megabalanus azoricus	Balane des Açores	Crustacés	x			
Megaptera novaeangliae	Baleine à bosse, mégaptère, jubarte	Mammifères			x	
Mesoplodon bidens	Mésoplodon (ou baleine à bec) de Sowerby	Mammifères			x	x
Mesoplodon densirostris	-	Mammifères			x	
Mesoplodon europaeus	Mésoplodon (ou baleine à bec) de Gervais	Mammifères			x	
Orcinus orca	Orque, épaulard	Mammifères			x	
Pagophilus groenlandicus	Phoque du Groenland	Mammifères				x
Patella ulyssiponensis aspera	Patelle des Açores	Mollusques	x			
Physeter macrocephalus	Cachalot, cachalot macocéphale	Mammifères			x	
Pseudorca crassidens	Faux orque	Mammifères			x	
Pusa hispida	Phoque annelé	Mammifères				x
Rostroraja alba	Raie pointue	Poissons	x			
Squalus acanthias	Aiguillat commun	Poissons	x			
Squatina squatina	Ange de mer	Poissons	x			
Stenella coeruleoalba	Dauphin bleu et blanc, dauphin rayé	Mammifères			x	
Steno bredanensis	Dauphin ou sténo à rostre étroit, sténo	Mammifères			x	
Ziphius cavirostris	Ziphius	Mammifères			x	

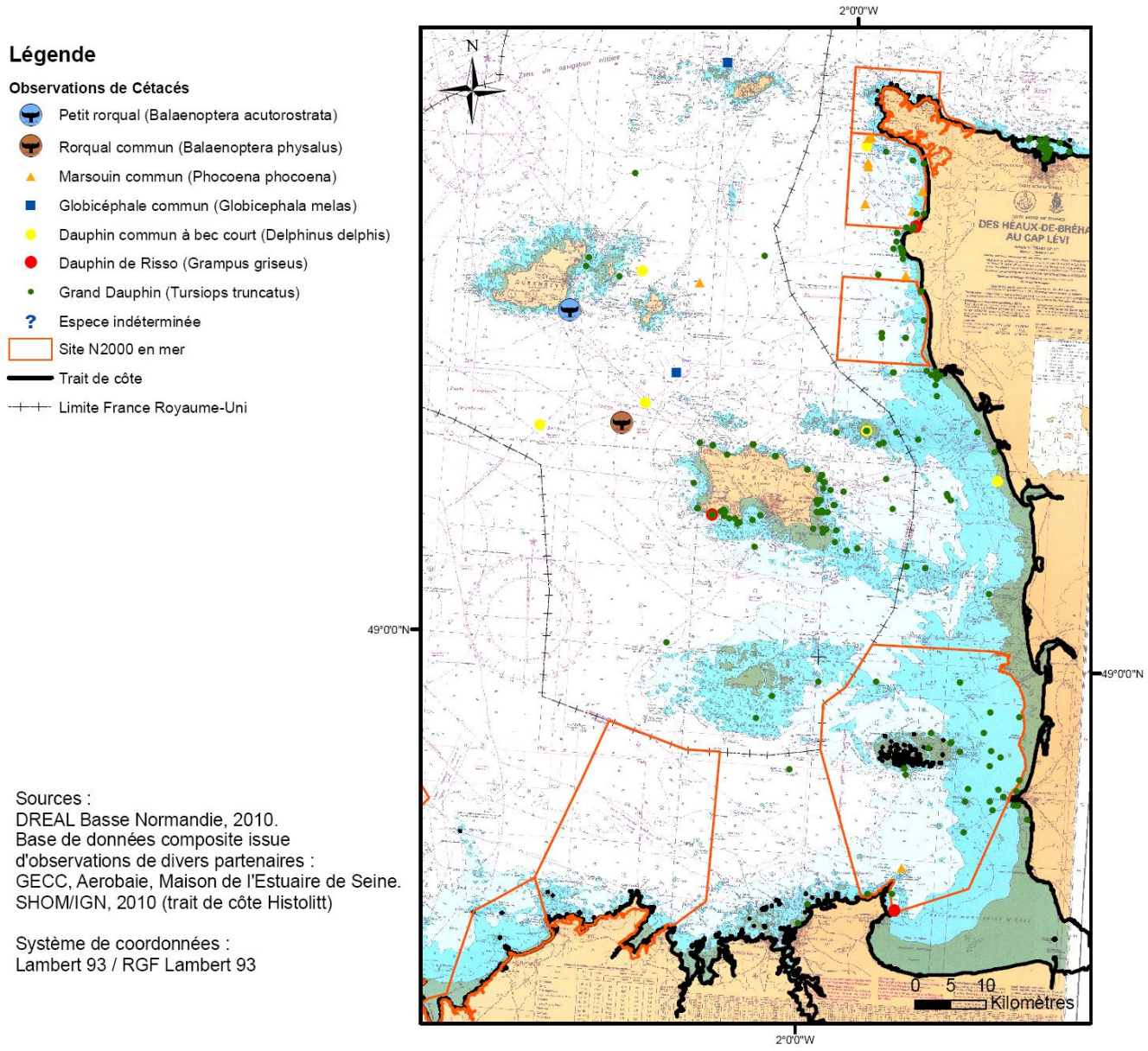
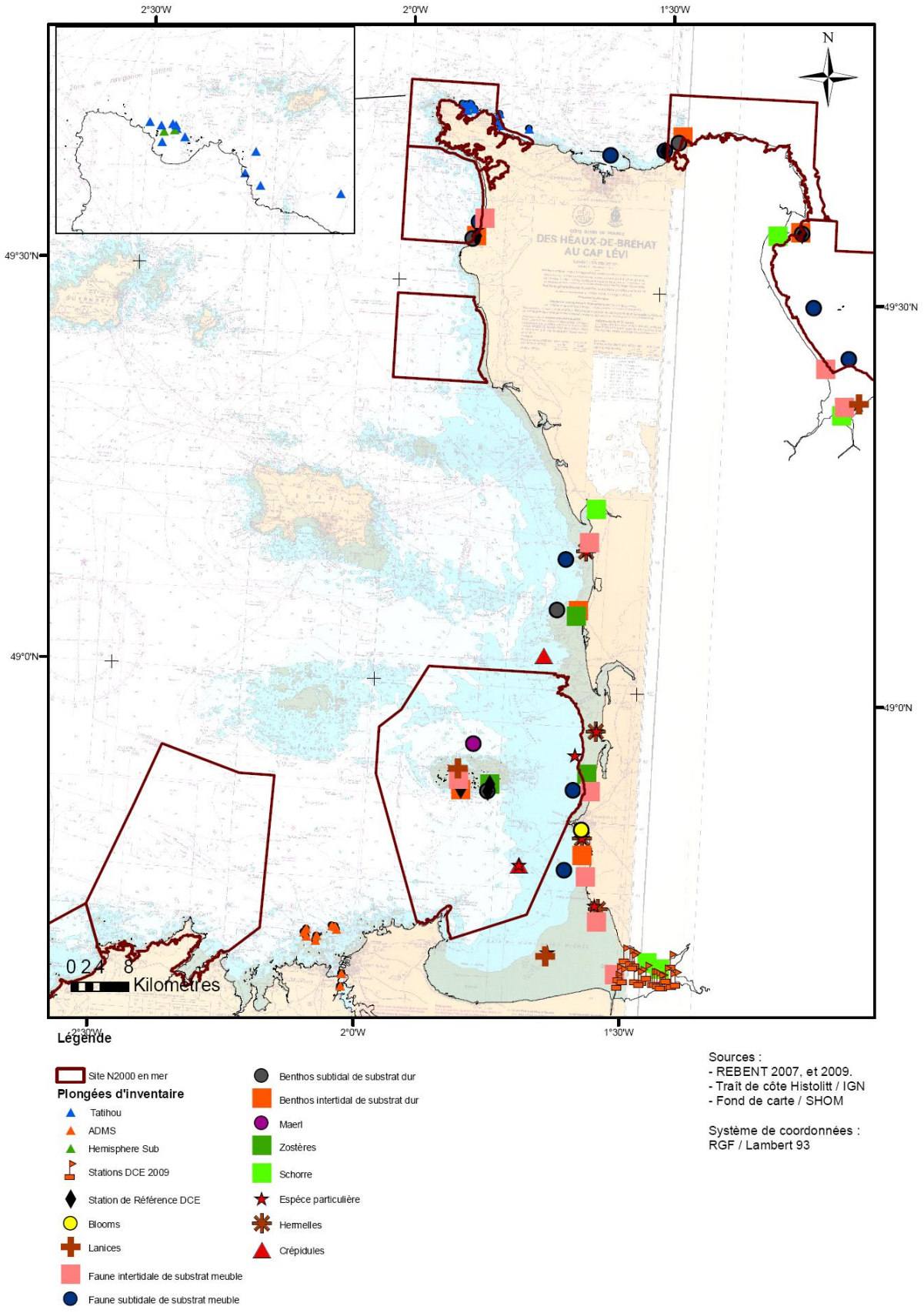
En grisé, il s'agit des espèces pour lesquelles des données mentionnent la présence historique de ces espèces dans le Golfe, avec une faible probabilité – voire nulle pour l'esturgeon - de présence actuelle dans le Golfe Normand Breton (ces espèces sont abordées dans le paragraphe *Espèces Ospar et Natura 2000*).

Annexe 10. Répartition des capsules d'œufs de raies collectées via le programme *Capoera* de l'APECS



Annexe 11. Données d'observation des mammifères marins dans le Golfe Normand Breton

Ces données semblent incomplètes lorsqu'elles sont comparées avec les cartes dédiées à chacune des espèces dans les travaux du GECC (2010)



Annexe 12. Stations suivies dans le cadre de la DCE et plongées d'inventaire