



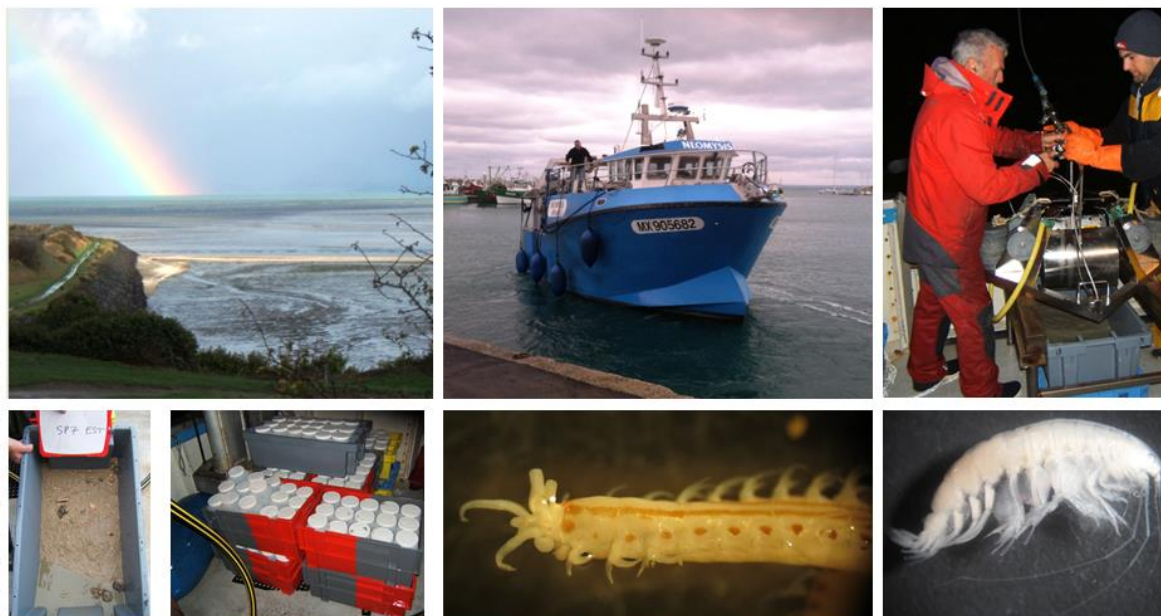
Réseau de transport d'électricité

RTE – TEO – GIMR
75, boulevard Gabriel Lauriol
Boîte postale 42 622
44 326 Nantes Cedex 3

DIAGNOSTIC BENTHIQUE & PHYSICO-CHIIMIQUE SUR LES CORRIDORS A L'ETUDE POUR LE RACCORDEMENT DU PARC EOLIEN OFFSHORE DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

REALISATION D'ETUDES DU MILIEU MARIN NECESSAIRES A L'ETUDE D'IMPACT DU PARC EOLIEN OFFSHORE DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

TOME 1 : RAPPORT PRINCIPAL



idra
INGENIERIE

La Haye de Pan - 35170 BRUZ
T. +33(0)2 99 05 50 05
F. +33(0)2 99 05 40 90
info@idra-environnement.com

SOLS / DÉPOLLUTION

SÉDIMENTS / DRAGAGE

EAUX / INFRASTRUCTURES

CONSEILS / INGÉNIERIE

www.idra-environnement.com



**Titre du document**

**DIAGNOSTIC BENTHIQUE & PHYSICO-CHIMIQUE SUR LES CORRIDORS A L'ETUDE POUR
LE RACCORDEMENT DU PARC EOLIEN OFFSHORE DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC
TOME 1 : RAPPORT PRINCIPAL**

Titre abrégé Diagnostic benthique & physico-chimique sur les corridors à l'étude
 Etat Version finale
 Numéro de projet E 121103
 Demandeur / Client RTE – TEO – GIMR
 75, boulevard Gabriel Lauriol
 Boîte postale 42 622
 44 326 Nantes Cedex 3

Interlocuteur M. Olivier BRISSET

Ref / Marché -

**Dressé par****Antenne IDRA Ouest**

Auteurs Julien GERBER – Ingénieur environnement
 Frédéric ZIEMSKI - Taxonomiste
 Contrôlé par Alain DREAU – Responsable ingénierie Ouest
 Date / Parafe contrôle
 Approbation Nicolas PROULHAC, Responsable Pôle Etudes
 Date / Parafe Approbation -
 Mots clés Benthos – Sédiments – Granulométrie - Diagnostic –

INDICE	DATE	REDACTEUR(S)	ETAT / MODIFICATIONS
2	17/04/2014	J. GERBER	Corrections & compléments – version définitive
1	28/02/2014	J. GERBER	Création du document – version provisoire

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	10
2. MATERIEL & METHODES	13
2.1. PLAN DE POSITIONNEMENT ET EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE	13
2.2. STRATEGIE D'ACQUISITION DES DONNEES	16
2.2.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau.....	16
2.2.2. Prélèvements à la benne : benthos et caractérisation des sédiments	18
2.3. TRAITEMENT DES DONNEES ET ANALYSE	21
2.3.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau.....	21
2.3.2. Analyse géochimique des sédiments.....	22
2.3.3. Granulométrie des sédiments	24
2.3.4. Données benthiques.....	25
3. CORRIDOR D'ERQUY : RESULTATS SUR LES MATRICES EAU & SEDIMENTS	33
3.1. ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU	33
3.1.1. Prélèvements	33
3.1.2. Mesures in situ	34
3.2. ANALYSES GEOCHIMIQUES.....	37
3.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES	39
3.4. SYNTHESE INTERMEDIAIRE	43
4. CORRIDORS CENTRE ET DU LEGUE : RESULTATS SUR LES MATRICES EAU & SEDIMENTS	44
4.1. ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU	44
4.1.1. Prélèvements	44
4.1.2. Mesures in situ	44
4.2. ANALYSES GEOCHIMIQUES.....	46
4.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES	49
4.4. SYNTHESE INTERMEDIAIRE	53
5. CORRIDOR OUEST : RESULTATS SUR LES MATRICES EAU & SEDIMENTS	54
5.1. ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU	54
5.1.1. Prélèvements	54
5.1.2. Mesures in situ	54
5.2. ANALYSES GEOCHIMIQUES.....	56
5.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES	59
5.4. SYNTHESE INTERMEDIAIRE	63
6. BENTHOS : RESULTATS PAR CORRIDORS ET A L'ECHELLE DE LA BAIE.....	64
6.1. CORRIDOR D'ERQUY : RESULTATS	64
6.1.1. Composition des peuplements.....	64
6.1.2. Indices basés sur les groupes écologiques	77
6.1.3. Classification des peuplements issus des campagnes.....	78
6.1.4. Description des espèces déterminantes ZNIEFF.....	79
6.1.5. Espèces benthiques commerciales	80
6.1.6. Synthèse intermédiaire	82
6.2. CORRIDOR CENTRE ET LEGUE : RESULTATS	83
6.2.1. Composition des peuplements.....	83
6.2.2. Indices basés sur les groupes écologiques	95
6.2.3. Classification des peuplements issus des campagnes.....	96
6.2.4. Description des espèces déterminantes ZNIEFF.....	97
6.2.5. Espèces benthiques commerciales	99
6.2.6. Synthèse intermédiaire	100
6.3. CORRIDOR OUEST : RESULTATS.....	101
6.3.1. Composition des peuplements.....	101

6.3.2.	<i>Indices basés sur les groupes écologiques</i>	111
6.3.3.	<i>Classification des peuplements issus des campagnes</i>	112
6.3.4.	<i>Description des espèces déterminantes ZNIEFF</i>	113
6.3.5.	<i>Espèces benthiques commerciales</i>	115
6.3.6.	<i>Synthèse intermédiaire</i>	116
6.4.	PEUPELEMENTS A L'ECHELLE DE LA BAIE	117
6.4.1.	<i>Identification & description des unités bio-sédimentaires</i>	117
6.4.2.	<i>Correspondance avec les typologies EUNIS et MNHN</i>	127
6.4.3.	<i>Synthèse cartographique</i>	129
6.5.	SYNTHESE SUR L'ETAT ECOLOGIQUE, ESPECES PARTICULIERES, & SENSIBILITE DU MILIEU	132
6.6.	MODELISATION PAR KRIGEAGE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE ET DE L'ABONDANCE SUR LA ZONE D'ETUDE	139
6.7.	COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES	142
6.7.1.	<i>Données de Retière (1979)</i>	142
6.7.2.	<i>Données du Rebut</i>	144
6.7.3.	<i>Données du programme national CARTHAM</i>	145
6.7.4.	<i>Maërl & herbiers de zostères</i>	150
7.	SYNTHESE	152
7.1.	MATRICE EAU & SEDIMENTS	152
7.2.	BENTHOS	153
7.2.1.	<i>Paramètres étudiés et état du milieu</i>	153
7.2.2.	<i>Unités bio-sédimentaires</i>	155
7.2.3.	<i>Sensibilité des milieux</i>	156
8.	ANALYSE MULTI-CRITERES	157
9.	NATURE DES TRAVAUX, EVALUATION DES IMPACTS & RECOMMANDATIONS	161
9.1.	GENERALITES CONCERNANT LA NATURE DES TRAVAUX	161
9.2.	IMPACTS SUR LES COMPARTIMENTS ETUDIES	162
9.2.1.	<i>Phase travaux</i>	162
9.2.2.	<i>Phase d'exploitation</i>	163
9.2.3.	<i>Phase de démantèlement</i>	164
9.2.4.	<i>Synthèse des impacts et mesures proposées</i>	164
10.	DIFFICULTES RENCONTREES	167
	REFERENCES	169
	ANNEXES	173

Liste des figures

Figure 1. Aperçu des tracés possibles du câble de raccordement à la terre	11
Figure 2. Types de données acquises sur les 37 stations investiguées et représentation de la nature des fonds	14
Figure 3. Localisation des stations selon la bathymétrie	15
Figure 4 - Bouteille Niskin et flaconnages spécifiques avec stabilisant (matériel : Wildco)	16
Figure 5 ; Mise à l'eau de la sonde ODEON, et système d'enregistrement associé	17
Figure 6. Arrivée du Neomysis à Saint Quay Portrieux le 16 novembre 2013.	18
Figure 7. Aperçu de la manipulation de la Day grab, et des 4 répliqués d'une station	19
Figure 8. Manipulation de la benne Van Veen utilisée sur l'estran (0,025m ²) à la station SPI-EST (Erquy)	20
Figure 9. De haut en bas : photographie « type » d'un bac de criée / nettoyage des tamis et formolage des échantillons / Stockage des échantillons de benthos / Stockage des échantillons de sédiments destinés aux analyses physico-chimiques.....	21
Figure 10 : Aperçu du matériel à disposition, et d'une partie de la collection de référence (plus de 500 espèces bancarisées depuis 2012)	26
Figure 11. Représentation d'une succession écologique par la méthode rang-fréquence (échelles logarithmiques)	30
Figure 12. Variations inter et intra-annuelles de la température à Saint-Quay Portrieux (point 025-P-104) et à Dahouët (point 025-P-035) (Ifremer, 2013)	34
Figure 13. Variations inter et intra-annuelles des concentrations en oxygène dissous à Saint-Quay Portrieux (point 025-P-104) et à Dahouët (point 025-P-035) (Ifremer, 2013)	35
Figure 14. Turbidité moyenne par station (et écart-type associé), en fonction de la profondeur, mesurée en janvier 2014.	36
Figure 15. Turbidité moyenne (et écart-type associé) en fonction de la profondeur, toutes stations confondues.....	36
Figure 16. Evolutions inter et intra-annuelles de la turbidité à Saint-Quay Portrieux (point 025-P-104) et à Dahouët (point 025-P-035) (Ifremer, 2013)	37
Figure 17. Proportions (en %) des classes granulométriques génériques par station.	40
Figure 18. Proportions (en %) des classes granulométriques élémentaires par station.	40
Figure 19. Groupes texturaux et noms des sédiments pour les 15 stations	42
Figure 20. Turbidité moyenne par station (et écart-type associé), en fonction de la profondeur, mesurée en janvier 2014.	46
Figure 21. Turbidité moyenne (et écart-type associé) en fonction de la profondeur, toutes stations confondues.....	46
Figure 22. Proportions (en %) des classes granulométriques génériques par station.	50
Figure 23. Proportions (en %) des classes granulométriques élémentaires par station.	50
Figure 24. Groupes texturaux et noms des sédiments pour les 14 stations	52
Figure 25. Turbidité moyenne par station (et écart-type associé), en fonction de la profondeur, mesurée en janvier 2014.	56
Figure 26. Turbidité moyenne (et écart-type associé) en fonction de la profondeur, toutes stations confondues.....	56
Figure 27. Proportions (en %) des classes granulométriques génériques par station.	60
Figure 28. Proportions (en %) des classes granulométriques élémentaires par station.	60
Figure 29. Groupes texturaux et noms des sédiments pour les 8 stations	62
Figure 30. Richesses spécifique et densité totale par station.....	65
Figure 31. Richesse spécifique moyenne par répliquat, et écart-type associé	66
Figure 32. Abondance moyenne par répliquat (pour 0,1m ²), et écart-type associé.....	67
Figure 33. Valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') aux différentes stations échantillonnées (tous répliquats confondus)	70
Figure 34. Valeurs de l'indice de Pielou (J) aux différentes stations échantillonnées (tous répliquats confondus)	71
Figure 35. Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance totale.....	71
Figure 36. Répartition des groupes trophiques selon l'abondance totale.....	73
Figure 37. Répartition des groupes écologiques selon l'abondance	74
Figure 38. Diagramme rang-fréquence pour les 15 stations de prélèvements.....	75

Figure 39. Biomasses par station : PSLC (en g/m ²)	76
Figure 40. Valeurs de l'AMBI par station et grille de lecture associée, extraite de Dauvin, et al (2006).....	77
Figure 41. Valeurs du BENTIX par station et grille de lecture associée (cas général) extraite de Grall, et al (2005).....	78
Figure 42. Quelques illustrations des espèces déterminantes ZNIEFF sur le corridor : Sabella discifera (à gauche), Thia scutellata (® IDRA), un ormeau (® Y. Hourdin), et l'annélide Ophelia roscoffensis (® IDRA).....	80
Figure 43. Richesse spécifique et densité totale par station.....	84
Figure 44. Richesse spécifique moyenne par réplikat, et écart-type associé	84
Figure 45. Abondance moyenne par réplikat (pour 0,1 m ²), et écart-type associé.....	85
Figure 46. Valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') aux différentes stations échantillonnées (tous réplikats confondus)	88
Figure 47. Valeurs de l'indice de Pielou (J) aux différentes stations échantillonnées (tous réplikats confondus)	89
Figure 48. Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance totale.....	89
Figure 49. Répartition des groupes trophiques selon l'abondance totale.....	90
Figure 50. Répartition des groupes écologiques selon l'abondance.....	91
Figure 51. Diagramme rang-fréquence pour les 14 stations de prélèvements.....	93
Figure 52. Biomasses par station : PSLC (en g/m ²)	94
Figure 53. Valeurs de l'AMBI par station et grille de lecture associée, extraite de Dauvin, et al (2006).....	95
Figure 54. Valeurs du BENTIX par station et grille de lecture associée extraite de Grall, et al (2005).....	96
Figure 55. Quelques illustrations des espèces déterminantes ZNIEFF sur les 2 corridors (® IDRA) : à gauche : Asthenognathus atlanticus ; à droite : Ampelisca tenuicornis. NB : les autres espèces sont déjà illustrées à la Figure 42.	98
Figure 56. Richesse spécifique et densité totale par station.....	102
Figure 57. Richesse spécifique moyenne par réplikat, et écart-type associé	102
Figure 58. Abondance moyenne par réplikat (pour 0,1 m ²), et écart-type associé.....	103
Figure 59. Valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') aux différentes stations échantillonnées (tous réplikats confondus)	105
Figure 60. Valeurs de l'indice de Pielou (J) aux différentes stations échantillonnées (tous réplikats confondus)	106
Figure 61. Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance totale.....	106
Figure 62. Répartition des groupes trophiques selon l'abondance totale.....	107
Figure 63. Répartition des groupes écologiques selon l'abondance.....	108
Figure 64. Diagramme rang-fréquence pour les 8 stations de prélèvements.....	109
Figure 65. Biomasses par station : PSLC (en g/m ²)	110
Figure 66. Valeurs de l'AMBI par station et grille de lecture associée, extraite de Dauvin, et al (2006).....	111
Figure 67. Valeurs du BENTIX par station et grille de lecture associée extraite de Grall, et al (2005).....	112
Figure 68. Quelques illustrations des espèces déterminantes ZNIEFF sur le corridor Ouest (® IDRA) : à gauche : Lanice conchilega ; au milieu : Marphysa sanguinea. A droite, il s'agit de Achelia echinata, non inscrite sur les listes ZNIEFF.	114
Figure 69. Dendrogramme réalisé à partir de la matrice (indice de similarité Bray-Curtis) des données biologiques, tous corridors confondus. Les stations connectées par une ligne rouge ne présentent pas de différences significatives (procédure SIMPROF / test par permutation). Les assemblages sont numérotés en couleur, avec un seuil fixé à 20% de similarité.....	118
Figure 70. Les bivalves Tellina fabula, Tellina tenuis, et le polychète Nephtys cirrosa (clichés ® IDRA).....	121
Figure 71. Le crustacé cumacé Eocuma dollfusi, le bivalve Donax vittatus, et l'ophiure Acrocynida brachiata (clichés ® IDRA).....	121
Figure 72. Les polychètes Harmothoe spp. et Spirobranchus triqueter (clichés ® IDRA)	122
Figure 73. Les crustacés Pisidia longicornis, Athanas nitescens et Eualus cranchii (Clichés ® IDRA + DORIS)	122

Figure 74. <i>Galathea intermedia</i> , et <i>Pilumnus hirtellus</i> , et le tanaïdace <i>Apseudes talpa</i> (clichés ® IDRA)	122
Figure 75. Les mollusques <i>Mangelia costata</i> et <i>Tectura virginea</i> (clichés ® IDRA)	123
Figure 76. Les annélides <i>Chaetozone gibber</i> , <i>Aponuphis bilineata</i> , et le crustacé <i>Ampelisca brevicornis</i> (clichés ® IDRA)	123
Figure 77. L'amphipode <i>Urothoe pulchella</i> , et les bivalves <i>Nucula nitidosa</i> et <i>Spisula subtruncata</i> (clichés ® IDRA)	124
Figure 78. Les annélides <i>Pista cristata</i> , <i>Notomastus latericeus</i> , et <i>Syllis cornuta</i> (clichés ® IDRA)	124
Figure 79. L'amande de mer <i>Glycymeris glycymeris</i> , la palourde rose <i>Polititapes rhomboides</i> et le chiton <i>Leptochiton cancellatus</i> (clichés ® IDRA)	125
Figure 80. Les ascidies <i>Molgula occulta-oculata</i> et <i>Pyura tessellata</i> (clichés ® IDRA)	125
Figure 81. Le céphalochordé <i>Branchiostoma lanceolatum</i> , et le bivalve <i>Nucula nucleus</i> (clichés ® IDRA)	126
Figure 82. Les bivalves <i>Timoclea ovata</i> , <i>Goodallia triangularis</i> , et le mollusque scaphopode <i>Antalis vulgaris</i> (clichés ® IDRA)	126
Figure 83. Les annélides <i>Spio decoratus</i> et <i>Protodorvillea kefersteini</i> (clichés ® IDRA)	127
Figure 84. Un lançon (<i>Hyperoplus lanceolatus</i> ou <i>Ammodytes tobianus</i>), et <i>Calyptraea chinensis</i> (clichés ® IDRA)	127
Figure 85. Représentation des assemblages benthiques identifiés sur les corridors : proposition de correspondance avec la typologie d'habitats EUNIS, et comparaison avec les données existantes de nature des fonds	130
Figure 86. Représentation des assemblages benthiques identifiés sur les corridors : proposition de correspondance avec la typologie d'habitats EUNIS, et confrontation avec les données bathymétriques existantes	131
Figure 87. Etats écologiques sur les 3 corridors définis à partir du calcul de l'AMBI	133
Figure 88. Etats écologiques sur les 3 corridors définis à partir du calcul du BENTIX	134
Figure 89. Densités de crépidules (ind./m ²) aux stations investiguées	136
Figure 90. Nombre d'espèces ZNIEFF par station	137
Figure 91. Modélisation de la richesse spécifique totale obtenue par krigeage à partir des données stationnelles	140
Figure 92. Modélisation de la densité (ind./m ²) obtenue par krigeage à partir des données stationnelles	141
Figure 93. Positionnement des 892 stations échantillonnées entre 1970 et 1976 lors des travaux de Retière (1979). (in Trigui, 2009)	142
Figure 94. Peuplements benthiques du Golfe Normand-Breton identifiés par Retière (1979) et adaptés par le REBENT selon la typologie EUNIS (in Hémisphère Sub, 2012)	143
Figure 95. Localisation des 2 stations suivies par le Rebut en Baie de St Brieuc (Rebut, 2009)	144
Figure 96. Localisation de la station AMP054, et illustration des espèces déterminantes ZNIEFF <i>Omalosecosa ramulosa</i> , <i>Anseropoda placenta</i> , et <i>Crossaster papposus</i> (Hémisphère Sub, 2012), potentiellement présentes sur la partie nord du tracé	146
Figure 97. Abondances et richesses spécifiques des prélèvements quantitatifs (benne Smith McIntyre) réalisés par TBM sur le site Natura 2000 de la baie de Saint-Brieuc Est (TBM, 2010) .	147
Figure 98. Cartographie des habitats benthiques sur le site Natura 2000 de Saint Brieuc Est (TBM, 2012)	149
Figure 99. Localisation des zones de maërl et des herbiers de zostères	151
Figure 100. Point commun choisi (triangle bleu) au large pour le calcul des distances de chaque corridor à la côte.	158
Figure 101. Aperçu des engins pouvant être immergés pour la pose d'un câble sous-marin (Bigot, 2010)	161

Liste des tableaux

Tableau 1. Répartition de l'effort d'échantillonnage par corridor	13
Tableau 2. Nombre de stations concernées par thématique	13
Tableau 3. Normes utilisées par le laboratoire Eurofins	21
Tableau 4. Niveaux de référence concernant les éléments traces (Arrêté du 9 août 2006 et du 23 décembre 2009)	23
Tableau 5. Niveaux N1/N2 concernant la qualité des sédiments (Arrêté du 8 février 2013)	23
Tableau 6 : Indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)	24
Tableau 7. Catégories sédimentaires adoptées en fonction des tamis AFNOR utilisés et de la classification de Blott (2000). NB : les graviers grossiers et cailloux sont regroupés compte tenu de la non considération du tamis 20mm par la classification utilisée par les logiciels Gradistat et G2Sd (adaptée de Udden(1914) et Wentworth (1922), in Blott, 2000).	25
Tableau 8. Groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (d'après Hily, 1984)	28
Tableau 9. Résultats obtenus sur la matrice « Eau », à partir de prélèvements et analyses en laboratoire	33
Tableau 10. Résultats d'analyse des sédiments pour chaque station étudiée	38
Tableau 11. Indices de contamination du carbone organique total, de l'azote Kjeldahl, du phosphore, et pollution organique associée.....	39
Tableau 12. Résultats obtenus sur la matrice « Eau », à partir de prélèvements et analyses en laboratoire	44
Tableau 13. Résultats d'analyse des sédiments pour chaque station étudiée	48
Tableau 14. Indices de contamination du carbone organique total, de l'azote Kjeldahl, du phosphore, et pollution organique associée	49
Tableau 15. Résultats obtenus sur la matrice « Eau », à partir de prélèvements et analyses en laboratoire	54
Tableau 16. Résultats d'analyse des sédiments pour chaque station étudiée	58
Tableau 17. Indices de contamination du carbone organique total, de l'azote Kjeldahl, du phosphore, et de la pollution organique (indice)	59
Tableau 18. Effectifs des 15 espèces les plus abondantes par station.....	69
Tableau 19. Correspondances entre les stations du corridor Est et les unités bio-sédimentaires identifiées en 6.4. Peuplements à l'échelle de la baie.....	79
Tableau 20. Espèces déterminantes ZNIEFF sur les stations d'étude (d'après Derrien-Courtél, et al, 2010)	79
Tableau 21. Densités (par m ²) des principales espèces benthiques commerciales prélevées par station sur le corridor d'Erquy.	81
Tableau 22. Effectifs des 15 espèces les plus abondantes par station.....	87
Tableau 23. Correspondances entre les stations du corridor Centre et du Légué, et les unités bio-sédimentaires identifiées en 6.4. Peuplements à l'échelle de la baie.....	97
Tableau 24. Espèces déterminantes ZNIEFF sur les stations d'étude (d'après Derrien-Courtél, et al, 2010)	97
Tableau 25. Densités (par m ²) des principales espèces benthiques commerciales prélevées par station sur le corridor Centre.....	99
Tableau 26. Effectifs des 15 espèces les plus abondantes par station.....	104
Tableau 27. Correspondances entre les stations du corridor Ouest et les unités bio-sédimentaires identifiées en 6.4. Peuplements à l'échelle de la baie.....	113
Tableau 28. Espèces déterminantes ZNIEFF sur les stations d'étude (d'après Derrien-Courtél, et al, 2010).	114
Tableau 29. Densités (par m ²) des principales espèces benthiques commerciales prélevées par station sur le corridor Ouest.....	115
Tableau 30. Etude des liens entre la composition faunistique et les classes sédimentaires (Blot, 2000). Le code couleur est identique à celui de la Figure 69 pour les assemblages benthiques.	119
Tableau 31. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 1	121
Tableau 32. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 3	123
Tableau 33. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 4	124
Tableau 34. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 5	126

Tableau 35. Proposition de correspondance des 6 assemblages identifiés avec les typologies EUNIS et MNHN	128
Tableau 36. Etat écologique : répartition du nombre de stations (37 au total) selon l'indice retenu	132
Tableau 37. Analyse multi-critères et scoring : le rang le plus faible correspond à des niveaux d'enjeux minimisés relativement aux autres scénarii, au regard des données benthiques collectées et des 4 critères retenus. NB : rang identique aux scénarii dans le cas de richesses spécifiques moyennes proches (+/- 2 espèces)	159
Tableau 38. Synthèse des impacts et mesures liés au projet de raccordement du parc en phase de construction, exploitation et démantèlement (adapté de CETE Méditerranée, 2012)	166

Liste des annexes

Annexe 1 – Définition des groupes trophiques	173
Annexe 2 – Précisions sur l'analyse multivariée	173
Annexe 3 – Courrier de première expertise sur le genre <i>Idunella</i>	175
Annexe 4 – Contribution des espèces discriminantes par assemblage (procédure SIMPER)	176
Annexe 5 – fiche descriptive du maërl dans le Golfe Normand Breton	178
Annexe 6 – Carte d'illustration de quelques bivalves exploités sur le secteur	189
Annexe 7 – Fiche descriptive de la coquille Saint Jacques dans le Golfe Normand Breton	191
Annexe 8 – Fiche descriptive du buccin dans le Golfe Normand Breton	206
Annexe 9 – Fiche descriptive de la praire dans le Golfe Normand Breton	220

1. INTRODUCTION

En tant que gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité, **RTE est chargé de concevoir et de réaliser les raccordements au Réseau Public de Transport des 4 parcs éoliens offshore** (Fécamp ; Calvados ; Saint-Brieuc ; Saint-Nazaire) issus de l'Appel d'Offre Gouvernemental n°1.

Chaque projet consiste à relier le parc éolien *offshore* à l'aide d'une liaison électrique enterrée, entre le poste électrique RTE de raccordement situé à terre et un point de livraison Producteur situé en mer. Cette liaison est constituée d'une partie terrestre – dite souterraine – et d'une partie maritime - dite sous-marine. Plusieurs câbles constituent cette liaison.

La société IDRA Environnement a été mandatée par RTE pour réaliser une partie des études environnementales inhérentes au raccordement du parc éolien de la baie de Saint-Brieuc, à savoir :

- des inventaires biologiques et une cartographie des peuplements benthiques en mer.
- un diagnostic qualitatif des sédiments et de la qualité des eaux,

Ces deux démarches permettent d'alimenter l'étude d'impact ainsi que le dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau par l'établissement d'un état initial de l'environnement et de la qualité physico-chimique du milieu marin, permettant également de suivre sa restauration après les travaux.

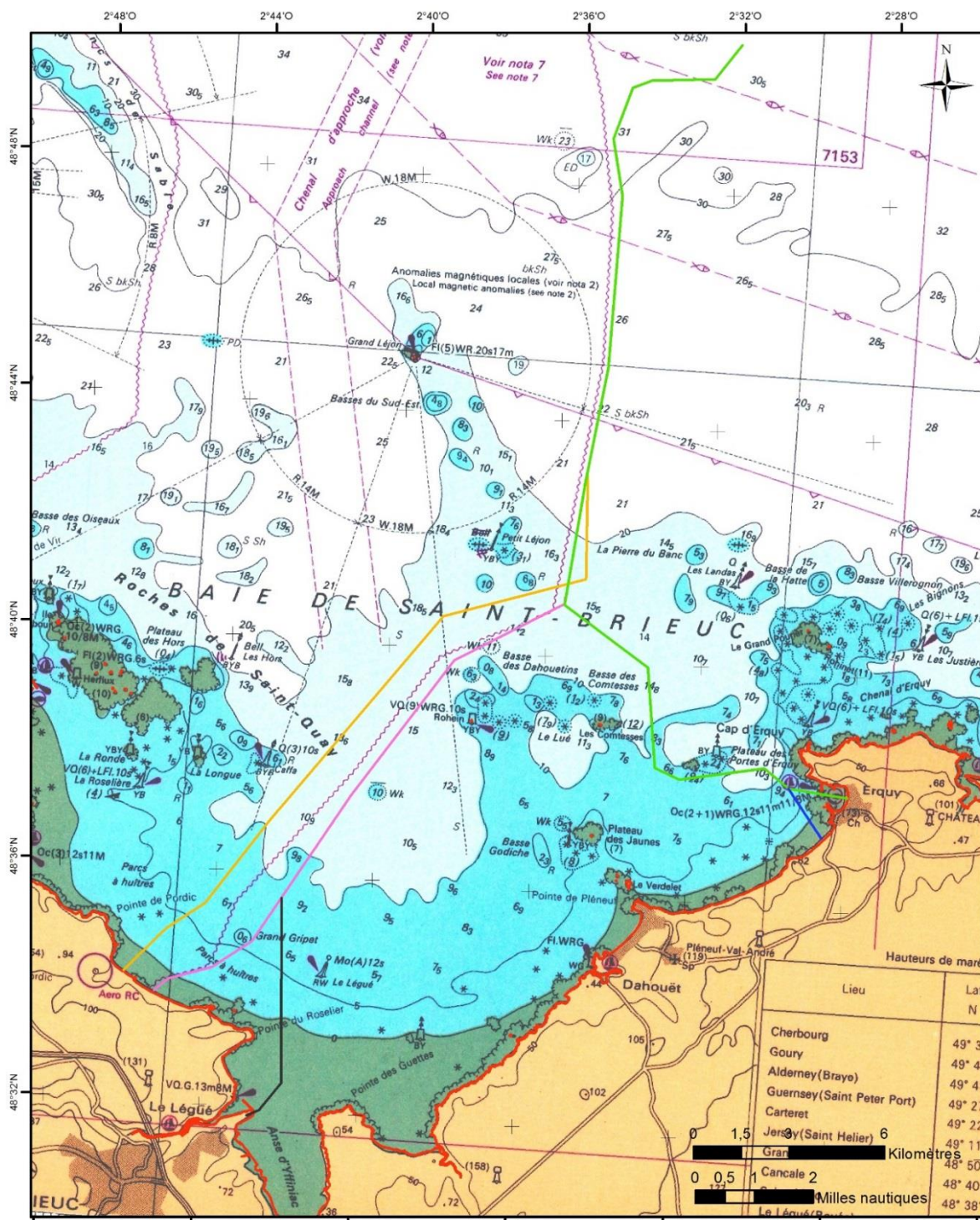
L'ensemble de ces prestations concerne la partie sous-marine et l'estran de la liaison.

La partie souterraine terrestre n'est pas dans le périmètre de la prestation. De même, les câbles de raccordement entre chaque éolienne et la plateforme *offshore* ne sont pas de la responsabilité de RTE et sont par conséquent hors périmètre de la présente étude.

Pour chaque zone, plusieurs *scenarii* sont identifiés, correspondant chacun à un atterrissage et/ou un tracé différents. En baie de Saint-Brieuc, 4 corridors/tracés ont été suggérés et ont fait l'objet d'investigations en milieu marin selon les deux thèmes évoqués ci-dessus. Ces corridors ont été nommés comme suit (Figure 1) :

- **Corridor Ouest** : son site d'atterrissage se situe à l'Ouest de la baie de Saint Brieuc (Les Rosaires).
- **Corridor Centre** : ce corridor longe le précédent légèrement à l'Est, et son site d'atterrissage est voisin de celui du corridor Ouest.
- **Corridor du Légué** : dans le prolongement du corridor Centre, c'est en réalité la dernière section au niveau de l'atterrissage qui diffère (Légué).
- **Corridor d'Erquy** (ou corridor Est) : situé à l'Est de tous les autres, il présente une variante au niveau de la plage de Caroual.

Illustration des scénarii de tracés du câble de raccordement du parc éolien à la terre



Légende

- Corridor Ouest
- Corridor Est (Erquy)
- Corridor Centre
- Variante du corridor Est
- Corridor du Légué
- Trait de côte Histolitt

Systèmes de coordonnées : projection RGF Lambert 93 /
 Graticules en coordonnées géographiques WGS84
 Réalisation : IDRA Environnement, Janvier 2014
 Sources :
 - SHOM : carte marine 6966
 - SHOM / IGN : trait de côte Histolitt
 - D'après RTE : tracés

Figure 1. Aperçu des tracés possibles du câble de raccordement à la terre

En termes de structure du document, l'approche attendue par RTE/CREOCEAN est une **présentation indépendante par corridor**, puis une synthèse globale sur les 3 corridors.

Quelques précisions peuvent cependant être notées à ce sujet :

- une partie méthodologique est proposée de manière commune à tous les corridors ;
- **les résultats concernant le corridor Centre et celui du Légué sont regroupés** (continuité géographique) ;
- Les résultats **des investigations menées sur les matrices Eau et Sédiments sont développés dans des parties spécifiques à chaque corridor** ;

Le cas échéant, une comparaison avec les données de référence des résultats concernant **l'eau et les sédiments** est réalisée pour le corridor d'Erquy, exposé en premier dans ce document. Ce même travail est effectué pour les autres corridors, mais les sources bibliographiques, voire certains commentaires étant très souvent identiques à ceux proposés pour le corridor d'Erquy, **des renvois aux figures/références ou aux commentaires de cette première partie sont proposés dans la mesure du possible.**

Le chapitre thématique sur le benthos s'articule donc comme suit :

- o Les premières parties sont spécifiques à chaque corridor : des renvois à la seconde partie sont proposés pour aborder les assemblages identifiés par corridor.
- o La seconde partie aborde les unités bio-sédimentaires rencontrées tous corridors confondus.
- o Des interpolations de la richesse spécifique, de l'abondance sont ensuite proposées sur la zone d'étude.
- o Un zoom sur l'état écologique, les espèces particulières, et la sensibilité des milieux rencontrés est proposé à dire d'expert.
- o Une comparaison avec les données existantes est ensuite proposée.

Ce présent dossier (Tome 1) est accompagné d'annexes (Tome 2), utiles à la compréhension de certains résultats.

Enfin, ce document ne constitue pas une étude d'incidences Natura 2000 sur les sites pouvant être concernés par le projet (FR300066 Baie de Saint-Brieuc Est...). Aussi, il appartient à RTE de s'assurer de la présence/absence d'autres habitats pouvant faire l'objet d'enjeux écologiques majeurs : herbiers de zostères, maërl, etc.

2. MATERIEL & METHODES

2.1. PLAN DE POSITIONNEMENT ET EFFORT D'ECHANTILLONNAGE

Cette partie énumère les principes de la stratégie générale d'échantillonnage appliquée. **Au total, 37 stations ont fait l'objet d'analyses.** Ces stations sont réparties au sein de chaque corridor selon le Tableau 1.

Corridor	Domaine subtidal		Nombre de stations situées sur le tracé en domaine intertidal
	Nombre de stations situées sur le tracé	Nombre de stations témoin	
Ouest	5	2	1
Centre	6	4	1
Légué	1	0 (hormis celles proches du corridor Centre)	2 (dont 1 témoin)
Est (dont Variante Erquy)	9	4	2

Tableau 1. Répartition de l'effort d'échantillonnage par corridor

Dans le domaine subtidal, il a été jugé nécessaire d'investiguer des stations « témoin » de manière à répondre aux objectifs de suivi à long terme.

Sur la partie intertidale, seul le corridor du Légué a fait l'objet d'un positionnement d'une station témoin (SP1-LEG). Il est à noter que les deux stations intertidales des corridors Ouest et Centre (SP1-Ouest ou SP1-Centre) peuvent être considérées chacune comme une station « impact » ou « témoin » selon le corridor choisi. Il en est de même pour les deux stations situées sur le corridor d'Erquy et sa variante (VAR1-Est ou SP1-Est).

Pour ces 37 stations, les 4 types de données acquises, traitées, et analysées sont détaillés dans le Tableau 2 et à la Figure 2.

Types de données acquises		Stations concernées
Données benthiques		37/37
Granulométrie tamis		37/37
Analyses physico-chimiques du sédiment		37/37
Paramètres physico-chimiques de l'eau	Prélèvements d'eau	7/37
	Mesures <i>in situ</i>	31/37 (6 stations intertidales exclues)

Tableau 2. Nombre de stations concernées par thématique

L'effort et le plan d'échantillonnage ont été discutés et validés avec RTE et Créocéan (Assistant à Maîtrise d'Ouvrage).

Par ailleurs, la Figure 3 met en évidence la répartition des stations dans les domaines intertidal et subtidal : au total, 6 stations se situent dans le domaine intertidal, à savoir, SP1-Ouest / SP1-Centre / SP1-LEG1 / SP1-LEG / VAR1-Est et SP1-Est.

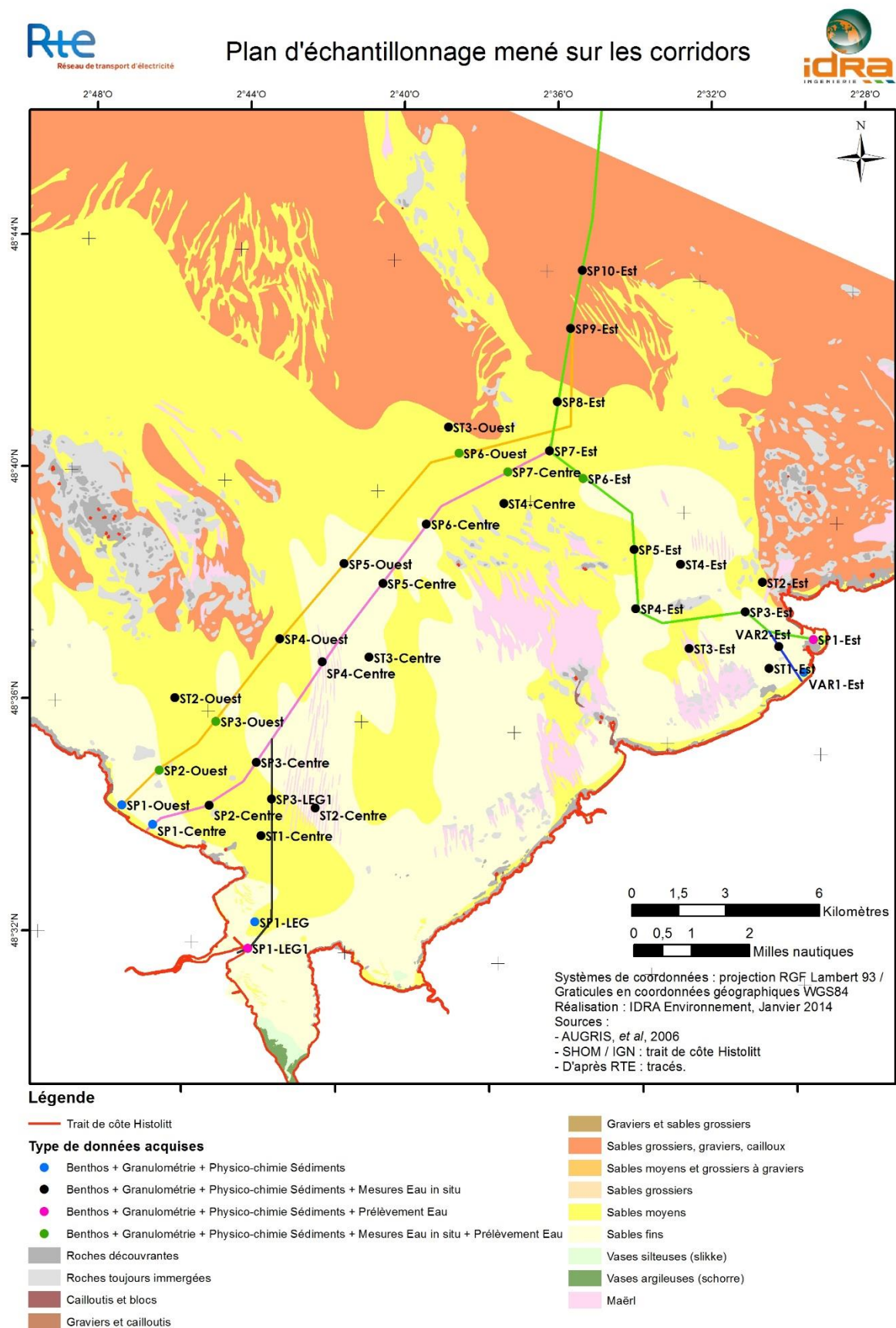


Figure 2. Types de données acquises sur les 37 stations investiguées et représentation de la nature des fonds

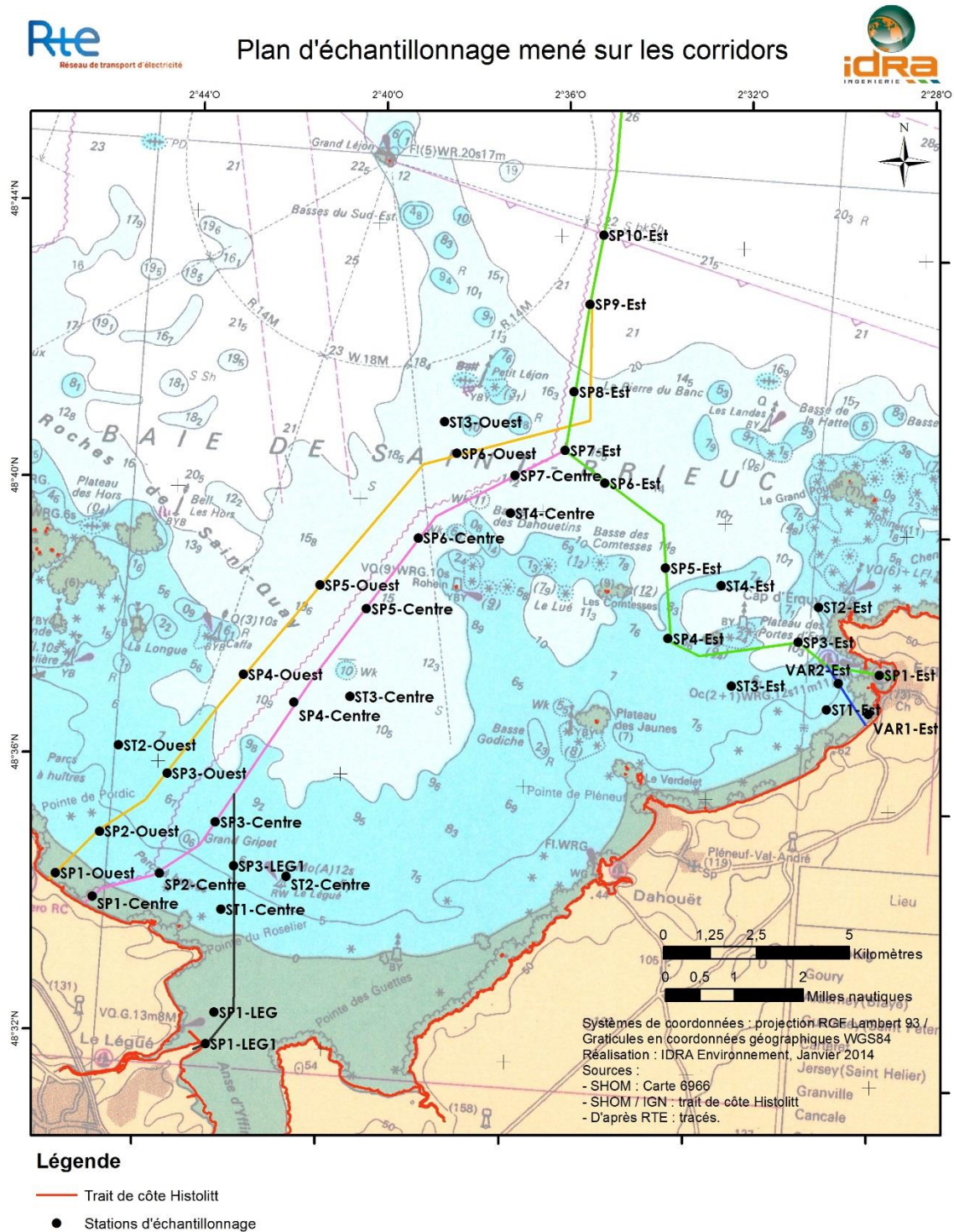


Figure 3. Localisation des stations selon la bathymétrie

2.2. STRATEGIE D'ACQUISITION DES DONNEES

2.2.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau

2.2.1.1. Prélèvements d'eau

Les 7 prélèvements d'eau ont été réalisés entre le 31 mai et le 06 juin 2013, et conformément aux méthodes préconisées par les guides et normes en vigueur (Ifremer, 2004).

Les échantillons d'eau sont prélevés à l'aide d'une bouteille Niskin d'un volume de 1L. La bouteille, ouverte de part et d'autre est descendue à l'aide d'une corde graduée à la profondeur souhaitée. Le système de fermeture est alors déclenché (messenger) pour capturer un volume d'eau. Une fois remonté, l'échantillon numéroté est transvasé dans un récipient adapté et confiné à l'abri de la lumière pour éviter toute interaction.



Figure 4 - Bouteille Niskin et flacons spécifiques avec stabilisant (matériel : Wildco)

L'aspect ponctuel et peu représentatif de ce type d'analyse a conduit à un effort d'échantillonnage modeste de **7 stations**.

Il est également pertinent de les réaliser sur 3 hauteurs d'eau à savoir au fond, à mi profondeur et en sub-surface, pour constituer un échantillon intégré de la colonne d'eau.

Les paramètres retenus pour ce type d'analyse sont les suivants :

- **MES**
- **Azote total**
- **Phosphore total**
- **Carbone Organique Total**

Les échantillons sont ensuite conditionnés en glacière et réceptionnés sous 24h par le laboratoire d'analyses.

2.2.1.2. Mesures *in situ*

La campagne de mesures a été réalisée le 30 janvier 2014 à l'aide d'une sonde multi-paramètres sur 31 stations. Cette date correspond à la fin d'un épisode de 3 jours consécutifs de « vent frais » sur la zone, et à une période de grandes marées (coefficient de 95).

Les paramètres mesurés sont les suivants :

- Turbidité (NTU)
- Ph / rédox ;
- Oxygène dissous
- Conductivité ;
- T°.

La sonde utilisée est une sonde ODEON (Ponsel), reliée à un boîtier d'enregistrement (Datalogger).



Figure 5 ; Mise à l'eau de la sonde ODEON, et système d'enregistrement associé

Les mesures ont été effectuées depuis une embarcation légère. L'ensemble des sondes est relié par un câble de 40m, et lesté pour permettre une descente la plus verticale possible de l'ensemble. Les sondes sont protégées pour éviter tout choc pouvant les endommager.

Les mesures sont enregistrées sur le boîtier d'acquisition. Un relevé des coordonnées GPS (déjà réalisé pour les analyses sédimentaires et benthiques) est effectué en parallèle.

Pour chaque station, les données sont enregistrées à 3 niveaux bathymétriques :

- Surface
- Mi-profondeur
- Fond

Pour chacun de ces 3 niveaux, **une durée d'enregistrement de 1min 30s est opérée, avec une fréquence automatique d'enregistrement des données paramétrée toutes les 10 secondes.** Ceci permet d'obtenir pour chaque paramètre, et pour chaque profondeur étudiée, **9 enregistrements** permettant ensuite d'évaluer la variabilité de chaque paramètre. Ce type de représentativité permet de s'affranchir en partie des variations artéfactuelles (mouvement de la sonde, durée de stabilisation du paramètre, etc...).

2.2.2. Prélèvements à la benne : benthos et caractérisation des sédiments

2.2.2.1. Campagnes de terrain

Sur les 37 stations, 32 ont été échantillonnées à bord d'un navire, 5 ont été investiguées à pied (sur les 6 stations intertidales), compte tenu des contraintes de hauteur d'eau lors de la mission en mer.

- En milieu subtidal, une campagne en mer a été réalisée le 07 novembre 2013 à bord du *Frelsi*, navire de charge proposé par le CDPMEM¹. Ce navire n'étant pas adapté et ayant conduit à des avaries sur les 2 bennes (*Day Grab*), il a été nécessaire d'affréter un autre navire.

La campagne de prélèvements benthiques et sédimentaires s'est donc déroulée le 17 novembre 2013 à bord du navire de la Station Biologie de Roscoff, le *Neomysis*.

Cette campagne de prélèvements a permis d'assurer les prélèvements benthiques et sédimentaires nécessaires à l'analyse des peuplements en place, de la granulométrie et de la qualité physico-chimique des sédiments.



Figure 6. Arrivée du *Neomysis* à Saint Quay Portrieux le 16 novembre 2013.

- **5 stations** situées en milieu intertidal ont été investiguées à pied, à l'aide d'une petite benne Van Veen, les 07, 08 et 18 novembre 2013. La surface d'échantillonnage (0,1 m²) et le nombre de répliqués sont strictement identiques à ceux du domaine subtidal (voir § 2.2.2.2 *Protocole en milieu intertidal*).

¹ Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Elevages Marins des Côtes d'Armor

2.2.2.1. *Protocole en milieu subtidal*

Une benne « Day » (0,1m² de surface d'échantillonnage) a été utilisée afin d'assurer les prélèvements benthiques : elle est l'équivalent plus moderne et plus sécuritaire de la benne Smith McIntyre (Figure 7). Le protocole utilisé est conforme aux recommandations du REBENT (Hily, *et al.*, 2003). Cependant, le choix a été fait en amont par RTE de réaliser 3 réplicats benthiques par station.

A chaque station, 4 réplicats ont été prélevés (Figure 7) :

- 3 pour l'analyse benthique
- 1 pour l'analyse granulométrique (et pour les autres analyses physico-chimiques).

A chaque remontée de la benne, le volume de sédiments prélevé est vérifié, et le cas échéant, le prélèvement est refait s'il n'est pas estimé suffisant. Les godets sont ensuite ouverts et rincés délicatement au-dessus d'un bac de criée, de manière à récolter la totalité du prélèvement.



Figure 7. Aperçu de la manipulation de la Day grab, et des 4 réplicats d'une station

2.2.2.2. *Protocole en milieu intertidal*

Afin de garantir la meilleure homogénéité possible en termes d'effort d'échantillonnage entre les méthodes de prélèvements au sein des étages infralittoral et médiolittoral, **4 réplicats de 0,1m² par station ont été également prélevés en basse mer sur l'estran** à l'aide d'une petite benne Van Veen d'une surface d'échantillonnage de 0,025m² (Figure 8). Quatre coups de benne sont donc réalisés pour obtenir 1 réplicat ($4 \times 0,025 = 0,1\text{m}^2$). L'opérateur enfonce les godets au maximum dans le sable et les referme complètement remplis. La profondeur d'échantillonnage est d'au moins 10cm.

Cette méthode est similaire à celle utilisée lors de la mission Benthomont III en Baie du Mont Saint Michel (Trigui, 2009), à la différence de l'engin de prélèvement (un quadrat de 0,1m² et une truelle étaient utilisés). Malgré l'absence de normes pour l'utilisation de cet engin d'échantillonnage, l'avantage de la petite benne Van Veen réside :

- dans la durée très brève du prélèvement (1 seconde maximum, contre 5 à 10 secondes avec une truelle et un quadrat) permettant ainsi de ne pas laisser le temps à certains organismes de s'enfouir.
- dans un échantillonnage précis, notamment dans la profondeur atteinte, ce qui n'est pas toujours le cas avec un carottier à main qui occasionne très souvent

des pertes de sédiment (donc de faune) quand il s'agit d'extraire l'échantillon, la base de celui-ci n'étant pas fermée afin de pénétrer le sédiment.



Figure 8. Manipulation de la benne Van Veen utilisée sur l'estran (0,025m²) à la station SP1-EST (Erquy)

2.2.2.3. Collecte des métadonnées et traitement des échantillons, communs aux 2 protocoles

Qu'il s'agisse du milieu intertidal ou subtidal, les modalités de collecte des métadonnées et de traitement des échantillons sont identiques, à savoir (Figure 9):

- Photographie du prélèvement dans le bac de criée
- Relevé sur une **fiche-station** des coordonnées géographiques (WGS84) de la station, date et heure de prélèvement, et hauteur d'eau le cas échéant (voir tome 2 / Annexes).
- Collecte d'environ 1 kg de sédiments dans un des 4 prélèvements de 0,1m², destiné à l'analyse granulométrique (envoi au laboratoire sous 24h).
- Collecte d'environ 1kg de sédiments au sein de ce même réplikat, destiné à l'analyse physico-chimique (envoi au laboratoire sous 24h).
- Tamisage successif des 3 réplikats destinés à l'analyse benthique sur une colonne de tamis de maille ronde ultime de 1mm.
- Flaconnage, étiquetage, et formolage de chaque réplikat à l'aide d'une solution de formaldéhyde à 5% (eau de mer QSP), tamponnée avec du tétraborate de sodium.



Figure 9. De haut en bas : photographie « type » d'un bac de criée / nettoyage des tamis et formolage des échantillons / Stockage des échantillons de benthos / Stockage des échantillons de sédiments destinés aux analyses physico-chimiques.

2.3. TRAITEMENT DES DONNEES ET ANALYSE

2.3.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau

2.3.1.1. Prélèvements d'eau

Les échantillons d'eau réceptionnés par le laboratoire Eurofins sont analysés, pour chacun des paramètres à étudier, selon les normes proposées dans le Tableau 3.

Paramètres	Normes
MES	NF EN 872
Azote total	Méthode interne
Phosphore total	Manuel Ifremer
Carbone Organique Total	NF EN 1484

Tableau 3. Normes utilisées par le laboratoire Eurofins

2.3.1.2. Mesures in situ

Les données du *Datalogger* ODEON sont transférées sur un ordinateur via le logiciel ODEON Viewer pour y être traitées. Une base de données est ensuite constituée.

- Pour la turbidité, des rendus graphiques sont proposés afin de décrire les variations intra-stationnelles (niveau d'eau) et inter-stationnelles, paramètre dont la variabilité nécessite une telle analyse. En effet, à partir des 9 enregistrements par niveau de profondeur et par station, une moyenne est alors produite ainsi que l'écart-type associé.
- En revanche, pour l'oxygène dissous, le pH, la température, la conductivité, des commentaires généraux sont proposés au regard des résultats obtenus, les variabilités observées étant assez faibles.

Dans tous les cas, un effort de comparaison bibliographique est produit à partir des données existantes sur la baie de Saint-Brieuc ou dans le secteur le plus proche.

2.3.2. Analyse géochimique des sédiments

2.3.2.1. Paramètres étudiés

Les analyses physiques réalisées sur les sédiments concernent les paramètres suivants :

- Matière sèche ;
- Masse volumique ;
- Matière organique (ou Carbone Organique Total) ;
- Les **éléments trace inorganiques (métaux lourds)** : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn) ;
- Les **éléments trace organiques** :
 - o Pesticides organochlorés : Polychlorobiphényles (PCB) ;
 - o Eléments organostanniques : Tributylétain (TBT) ; Dibutylétain (DBT) ; Monobutylétain (MBT) ;
 - o Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ;
- **Nutriments azotés et phosphatés** : l'Azote Kjeldhal et le Phosphore total
- Aluminium

2.3.2.2. Niveaux de référence

Les niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins, sont définis par les **Arrêtés du 9 août 2006** (ETM, PCB), du **23 décembre 2009** (TBT) et du **08 février 2013** pour les HAP. Ces niveaux correspondent aux anciens niveaux de référence définis par le groupe GEODE (Groupement d'Etude et d'Observations sur les Dragages et l'Environnement) en 1993.

Ces valeurs N1/N2 (Tableau 4 ; Tableau 5) constituent **un référentiel généralement utilisé pour donner une première approximation de la qualité chimique des sédiments issus des opérations de dragage ou donnant lieu à une remobilisation de sédiments au sens large**, sans toutefois servir de valeur d'évaluation d'impact sur le milieu.

Ces seuils sont aussi établis sur la base de potentiel écotoxique pour le milieu.

Métaux (mg/kg)	Niveau N1	Niveau N2
Arsenic (As)	25	50
Cadmium (Cd)	1,2	2,4
Chrome (Cr)	90	180
Cuivre (Cu)	45	90
Mercure (Hg)	0,4	0,8
Nickel (Ni)	37	74
Plomb (Pb)	100	200
Zinc (Zn)	276	552
PCB (mg/kg)	Niveau N1	Niveau N2
PCB totaux	0,5	1
PCB congénère 28	0,025	0,05
PCB congénère 52	0,025	0,05
PCB congénère 101	0,05	0,1
PCB congénère 118	0,025	0,05
PCB congénère 138	0,05	0,1
PCB congénère 153	0,05	0,1
PCB congénère 180	0,025	0,05
TBT (µg/kg)	Niveau N1	Niveau N2
TBT	100	400

Tableau 4. Niveaux de référence concernant les éléments traces (Arrêté du 9 août 2006 et du 23 décembre 2009)

HAP (mg/kg)	Niveau N1	Niveau N2
Naphtalène	0,16	1,13
Acénaphthylène	0,04	0,34
Acénaphthène	0,015	0,26
Acénaphthène	0,02	0,28
Phénanthrène	0,24	0,87
Anthracène	0,085	0,59
Fluoranthène	0,6	2,85
Pyrène	0,5	1,5
Benzo(a)anthracène	0,26	0,93
Chrysène	0,38	1,59
Benzo(b)fluoranthène	0,4	0,9
Benzo(k)fluoranthène	0,2	0,4
Benzo(a)pyrène	0,43	1,015
Dibenzo(ah)anthracène	0,06	0,16
Benzo(ghi)pérylène	1,7	5,65
Indéno (123-cd)pyrène	1,7	5,65

Tableau 5. Niveaux N1/N2 concernant la qualité des sédiments (Arrêté du 8 février 2013)

Autrement dit, au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est en principe jugé neutre ou négligeable, les teneurs observées étant normales ou comparables au bruit de fond environnemental. Toutefois, dans certains cas, un approfondissement de certaines données peut s'avérer utile.

2.3.2.3. Cas de la matière organique

Enfin, concernant les niveaux de dégradation associés aux nutriments, on se réfère aux critères d'interprétation proposés par l'Ifremer (Alzieu C., 2003) :

Carbone Organique total (g.kg ⁻¹ MS)		Azote (NTK) (mg.kg ⁻¹ MS)		Phosphore (P) (mg.kg ⁻¹ MS)	
Valeurs	Indice	Valeurs	Indice	Valeurs	Indice
<0,6	0	<600	0	<500	0
0,6-2,3	1	600-1200	1	500-800	1
2,4-4	2	1200-2400	2	800-1200	2
4,1-5,8	3	2400-3600	3	>1200	3
>5,8	4	>3600	4		

Tableau 6 : Indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)

La pollution organique est ainsi évaluée à partir de 3 paramètres, **l'azote organique total (NTK), le phosphore total (P) et le Carbone Organique Total (COT)** classifiés en indices croissants de 0 à 4 en fonction du niveau de contamination des micropolluants. **La Pollution Organique (PO) est la somme variant de 0** (faible pollution organique) **à 11** (forte pollution organique) **des trois indices de contamination calculée à partir de la valeur analysée dans l'échantillon de chaque paramètre.**

2.3.3. Granulométrie des sédiments

Les analyses granulométriques ont été réalisées par le laboratoire Eurofins accrédité COFRAC et agréé. Le sédiment d'une masse initiale d'environ 1kg est séché, tamisé sur une colonne de tamis, et chaque refus de tamis est alors pesé.

Une colonne de 10 tamis de taille de maille décroissante a été utilisée, selon les préconisations de la norme AFNOR, soit 20, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, et 0.063 mm. La fraction <0.063 (vases, comprenant argiles et limons) est également pesée *in fine*, mais le tamis ultime a été fixé de manière arbitraire à 0,040mm pour créer la matrice de résultats bruts utilisée par les logiciels de traitement. Ainsi, les résultats obtenus quantifient la fraction en vases, sans pouvoir préciser le détail des proportions entre les limons et les argiles.

Par ailleurs, seul le tamis de 0,2mm n'était pas disponible ce qui est sans incidence sur les résultats étant donné que les coupures permettant de distinguer les différentes classes sédimentaires (sables, sables fins, etc.) ne font pas intervenir ce seuil.

Une réflexion approfondie a été menée quant à un traitement pertinent et efficace de ces données en collaboration et discussion avec :

- Régis Gallon du MNHN de Dinard, co-concepteur (avec Jérôme Fournier) du package G2Sd sur le logiciel de statistiques R.
- Axel Ehrhold, de l'Ifremer de Brest, quant à l'utilisation de la macro Excel Gradistat.

En définitive, **ces 2 méthodes toutes deux fondées sur la classification de Folk utilisent les mêmes seuils permettant de passer des différentes classes sédimentaires**

composant un sédiment (Tableau 7 / Ex : x% de sables fins ; y% de sables grossiers, etc...), **à son groupe textural** (ex : sables grossiers).

Diamètre maille (µm)	Catégories sédimentaires
>16 000	Graviers grossiers (et cailloux)
8 000 à 16 000	Graviers moyens
4 000 à 8 000	Graviers fins
2 000 à 4 000	Graviers très fins
1 000 à 2 000	Sables très grossiers
500 à 1 000	Sables grossiers
250 à 500	Sables moyens
125 à 250	Sables fins
63 à 125	Sables très fins
< 63	Vases (limons et argiles)

Tableau 7. Catégories sédimentaires adoptées en fonction des tamis AFNOR utilisés et de la classification de Blott (2000). NB : les graviers grossiers et cailloux sont regroupés compte tenu de la non considération du tamis 20mm par la classification utilisée par les logiciels Gradistat et G2Sd (adaptée de Udden(1914) et Wentworth (1922), in Blott, 2000).

L'emploi des 2 méthodes de traitement aboutit à des matrices de sortie identiques en termes de proportions de classes sédimentaires, et de groupes texturaux. Ces méthodes nous donc sont apparues complémentaires :

- les représentations graphiques de la répartition des fractions granulométriques (histogrammes et courbes cumulées) sont issues du logiciel R par traitement automatique via le package G2Sd. L'équivalent Gradistat est en effet peu exploitable.
- En revanche, la matrice de sortie du groupe textural (ex : *gravelly sand*) et du nom du sédiment correspondant, plus détaillé, (ex : *very fine gravelly medium sand* resp.) sont plus pratiques en termes d'utilisation et de restitution des résultats sur Gradistat que sur R. Le logiciel R donne par ailleurs une information moins précise eu égard au nom du sédiment.

Ce choix est donc illustré par le tome 2 (Annexes) qui présente entre autres :

- **Les proportions** de chacune des classes granulométriques.
- **L'histogramme de répartition des masses** de chaque refus de tamis.
- Sur le même graphique, **la courbe cumulée** (en %) des classes granulométriques.
- Le **groupe textural** (ex : *gravelly sand*) auquel appartient le sédiment.
- Le **nom du sédiment**, plus précis que la texture du sédiment (ex : *very fine gravelly medium sand*, resp.).

2.3.4. Données benthiques

2.3.4.1. *Tri et détermination en laboratoire*

Les échantillons sont déformolés après quelques jours, et la solution formolée usagée est récupérée puis envoyée à une usine spécialisée en traitement de déchets chimiques. L'étape suivante consiste à **trier les échantillons** de façon à séparer le sédiment du matériel biologique. **Les individus sont ensuite identifiés jusqu'à l'espèce** sauf pour certains groupes (Némertes, Plathelminthes, etc.) ou jusqu'au genre si l'état de l'individu ne permet pas de porter la détermination plus loin. Ils sont ensuite placés dans les piluliers avec de l'alcool pour la conservation.

Dans le cadre de cette étude, la détermination a été assumée par 2 structures :

- **L'UMR7144 (via l'Université Pierre et Marie Curie) de la Station Biologique de Roscoff** a traité 7 stations sur le corridor Est.
- **IDRA Environnement a assuré la détermination des 30 stations restantes.** Frédéric ZIEMSKI, taxonomiste, a assuré cette tâche. Il dispose de compétences spécifiques reconnues de plusieurs scientifiques, notamment via les différentes formations qu'il a suivies à la Station Biologique de Roscoff. Il consulte ou travaille très régulièrement avec des benthologues/taxonomistes spécialistes de certains taxons.



Figure 10 : Aperçu du matériel à disposition, et d'une partie de la collection de référence (plus de 500 espèces bancarisées depuis 2012)

La validité des noms d'espèces, avant saisie dans la liste finale, est vérifiée au moyen des sites de référence, conformément aux procédures en vigueur, à savoir le site **WoRMS** (*World Register of Marine Species*).

Les données sont saisies dans une base de données permettant leur traitement.

Au fur et à mesure de la détermination, les individus sont regroupés par phylum pour les analyses ultérieures de biomasses.

2.3.4.2. *Traitement statistique des données*

➤ Dans un premier temps, les données sont exploitées de manière à effectuer des **analyses univariées**, comprenant certains descripteurs des peuplements préconisés par Grall, *et al* (2005) :

- la **richesse spécifique totale** (S) correspondant au nombre d'espèces récoltées par station. La richesse spécifique moyenne par station (calculée sur les valeurs de S pour chaque réplicat) est également proposée, ainsi que l'écart-type associé, de manière à apprécier l'homogénéité/hétérogénéité intra-stationnelle de ce paramètre.
- l'**abondance totale**, qui se définit comme le nombre d'individus par unité de surface de prélèvement (1 mètre carré). L'abondance moyenne par station (calculée sur les valeurs d'abondance pour chaque réplicat) est également proposée, ainsi que l'écart-type associé.
- **les 15 espèces les plus abondantes** par station.
- l'**indice de diversité de Shannon-Weaver**, qui permet d'exprimer la diversité d'un peuplement en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance relative des espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont co-dominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log(S)$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance). La base du logarithme utilisée est la base 2. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Où :

p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$;

S = nombre total d'espèces (Richesse spécifique);

n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon;

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

- L'indice **d'équitabilité de Pielou** défini par :

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

Où $H'_{max} = \log S$ (S = nombre total d'espèces / Log de base 2)

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

- les proportions des **groupes taxonomiques**, à savoir :
 - Annélides polychètes
 - Crustacés amphipodes

- Autres crustacés (Cirripèdes, Copépodes, Cumacés, Décapodes, Isopodes, Leptostracés, Mysidacés, Ostracodes, Tanaïdacés)
 - Mollusques bivalves
 - Autres mollusques (Gastéropodes, Polyplacophores, Scaphopodes)
 - Echinodermes
 - Némertes
 - Autres taxons
- Les proportions des **groupes trophiques** (voir définition en Annexe 1) définis à partir des « *feeding types* » proposés par le site de référence WoRMS, à savoir :
- Carnivores
 - Suspensivores
 - Dépositivores de surface
 - Dépositivores de sub-surface
 - Détritivores
 - Brouteurs
 - Herbivores
 - Groupe trophique indéterminé

On note toutefois les controverses et mises à jour nombreuses quant aux régimes trophiques associés à certaines espèces. Les propositions faites par le site de référence WoRMS semblent donc discutables pour certaines espèces.

- Les proportions des **groupes écologiques**, définis à partir du logiciel AMBI (équipe AZTI), selon la classification proposée au Tableau 8.

Groupe	Type d'espèces	Caractéristiques	Groupes trophiques
I	sensibles à une hypertrophisation	- largement dominantes en conditions normales - disparaissent les premières lors de l'enrichissement du milieu. - dernières à se réinstaller	- suspensivores, carnivores sélectifs, quelques dépositivores tubicoles de subsurface
II	Indifférentes à une hypertrophisation	- espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de MO	- carnivores et nécrophages peu sélectifs
III	Tolérantes à une hypertrophisation	- naturellement présentes dans les vases, mais, leur prolifération étant stimulée par l'enrichissement du milieu, elles sont le signe d'un déséquilibre du système	- dépositivores tubicoles de surface profitant du film superficiel de chargé de MO
IV	Opportunistes de second ordre	- cycle de vie court (souvent <1 an) proliférant dans les sédiments réduits	- dépositivores de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	- prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	- dépositivores

Tableau 8. Groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (d'après Hily, 1984)

- Pour l'**évaluation de l'état écologique**, différents indices sont généralement utilisés. **Deux indices sont retenus dans cette étude :**

- **L'AMBI²** : Il a montré son efficacité dans la mise en évidence de diverses sources d'impacts (Dauvin, *et al*, 2006). Le Coefficient Benthique (CB ou AMBI) a été créé pour le programme AZTI le long de la côte basque par Borja *et al*. (2000). Il consiste à pondérer le pourcentage de chaque groupe écologique présent par le poids de sa contribution dans la représentation du niveau de perturbation :

$$CB = \{(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

Il est calculé par le logiciel de l'équipe espagnole AZTI.

- **Le BENTIX :**

Calqué sur l'AMBI, l'indice BENTIX est basé sur une formule où les pourcentages des différents groupes sont pondérés par leur niveau de réponse par rapport à une perturbation. Il est limité à deux groupes :

- les espèces sensibles (regroupant les espèces sensibles et indifférentes des groupes écologiques I et II)
- les espèces tolérantes (regroupant les espèces tolérantes et opportunistes de premier et second ordre des groupes écologiques III, IV et V)

Le BENTIX permet selon ses auteurs, de s'affranchir des erreurs liées au rattachement des espèces à un groupe particulier, de ne pas surestimer le poids d'un groupe et de réduire la complexité du calcul.

Sa formule est la suivante :

$$BENTIX = [6 \times (\%GI + \%GII) + 2 \times (\%GIII + \%GIV + \%GV)] / 100$$

Les conditions de calcul de l'indice utilisées, soit les bornes délimitant les catégories d'état écologique, correspondent au « cas général » (et non aux milieux « vaseux »).

- **les Diagrammes Rang-Fréquence (DRF) :**

Parmi les méthodes visant à identifier les successions écologiques ou les perturbations subies par une communauté, on peut citer la méthode dite « rang-fréquence », au départ utilisée sur le compartiment planctonique. Frontier (1985) décrit cette méthode comme une approche empirique efficace pour suivre l'évolution d'une communauté ou au contraire, comparer des communautés entre elles. Le principe de cette méthode consiste à créer une courbe à partir de la fréquence de chaque espèce, par rapport à son rang (d'abondance) dans la station.

Plus la courbe est convexe, plus la communauté sera équilibrée et donc considérée comme dans un état « mature » (courbe 3, Figure 11). Plus la courbe est concave, plus la communauté sera dominée par quelques

² Le M-AMBI, utilisé dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau ne peut être calculé que pour des sables plus ou moins envasés étant donné les conditions de référence inhérentes au calcul de l'indice (com. pers. N. DESROY, Ifremer). Il ne s'applique donc pas de manière universelle dans cette étude (sables grossiers, graviers, etc...).

espèces sur-abondantes, ce déséquilibre étant alors interprété comme un état « perturbé » (courbe 1, Figure 11).

Les courbes rang-fréquence se terminent systématiquement par une « queue » correspondant aux espèces les plus rares de la communauté (très faibles fréquences et derniers rangs dans le classement des espèces). Le diagramme de la Figure 11 présente la succession écologique d'un peuplement :

- le stade 1 correspond à un écosystème « récent » composé d'espèces pionnières ;
- le stade 2 correspond au niveau maximum de diversité (stade 1' de transition)
- le stade 3, correspond à la maturation de l'écosystème (réarrangement des fréquences spécifiques et légère baisse de la diversité).

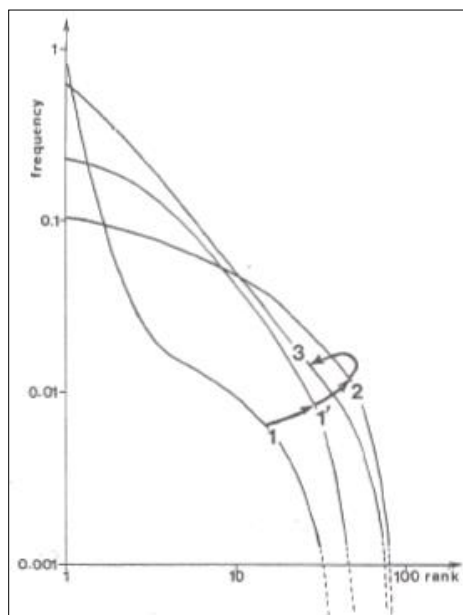


Figure 11. Représentation d'une succession écologique par la méthode rang-fréquence (échelles logarithmiques)

➤ Dans un second temps, **une analyse multivariée** est effectuée (Annexe 2) :

A partir d'une matrice croisée des abondances des espèces par station, la mesure de similarité entre les échantillons pris 2 à 2 à l'aide du **coefficient de similarité de Bray-Curtis** aboutit à la construction d'une matrice triangulaire de similarité.

La Classification Hiérarchique Ascendante (C.H.A) consiste ensuite à regrouper les stations sous la forme d'un dendrogramme **dont la longueur des branches est proportionnelle au pourcentage de similarité entre stations ou groupes de stations**. Le regroupement s'effectue **selon la composition spécifique et l'abondance des espèces**. La méthode de groupement retenue est celle du **lien intermédiaire**. Un test par permutation du profil de similarité est réalisé afin de mettre évidence des **différences statistiques significatives** dans la structure interne du jeu de données fourni par le dendrogramme (Clarke, *et al.*, 2008, *in* Broudin, C., 2011). Un tel test constitue un moyen d'arrêter objectivement l'interprétation de la structure hiérarchique d'un

dendrogramme à des niveaux de structures fins. Ceci est réalisé à l'aide de la procédure SIMPROF du logiciel PRIMER v6.0.

Pour chaque assemblage alors distingué selon un taux de similarité fixé par l'opérateur et identique pour tous les assemblages (seuil), sont précisés ³ :

- les **similarités moyennes** pour un assemblage en fonction de la présence et de l'occurrence des espèces au sein d'un assemblage donné (procédure SIMPER).
- les **pourcentages de contribution des espèces discriminantes** (procédure SIMPER), permettant d'identifier la part que chaque espèce apporte à la similarité moyenne. Cette procédure prend en compte deux notions : le fait qu'une espèce soit principalement présente dans un assemblage et qu'elle le soit dans la majorité des stations qui compose cet assemblage. Ceci est réalisé avec la procédure SIMPER du logiciel PRIMER v.6.0.
- Les **richesses spécifiques moyennes** rencontrées, calculées dans les chapitres spécifiques consacrés à chacun des corridors.

2.3.4.3. *Cas de la biomasse*

Pour chaque groupe taxonomique, des mesures de biomasse par station sont réalisées selon le protocole suivant (Crisp, 1984) : après un passage à l'étuve (48h à 80°C), le poids sec avec cendres (PS) est déterminé avec une balance de précision (à 0,1 mg). Chaque échantillon passe ensuite au four (6h à 520 °C), ce qui permet de mesurer le poids sec de cendres (PSC). La différence entre les deux mesures obtenues (poids sec avec cendres – poids sec de cendres) permet de calculer le poids sec libre de cendre (PSLC) :

$\text{PSLC} = \text{PS} - \text{PSC} \text{ (en g)}$

L'analyse est portée sur les taxons suivants :

- Annélides
- Arthropodes
- Echinodermes
- Mollusques
- Némertes + siponcles
- Autres

L'ensemble des mesures de biomasse a été réalisé par l'UMR 7144 (Station Biologique de Roscoff).

2.3.4.4. *Classification des habitats présents*

Le dendrogramme permet de définir des assemblages faunistiques qui, couplés aux unités sédimentaires, déterminent les unités bio-sédimentaires.

³ NB : Procédure SIMPER : les similarités moyennes et les taux de contribution des espèces discriminantes ne sont pas disponibles pour les stations isolées

Les correspondances entre les habitats en présence et les typologies d'habitats EUNIS et MNHN (Michez, *et al*, 2013) sont alors proposées.

2.3.4.5. *Espèces particulières*

Enfin, au regard des listes d'espèces, un zoom est effectué sur les **espèces ZNIEFF** et les **principales espèces benthiques d'intérêt commercial** sur la zone : coquille Saint Jacques, amande de mer, buccin, palourde rose, praire et vanneau.

3. CORRIDOR D'ERQUY : RESULTATS SUR LES MATRICES EAU & SEDIMENTS

3.1. ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

3.1.1. Prélèvements

Sur le corridor Est, 2 prélèvements ont été effectués (SP1-Est et SP6-Est).

Les résultats des paramètres analysés pour les 2 prélèvements d'eau du corridor d'Erquy sont exposés au Tableau 9.

		SP1-Est	SP6-Est
Paramètres	Unités		
Phosphore total	$\mu\text{mol/l}$	0,37	1,5
Phosphore total	mg/l	0,011	0,047
Azote global	$\mu\text{mol/l}$	6,2	8,8
Azote global	mg/l	0,086	0,123
Matières en suspension (MES)	mg/l	7	10
Carbone Organique Total (COT)	mg/l	0,97	0,96

Tableau 9. Résultats obtenus sur la matrice « Eau », à partir de prélèvements et analyses en laboratoire

A notre connaissance, au regard de la bibliographie existante sur la baie de Saint Brieuc, il demeure complexe de comparer ces valeurs aux données de référence. En effet, si les travaux dans le cadre de la DCSMM (Ifremer, 2013 (b)) envisagent de considérer les paramètres NT (Azote total) et PT (Phosphore total), les études sur le secteur mentionnent le plus souvent une partie seulement des substances constituant l'Azote total ou le Phosphore total. A titre d'exemple, les études de l'Ifremer (2010), mettent en avant sur les masses d'eau (Bretagne Nord notamment) des concentrations en azote inorganique dissous (ammonium + nitrates + nitrites), n'incluant pas l'azote organique alors qu'il fait partie de l'Azote Total.

Il est important de rappeler que la Baie de Saint Brieuc, en termes d'eutrophisation, est qualifiée de « zone à problèmes » (Ifremer, 2012), au regard de la procédure commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation (OSPAR) pour la sous-région marine Manche.

Ces valeurs constituent donc un état de référence assez modeste pour conclure localement quant à des états écologiques de la masse d'eau, les suivis DCE étant bien plus importants en termes de moyen déployés, donc plus pertinents pour répondre à une telle problématique.

3.1.2. Mesures *in situ*

Les résultats sont présentés différemment selon leur variabilité, et selon la pertinence que chacun des paramètres étudiés offre dans une approche de suivis de travaux d'ensouillage du câble. La turbidité est en effet le principal paramètre pouvant constituer un enjeu sur le milieu lors de la phase travaux.

- En ce qui concerne **le pH**, il est de 8,1 pour toutes les stations du corridor (variations de l'ordre du centième).
- **La température**, est également stable dans l'ensemble, avec des valeurs comprises entre 8,5 et 9,3°C sur ce corridor, sans variation majeure entre la température de surface et celle de fond. D'après les données Ifremer, les températures de l'eau (en surface uniquement) relevées en janvier et février au large de Saint-Quay Portrieux sont comprises entre 7 et 9°C (Ifremer, 2013). Les températures relevées sont donc cohérentes avec celles de l'Ifremer (Figure 12).

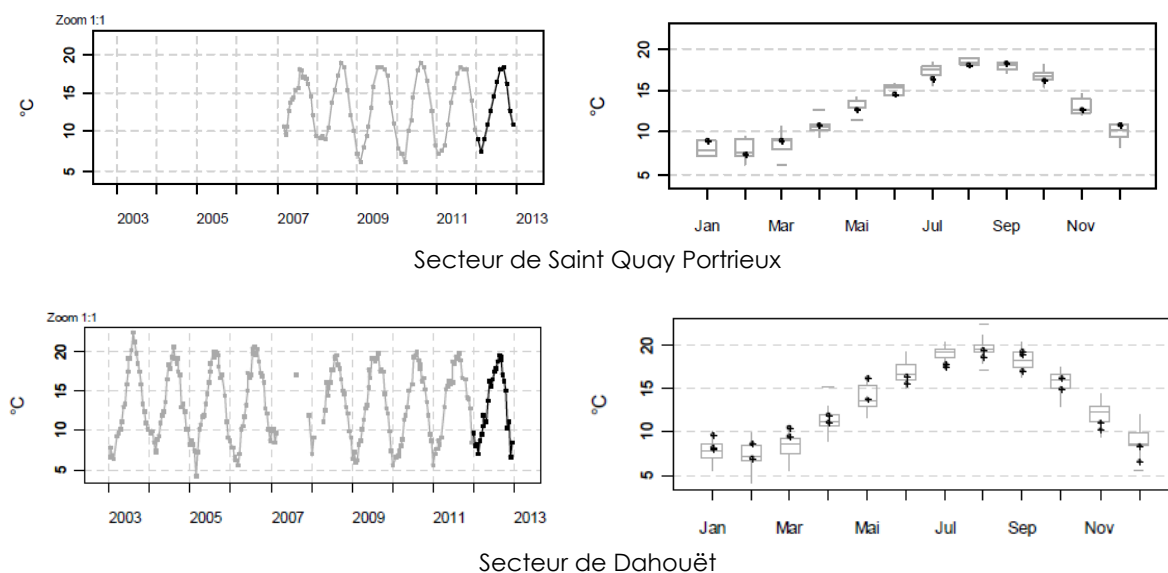


Figure 12. Variations inter et intra-annuelles de la température à Saint-Quay Portrieux (point 025-P-104) et à Dahouët (point 025-P-035) (Ifremer, 2013)

- Pour l'ensemble des mesures réalisées sur les stations du corridor Est (surface, mi-profondeur, fond), **la concentration de l'oxygène dissous** varie entre un minimum de 7,71mg/L et un maximum de 8,42mg/L. Ces valeurs sont légèrement plus faibles que les données de l'Ifremer : en effet, sur les secteurs de Saint-Quay Portrieux et Dahouët (Figure 13), les concentrations en oxygène dissous sont pour l'essentiel comprises entre 9 et 9,5 mg/L en janvier et février. Les concentrations observées dans nos résultats sont relevées par l'Ifremer aux mois de juin et octobre/novembre.

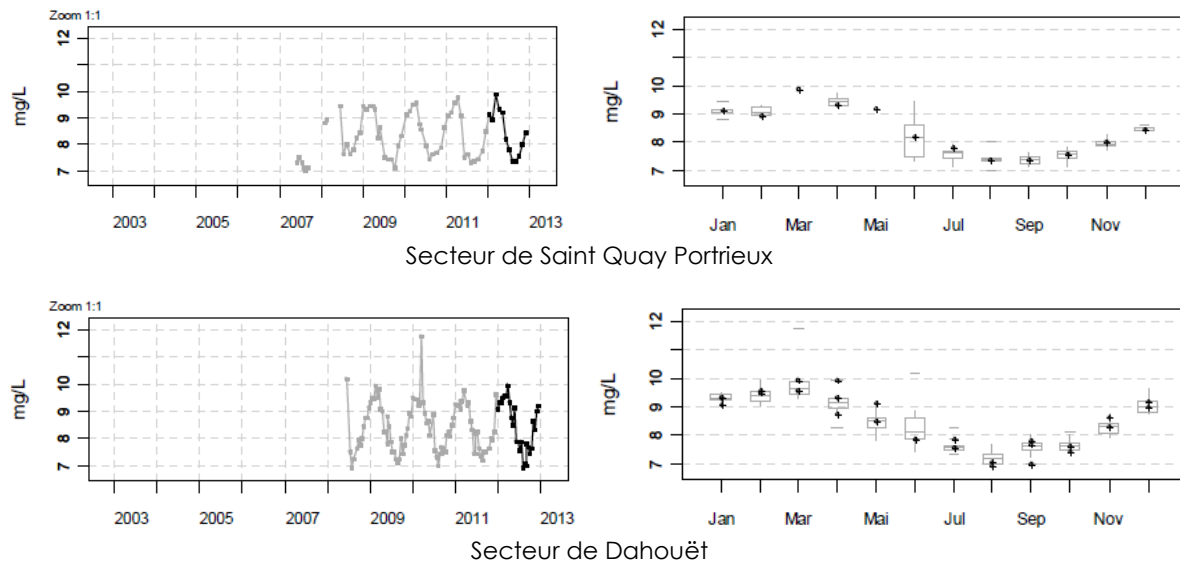


Figure 13. Variations inter et intra-annuelles des concentrations en oxygène dissous à Saint-Quay Portrieux (point 025-P-104) et à Dahouët (point 025-P-035) (Ifremer, 2013)

- **La conductivité** varie entre un minimum de 54,53 mS/cm et un maximum de 57,05 mS/cm. Nous ne sommes pas parvenus à trouver des valeurs de référence sur ce secteur, probablement car ce paramètre ne fait pas partie des indicateurs retenus dans le cadre de la DCE ou de la DCSMM (Ifremer, 2012).
- Enfin, sur l'ensemble des valeurs mesurées *in situ*, **les variations de turbidité** étant plus prononcées, il est choisi de figurer les moyennes des résultats de ce paramètre. Les valeurs artéfactuelles ont été supprimées du pool de données.

Les graphiques proposés détaillent donc la turbidité :

- Par station, en fonction de la profondeur (Figure 14)
- Par niveau d'eau, toutes stations confondues (Figure 15)

Ainsi, les principales conclusions peuvent être énoncées :

- Dans l'ensemble (Figure 14), les valeurs moyennes de turbidité sont faibles, majoritairement inférieures à 5 NTU, et corroborent les impressions visuelles de terrain d'une eau le plus souvent limpide malgré les grands coefficients de marée et la période hivernale (la turbidité augmente en période hivernale (Ifremer, 2013)). Le minimum relevé est de 0 NTU (en dessous de la sensibilité de la sonde) et le maximum relevé – mesure non moyennée – est 37,8 NTU (valeurs artéfactuelles exclues).
- Les valeurs de turbidité des stations situées au large, de SP5 à SP10-Est, font partie des plus faibles (valeur moyenne maximale observée de 3,1 NTU en SP8-Est). Toutes les autres stations, situées à proximité de la côte, présentent des turbidités un peu plus élevées, notamment à partir de la moitié de la colonne d'eau jusqu'au fond.

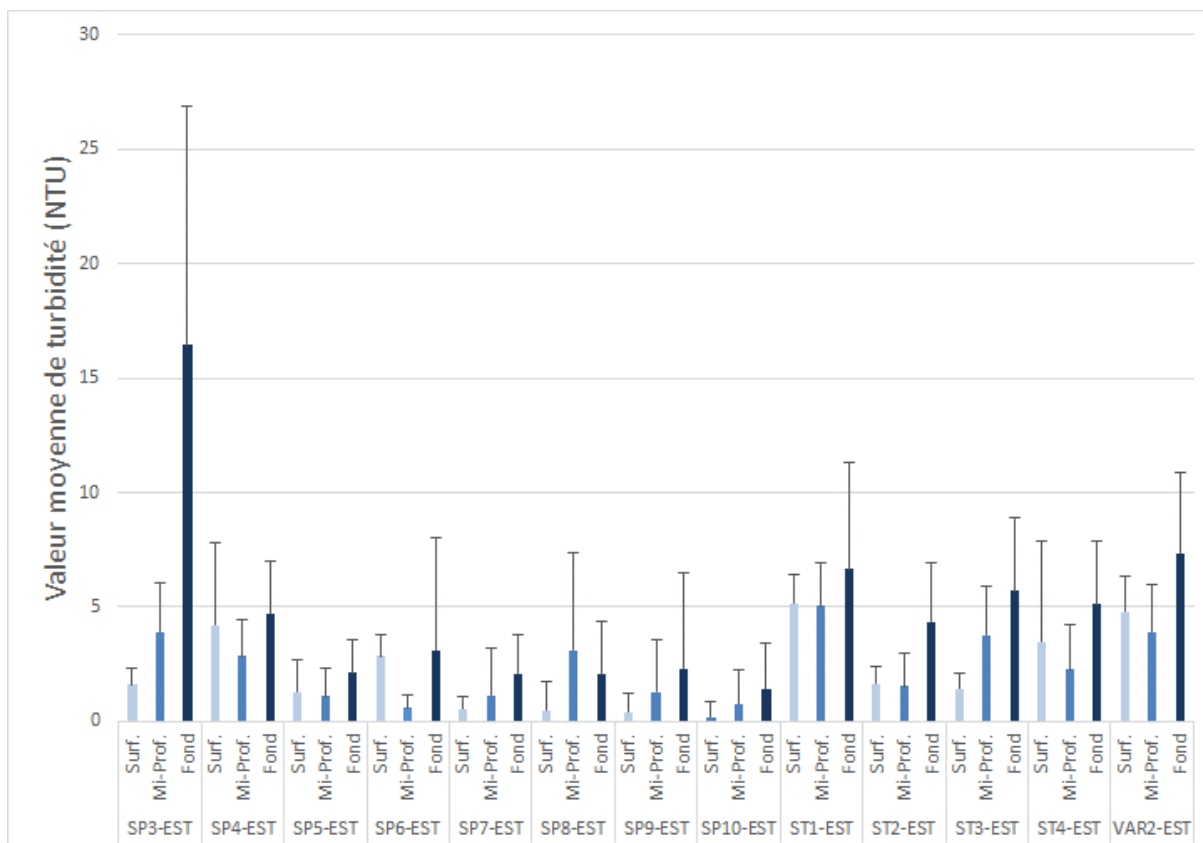


Figure 14. Turbidité moyenne par station (et écart-type associé), en fonction de la profondeur, mesurée en janvier 2014.

La comparaison toutes stations confondues des valeurs moyennes de turbidité mesurées aux 3 niveaux d'eau (Figure 15), montre que la turbidité augmente légèrement avec la profondeur. En effet, la valeur moyenne en surface est de 2,2 NTU, contre 4,9 au fond. Néanmoins, la variabilité des valeurs mesurées est plus forte également au fond qu'en surface.

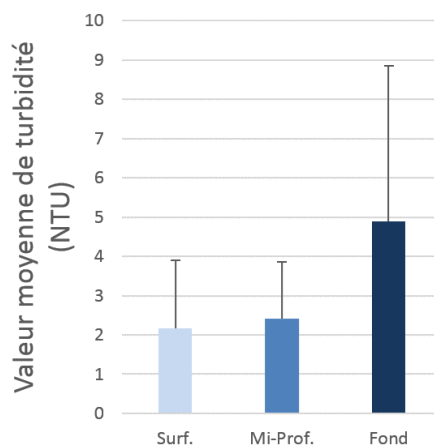


Figure 15. Turbidité moyenne (et écart-type associé) en fonction de la profondeur, toutes stations confondues

Ces données peuvent être comparées avec celles collectées par l'Ifremer dans le même secteur (Ifremer, 2013). Ainsi, sur le secteur de Saint-Quay Portrieux, les valeurs

de FNU, donc de NTU pour cette gamme de valeurs (*en dessous de 20 FNU : 1 FNU = 1 NTU*) sont faibles : elles ne dépassent pas 2 FNU, en hiver comme en été (Figure 16). Sur la côte Est (Dahouët), les valeurs de référence sont plus élevées : entre 5 et 12 NTU environ.

Les données récoltées dans le cadre de cette étude sont donc cohérentes avec la bibliographie.

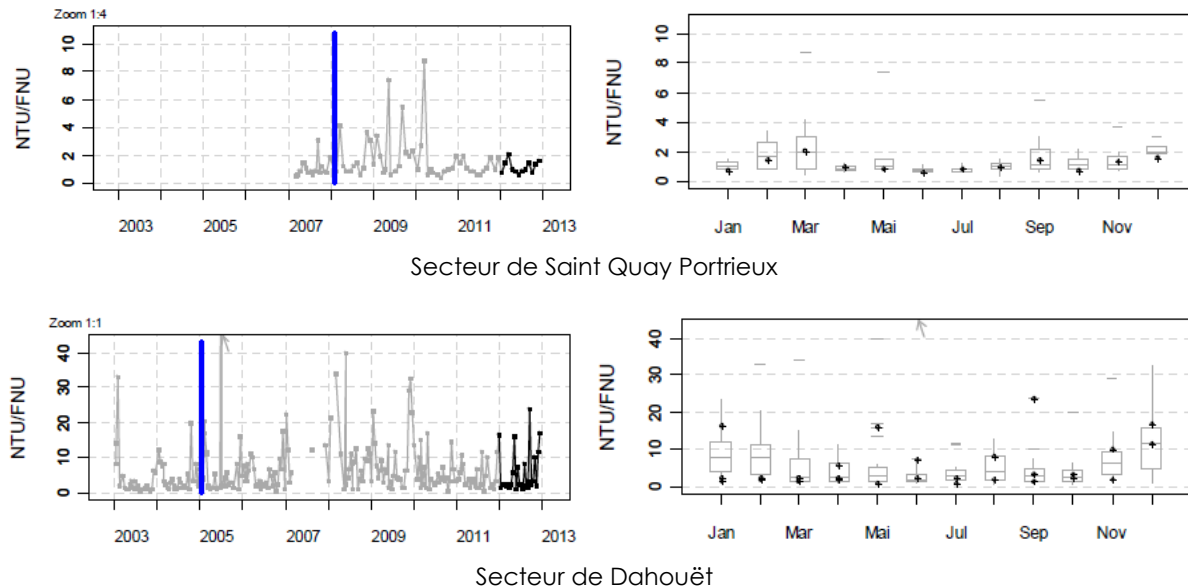


Figure 16. Evolutions inter et intra-annuelles de la turbidité à Saint-Quay Portrieux (point 025-P-104) et à Dahouët (point 025-P-035) (Ifremer, 2013)

3.2. ANALYSES GEOCHIMIQUES

Les résultats bruts sont synthétisés au Tableau 10. Qu'il s'agisse des éléments-traces métalliques, des HAP, des PCB, et des composés organostanniques, **aucun dépassement des seuils réglementaires (N1/N2) n'est observé**. Les concentrations observées relèvent *a priori* d'un bruit de fond environnemental. Au regard de ces paramètres, les milieux étudiés sont donc exempts de contamination notable.

Stations		SP1 - Est	SP3 - Est	SP4 - Est	SP5 - Est	SP6 - Est	SP7 - Est	SP8 - Est	SP9 - Est	SP10 - Est	ST1 - Est	ST2 - Est	ST3 - Est	ST4 - Est	VAR1 - Est	VAR2 - Est	Arrêtés du 09/08/2006 et du 23/12/2009 ; valeurs repères Géode (HAP) juin 2011	
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES																	Niveau N1	Niveau N2
Matière sèche	en % prod brut	71,9	77,7	78,2	74,6	73,6	71,9	69,3	72,9	83,4	75,1	55,3	76	77,5	76,4	73,5		
Masse volumique	en g/cm ³	1,76	1,65	1,48	1,46	1,34	1,7	1,48	1,68	1,56	1,53	1,32	1,85	1,59	1,84	1,81		
NUTRIMENTS / ANIONS / CATIONS																		
Aluminium	en mg.kg-1 MS	1850	1650	1430	2550	1490	1680	1230	2380	671	1980	7250	1740	1290	1400	1690		
COT	en mg.kg-1 MS	2170	6830	1420	10400	1880	4530	5280	9640	12800	1950	10800	4440	1520	1520	4080		
Azote Kjeldahl	en g.kg-1 MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0,5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		
Phosphore total	en mg.kg-1 MS	786	666	643	2150	655	684	523	1140	471	902	1170	738	608	589	702		
ELEMENTS TRACES METALLIQUES																		
Arsenic	en mg.kg-1	5,86	3,85	6,1	5,95	6,7	5,92	5,43	6,76	8,53	6,37	6,01	5,16	7	7,15	2,92	25	50
Cadmium	en mg.kg-1	<0.39	<0.37	<0.39	<0.37	<0.39	<0.40	<0.36	<0.35	<0.39	<0.41	<0.37	<0.40	<0.37	<0.10	<0.10	1,2	2,4
Chrom	en mg.kg-1	6,67	6,53	8,67	9,54	6,15	5,48	4,71	8,77	<4.87	10,1	16	7,22	7,42	6,31	7,7	90	180
Cuivre	en mg.kg-1	<4.83	<4.66	<4.88	4,74	<4.86	<5.00	<4.48	<4.36	<4.87	<5.09	5,67	<4.95	<4.60	<5.00	<5.00	45	90
Nickel	en mg.kg-1	2,47	2,4	1,85	3,73	1,69	1,81	2,27	3,95	2,27	4,84	8,63	2,35	2,19	1,68	2,23	37	74
Plomb	en mg.kg-1	<4.83	<4.66	5,49	8,07	5,4	7,33	<4.48	8,77	6,92	<5.09	11,1	<4.95	<4.60	<5.00	<5.00	100	200
Zinc	en mg.kg-1	11,9	12,6	17,4	24,1	25,2	14	8,44	17,7	<4.87	12,2	38,3	12,1	12	7,87	10	276	552
Mercur	en mg.kg-1	<0.10	<0.09	<0.10	<0.09	<0.10	<0.10	<0.09	<0.09	<0.10	<0.10	<0.09	<0.10	<0.09	<0.10	0,15	0,4	0,8
MICROPOLLUANTS ORGANIQUES																		
Polychlorobiphényles (PCBi)																		
PCB 28	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 52	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 101	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 118	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 138	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 153	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 180	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
Somme des PCBi	en mg.kg-1	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0,5	1
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (seuils N1 et N2 préconisés par GEODE)																		
Naphtalène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,16	1,13
Acénaphthylène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,04	0,34
Acénaphthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,015	0,26
Fluorène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,02	0,28
Phénanthrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,016	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,019	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,24	0,87
Anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,085	0,59
Fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,029	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,04	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,6	2,85
Pyrrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,036	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,021	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,5	1,5
Benzo(a)anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,02	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,014	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,26	0,93
Chrysène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,021	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,38	1,59
Benzo(b)fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,028	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,024	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,4	0,9
Benzo(k)fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,2	0,4
Benzo(a)pyrrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,022	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,017	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,43	1,015
Dibenzo(ah)anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,06	0,16
Benzo(ghi)peryène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,014	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	1,7	5,65
Indeno(1,2,3-c,d)pyrrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,016	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,014	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	1,7	5,65
Somme des HAP	en mg.kg-1	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	0,2<x<0.29	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	0,15<x<0.26	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19		
Composés organostanniques																		
MBT	en µg.kg-1	< 0.659	< 0.745	< 0.579	< 0.597	< 0.616	< 0.709	< 0.716	< 0.613	< 0.582	< 0.601	< 0.777	< 0.671	< 0.645	< 0.628	< 0.696		
DBT	en µg.kg-1	< 0.659	< 0.745	< 0.579	< 0.597	< 0.616	< 0.709	< 0.716	< 0.613	< 0.582	< 0.601	< 0.777	< 0.671	< 0.645	< 0.628	< 0.696		
TBT	en µg.kg-1	0,913	< 0.745	< 0.579	< 0.597	< 0.616	< 0.709	< 0.716	< 0.613	< 0.582	< 0.601	< 0.777	< 0.671	< 0.645	< 0.628	< 0.696	100	400

Tableau 10. Résultats d'analyse des sédiments pour chaque station étudiée

Le calcul de la pollution organique est proposé au Tableau 11.

Les pollutions organiques (PO) les plus élevées sont relevées aux stations SP5-Est (PO = 7), SP9-Est et ST2-Est (PO=6). Les autres stations présentent une pollution organique légère à moyenne (comprise en 2 et 5).

	Carbone Organique total (g/kg MS)	Indice	Azote (NTK) (mg/kg MS)	Indice	Phosphore (P) (mg/kg MS)	Indice	Pollution organique (PO)
SP1-Est	2,1	1	< 500	0	786	1	2
SP3-Est	6,8	4	< 500	0	666	1	5
SP4-Est	1,4	1	< 500	0	643	1	2
SP5-Est	10,4	4	< 500	0	2150	3	7
SP6-Est	1,8	1	< 500	0	655	1	2
SP7-Est	4,5	3	< 500	0	684	1	4
SP8-Est	5,2	3	< 500	0	523	1	4
SP9-Est	9,6	4	< 500	0	1140	2	6
SP10-Est	12,8	4	< 500	0	471	0	4
ST1-Est	1,9	1	< 500	0	902	2	3
ST2-Est	10,8	4	< 500	0	1170	2	6
ST3-Est	4,4	3	< 500	0	738	1	4
ST4-Est	1,5	1	< 500	0	608	1	2
VAR1-Est	1,5	1	< 500	0	589	1	2
VAR2-Est	4,0	2	< 500	0	702	1	3

Tableau 11. Indices de contamination du carbone organique total, de l'azote Kjeldahl, du phosphore, et pollution organique associée

3.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES

La répartition des classes granulométriques génériques (cailloutis, graviers, sables, vases) par station est présentée à la Figure 17. Un niveau d'informations plus détaillé est proposé à la Figure 18.

La Figure 17 permet de dégager les points suivants :

- Les cailloutis sont absents des 15 stations.
- Les graviers et les sables sont prédominants sur l'ensemble des stations. Les sables dominent (plus de 50%) généralement les graviers, sauf pour les stations SP4-Est et VAR2-Est.
- Les vases ne dépassent jamais plus de 1,8% (VAR1-Est) de la masse globale des échantillons.

La Figure 18 met en évidence les généralités suivantes :

- Sur l'ensemble des stations, la fraction granulométrique la plus grossière est représentée par les graviers grossiers, qui constituent près de 20% de la masse globale de l'échantillon à la station SP4-Est, et 14% à la station SP5-Est.
- Les sables fins à très fins sont fortement représentés à la station ST1-Est (plus de 30%) relativement aux autres stations.

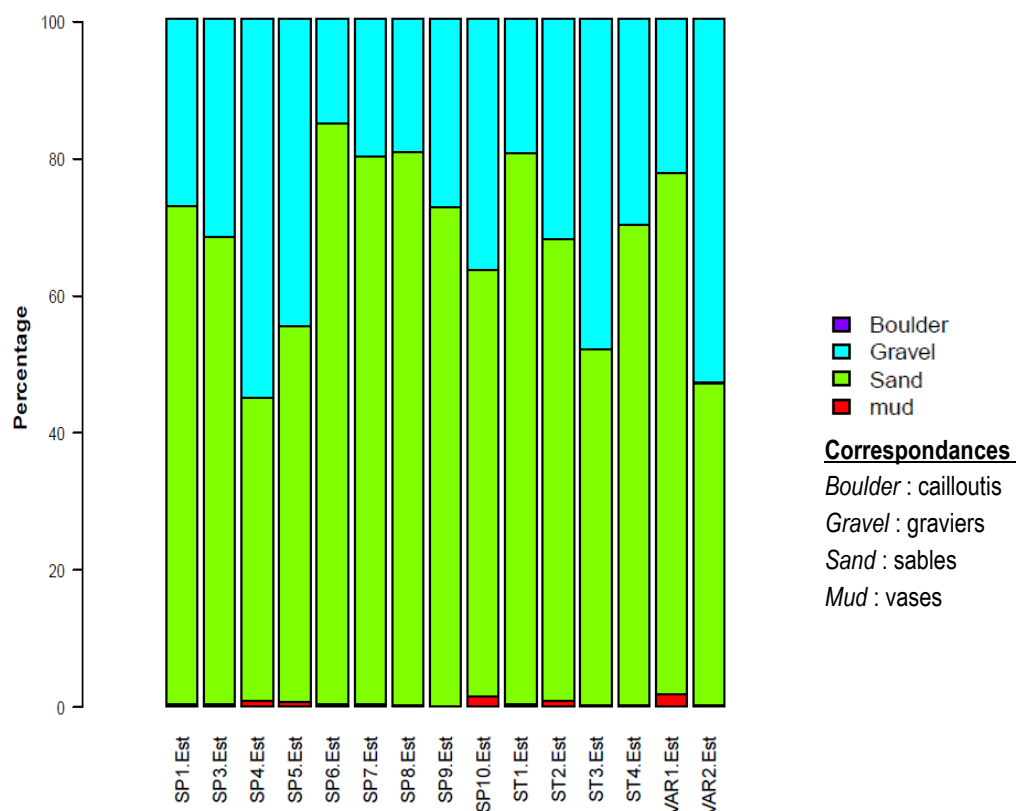


Figure 17. Proportions (en %) des classes granulométriques génériques par station.

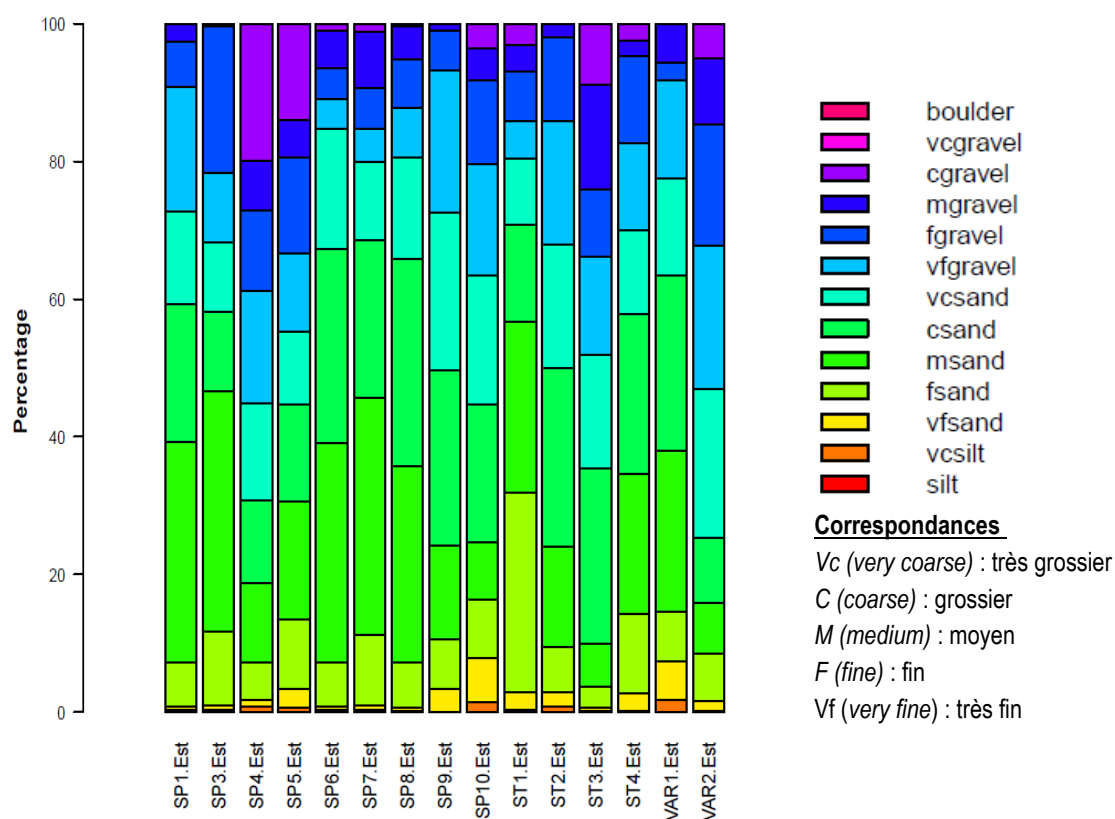


Figure 18. Proportions (en %) des classes granulométriques élémentaires par station.

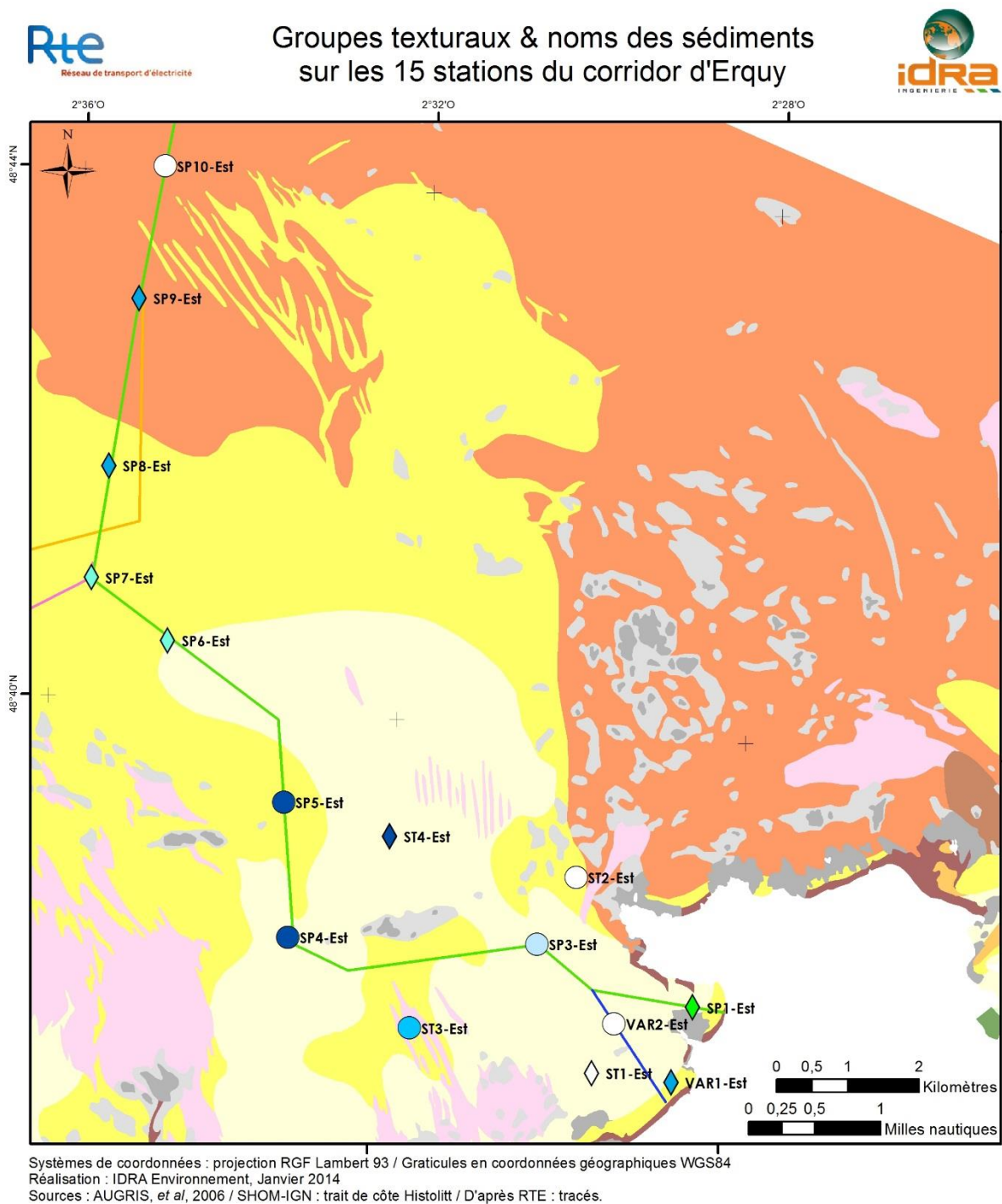
Sur les 15 stations étudiées, les résultats mettent en évidence **9 sédiments différents répartis dans 2 groupes texturaux : les sables graveleux, et les graviers sableux**. On note toutefois une sous-estimation des vases au regard de certaines photographies des sédiments prélevés.

Les résultats obtenus pour les stations ST1, SP6 à SP10-Est, sont cohérents comparativement aux données sédimentaires existantes (Augris, *et al*, 2006).

Pour les autres stations, les résultats proposent des noms de sédiments différents de ceux proposés sur la carte sédimentaire d'Augris, *et al* (2006). Nous reviendrons sur ce point dans 7. *Synthèse*.

L'information importante à dégager pour ce qui concerne l'analyse benthique, se situe dans la qualification des groupes texturaux, et celle des noms des sédiments si l'on souhaite un niveau de détail plus élevé. Les résultats sont présentés sous la forme d'une carte à la Figure 19.

Dans une approche bio-sédimentaire, il sera intéressant d'évaluer si, aux variations de granulométrie observées quant aux groupes texturaux ou aux noms des sédiments, correspondent des variations de peuplement benthiques cohérentes (voir 6.4. *Peuplements à l'échelle de la baie*).



Légende

Texture, Nom du sédiment

◇ Gravelly sand, Fine gravelly fine sand	◆ Gravelly sand, Fine gravelly coarse sand	■ Roches découvertes	■ Sables grossiers
◇ Gravelly sand, Very fine gravelly medium sand	○ Sandy gravel, Sandy very fine gravel	■ Roches toujours immergées	■ Sables moyens
◇ Gravelly sand, Medium gravelly medium sand	● Sandy gravel, Sandy fine gravel	■ Cailloutis et blocs	■ Sables fins
◇ Gravelly sand, Very fine gravelly coarse sand	● Sandy gravel, Sandy medium gravel	■ Gravier et cailloutis	■ Vases silteuses (slikke)
	● Sandy gravel, Sandy coarse gravel	■ Gravier et sables grossiers	■ Vases argileuses (schorre)
		■ Sables grossiers, graviers, cailloux	■ Maërl
		■ Sables moyens et grossiers à graviers	

Figure 19. Groupes texturaux et noms des sédiments pour les 15 stations

3.4. SYNTHESE INTERMEDIAIRE

Les éléments collectés et analysés sur le corridor d'Erquy sont rassemblés ci-après :

- Les prélèvements d'eau sont temporellement trop ponctuels pour permettre une interprétation aisée de la qualité de l'eau sur le corridor. Les sources bibliographiques existantes à ce sujet donc à considérer en priorité.
- Les mesures *in situ* de certains paramètres au sein de la masse d'eau indiquent essentiellement les points suivants :
 - o La température de l'eau est « normale » au regard des données existantes
 - o Les concentrations en oxygène dissous relevées en janvier sont légèrement plus faibles que celles relevées à cette époque par l'Ifremer. Les valeurs mesurées correspondent aux concentrations relevées par l'Ifremer aux mois de juin et octobre/novembre, sans pouvoir en expliquer les raisons.
 - o Les valeurs de turbidité moyenne sont faibles, conformes à la bibliographie et suivent un gradient croissant :
 - De la surface vers le fond, expliqué par l'agitation des sédiments par les courants (tension de cisaillement sur les fonds)
 - Du large vers la côte, expliqué par l'hydrodynamisme plus important en secteur côtier (houle, vagues par remontée des fonds, etc...)
- Les analyses physico-chimiques des sédiments permettent d'acter l'absence de dépassement des seuils réglementaires N1/N2 pour les substances évaluées. Les sédiments sont donc exempts de contamination notable.
- Les pollutions organiques relevées dans les sédiments sont faibles à élevées. Elles sont à mettre en relation avec les conclusions relatives au benthos (indices AMBI et BENTIX).
- Les analyses granulométriques mettent en évidence 2 groupes texturaux, les sables graveleux et les graviers sableux. Les résultats obtenus diffèrent pour certains des données existantes.

Dans l'ensemble, excepté quelques résultats granulométriques, les descripteurs physico-chimiques de la masse d'eau et des sédiments sur le corridor d'Erquy montrent des conditions normales du milieu relativement à la bibliographie.

4. CORRIDORS CENTRE ET DU LEGUE : RESULTATS SUR LES MATRICES EAU & SEDIMENTS

4.1. ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

4.1.1. Prélèvements

Sur les deux corridors, 2 prélèvements ont été effectués (SP1-LEG1 et SP7-Centre), dont les résultats des paramètres analysés sont exposés au Tableau 12.

		SP1-LEG1	SP7-Centre
Paramètres	Unités		
Phosphore total	$\mu\text{mol/l}$	0,45	1,9
Phosphore total	mg/l	0,014	0,057
Azote global	$\mu\text{mol/l}$	11	15
Azote global	mg/l	0,156	0,209
Matières en suspension (MES)	mg/l	<2	6
Carbone Organique Total (COT)	mg/l	1,1	0,92

Tableau 12. Résultats obtenus sur la matrice « Eau », à partir de prélèvements et analyses en laboratoire

A notre connaissance, au regard de la bibliographie existante sur la baie de Saint Brieuc, il demeure complexe de comparer ces valeurs aux données de référence. A ce titre, des compléments d'informations identiques à ceux évoqués sur le corridor d'Erquy sont proposés en 3.1.1 *Prélèvements*.

Ces valeurs constituent donc un état de référence assez modeste pour conclure localement quant à des états écologiques de la masse d'eau, les suivis DCE étant bien plus importants en termes de moyen déployés, donc plus pertinents pour répondre à une telle problématique.

4.1.2. Mesures *in situ*

Les résultats sont présentés différemment selon leur variabilité, et selon la pertinence que chacun des paramètres étudiés offre dans une approche de suivis de travaux d'ensouillage du câble. La turbidité est en effet le principal paramètre pouvant constituer un enjeu sur le milieu lors de la phase travaux.

- En ce qui concerne **le pH**, il est de 8,1 pour toutes les stations des deux corridors (variations de l'ordre du centième).
- **La température** est également stable dans l'ensemble, avec des valeurs comprises entre 8,6 et 8,8°C sur les 2 corridors, sans variation majeure entre la

température de surface et celle de fond. Les températures relevées sont donc cohérentes avec celles de l'Ifremer (2013) (voir 3.1.2 *Mesures in situ*).

- Pour l'ensemble des mesures réalisées sur les stations des 2 corridors (surface, mi-profondeur, fond), **la concentration de l'oxygène dissous** varie entre un minimum de 7,76 mg/L et un maximum de 8,37 mg/L. Ces valeurs sont légèrement plus faibles que les données 2012 de l'Ifremer (2013) (voir 3.1.2 *Mesures in situ*).
- **La conductivité** varie entre un minimum de 54,49 mS/cm et un maximum de 56,96 mS/cm. Nous ne sommes pas parvenus à trouver des valeurs de référence sur ce secteur, probablement car ce paramètre ne fait pas partie des indicateurs retenus dans le cadre de la DCE ou de la DCSMM (Ifremer, 2012).
- Enfin, sur l'ensemble des valeurs de turbidité mesurées *in situ*, il est choisi de figurer les moyennes des résultats de ce paramètre. Les valeurs artéfactuelles ont été supprimées du *pool* de données.

Les graphiques proposés détaillent donc la turbidité :

- Par station, en fonction de la profondeur (Figure 20)
- Par niveau d'eau, toutes stations confondues (Figure 21)

Ainsi, les principales conclusions peuvent être énoncées :

- Dans l'ensemble (Figure 20), les valeurs moyennes de turbidité sont faibles, majoritairement inférieures à 3 NTU, et corroborent les impressions visuelles de terrain d'une eau le plus souvent limpide malgré les grands coefficients de marée et la période hivernale (la turbidité augmente en période hivernale (Ifremer, 2013)). Le minimum relevé est de 0 NTU (en dessous de la sensibilité de la sonde) et le maximum relevé – mesure non moyennée - est de 15,4 NTU (valeurs artéfactuelles exclues).
- Les valeurs de turbidité des stations SP3-LEG1, ST1 et ST2-Centre situées en secteur côtier sont légèrement plus élevées que d'autres situées plus au large (SP3 à SP6-Centre). Contrairement au corridor d'Erquy, certaines valeurs stationnelles ne permettent pas de généraliser le phénomène d'augmentation de la turbidité en fonction du rapprochement à la côte (SP2-Centre : station côtière et turbidité faible / SP4-Centre, station au large et turbidité plus élevée).

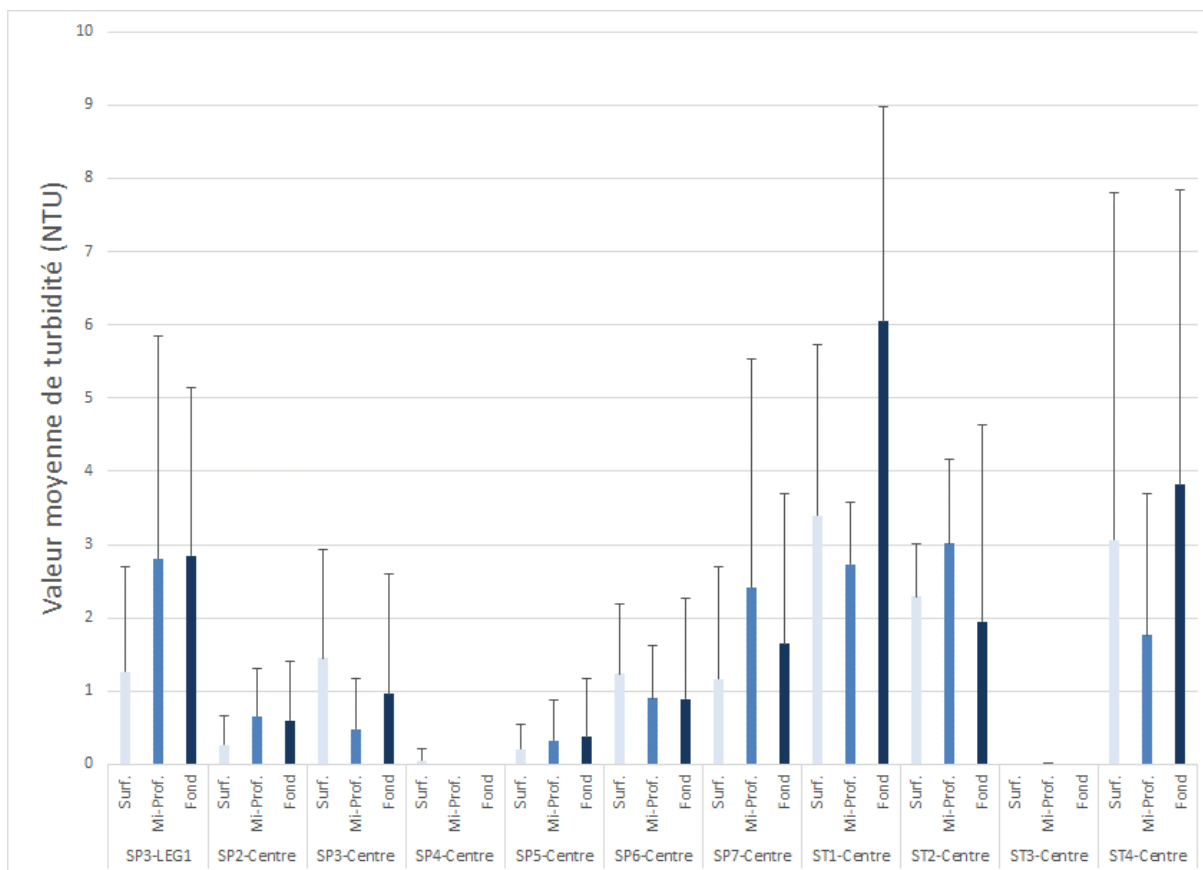


Figure 20. Turbidité moyenne par station (et écart-type associé), en fonction de la profondeur, mesurée en janvier 2014.

La comparaison toutes stations confondues des valeurs moyennes de turbidité mesurées aux 3 niveaux d'eau (Figure 21), montre que la turbidité moyenne est sensiblement identique en surface (1,3 NTU) et au fond (1,7 NTU). Par ailleurs, les variabilités des valeurs mesurées sont similaires.

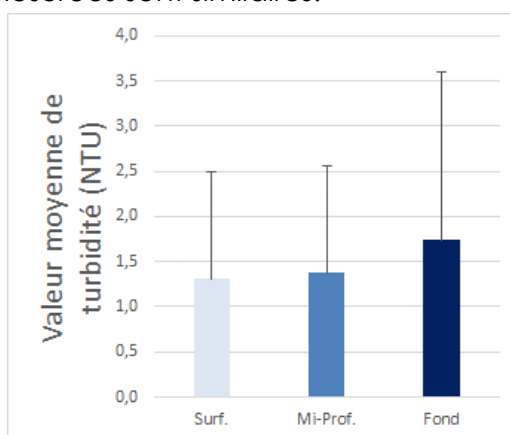


Figure 21. Turbidité moyenne (et écart-type associé) en fonction de la profondeur, toutes stations confondues

Ces données peuvent être comparées avec celles collectées par l'Ifremer dans le même secteur (Ifremer, 2013) (voir 3.1.2 Mesures *in situ*).

Relativement aux données de l'Ifremer, les valeurs moyennes relevées dans notre étude sur les corridors sont du même ordre de grandeur (env. 3 NTU).

4.2. ANALYSES GEOCHIMIQUES

Les résultats bruts sont synthétisés au Tableau 13. Qu'il s'agisse des éléments-traces métalliques, des HAP, des PCB, et des composés organostanniques, **aucun dépassement des seuils réglementaires n'est observé**. Les concentrations observées relèvent *a priori* d'un bruit de fond environnemental. Au regard de ces paramètres, les milieux étudiés sont donc exempts de contamination notable.

Stations		SP1 - LEG	SP1 - LEG1	SP3 - LEG1	SP1-Centre	SP2-Centre	SP3-Centre	SP4-Centre	SP5-Centre	SP6-Centre	SP7-Centre	ST1-Centre	ST2-Centre	ST3-Centre	ST4-Centre	Arrêtés du 09/08/2006 et du 23/12/2009 ; valeurs repères Géode (HAP) juin 2011	
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES																Niveau N1	Niveau N2
Matière sèche	en % prod brut	72	75,6	77,7	74,3	80,9	76,8	72,8	77,2	70,6	70,3	80,2	78,8	74,5	65		
Masse volumique	en g/cm³	2	1,78	1,88	1,9	1,55	1,86	1,37	1,86	1,35	1,8	1,55	1,89	1,63	1,62		
NUTRIMENTS / ANIONS / CATIONS																	
Aluminium	en mg.kg-1 MS	1500	1420	2150	1440	1800	2080	2040	10500	732	1270	1480	2570	2680	1490		
COT	en mg.kg-1 MS	4210	1310	5960	1300	2700	16600	5130	9590	12800	21400	5580	3050	5700	26000		
Azote Kjeldahl	en g.kg-1 MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0,5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0,6		
Phosphore total	en mg.kg-1 MS	646	631	739	506	699	608	614	1090	825	678	770	782	735	694		
ELEMENTS TRACES METALLIQUES																	
Arsenic	en mg.kg-1	5,52	3,76	4,1	7,05	3,39	3,1	4,28	12,7	13,5	11	5,91	6,9	3,45	6,03	25	50
Cadmium	en mg.kg-1	<0.10	<0.40	<0.40	<0.10	<0.37	<0.38	<0.39	<0.38	<0.40	<0.10	<0.37	<0.36	<0.39	<0.10	1,2	2,4
Chrome	en mg.kg-1	7,72	7,06	7,21	6,55	6,24	6,66	7,87	22	5,41	5,37	6,06	8,61	7,98	7,11	90	180
Cuivre	en mg.kg-1	<5.00	<5.00	<4.97	<5.00	<4.68	<4.77	<4.91	9,1	<5.02	<5.00	<4.66	<4.47	<4.82	<5.00	45	90
Nickel	en mg.kg-1	2,04	2,16	2,95	2,14	2,37	2,69	4,08	13,8	1,73	2,33	2,1	3,04	3,13	2,14	37	74
Plomb	en mg.kg-1	<5.00	<5.00	6,98	<5.00	<4.68	<4.77	5,1	20,1	5,5	5,7	5,23	7,73	5,63	6,26	100	200
Zinc	en mg.kg-1	10,3	10,1	16	8,67	12,1	14,9	11,7	66,2	5,83	7,33	11,3	16,3	17,1	9,36	276	552
Mercur	en mg.kg-1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.09	<0.10	<0.10	<0.09	<0.10	<0.10	<0.09	0,2	<0.10	<0.10	0,4	0,8
MICROPOLLUANTS ORGANIQUES																	
Polychlorobiphényles (PCBi)																	
PCB 28	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 52	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 101	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 118	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 138	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 153	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 180	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
Somme des PCBi	en mg.kg-1	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0,5	1
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (seuils N1 et N2 préconisés par GEODE)																	
Naphtalène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,16	1,13
Acénaphthylène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,04	0,34
Acénaphthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,015	0,26
Fluorène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,02	0,28
Phénanthrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,043	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,24	0,87
Anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,085	0,59
Fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,104	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,6	2,85
Pyrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,092	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,5	1,5
Benzo(a)anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,06	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,26	0,93
Chrysène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,044	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,38	1,59
Benzo(b)fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,083	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,017	<0.012	<0.012	0,4	0,9
Benzo(k)fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,022	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,2	0,4
Benzo(a)pyrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,056	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,43	1,015
Dibenzo(ah)anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,06	0,16
Benzo(ghi)peryène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,046	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	1,7	5,65
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,057	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	1,7	5,65
Somme des HAP	en mg.kg-1	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	0.62<x<0.68	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	0.02<x<0.2	<0.19	<0.19		
Composés organostanniques																	
MBT	en µg.kg-1	< 0.651	< 0.663	< 0.591	< 0.700	< 0.565	< 0.519	< 0.675	< 0.668	< 0.644	< 0.664	< 0.600	< 0.542	< 0.634	< 0.747		
DBT	en µg.kg-1	< 0.651	< 0.663	< 0.591	< 0.700	< 0.565	< 0.519	< 0.675	< 0.668	< 0.644	< 0.664	< 0.600	< 0.542	< 0.634	< 0.747		
TBT	en µg.kg-1	< 0.651	< 0.663	< 0.591	< 0.700	< 0.565	< 0.519	< 0.675	< 0.668	< 0.644	< 0.664	< 0.600	< 0.542	< 0.634	< 0.747	100	400

Tableau 13. Résultats d'analyse des sédiments pour chaque station étudiée

Le calcul de la pollution organique est proposé au Tableau 14.

Les pollutions organiques (PO) les plus élevées sont relevées aux stations SP5 et SP6-Centre (PO=6). Les autres stations présentent une pollution organique légère à moyenne (comprise en 2 et 5).

	Carbone Organique total (g/kg MS)	Indice	Azote (NTK) (mg/kg MS)	Indice	Phosphore (P) (mg/kg MS)	Indice	Pollution organique (PO)
SP1-LEG	4,2	3	< 500	0	646	1	4
SP1-LEG1	1,3	1	< 500	0	631	1	2
SP3-LEG1	5,9	4	< 500	0	739	1	5
SP1-Centre	1,3	1	< 500	0	506	1	2
SP2-Centre	2,7	2	< 500	0	699	1	3
SP3-Centre	16,6	4	< 500	0	608	1	5
SP4-Centre	5,1	3	< 500	0	614	1	4
SP5-Centre	9,5	4	< 500	0	1090	2	6
SP6-Centre	12,8	4	< 500	0	825	2	6
SP7-Centre	21,4	4	< 500	0	678	1	5
ST1-Centre	5,5	3	< 500	0	770	1	4
ST2-Centre	3,0	2	< 500	0	782	1	3
ST3-Centre	5,7	3	< 500	0	735	1	4
ST4-Centre	26,0	4	600	0	694	1	5

Tableau 14. Indices de contamination du carbone organique total, de l'azote Kjeldahl, du phosphore, et pollution organique associée

4.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES

La répartition des classes granulométriques génériques (cailloutis, graviers, sables, vases) par station est présentée à la Figure 22. Un niveau d'informations plus détaillé est proposé à la Figure 23.

La Figure 22 permet de dégager les points suivants :

- Les cailloutis sont absents des 14 stations.
- Les graviers et les sables sont prédominants sur l'ensemble des stations. Les sables dominent (plus de 50%) les graviers à chacune des stations.
- Les vases ne dépassent jamais plus de 1,6% (SP3-Centre) de la masse globale des échantillons.

La Figure 23 met en évidence les généralités suivantes :

- Sur l'ensemble des stations, la fraction granulométrique la plus grossière est représentée par les graviers grossiers, qui constituent au plus 9,7% de la masse globale de l'échantillon à la station SP2-Centre.
- Les sables fins dominent fortement le sédiment de la station ST1-Centre (plus de 58%).
- Les sables très fins sont bien représentés aux stations ST1-Centre (8,1%) et SP3-Centre (7,2%).

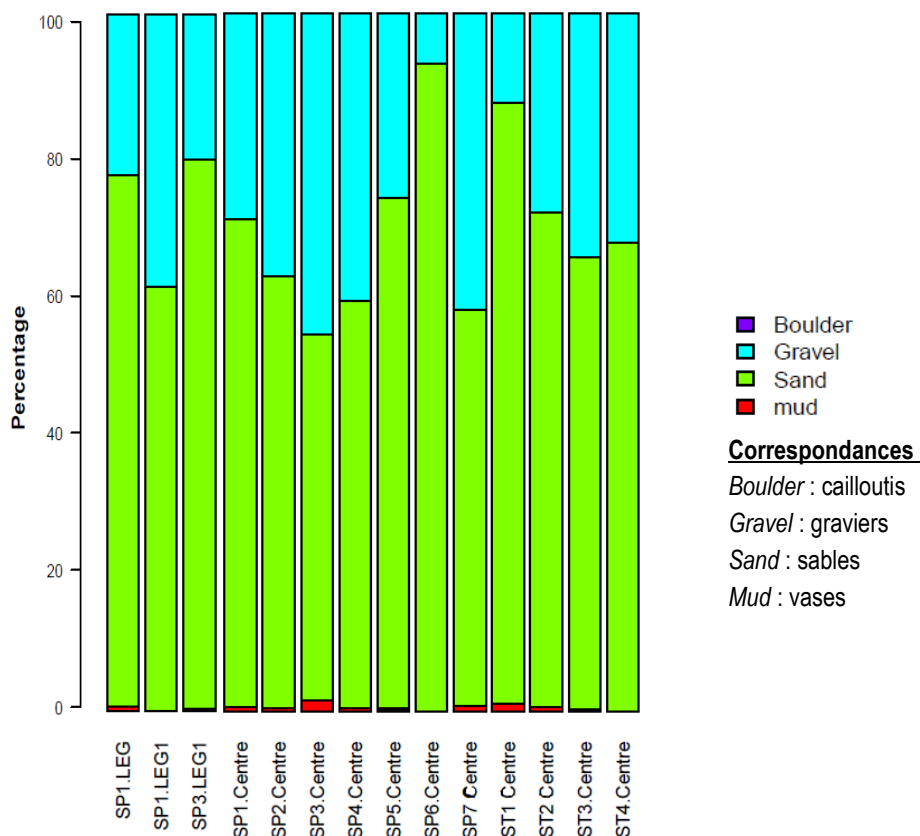


Figure 22. Proportions (en %) des classes granulométriques génériques par station.

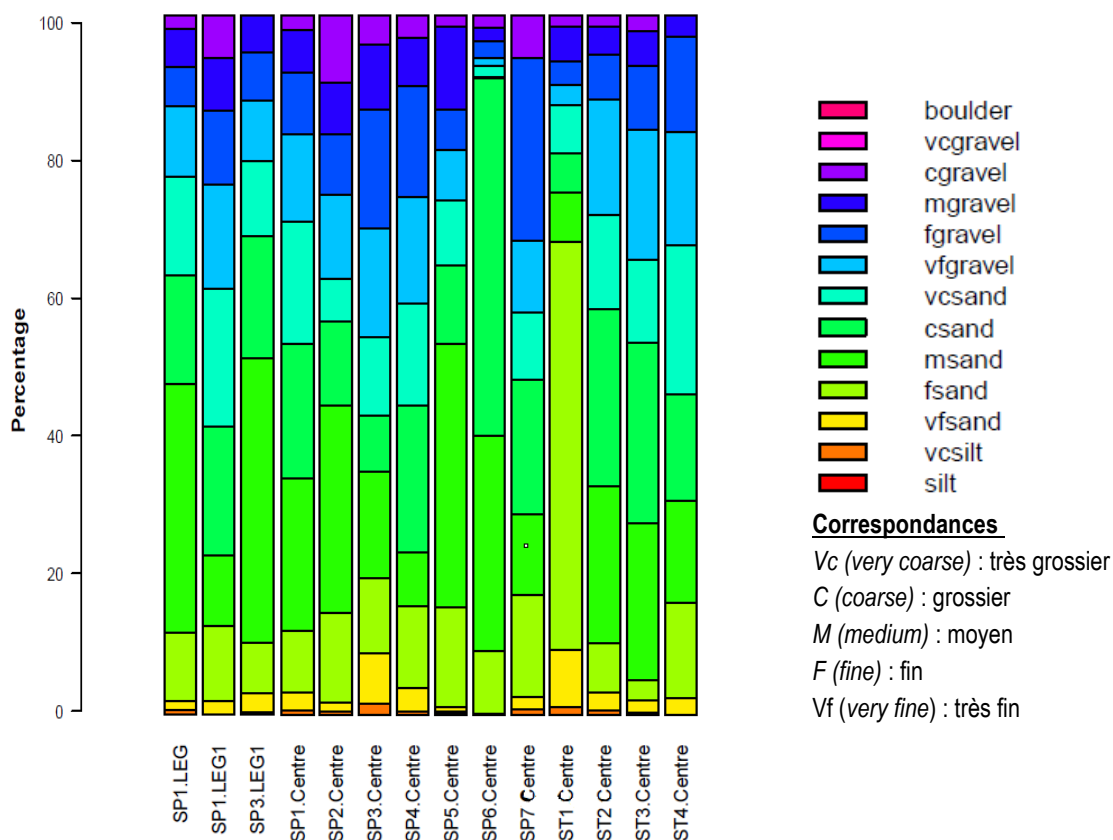


Figure 23. Proportions (en %) des classes granulométriques élémentaires par station.

Ces figures regroupant sur une même illustration toutes les stations des corridors Centre et du Légué, sont complétées par le tome 2 (Annexes).

L'information importante à dégager pour ce qui concerne l'analyse benthique, se situe dans la qualification des groupes texturaux, et celle des noms des sédiments si l'on souhaite un niveau de détail plus élevé. Les résultats sont présentés sous la forme d'une carte à la Figure 24.

Sur les 14 stations étudiées, les résultats mettent en évidence **8 sédiments différents répartis dans 2 groupes texturaux : les sables graveleux, et les graviers sableux**. On note toutefois une sous-estimation des vases au regard de certaines photographies des sédiments prélevés.

Les résultats obtenus pour les stations SP1-LEG, SP3-LEG1, SP1, SP5, ST1 et ST2-Centre sont cohérents comparativement aux données sédimentaires existantes (Augris, *et al*, 2006). En effet, il s'agit dans l'ensemble des sables fins à moyens (sables grossiers pour ST2-Centre, situé dans un faciès à maërl mort).

Pour les autres stations, les résultats proposent des sédiments de granulométrie plus grossière que ceux proposés sur la carte sédimentaire d'Augris, *et al* (2006). Nous reviendrons sur ce point dans 7. *Synthèse*.

Dans une approche bio-sédimentaire, il sera intéressant d'évaluer si, aux variations de granulométrie observées quant aux groupes texturaux ou aux noms des sédiments, correspondent des variations de peuplement benthiques cohérentes (voir 6.4. *Peuplements à l'échelle de la baie*).

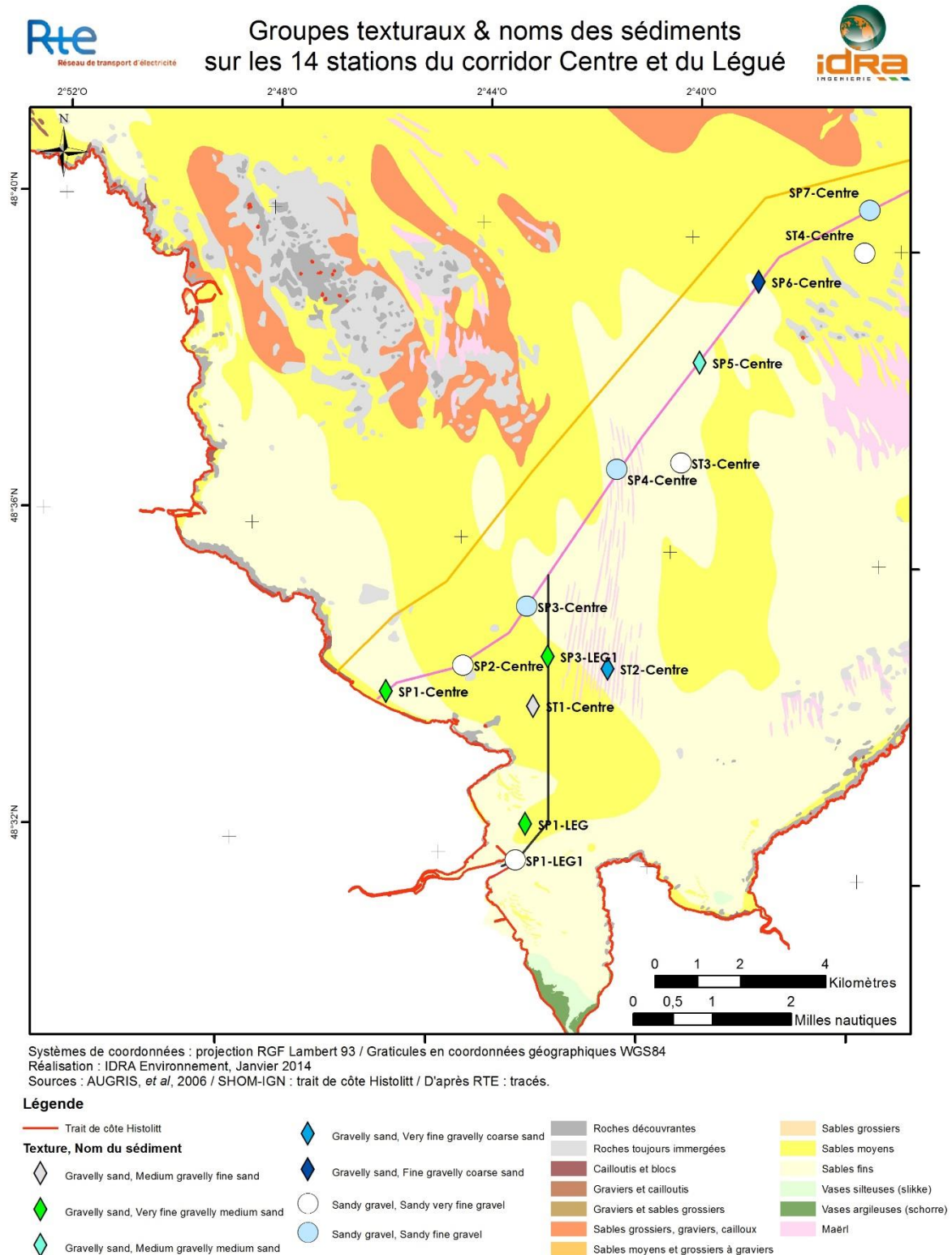


Figure 24. Groupes texturaux et noms des sédiments pour les 14 stations

4.4. SYNTHESE INTERMEDIAIRE

Les éléments collectés et analysés sur le corridor Centre sont semblables à ceux du corridor d'Erquy. Ils sont rappelés ci-après :

- Les prélèvements d'eau sont temporellement trop ponctuels pour permettre une interprétation aisée de la qualité de l'eau sur le corridor. Les sources bibliographiques existantes à ce sujet donc à considérer en priorité.
- Les mesures *in situ* de certains paramètres au sein de la masse d'eau indiquent essentiellement les points suivants :
 - o La température de l'eau est « normale » au regard des données existantes
 - o Les concentrations en oxygène dissous relevées en janvier sont légèrement plus faibles que celles relevées à cette époque par l'Ifremer. Les valeurs mesurées correspondent aux concentrations relevées par l'Ifremer aux mois de juin et octobre/novembre, sans pouvoir en expliquer les raisons.
 - o Les valeurs moyennes de turbidité sont faibles, conformes à la bibliographie mais le gradient selon la profondeur et l'éloignement à la côte est moins marqué que celui observé sur le corridor d'Erquy, voire absent.
- Les analyses physico-chimiques des sédiments permettent d'acter l'absence de dépassement des seuils réglementaires N1/N2 pour les substances évaluées. Les sédiments sont donc exempts de contamination notable.
- Les pollutions organiques relevées dans les sédiments sont faibles à élevées. Elles sont à mettre en relation avec les conclusions relatives au benthos (indices AMBI et BENTIX).
- Les analyses granulométriques mettent en évidence 2 groupes texturaux, les sables graveleux et les graviers sableux, à l'instar de ceux relevés sur le corridor d'Erquy. Les résultats obtenus diffèrent pour certains des données existantes.

Dans l'ensemble, excepté quelques résultats granulométriques, les descripteurs physico-chimiques de la masse d'eau et des sédiments sur le corridor Centre montrent des conditions normales du milieu relativement à la bibliographie.

5. CORRIDOR OUEST : RESULTATS SUR LES MATRICES EAU & SEDIMENTS

5.1. ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

5.1.1. Prélèvements

Sur ce corridor, 4 prélèvements ont été effectués dont les résultats des paramètres analysés sont exposés au Tableau 15.

		SP2-Ouest	SP3-Ouest	SP6-Ouest	SP7-Ouest
Paramètres	Unités				
Phosphore total	$\mu\text{mol/l}$	2	1,6	1,5	1,6
Phosphore total	mg/l	0,061	0,048	0,048	0,050
Azote global	$\mu\text{mol/l}$	20	9,6	9,4	9,5
Azote global	mg/l	0,274	0,135	0,132	0,132
Matières en suspension (MES)	mg/l	<2	9	10	110
Carbone Organique Total (COT)	mg/l	1,1	1	0,89	0,92

Tableau 15. Résultats obtenus sur la matrice « Eau », à partir de prélèvements et analyses en laboratoire

A notre connaissance, au regard de la bibliographie existante sur la baie de Saint Brieuc, il demeure complexe de comparer ces valeurs aux données de référence. A ce titre, des compléments d'informations identiques à ceux évoqués sur le corridor d'Erquy sont proposés en 3.1.1 *Prélèvements*.

Ces valeurs constituent donc un état de référence assez modeste pour conclure localement quant à des états écologiques de la masse d'eau, les suivis DCE étant bien plus importants en termes de moyen déployés, donc plus pertinents pour répondre à une telle problématique.

5.1.2. Mesures *in situ*

Les résultats sont présentés différemment selon leur variabilité, et selon la pertinence que chacun des paramètres étudiés offre dans une approche de suivis de travaux d'ensouillage du câble. La turbidité est en effet le principal paramètre pouvant constituer un enjeu sur le milieu lors de la phase travaux.

- En ce qui concerne **le pH**, il est de 8,1 pour toutes les stations du corridor (variations de l'ordre du centième).
- **La température** est également stable dans l'ensemble, avec des valeurs comprises entre 8,4 et 8,8°C sur ce corridor, sans variation majeure entre la température de surface et celle de fond. Les températures relevées sont donc cohérentes avec celles de l'Iframer (2013) (voir 3.1.2 *Mesures in situ*).

- Pour l'ensemble des mesures réalisées sur les stations du corridor (surface, mi-profondeur, fond), **la concentration de l'oxygène dissous** varie entre un minimum de 7,79 mg/L et un maximum de 8,39 mg/L. Ces valeurs sont légèrement plus faibles que les données 2012 de l'Ifremer (2013) (voir 3.1.2 *Mesures in situ*).
- **La conductivité** varie entre un minimum de 55,43 mS/cm et un maximum de 57,00 mS/cm. Nous ne sommes pas parvenus à trouver des valeurs de référence sur ce secteur, probablement car ce paramètre ne fait pas partie des indicateurs retenus dans le cadre de la DCE ou de la DCSMM (Ifremer, 2012).
- Enfin, sur l'ensemble des valeurs mesurées *in situ*, **les variations de turbidité** étant plus prononcées, il est choisi de figurer les moyennes des résultats de ce paramètre. Les valeurs artéfactuelles ont été supprimées du pool de données.

Les graphiques proposés détaillent donc la turbidité :

- o Par station, en fonction de la profondeur (Figure 25)
- o Par niveau d'eau, toutes stations confondues (Figure 26)

Ainsi, les principales conclusions peuvent être énoncées :

- o Dans l'ensemble (Figure 14), les valeurs moyennes de turbidité sont faibles, majoritairement inférieures à 3 NTU, et corroborent les impressions visuelles de terrain d'une eau le plus souvent limpide malgré les grands coefficients de marée et la période hivernale (la turbidité augmente en période hivernale (Ifremer, 2013)). Le minimum relevé est de 0 NTU (en dessous de la sensibilité de la sonde) et le maximum relevé – mesure non moyennée - est de 13,6 NTU (valeurs artéfactuelles exclues).
- o Les valeurs de turbidité des stations situées en secteur côtier comme SP2, SP3, et ST2-Ouest sont plus faibles (< 0,7 NTU) que d'autres situées plus au large telles que SP6 et ST3-Ouest (> 0,7 NTU), tendance contraire à celle mise en évidence sur le corridor d'Erquy notamment.

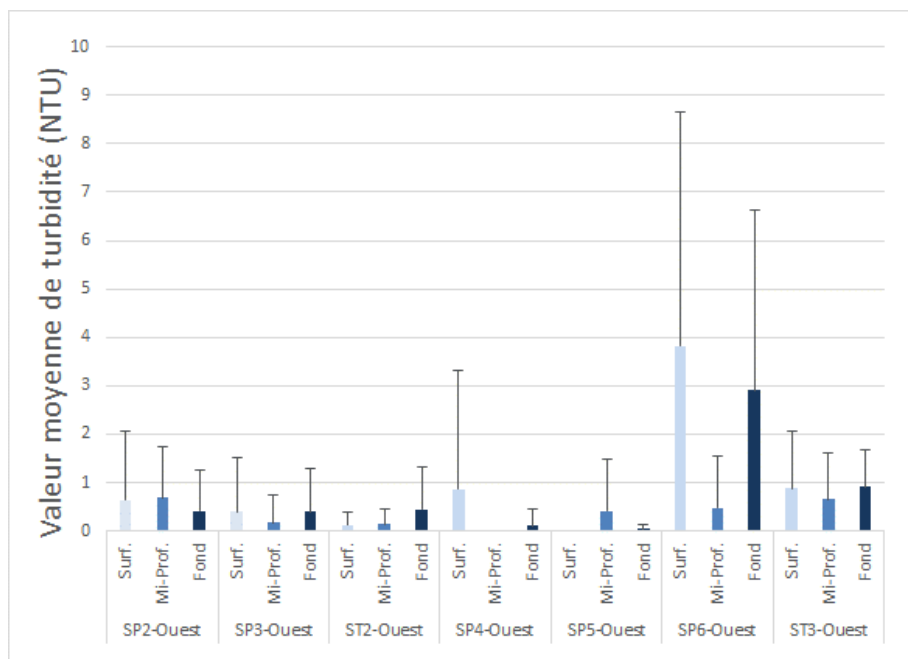


Figure 25. Turbidité moyenne par station (et écart-type associé), en fonction de la profondeur, mesurée en janvier 2014.

La comparaison toutes stations confondues des valeurs moyennes de turbidité mesurées aux 3 niveaux d'eau (Figure 26), montre que la turbidité moyenne est sensiblement identique en surface (env. 1 NTU) et au fond (env. 0,7 NTU). Par ailleurs, les variabilités des valeurs mesurées sont similaires.

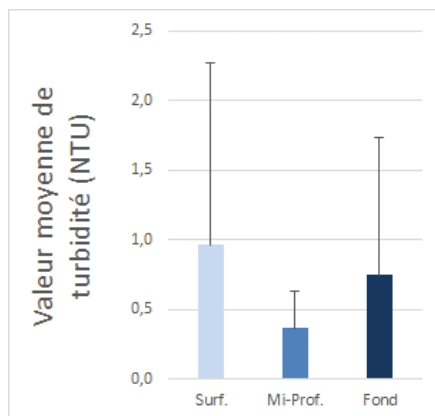


Figure 26. Turbidité moyenne (et écart-type associé) en fonction de la profondeur, toutes stations confondues

Ces données peuvent être comparées avec celles collectées par l'Ifremer dans le même secteur (Ifremer, 2013) (voir 3.1.2 Mesures *in situ*).

Relativement aux données de l'Ifremer, les valeurs moyennes relevées dans notre étude sur les corridors sont du même ordre de grandeur (env. 3 NTU).

5.2. ANALYSES GEOCHIMIQUES

Les résultats bruts sont synthétisés au Tableau 16. Qu'il s'agisse des éléments-traces métalliques, des HAP, des PCB, et des composés organostanniques, **aucun dépassement des seuils réglementaires n'est observé**. Les concentrations observées relèvent *a priori* d'un bruit de fond environnemental. Au regard de ces paramètres, les milieux étudiés sont donc exempts de contamination notable.

Stations		SP1 - Ouest	SP2 - Ouest	SP3 - Ouest	SP4 - Ouest	SP5 - Ouest	SP6 - Ouest	ST2 - Ouest	ST3 - Ouest	Arrêtés du 09/08/2006 et du 23/12/2009 ; valeurs repères Géode (HAP) juin 2011	
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES										Niveau N1	Niveau N2
Matière sèche	en % prod brut	75,8	80,5	73,6	64,7	76,1	65,6	69,3	77,4		
Masse volumique	en g/cm ³	1,86	1,61	1,23	1,58	1,3	1,77	1,7	1,35		
NUTRIMENTS / ANIONS / CATIONS											
Aluminium	en mg.kg-1 MS	2010	3030	1640	6820	1450	2400	2270	1660		
COT	en mg.kg-1 MS	1110	3550	13300	10200	9140	5960	4290	8820		
Azote Kjeldahl	en g.kg-1 MS	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	0,6	<0.5	<0.5		
Phosphore total	en mg.kg-1 MS	566	724	764	1180	657	777	657	654		
ELEMENTS TRACES METALLIQUES											
Arsenic	en mg.kg-1	9,06	3,07	3,67	5,36	6,25	5,38	4,21	7,33	25	50
Cadmium	en mg.kg-1	<0.10	<0.40	<0.39	<0.36	<0.38	<0.39	<0.38	<0.39	1,2	2,4
Chrome	en mg.kg-1	8,33	9,35	5,02	15	5,49	5,54	7,05	6,58	90	180
Cuivre	en mg.kg-1	<5.00	<4.98	<4.91	4,79	<4.74	<4.87	<4.77	<4.92	45	90
Nickel	en mg.kg-1	3,34	3,95	2,06	7,96	2,16	2,66	3,43	3,78	37	74
Plomb	en mg.kg-1	<5.00	5,55	8,19	10,9	5,56	6,83	5,18	6,55	100	200
Zinc	en mg.kg-1	11,1	17	12,2	39,1	10,4	12,8	13,6	10,2	276	552
Mercuré	en mg.kg-1	<0.10	<0.10	<0.10	0,12	<0.09	<0.10	<0.10	<0.10	0,4	0,8
MICROPOLLUANTS ORGANIQUES											
Polychlorobiphényles (PCBi)											
PCB 28	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 52	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 101	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 118	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
PCB 138	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 153	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	0,1
PCB 180	en mg.kg-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	0,05
Somme des PCBi	en mg.kg-1	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0,5	1
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (seuils N1 et N2 préconisés par GEODE)											
Naphtalène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,16	1,13
Acénaphthylène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,04	0,34
Acénaphthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,015	0,26
Fluorène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,02	0,28
Phénanthrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	0,017	<0.012	0,018	<0.012	<0.012	0,24	0,87
Anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,085	0,59
Fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	0,019	<0.012	0,052	0,02	<0.012	0,6	2,85
Pyrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	0,015	<0.012	0,038	0,02	<0.012	0,5	1,5
Benzo(a)anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,021	<0.012	<0.012	0,26	0,93
Chrysène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,023	<0.012	<0.012	0,38	1,59
Benzo(b)fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	0,019	<0.012	0,017	0,012	<0.012	0,4	0,9
Benzo(k)fluoranthène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,2	0,4
Benzo(a)pyrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,015	<0.012	<0.012	0,43	1,015
Dibenzo(ah)anthracène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0,06	0,16
Benzo(ghi)peryène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	1,7	5,65
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	en mg.kg-1	<0.012	<0.012	<0.012	0,016	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	1,7	5,65
Somme des HAP	en mg.kg-1	<0.19	<0.19	<0.19	0.09<x<0.22	<0.19	0.18<x<0.29	0.05<x<0.21	<0.19		
Composés organostanniques											
MBT	en µg.kg-1	1,31	< 0.577	< 0.701	< 0.737	< 0.696	< 0.659	< 0.760	< 0.618		
DBT	en µg.kg-1	< 0.662	< 0.577	< 0.701	< 0.737	< 0.696	< 0.659	< 0.760	< 0.618		
TBT	en µg.kg-1	< 0.662	< 0.577	< 0.701	< 0.737	< 0.696	< 0.659	< 0.760	< 0.618	100	400

Tableau 16. Résultats d'analyse des sédiments pour chaque station étudiée

Le calcul de la pollution organique est proposé au Tableau 17.

Les pollutions organiques (PO) les plus élevées sont relevées aux stations SP4 et SP6-Ouest (PO=7 et 6 resp.). Les autres stations présentent une pollution organique légère à moyenne (comprise entre 2 et 5).

	Carbone Organique total (g/kg MS)	Indice	Azote (NTK) (mg/kg MS)	Indice	Phosphore (P) (mg/kg MS)	Indice	Pollution organique (PO)
SP1-Ouest	1,1	1	< 500	0	566	1	2
SP2-Ouest	3,5	2	< 500	0	724	1	3
SP3-Ouest	13,3	4	< 500	0	764	1	5
SP4-Ouest	10,2	4	1 000	1	1180	2	7
SP5-Ouest	9,1	4	< 500	0	657	1	5
SP6-Ouest	5,9	4	600	1	777	1	6
ST2-Ouest	4,3	3	< 500	0	657	1	4
ST3-Ouest	8,8	4	< 500	0	654	1	5

Tableau 17. Indices de contamination du carbone organique total, de l'azote Kjeldahl, du phosphore, et de la pollution organique (indice)

5.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES

La répartition des classes granulométriques génériques (cailloutis, graviers, sables, vases) par station est présentée à la Figure 27. Un niveau d'informations plus détaillé est proposé à la Figure 28.

La Figure 27 permet de dégager les points suivants :

- Les cailloutis sont absents des 8 stations.
- Les graviers et les sables sont prédominants sur l'ensemble des stations. Les sables dominent (plus de 50%) les graviers à chacune des stations, sauf en SP4-Ouest où les graviers représentent 88% de l'échantillon (présence de la crépidule).
- Les vases ne dépassent jamais plus de 1,7% (SP3-Centre) de la masse globale des échantillons.

La Figure 28 met en évidence les généralités suivantes :

- Pour 4 stations, la fraction granulométrique la plus grossière est représentée par les graviers grossiers, qui constituent au plus 7% de la masse globale de l'échantillon à l'exception de la station SP4-Ouest où ils représentent plus de 30%.
- Les sables fins dominent le sédiment de la station ST2-Ouest (plus de 47%).
- Les sables très fins sont bien représentés aux stations SP1 et SP3-Ouest (11,2 et 9,9% resp.).

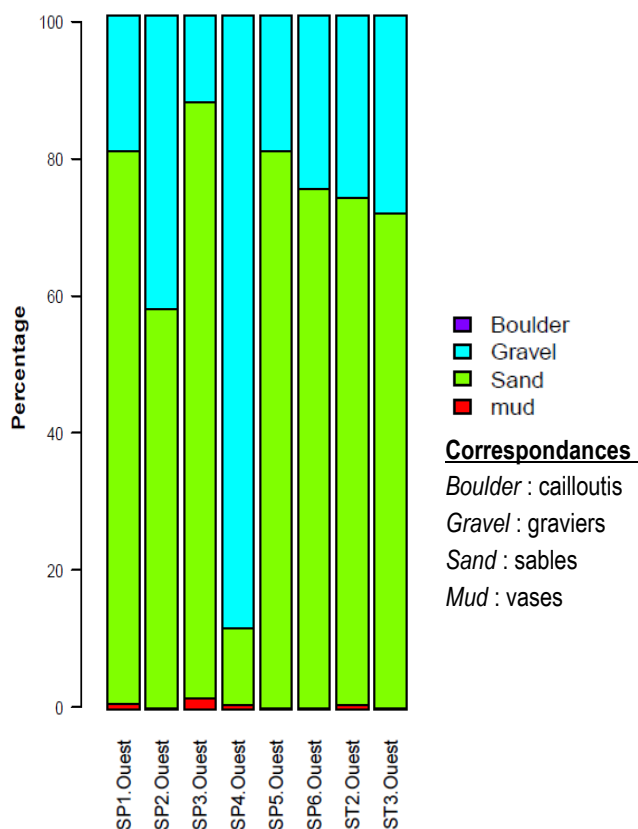


Figure 27. Proportions (en %) des classes granulométriques génériques par station.

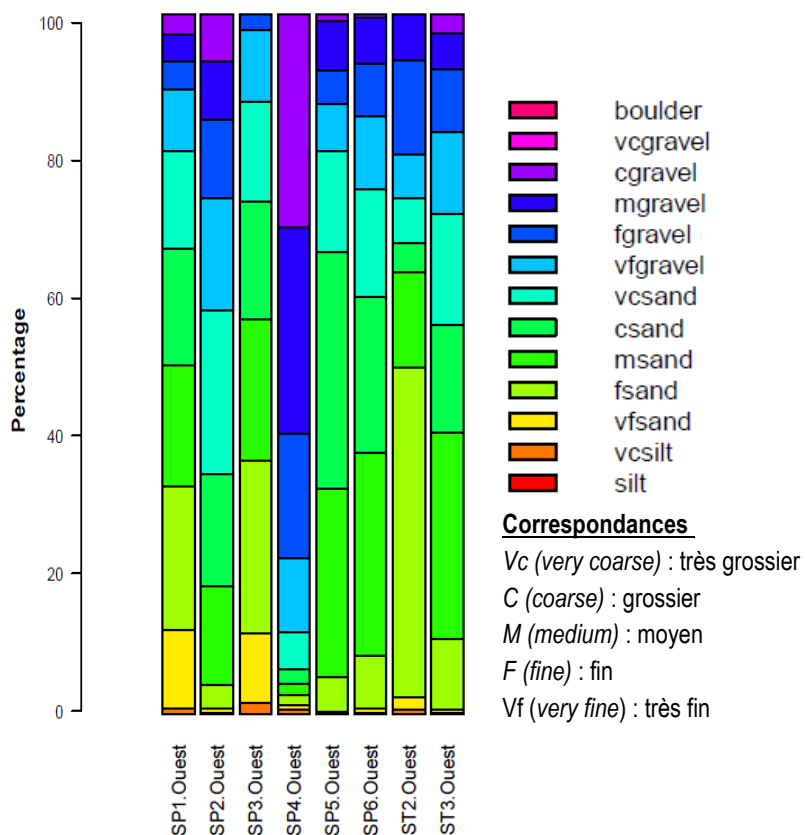


Figure 28. Proportions (en %) des classes granulométriques élémentaires par station.

Ces figures regroupant sur une même illustration toutes les stations du corridor Ouest, sont complétées par le tome 2 (Annexes).

L'information importante à dégager pour ce qui concerne l'analyse benthique, se situe dans la qualification des groupes texturaux, et celle des noms des sédiments si l'on souhaite un niveau de détail plus élevé. Les résultats sont présentés sous la forme d'une carte à la Figure 29.

Sur les 8 stations étudiées, les résultats mettent en évidence **6 sédiments différents répartis dans 3 groupes texturaux : les sables graveleux, les graviers sableux, et les graviers.**

Les résultats obtenus pour les stations SP1, SP3 et SP6-Ouest, et ST2 et ST3-Ouest, sont cohérents comparativement aux données sédimentaires existantes (Augris, *et al*, 2006). En effet, il s'agit dans l'ensemble des sables fins à moyens.

Pour les 3 autres stations, les résultats proposent des sédiments de granulométrie plus grossière que ceux proposés sur la carte sédimentaire d'Augris, *et al* (2006). Nous reviendrons sur ce point dans 7. *Synthèse*.

A l'instar des autres corridors, il sera intéressant d'évaluer si, aux variations de granulométrie observées quant aux groupes texturaux ou aux noms des sédiments, correspondent des variations de peuplement benthiques cohérentes (voir 6.4 *Peuplements à l'échelle de la baie*).

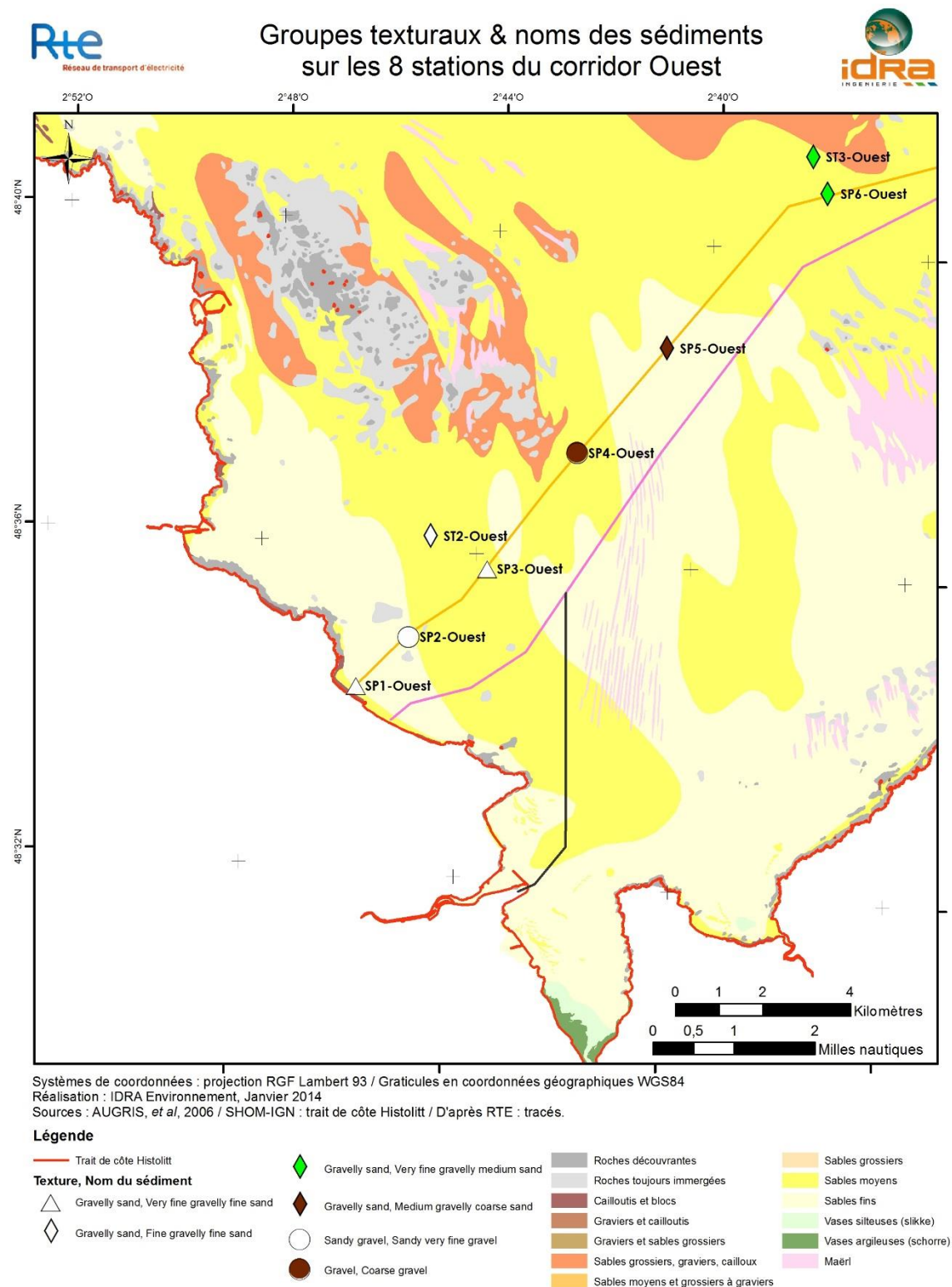


Figure 29. Groupes texturaux et noms des sédiments pour les 8 stations

5.4. SYNTHESE INTERMEDIAIRE

Les éléments collectés et analysés sur le corridor Ouest sont semblables à ceux des deux précédents corridors étudiés, et sont rassemblés ci-après :

- A l'instar des autres corridors, les prélèvements d'eau sont temporellement trop ponctuels pour permettre une interprétation aisée de la qualité de l'eau sur le corridor. Les sources bibliographiques existantes à ce sujet donc à considérer en priorité.
- Les mesures *in situ* de certains paramètres au sein de la masse d'eau indiquent essentiellement les points suivants :
 - o La température de l'eau est « normale » au regard des données existantes
 - o Les concentrations en oxygène dissous relevées en janvier sont légèrement plus faibles que celles relevées à cette époque par l'Ifremer. Les valeurs mesurées correspondent aux concentrations relevées par l'Ifremer aux mois de juin et octobre/novembre, sans pouvoir en expliquer les raisons.
 - o Les valeurs moyennes de turbidité sont faibles, conformes à la bibliographie mais les valeurs de turbidité observées à certaines stations au large sont plus élevées que celles observées en secteur côtier, tendance contraire à celle observée sur le corridor d'Erquy notamment.
- Les analyses physico-chimiques des sédiments permettent d'acter l'absence de dépassement des seuils réglementaires N1/N2 pour les substances évaluées. Les sédiments sont donc exempts de contamination notable.
- Les pollutions organiques relevées dans les sédiments sont faibles à élevées. Elles sont à mettre en relation avec les conclusions relatives au benthos (indices AMBI et BENTIX).
- Les analyses granulométriques mettent en évidence 3 groupes texturaux, les sables graveleux, les graviers sableux et les graviers. Les résultats obtenus diffèrent pour certains des données existantes.

Dans l'ensemble, excepté quelques résultats granulométriques, les descripteurs physico-chimiques de la masse d'eau et des sédiments sur le corridor Ouest montrent des conditions normales du milieu relativement à la bibliographie.

6. BENTHOS : RESULTATS PAR CORRIDORS ET A L'ECHELLE DE LA BAIE

Dans un premier temps, les résultats sont exposés par corridor. **Une classification des stations par assemblage benthique est proposée dans des tableaux intermédiaires, faisant référence à la synthèse exposée en fin de partie, qui décrit les assemblages benthiques en présence.**

En effet, afin de produire une analyse intégrée et pertinente, les données benthiques par corridor sont analysées dans leur ensemble de manière à définir les assemblages benthiques en présence. En considération des données granulométriques, il est alors possible de déduire les unités bio-sédimentaires.

6.1. CORRIDOR D'ERQUY : RESULTATS

6.1.1. Composition des peuplements

La liste faunistique complète pour chaque station est proposée au tome 2 (Annexes).

6.1.1.1. Richesse spécifique, abondance et espèces principales

Sur l'ensemble des 15 stations, **281 espèces** (ou taxons dans certains cas) ont été répertoriées, pour un total de **9 087 individus** déterminés.

- **En ce qui concerne la richesse spécifique totale par station**, les résultats sont contrastés (Figure 30) :
 - La station VAR1-Est située en milieu médiolittoral est celle qui dénombre le moins d'espèces (13) sur les 15 stations étudiées.
 - Un second « pallier » peut éventuellement être distingué : 4 stations ont en effet une richesse spécifique comprise entre 33 espèces (SP1-Est) et 47 (ST4-Est). Il est à noter que la richesse spécifique de la station SP1-Est, située dans zone médiolittorale à l'instar de VAR1-Est, est la seconde valeur de richesse la plus faible.
 - Un troisième seuil se distingue, avec 6 stations dont la richesse spécifique est comprise entre 54 (SP8-Est) et 66 (ST3-Est).
 - Enfin, 4 stations présentent des richesses que l'on peut qualifier d'« élevées ». Les richesses spécifiques sont comprises entre 78 espèces (ST2-Est) et 98 espèces (SP7-Est). Parmi ces 4 stations, 3 sont fortement colonisées par la crépidule (*Crepidula fornicata*) à savoir les stations SP5, SP7 et ST2-Est.
- **Pour ce qui est des abondances totales**, les points suivants peuvent être dégagés :
 - La station VAR1-Est située dans l'étage médiolittoral, présente une abondance de 400 ind.m⁻² qui constitue le minimum des valeurs pour ce paramètre sur l'ensemble des stations.
 - 8 stations présentent des abondances comprises entre 737 ind.m⁻² pour SP9-Est et 1 553 ind.m⁻² pour SP4-Est.

- Un troisième seuil peut être mis en évidence pour 5 autres stations dont les abondances sont comprises entre 1 997 ind.m⁻² pour ST3-Est et 3 870 ind.m⁻² en SP5-Est.
- Enfin, une valeur extrême est relevée à la station ST2-Est, dont l'abondance dépasse 7 000 ind.m⁻².

Il est intéressant de noter **qu'aux richesses spécifiques élevées relevées sur les 3 stations colonisées par la crépidule, correspondent également des valeurs d'abondance faisant partie des plus élevées** du pool de stations.

Les abondances relevées aux 2 stations de l'étage médiolittoral font partie des valeurs les plus faibles parmi l'ensemble de ces stations.

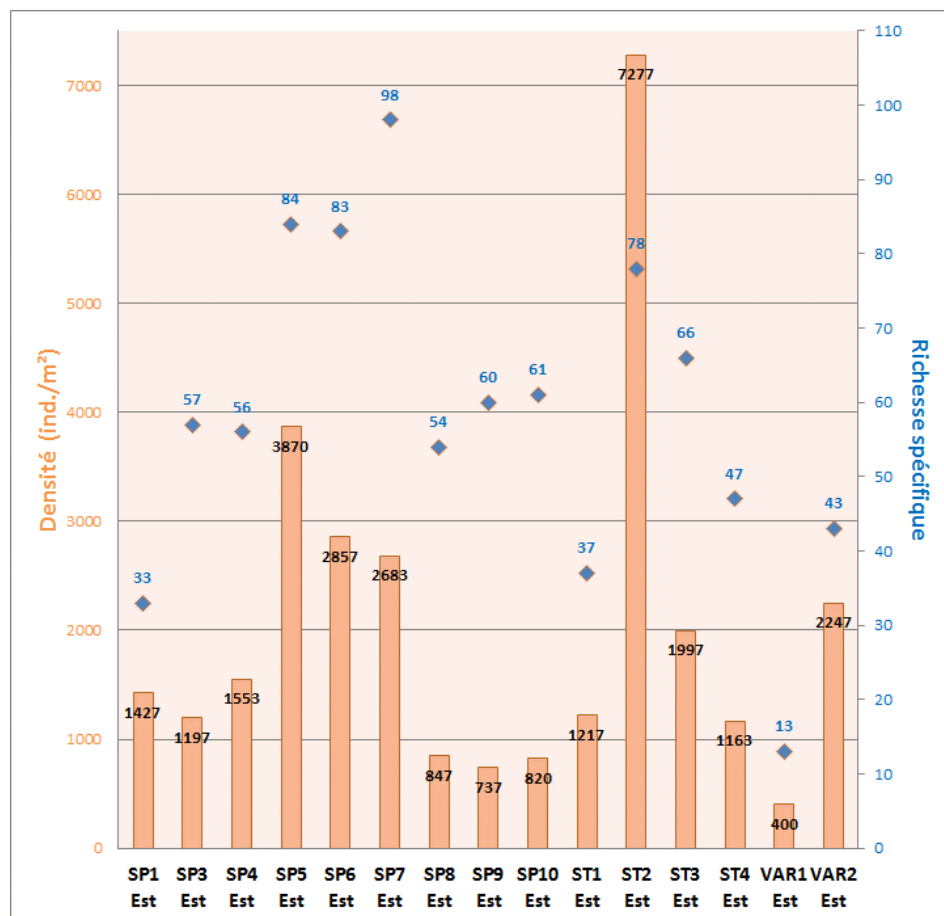


Figure 30. Richesses spécifique et densité totale par station

➤ Quelques commentaires peuvent être faits quant aux caractéristiques générales **des résultats obtenus au sein d'une même station**.

- Au regard de la Figure 31, plusieurs stations présentent des hétérogénéités intra-stationnelles quant à la valeur de la richesse spécifique. Ceci est le cas notamment pour les stations SP5 et SP7-Est, dominées par la crépidule (28 +/- 10 espèces et 33 +/- 15 espèces par réplicat respectivement). Six autres stations peuvent être considérées peu homogènes en termes de richesse spécifique par réplicat (SP1, SP4, SP6, SP10, ST4 et VAR2 –Est, aux écart-types élevés).

En revanche, la station ST2-Est, elle aussi dominée par la crépidule, montre une constance remarquable pour ce paramètre. Toutes les autres stations (SP3, SP8, SP9, ST1, ST3, VAR1 –Est) mettent en évidence une homogénéité de la richesse spécifique par réplicat.

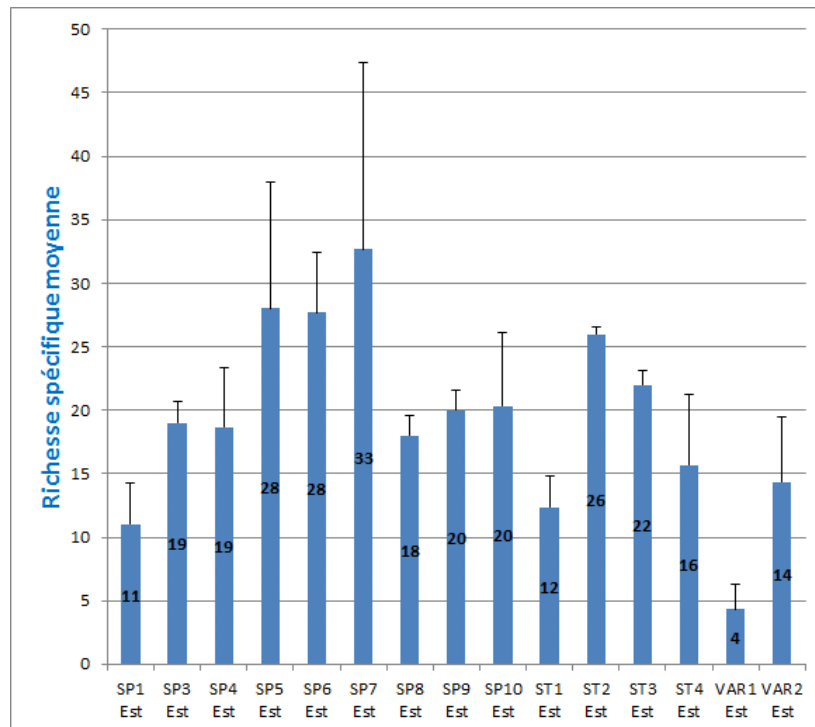


Figure 31. Richesse spécifique moyenne par réplicat, et écart-type associé

- Des remarques peuvent être faites également au regard des valeurs de l'abondance moyenne par station (Figure 32). Les stations SP5, SP7, et ST2-Est, colonisées par la crépidule, montrent des hétérogénéités fortes. Il en est de même pour la station VAR2-Est. En revanche, les 11 autres stations montrent des abondances homogènes par station (écart-types faibles).

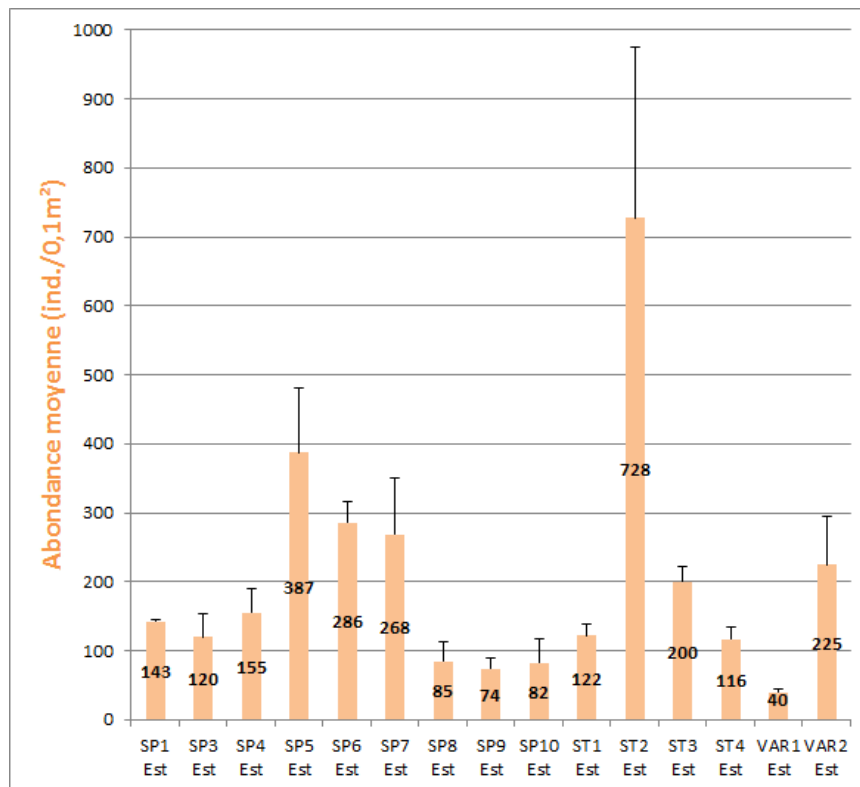


Figure 32. Abondance moyenne par réplicat (pour 0,1m²), et écart-type associé

Ceci montre donc l'importance de prélever plusieurs réplicats par station (3 a minima).

➤ Enfin, il convient de détailler **les principales espèces composant les peuplements**. Pour cela, le Tableau 18 précise les 15 espèces les plus abondantes par station. Quelques commentaires peuvent être réalisés quant à ces dominances, en fonction des phylums, et des compléments sont également proposés au regard de la liste faunistique disponible dans le tome 2 (Annexes) :

- L'annélide *Chaetozone gibber* est le plus abondant pour 7 stations sur 15, avec des effectifs représentant souvent le double de ceux de la seconde espèce principale. L'espèce n'est d'ailleurs absente que de 2 stations sur les 15 : SP10 et VAR1-Est.
- L'annélide *Spiophanes bombyx* fait souvent partie des espèces dominantes, comme ceci est le cas aux stations SP4, SP5, ST1, ST3-Est. Le polychète *Notomastus latericeus* est également abondant.
- Les effectifs de la crépidule sont élevés aux stations SP5 et SP7 Est, et particulièrement importants à la station ST2-Est (370 individus). Cette dernière est par ailleurs largement dominée par le crustacé *Pisidia longicornis* (860 individus !).
- L'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*) est présente dans les 5 stations situées plus au large (SP6 à SP10-Est). Elle est particulièrement abondante aux stations SP7 et SP8-Est. Les nucules (*Nucula spp.*) sont également abondantes aux stations SP6 à SP9-Est. Le bivalve *Spisula subtruncata* n'est abondant qu'à la station ST1-Est. Enfin, on note la présence étonnante d'un

orveau (*Haliotis tuberculata*) à la station ST2-Est, associé au cortège de crépidules.

- En ce qui concerne les stations du médiolittoral, le bivalve *Tellina fabula* est classé au 1^{er} rang et 3^{ème} rang aux stations SP1 et VAR1-Est respectivement.
- Les crustacés amphipodes du genre *Ampelisca* font partie du cortège de tête pour 7 stations sur les 15.
- Les échinodermes ne présentent une dominance marquée qu'à la station SP1-Est, en zone médiolittorale (*Acrocnida brachiata*).
- Quelques individus de lançon (*Ammodytes tobianus*) sont relevés. Le céphalochordé (*Branchiostoma lanceolatum*) est identifié sur certaines stations parmi le cortège de bivalves cité ci-dessus. Ces espèces ne font pas partie des espèces dominantes : néanmoins, leur échantillonnage à la benne Smith McIntyre est souvent limité, et leur présence apportent des informations utiles quant à la nature des peuplements en place.

	SP1 Est		SP3 Est		SP4 Est		SP5 Est		SP6 Est
<i>Angulus fabula</i>	91	<i>Chaetozone gibber</i>	111	<i>Chaetozone gibber</i>	143	<i>Chaetozone gibber</i>	309	<i>Pista cristata</i>	185
<i>Kurtiella bidentata</i>	60	<i>Ampelisca brevicornis</i>	82	<i>Urothoe pulchella</i>	91	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	117	<i>Ampelisca spinipes</i>	91
<i>Acrocnida brachiata</i>	45	<i>Spirobranchus triqueter</i>	20	<i>Spiophanes bombyx</i>	25	<i>Spio martinensis</i>	99	<i>Microdeutopus sp. (femelles)</i>	56
<i>Sigalion mathildae</i>	39	<i>Caulieriella zetlandica</i>	13	<i>Ampelisca brevicornis</i>	20	<i>Spio decoratus</i>	87	<i>Spio filicornis</i>	52
<i>Galathowenia oculata</i>	36	<i>Notomastus latericeus</i>	11	<i>Poecilochaetus serpens</i>	17	<i>Ampelisca sarsi</i>	67	<i>Ampelisca brevicornis</i>	48
<i>Donax vittatus</i>	30	<i>Urothoe pulchella</i>	11	<i>Siphonocetes (Centraloecetes) kroyeranus</i>	15	<i>Crepidula fornicata</i>	52	<i>Notomastus latericeus</i>	47
<i>Iphinoe trispinosa</i>	25	<i>Nephtys cirrosa</i>	9	<i>Spio decoratus</i>	12	<i>Ampelisca spinipes</i>	30	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	31
<i>Magelona filiformis</i>	13	<i>Aphelochaeta marioni</i>	7	<i>Magelona filiformis</i>	11	<i>Caulieriella zetlandica</i>	26	<i>Nucula hanleyi</i>	29
<i>Chaetozone gibber</i>	11	<i>Poecilochaetus serpens</i>	6	<i>Prionospio malmgreni</i>	10	<i>Urothoe pulchella</i>	26	<i>Eteone longa</i>	21
<i>Spio martinensis</i>	11	<i>Golfingia (Golfingia) elongata</i>	6	<i>Urothoe poseidonis</i>	10	<i>Notomastus latericeus</i>	25	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	20
<i>Angulus tenuis</i>	11	<i>Nephtys assimilis</i>	5	<i>Caulieriella zetlandica</i>	9	<i>Chaetozone cf gentilii</i>	22	<i>Syllis cornuta</i>	15
<i>Cumacea sp1</i>	8	<i>Goniada maculata</i>	4	<i>Nephtys cirrosa</i>	8	CIRRATULIDAE	20	<i>Ampharete finmarchica / grubei</i>	14
<i>Nephtys cirrosa</i>	7	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	4	<i>Aponuphis bilineata</i>	6	<i>Ampelisca armoricana</i>	20	<i>Nephtys caeca</i>	14
<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>	7	<i>Leucothoe incisa</i>	4	<i>Eupolymnia nebulosa</i>	6	<i>Spio filicornis</i>	19	<i>Spio decoratus</i>	11
<i>Caulieriella zetlandica</i>	4	<i>Anapagurus hyndmanni</i>	4	<i>Goniada maculata</i>	6	<i>Spiophanes bombyx</i>	18	TEREBELLIDAE (juvéniles)	11
	SP7 Est		SP8 Est		SP9 Est		SP10 Est		ST1 Est
<i>Crepidula fornicata</i>	71	<i>Pista cristata</i>	36	<i>Notomastus latericeus</i>	17	<i>Spio decoratus</i>	69	<i>Chaetozone gibber</i>	74
<i>Ampelisca brevicornis</i>	64	<i>Glycymeris glycymeris</i>	31	<i>Aponuphis bilineata</i>	12	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	21	<i>Angulus fabula</i>	50
<i>Spirobranchus triqueter</i>	60	<i>Nucula nitidosa</i>	18	<i>Lumbrineris japonica</i>	11	<i>Spio martinensis</i>	14	<i>Spisula subtruncata</i>	43
<i>Pista cristata</i>	57	<i>Chaetozone gibber</i>	16	<i>Nucula nucleus</i>	10	<i>Eurydice spinigera</i>	13	<i>Thracia phaseolina</i>	35
<i>Apseudopsis latreillii</i>	55	<i>Notomastus latericeus</i>	16	<i>Hilbigneris gracilis</i>	9	<i>Aponuphis bilineata</i>	9	<i>Streblosoma bairdi</i>	17
<i>Spio filicornis</i>	40	<i>Goodallia triangularis</i>	14	<i>Nucula nitidosa</i>	9	<i>Prionospio malmgreni</i>	7	<i>Magelona filiformis</i>	15
<i>Nucula hanleyi</i>	31	<i>Nucula nucleus</i>	11	<i>Apherusa bispinosa</i>	8	<i>Glycymeris glycymeris</i>	7	<i>Sigalion mathildae</i>	14
<i>Ampelisca typica</i>	29	<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>	11	<i>Glycera alba</i>	7	<i>Syllis cornuta</i>	6	<i>Spiophanes bombyx</i>	14
<i>Ampelisca spinipes</i>	26	<i>Ampelisca spinipes</i>	7	<i>Scalibregma celticum</i>	7	<i>Eurydice pulchra</i>	6	<i>Nucula nitidosa</i>	14
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	24	<i>Eurydice pulchra</i>	6	<i>Timoclea ovata</i>	7	<i>Calyptrea chinensis</i>	6	<i>Nephtys cirrosa</i>	11
<i>Notomastus latericeus</i>	22	<i>Glycera alba</i>	5	<i>Leiochone leiopygos</i>	6	<i>Prionospio steenstrupi</i>	5	<i>Iphinoe trispinosa</i>	11
<i>Nucula nitidosa</i>	20	<i>Nephtys assimilis</i>	5	<i>Polititapes rhomboides</i>	6	<i>Eupolymnia nebulosa</i>	4	<i>Ampelisca brevicornis</i>	7
<i>Caulieriella bioculata</i>	18	<i>Cirolana cranchi</i>	4	<i>Pista cristata</i>	5	<i>Paradoneis armata</i>	4	<i>Corbula gibba</i>	6
<i>Chaetozone gibber</i>	18	<i>Timoclea ovata</i>	4	<i>Ampelisca spinipes</i>	5	SYLLIDAE	4	<i>Aponuphis bilineata</i>	5
<i>Glycymeris glycymeris</i>	17	<i>Calyptrea chinensis</i>	4	<i>Atylus vedlomensis</i>	5	<i>Eulalia mustela</i>	3	<i>Caulieriella zetlandica</i>	5
	ST2 Est		ST3 Est		ST4 Est		VAR1 Est		VAR2 Est
<i>Pisidia longicornis</i>	860	<i>Chaetozone gibber</i>	147	<i>Chaetozone gibber</i>	108	<i>Bathyporeia sarsi</i>	41	<i>Chaetozone gibber</i>	329
<i>Crepidula fornicata</i>	310	<i>Spiophanes bombyx</i>	67	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	47	<i>Cumopsis longipes</i>	19	<i>Angulus fabula</i>	40
<i>Athanas nitescens</i>	147	<i>Ampelisca brevicornis</i>	40	<i>Notomastus latericeus</i>	34	<i>Angulus fabula</i>	18	<i>Nephtys cirrosa</i>	31
<i>Eualus cranchii</i>	125	<i>Urothoe pulchella</i>	33	<i>Urothoe pulchella</i>	18	<i>Angulus tenuis</i>	11	<i>Nucula nitidosa</i>	29
<i>Spirobranchus triqueter</i>	118	<i>Prionospio cirrifer</i>	28	<i>Spiophanes bombyx</i>	14	<i>Nephtys cirrosa</i>	10	<i>Ampelisca brevicornis</i>	26
<i>Apseudes talpa</i>	88	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	27	<i>Caulieriella alata</i>	13	<i>Eocuma dollfusi</i>	5	<i>Iphinoe trispinosa</i>	21
<i>Thelepus setosus</i>	58	<i>Aponuphis bilineata</i>	21	<i>Bathyporeia pelagica</i>	10	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	5	<i>Aponuphis bilineata</i>	17
<i>Galathea intermedia</i>	53	<i>Siphonocetes (Centraloecetes) kroyeranus</i>	18	TEREBELLIDAE (juvéniles)	8	<i>Spio martinensis</i>	4	<i>Thracia phaseolina</i>	17
<i>Notomastus latericeus</i>	40	<i>Urothoe poseidonis</i>	18	NEMERTEA	7	<i>Spiophanes bombyx</i>	2	<i>Magelona filiformis</i>	16
<i>Siphonocetes (Centraloecetes) kroyeranus</i>	37	<i>Streblosoma bairdi</i>	17	<i>Aponuphis bilineata</i>	6	<i>Pontocrates arenarius</i>	2	<i>Spio martinensis</i>	13
<i>Tectura virginea</i>	27	<i>Nephtys cirrosa</i>	14	<i>Magelona filiformis</i>	5	<i>Caulieriella zetlandica</i>	1	<i>Prionospio cirrifer</i>	12
<i>Harmothoe sp.</i>	23	<i>Caulieriella zetlandica</i>	11	<i>Sigalion mathildae</i>	5	<i>Amphipholis squamata</i>	1	<i>Eteone longa</i>	10
NEMERTEA	20	<i>Glycera fallax</i>	11	<i>Leucothoe incisa</i>	5	<i>Kurtiella bidentata</i>	1	<i>Balanus crenatus</i>	10
<i>Nephtys cirrosa</i>	19	<i>Caulieriella bioculata</i>	10	<i>Spisula subtruncata</i>	5			<i>Sigalion mathildae</i>	9
<i>Pilumnus hirtellus</i>	16	<i>Spio decoratus</i>	10	<i>Armandia polyophthalma</i>	4			<i>Spiophanes bombyx</i>	9

Tableau 18. Effectifs des 15 espèces les plus abondantes par station

6.1.1.2. Indices de diversité et d'équitabilité

- L'indice de Shannon-Weaver (H') a été calculé à partir du logiciel AZTI (Figure 33).

En ce qui concerne les stations situées sur le corridor, une tendance semble se dégager : la diversité augmente avec l'éloignement à la côte. En effet, les valeurs de H' sont relativement faibles pour les stations VAR1-Est et SP1-Est de l'étage médiolittoral ($H' = 2,89$ et $3,75$ resp.). La diversité augmente avec l'éloignement à la côte à partir de SP3-Est jusqu'à SP9-Est. Une exception à cette tendance peut être faite pour les stations SP8-Est et SP10-Est, dont les valeurs de H' restent toutefois élevées ($H' = 4,77$ et $4,59$ resp.). Cette tendance peut être expliquée par le gradient sédimentaire et bathymétrique (voir 6.4.3 Synthèse cartographique).

Par ailleurs, la station VAR1-Est présente la diversité la plus faible du pool de stations (dominance de *Bathyporeia sarsi*). La station ST2-Est dominée par la crépidule et le crustacé *Pisidia longicornis* présente un indice de Shannon faible ($H' = 3,59$) relativement aux autres. Dans le cas de cette station, la dominance d'un petit groupe d'espèces (*Crepidula fornicata* et *Pisidia longicornis*) explique la faible valeur de H' .

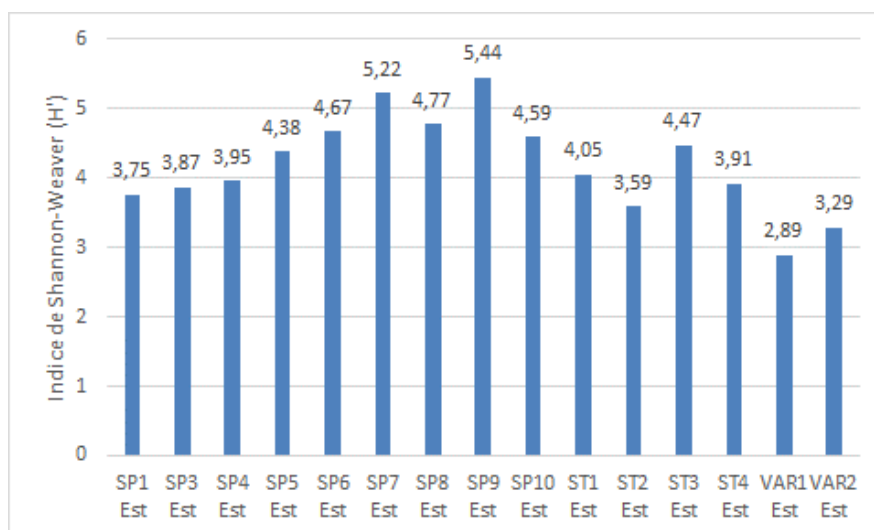


Figure 33. Valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') aux différentes stations échantillonnées (tous répliqués confondus)

- L'indice de Pielou, exposé à la Figure 34, montre une très bonne équirépartition des espèces à la station SP9-Est par exemple ($J=0,92$). Il s'agit par ailleurs de la station à la plus forte diversité. En revanche, les indices de Pielou des stations ST2-Est ou VAR2-Est sont faibles ($J= 0,57$ et $J=0,61$ resp.) donc révélateurs de dominances fortes. On note à ce titre qu'un peuplement peu diversifié peut présenter une bonne équirépartition des espèces, comme ceci est le cas pour la station VAR1-Est ($H'=2,89$) : sa diversité est donc faible à cause d'une faible richesse spécifique ($S=13$), mais non en raison de fortes dominances ($J=0,78$).

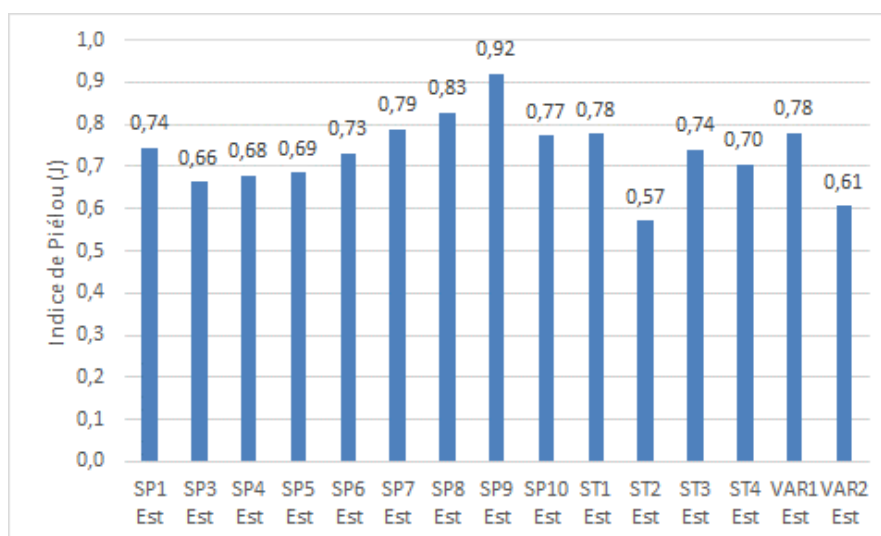


Figure 34. Valeurs de l'indice de Pielou (J) aux différentes stations échantillonnées (tous réplicats confondus)

6.1.1.3. Groupes taxonomiques

Les groupes taxonomiques par station sont détaillés à la Figure 35.

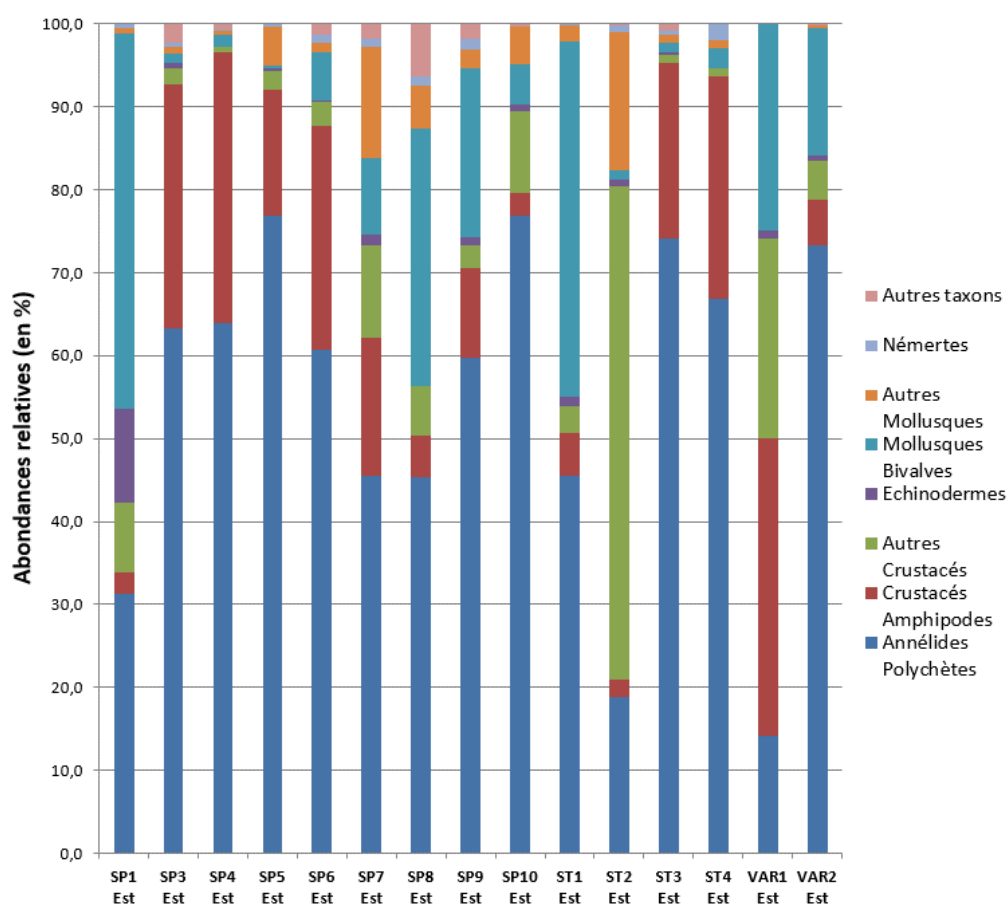


Figure 35. Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance totale

- Les annélides dominent les peuplements de 12 stations sur 15. Les trois exceptions sont les stations :
 - o SP1-Est, davantage dominée par les mollusques, principalement le bivalve *Tellina fabula* (45,3%).
 - o ST2-Est, largement dominée par les crustacés, dont le représentant majoritaire est *Pisidia longicornis* (près de 60%).
 - o VAR1-Est, où le crustacé *Bathyporeia sarsi* est abondant.

Ce groupe est représenté par 126 espèces sur les 281 identifiées sur ce corridor.

- Les crustacés amphipodes apportent également une forte contribution sur la majorité des stations : ils sont représentés par 41 espèces sur les 281 relevées sur ce corridor.
- Les échinodermes sont assez peu représentés : excepté en milieu médiolittoral à la station SP1-Est qui totalise un peu plus de 11% de l'abondance totale pour ce taxon, les abondances relevées dépassent guère 1%.
- Les « autres mollusques » sont représentés essentiellement par la crépidule aux stations SP5, SP7 et ST2-Est (4,7 à 16,7% resp.).

Enfin, les stations SP6 à SP10-Est présentent une diversité de groupes taxonomiques plus importante que les autres.

6.1.1.4. Groupes trophiques

Les groupes trophiques par station sont détaillés à la Figure 36.

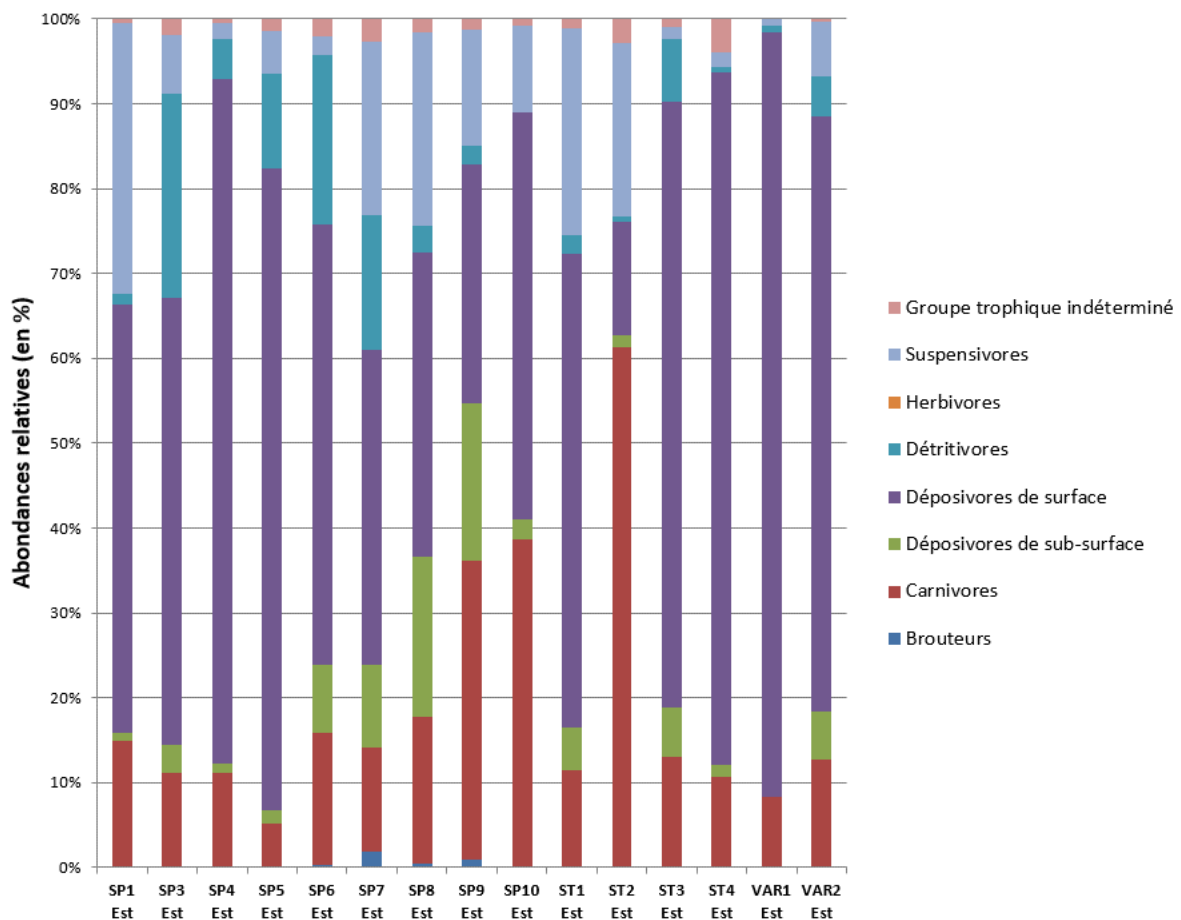


Figure 36. Répartition des groupes trophiques selon l'abondance totale

- Les dépositivores de surface dominent pour une large part la plupart des stations investiguées, résultats à relier avec les fortes abondances d'annélides ayant ce régime trophique.
- Les carnivores sont bien représentés aux stations SP9 et SP10-Est (35,8% et 38,6%), notamment par la présence de quelques polychètes ayant ce mode d'alimentation. La station ST2-Est est également dominée par ce groupe trophique (fortes abondances du crustacé *Pisidia longicornis*).
- Les brouteurs et les herbivores représentent une mince fraction des abondances totales.

6.1.1.5. Groupes écologiques

Les groupes écologiques par station sont détaillés à la Figure 37.

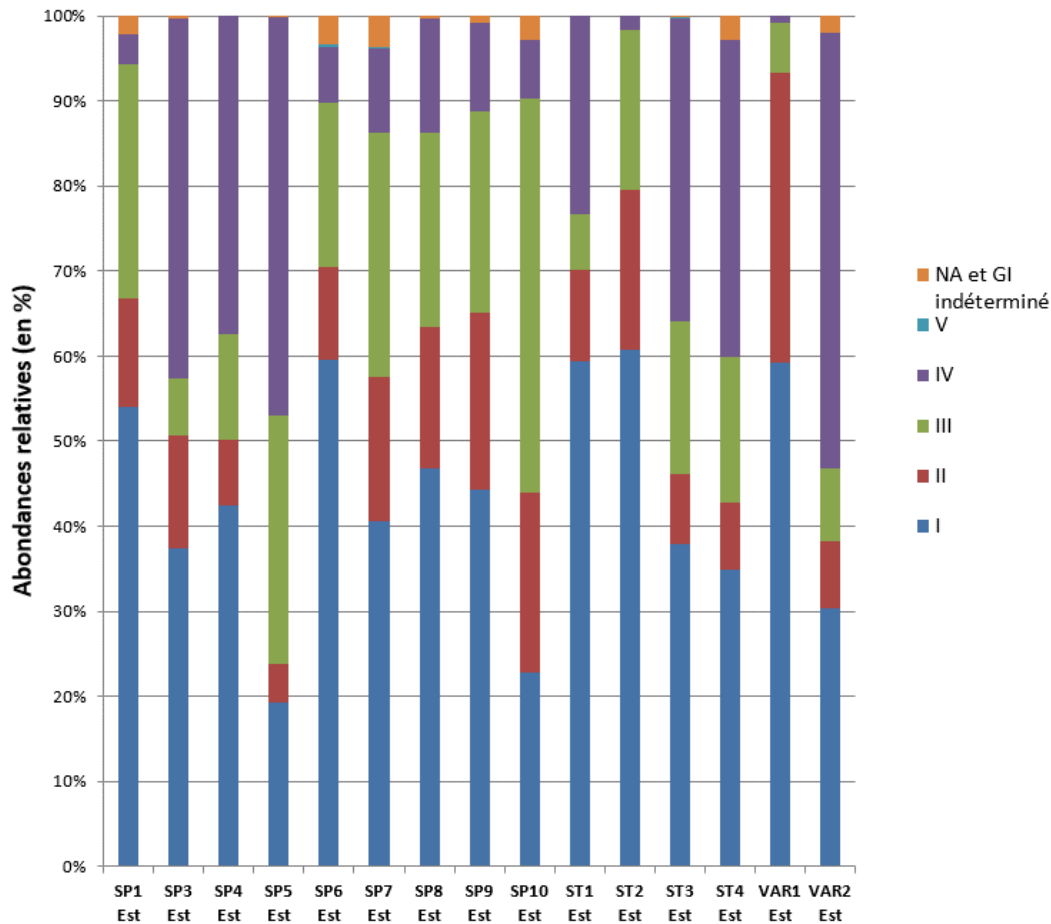


Figure 37. Répartition des groupes écologiques selon l'abondance

- Le groupe écologique V, le plus tolérant à la charge en matière organique, est présent en proportions négligeables au sein des peuplements étudiés (0,5% au maximum en SP6-Est).
- Le groupe IV en revanche est assez abondant pour 6 stations sur 15, voire dominant dans certains cas. Cela concerne les stations SP3, SP4, SP5, ST3, ST4 et VAR2-Est, dont les abondances de l'annélide *Chaetozone gibber* (groupe IV) sont particulièrement fortes.
- Le groupe III représente entre 6% et 29% des abondances totales, avec une exception à la station SP10-Est (46%).
- Les proportions du groupe II sont comprises entre environ 4% et 21%, avec une particularité à la station VAR1-Est (34,2%)
- Enfin, le groupe I domine pour 10 stations sur 15 où il représente plus de 37% de l'abondance totale.

6.1.1.6. Diagrammes rang-fréquence (DRF)

Dans cette étude, il est choisi d'aborder la structure des peuplements à partir des DRF. Leur allure varie en fonction de la diversité spécifique et de l'équitabilité : concave lorsque ces deux paramètres sont faibles et convexe lorsqu'ils sont élevés (Frontier *et al*, 1991, in Hamon *et al*, 2002).

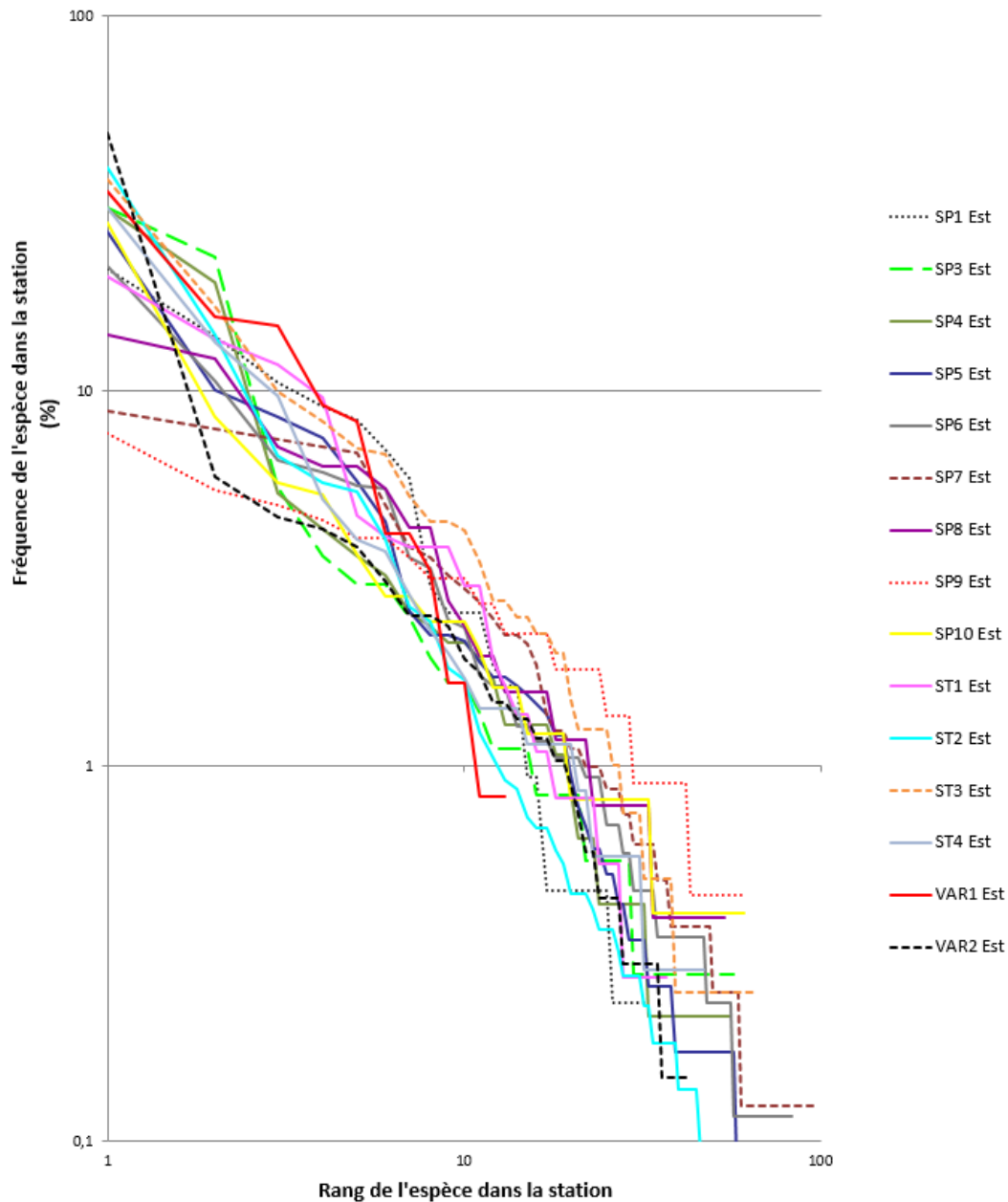


Figure 38. Diagramme rang-fréquence pour les 15 stations de prélèvements (échelles logarithmiques de base 10)

Ainsi, d'après ce qui a été exposé en 2.3.4 *Données benthiques*, il est possible de dégager plusieurs tendances :

- La station VAR2-Est montre une allure similaire au stade 1, c'est-à-dire à un écosystème composé d'espèces pionnières (dominances marquées par la forte pente de départ).
- Les stations SP7 à SP9-Est, ou encore ST1-Est correspondent davantage à un stade 2, soit un stade de maximum de diversité (allure convexe)
- La station SP10 relève davantage d'un stade 3, soit d'un système mature.

Aller plus loin dans l'analyse n'est cependant pas aisé.

6.1.1.7. Biomasse

Les données de biomasse ont été classées par taxon (Figure 39).

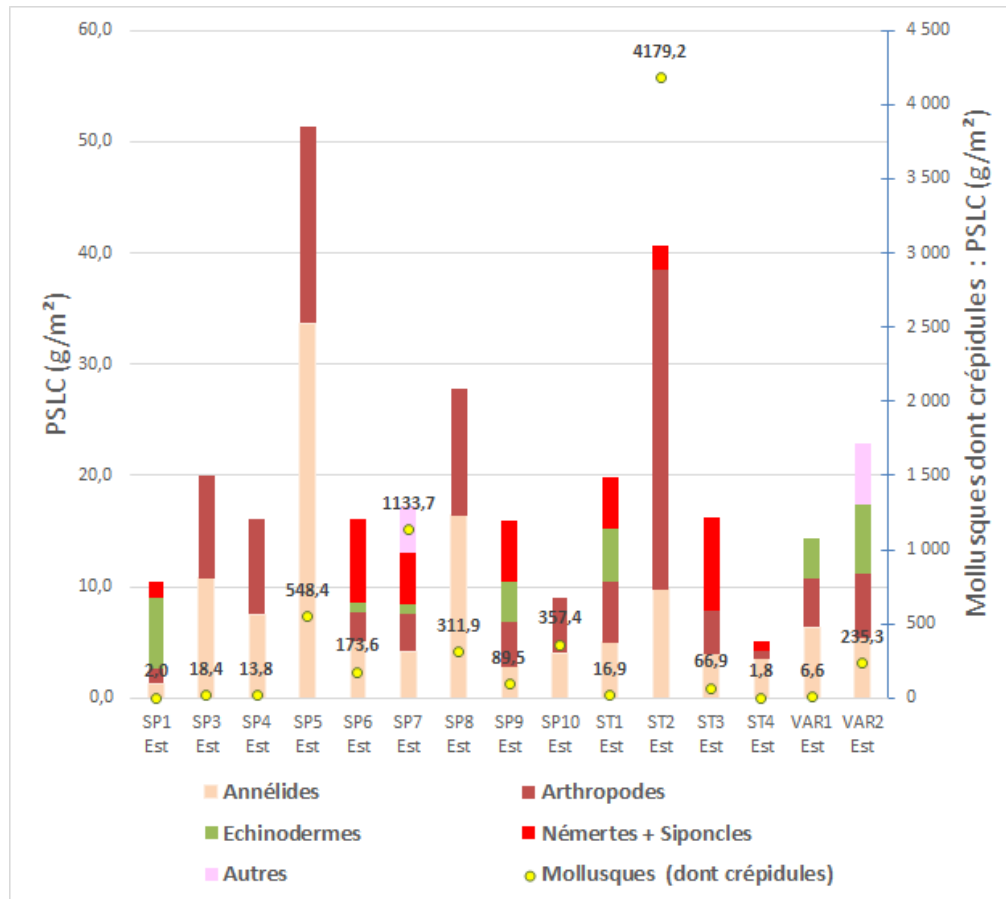


Figure 39. Biomasses par station : PSLC (en g/m²)

Quelques remarques peuvent être faites :

- Le Poids Sec Libre de Cendres (PSLC) des échinodermes domine celui de tous les autres groupes à la station SP1-Est.
- Dans l'ensemble, les mollusques apportent souvent la part la plus importante au PSLC (présence de gros bivalves : amande de mer, etc...).
- Les annélides et les arthropodes représentent également une part importante de la biomasse.
- La station ST2-Est présente une biomasse extrême, avec un PSLC global de près de 4,2 kg/m². Elle est suivie ensuite de la station SP7-Est avec un PSLC de 1,1kg/m², puis de la station SP5-Est (0,6kg/m²). De manière attendue, les stations à fortes densité de crépidules sont celles qui présentent les biomasses les plus fortes.

Cette analyse constitue un état des lieux des biomasses sur les stations, qui servira de fondement à un suivi futur le cas échéant. Néanmoins, ces données restent difficiles à analyser de manière absolue.

6.1.2. Indices basés sur les groupes écologiques

6.1.2.1. L'AMBI

La Figure 40 illustre les valeurs de l'AMBI pour chacune des stations.

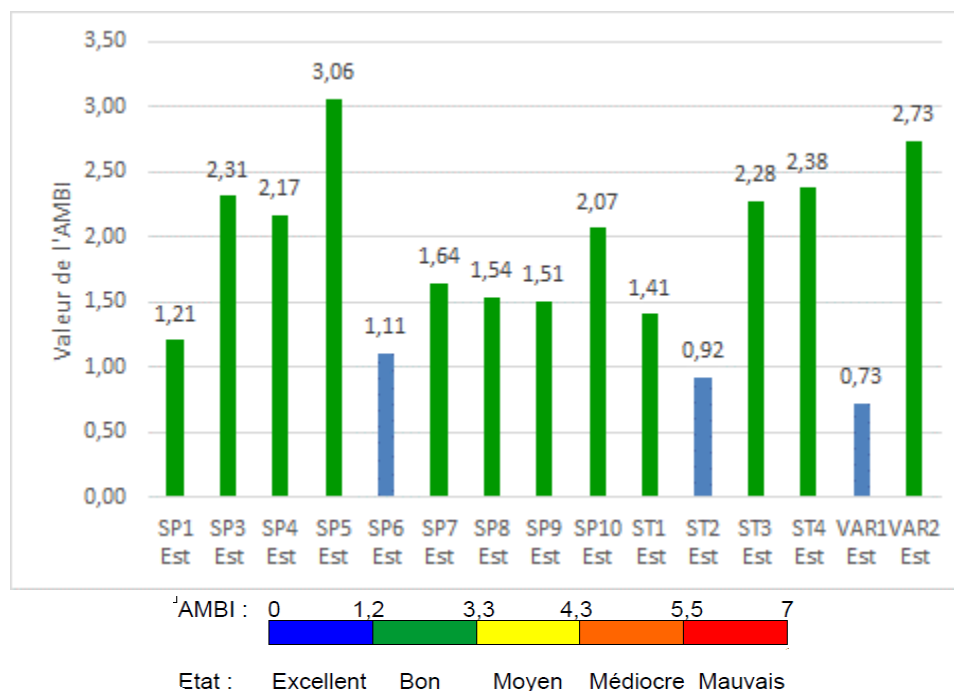


Figure 40. Valeurs de l'AMBI par station et grille de lecture associée, extraite de Dauvin, *et al* (2006).

Les résultats sont les suivants :

- **Les stations SP6, ST2 et VAR1-Est sont en « excellent » état écologique.**
- **Toutes les autres stations sont en « bon » état écologique**

Il reste surprenant de voir les peuplements dominés par la crépidule (ST2-Est) en excellent état écologique étant donné la bibliographie abondante à ce sujet. La crépidule, qui apparaît comme une espèce très structurante avec son cortège d'espèces associées, "gomme" les différences biosédimentaires observées initialement entre les fonds non colonisés (Hamon, *et al*, 2002). Néanmoins, il apparaît dans ce cas précis en tout cas, que la crépidule n'engendre pas la prolifération d'espèces des groupes écologiques IV et V en proportions suffisantes pour faire basculer l'état écologique d'un milieu originellement sain, vers un milieu pollué par la matière organique.

Au-delà des controverses scientifiques liées à l'utilisation de cet indice, la pertinence de l'indice AMBI peut donc être discutée dans ce contexte. Par ailleurs, la robustesse de l'indice est moindre lorsque le nombre de taxons et/ou d'individus échantillonnés est réduit, ou lorsque les communautés sont dominées par certains taxons comme les Nématodes (Muniz *et al*, 2005, *in* Grall, *et al*, 2005). Ainsi, la question de la pertinence de l'indice, donc de l'état écologique associé, peut se

poser notamment pour la station intertidale VAR1-Est, qui ne décompte que 13 espèces.

6.1.2.2. Le BENTIX

La Figure 41 illustre les valeurs du BENTIX pour chacune des stations.

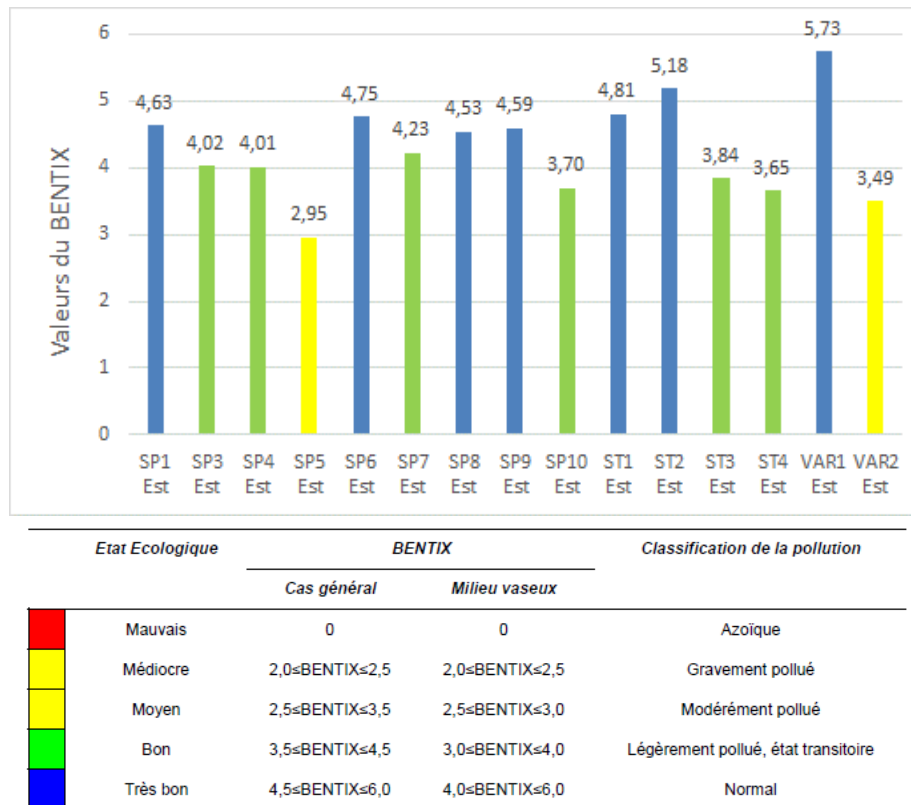


Figure 41. Valeurs du BENTIX par station et grille de lecture associée (cas général) extraite de Grall, *et al* (2005).

Les résultats sont plus nuancés que ceux de l'AMBI :

- Davantage de stations sont en très bon état écologique (7 au total). Les 3 stations en excellent état écologique selon l'AMBI le sont aussi selon le BENTIX.
- Deux stations (SP5 et VAR2-Est) sont en revanche dans un état écologique moyen selon le BENTIX, ces stations ayant les valeurs d'AMBI les plus élevées du pool de stations (états écologiques les moins bons).

6.1.3. Classification des peuplements issus des campagnes

L'analyse multivariée sur la matrice espèces/stations permet de produire un dendrogramme fondé sur les similarités (voir 6.4 *Peuplements à l'échelle de la baie*, Figure 69). Les assemblages sont évoqués ici en anticipation de la synthèse globale, de manière à proposer un bilan des unités bio-sédimentaires identifiées au sein du corridor d'Erquy qui recense la totalité des assemblages identifiés dans l'étude.

Assemblage	Stations
1	SP1-Est

	VAR1-Est
2	ST2-Est
	VAR2-Est
	SP3-Est
	SP4-Est
3	SP5-Est
	ST1-Est
	ST3-Est
	ST4-Est
4	SP6-Est
	SP7-Est
5	SP8-Est
	SP9-Est
6	SP10-Est

Tableau 19. Correspondances entre les stations du corridor Est et les unités bio-sédimentaires identifiées en 6.4. *Peuplements à l'échelle de la baie.*

6.1.4. Description des espèces déterminantes ZNIEFF⁴

Le Tableau 20 met en évidence les espèces appartenant aux listes d'espèces déterminantes ZNIEFF. Cette approche ne constitue pas une contrainte réglementaire. Néanmoins, étant donné la relative nécessité de compléments qui devraient être apportés aux listes d'espèces d'intérêt communautaire (Natura 2000) et à celles des espèces OSPAR, souvent trop généralistes, ceci conduit à considérer le document de Derrien-Courtel, *et al* (2010) comme une référence locale pertinente en termes d'enjeux de conservation.

Espèces ZNIEFF	N° de liste	Stations
<i>Thia scutellata</i>		
<i>Ophelia roscoffensis</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	SP6-Est
<i>Sabella discifera</i>		
<i>Ampelisca armoricana</i>	Liste 2 / Espèces peu communes présentant un faciès particulièrement développé	SP5-Est
	Liste 6 / Espèces ingénieuses et/ou jouant un rôle d'indicateur d'importance, permettant un habitat diversifié	SP6-Est
<i>Ampelisca tenuicornis</i>		ST2-Est
<i>Haliotis tuberculata</i> (Ormeau)	Liste A / Espèce en limite d'aire de répartition	ST2-Est

Tableau 20. Espèces déterminantes ZNIEFF sur les stations d'étude (d'après Derrien-Courtel, *et al*, 2010)

On note par ailleurs que la crépidule est inscrite sur la liste B2, correspondant aux espèces en extension, sans qu'elle constitue un quelconque enjeu en termes de préservation.

⁴ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

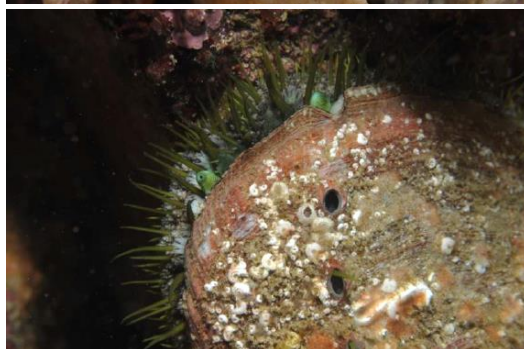


Figure 42. Quelques illustrations des espèces déterminantes ZNIEFF sur le corridor : *Sabella discifera* (à gauche), *Thia scutellata* (© IDRA), un ormeau (© Y. Hourdin), et l'annélide *Ophelia roscoffensis* (© IDRA)

6.1.5. Espèces benthiques commerciales

Parmi les espèces benthiques prélevées à la benne, certaines ont une portée commerciale. Un zoom est effectué sur ces espèces.

Etant donné le manque de sélectivité de la benne pour échantillonner la plupart de ces espèces, et le maillage fourni, il n'est pas possible de donner un estimatif de densité sur le linéaire.

Les espèces concernées sont exposées dans le Tableau 21.

Espèce benthique commerciale	Stations où l'espèce est identifiée / nombre approx. d'ind./m²)
Coquille Saint Jacques (<i>Pecten maximus</i>)	SP7-Est / 3 ind. SP9-Est / 6 ind.
Buccin (<i>Buccinum undatum</i>)	SP7-Est / 3 ind.
Amande de mer (<i>Glycymeris glycymeris</i>)	SP7-Est / 56 ind. SP8-Est / 103 ind. SP9-Est / 16 ind. SP10-Est / 23 ind.
Praire (<i>Venus verrucosa</i>)	SP8-Est / 3 ind.
Palourde rose (<i>Polititapes rhomboides</i>)	SP7-Est / 3 ind. SP9-Est / 20 ind. SP10-Est / 10 ind.

Tableau 21. Densités (par m²) des principales espèces benthiques commerciales prélevées par station sur le corridor d'Erquy.

Il apparaît la coquille Saint Jacques présente une faible occurrence mais cette espèce n'étant pas facilement échantillonnable à la benne, ceci reste largement sous-estimé. **Cette espèce constitue quoi qu'il en soit un enjeu majeur du secteur.**

Le buccin est peu abondant dans les prélèvements alors que l'espèce est commune. La praire est également peu abondante aux stations étudiées.

La palourde est bien représentée, et l'amande de mer présente les densités les plus fortes sur ce corridor.

6.1.6. Synthèse intermédiaire

Sur le corridor Est, les résultats et conclusions essentiels sont les suivants :

- Sur l'ensemble des 15 stations étudiées, **281 espèces** (ou taxons dans certains cas) ont été répertoriées, pour un total de **9 087 individus déterminés**.
- La richesse spécifique varie entre un minimum de 13 (milieu pauvre) et un maximum de 98 espèces (milieu riche).
- **Les richesses spécifiques relevées en zone intertidale sont les plus faibles et les abondances qui y sont relevées font également partie des plus faibles ;**
- Les densités varient d'un minimum de 400 ind.m⁻², à un maximum de 7 277 ind.m⁻² dû à la forte densité de crépidules en ST2-Est. Cette valeur est particulièrement élevée relativement aux données existantes (voir 6.7 *Comparaison avec les données existantes*).
- **Aux richesses spécifiques élevées relevées sur les 3 stations colonisées par la crépidule, correspondent également des valeurs d'abondance faisant partie des plus élevées** du pool de stations.
- **La diversité augmente de manière croissante avec l'éloignement à la côte** à partir de SP3-Est jusqu'à SP9-Est.
- Globalement, **les annélides dominent les peuplements**. Cela se retranscrit par la dominance des dépositivores de surface.
- Les proportions du groupe écologique V sont négligeables sur l'ensemble des stations.
- **Les valeurs de l'AMBI conduisent à des états écologiques bons sur le corridor d'Erquy, voire excellents** pour 3 stations sur les 15 étudiées.
- Les valeurs du BENTIX montrent un contraste un peu plus marqué : **2 stations sont en état écologique moyen. Cependant, l'utilisation de cet indice aboutit à un plus grand nombre de stations en excellent état écologique** relativement à la classification proposée par l'AMBI.
- **Ce corridor présente une bonne diversité d'habitats benthiques, avec 6 assemblages différents**, détaillés à la suite du document.
- Au total, **6 espèces ZNIEFF sont recensées sur ce corridor. En revanche, ces espèces sont concentrées au sein de 3 stations seulement.**
- Les espèces benthiques d'intérêt commercial sont bien représentées, **avec des densités maximales relevées pour la palourde et l'amande de mer**. La coquille Saint Jacques reste un enjeu majeur du secteur malgré le caractère inadapté de la benne pour son prélèvement.

6.2. CORRIDOR CENTRE ET LEGUE : RESULTATS

6.2.1. Composition des peuplements

La liste faunistique complète pour chaque station est proposée en Annexe 2.

6.2.1.1. *Richesse spécifique, abondance et espèces principales*

Sur l'ensemble des 14 stations, **261 espèces** (ou taxons dans certains cas) ont été répertoriées, pour un total de **9 250 individus** déterminés.

- **En ce qui concerne la richesse spécifique totale par station**, les résultats sont contrastés (Figure 43) :
 - Les stations SP1-LEG1, SP1-LEG et SP1-Centre situées en milieu médiolittoral sont celles qui présentent le moins d'espèces (resp. 12, 26, et 21) sur les 14 stations étudiées.
 - La station SP6-Centre présente avec 40 espèces la richesse spécifique la plus faible des stations en milieu subtidal. Il n'existe d'ailleurs pas de valeurs intermédiaires entre 40 et 67 espèces (ST1-Centre), nombre à partir duquel la richesse spécifique atteint parfois des valeurs très élevées avec un maximum de 110 espèces à la station ST4-Centre.
 - Enfin, parmi les 4 stations présentant des richesses supérieures à 90 espèces, 2 d'entre elles sont fortement colonisées par la crépidule (*Crepidula fornicata*) à savoir les stations SP3 et ST4-Centre.
- **Pour ce qui est des abondances totales**, les points suivants peuvent être dégagés :
 - Les stations situées dans l'étage médiolittoral présentent les abondances les plus faibles, de 287 ind.m⁻² en SP1-Centre à 690 ind.m⁻² en SP1-LEG1.
 - 5 stations présentent des abondances comprises entre 943 ind.m⁻² pour SP6-Centre et 2 333 ind.m⁻² pour ST1-Centre.
 - Enfin, un troisième seuil peut être mis en évidence pour 6 autres stations dont les abondances sont comprises entre 2 893 ind.m⁻² pour SP3-Centre et 3 877 ind.m⁻² en ST2-Centre.

Il est intéressant de noter **qu'aux richesses spécifiques élevées relevées sur les 2 stations colonisées par la crépidule, correspondent également des valeurs d'abondance faisant partie des plus élevées** du pool de stations (2 893 ind.m⁻² pour SP3-Centre et 3 813 ind.m⁻² pour ST4-Centre).

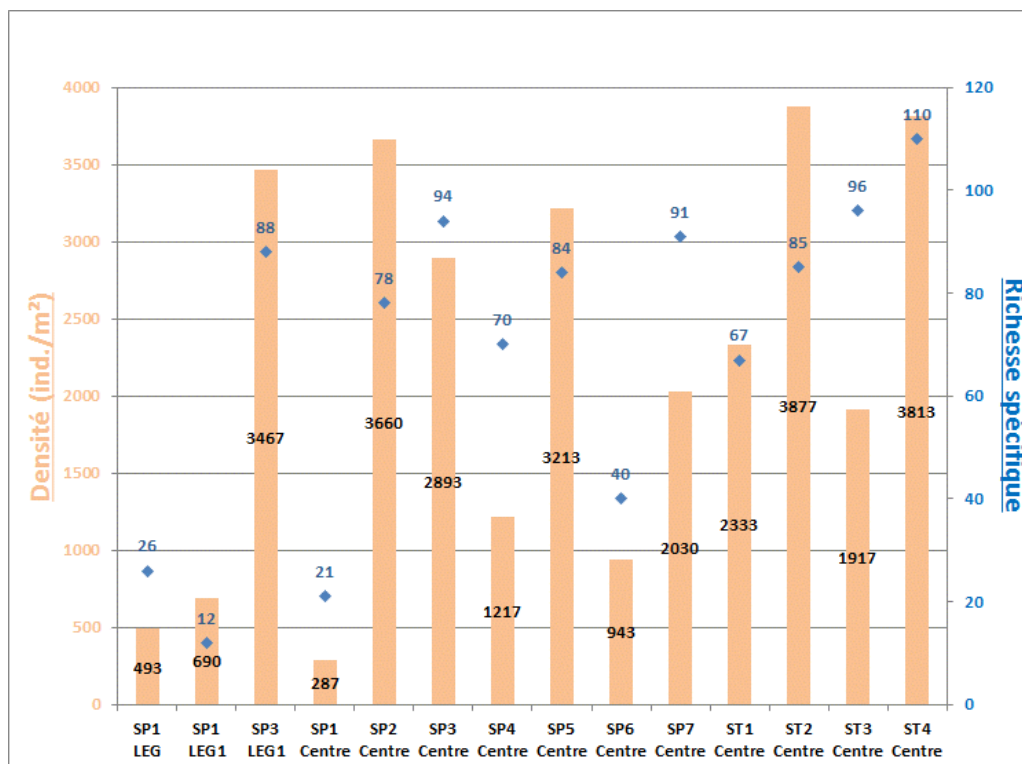


Figure 43. Richesse spécifique et densité totale par station

➤ Quelques commentaires peuvent être faits quant aux caractéristiques générales **des résultats obtenus au sein d'une même station**.

- Au regard de la Figure 44, plusieurs stations présentent des hétérogénéités intra-stationnelles quant à la valeur de la richesse spécifique. Ceci est le cas notamment pour les stations SP3-LEG1 (29 +/- 8 espèces), SP3 (31 +/- 14 espèces), ST2 (28 +/- 14 espèces) et ST4-Centre (37 +/- 12 espèces). Les 10 autres stations peuvent être considérées homogènes en termes de richesse spécifique par réplicat.

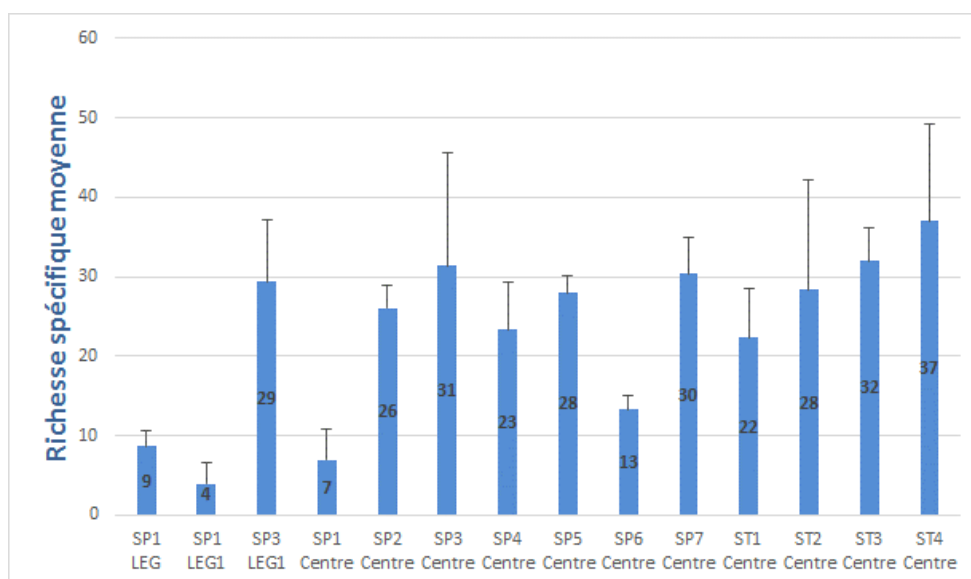


Figure 44. Richesse spécifique moyenne par réplicat, et écart-type associé

- Des remarques peuvent être faites également au regard des valeurs de l'abondance moyenne par station (Figure 45). Les abondances moyennes par réplikat (0,1m²) montrent des hétérogénéités fortes pour 4 stations essentiellement : SP1-LEG1 (69 ind. +/- 44), SP5-Centre (321 ind. +/- 93), ST2-Centre (388 ind. +/- 258) et ST4-Centre (381 ind. +/-178).

En revanche, les 11 autres stations montrent des abondances homogènes par station (écart-types faibles).

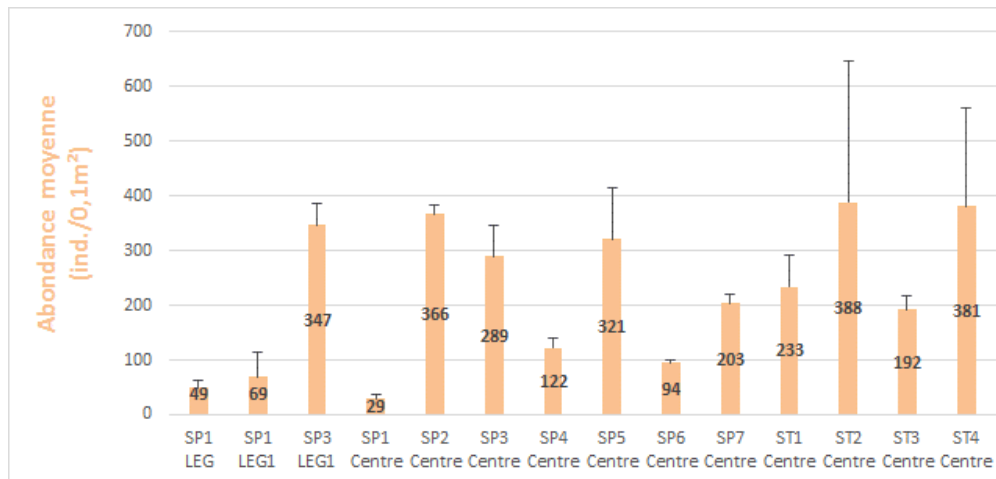


Figure 45. Abondance moyenne par réplikat (pour 0,1m²), et écart-type associé

➤ Enfin, il convient de détailler **les principales espèces composant les peuplements**. Pour cela, le Tableau 22 précise les 15 espèces les plus abondantes par station. Quelques commentaires peuvent être réalisés quant à ces dominances, en fonction des *phyla*, et des compléments sont également proposés au regard de la liste faunistique disponible dans le tome 2 (Annexes) :

- En domaine intertidal, les stations SP1-LEG et SP1-Centre sont dominées par le crustacé cumacé *Eocuma dollfusi*. A la station SP1-LEG1, c'est la coque *Cerastoderma edule* qui est au 1^{er} rang. Ces 3 stations sont peuplées de bivalves comme *Tellina fabula*, *T. tenuis*, *Abra alba* ou *Donax vittatus*.
- En domaine subtidal, l'annélide *Chaetozone gibber* fait partie des espèces dominantes pour 5 stations sur 14. Il domine les 2 stations SP3-LEG1 et ST1-Centre ; il est au 2^{ème} rang aux stations SP3-Centre et ST2-Centre ; il est au 5^{ème} rang en SP2-Centre.
- L'annélide *Pista cristata* fait également partie du groupe dominant aux stations SP4 à SP7-Centre. D'autres espèces d'annélides comme *Notomastus latericeus*, *Spiophanes bombyx*, *Hilbigneris gracilis*, *Aponuphis bilineata*, ou encore *Nephtys cirrosa* font partie du groupe de tête de quelques stations.
- Les effectifs de la crépidule sont élevés aux stations SP3-Centre (65 ind.) et ST4-Centre (99 ind.)
- Les crustacés amphipodes du genre *Ampelisca* font partie du cortège de tête (entre le 1^{er} et le 3^{ème} rang) pour 8 stations sur les 14.

- L'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*) est présente à 4 stations. Elle est particulièrement abondante aux stations SP6 et ST4-Centre. Les nucules (*Nucula spp.*) sont également abondantes aux stations SP2, SP4 à SP6, et ST2 à ST3-Centre. Le bivalve *Spisula subtruncata* n'est abondant qu'aux stations SP3-LEG1, SP2 et ST1-Centre. Malgré leur rapidité d'enfouissement, des couteaux (*Ensis ensis*) sont également recensés à la station ST1-Centre notamment.
- Les échinodermes ne présentent une dominance marquée qu'à la station ST4-Centre avec la présence d'*Amphipholis squamata*.
- Les ascidies *Molgula occulta/oculata* sont présentes en grand nombre à la station SP5-Centre et constituent une particularité remarquable. L'ascidie *Pyura tessellata* plus commune est également dominante en SP7-Centre.
- Enfin, 1 lançon (*Ammodytes tobianus*) est relevé en SP3-Centre.

	SP1 LEG		SP1 LEG1		SP3 LEG1		SP1 Centre		SP2 Centre
<i>Eocuma dollfusi</i>	65	<i>Cerastoderma edule</i>	110	<i>Chaetozone gibber</i>	250	<i>Eocuma dollfusi</i>	31	<i>Aponuphis bilineata</i>	153
<i>Bathyporeia pilosa</i>	11	<i>Peringia ulvae</i>	24	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	161	<i>Donax vittatus</i>	15	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	139
<i>Angulus fabula</i>	9	<i>Nephtys cirrosa</i>	22	<i>Aponuphis bilineata</i>	68	<i>Magelona mirabilis</i>	7	<i>Ampelisca brevicornis</i>	134
<i>Magelona mirabilis</i>	8	<i>Abra alba</i>	19	<i>Ampelisca brevicornis</i>	61	<i>Nephtys cirrosa</i>	6	<i>Euclymene oerstedii</i>	117
<i>Glycera tridactyla</i>	7	<i>Nephtys caeca</i>	13	<i>Prionospio malmgreni</i>	58	<i>Spiophanes bombyx</i>	5	<i>Chaetozone gibber</i>	110
<i>Spio filicornis</i>	5	<i>Angulus fabula</i>	6	<i>Euclymene oerstedii</i>	46	<i>Glycera tridactyla</i>	2	<i>Nephtys cirrosa</i>	40
<i>Capitella capitata</i>	4	<i>Angulus tenuis</i>	6	<i>Nephtys cirrosa</i>	31	<i>Sigalion mathildae</i>	2	<i>Spiophanes bombyx</i>	36
<i>Nephtys caeca</i>	4	<i>Donax vittatus</i>	3	<i>Notomastus latericeus</i>	31	<i>Spio decoratus</i>	2	<i>Notomastus latericeus</i>	33
<i>Polycirrus sp.</i>	4	<i>Glycera tridactyla</i>	1	<i>Ampharete finmarchica</i>	25	<i>Acrocrida brachiata</i>	2	<i>Leiochone leiopygos</i>	29
<i>Sigalion mathildae</i>	4	<i>Bathyporeia sarsi</i>	1	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	20	<i>Amphipholis squamata</i>	2	<i>Abra alba</i>	23
<i>Cumopsis longipes</i>	4	<i>Crangon crangon</i>	1	<i>Spio decoratus</i>	20	<i>Nassarius reticulatus</i>	2	<i>Nephtys caeca</i>	21
NEMERTEA	3	<i>Kurtiella bidentata</i>	1	<i>Spiophanes bombyx</i>	19	<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	<i>Nucula nitidosa</i>	20
<i>Scolecipis (Parascolelepis) tridentata</i>	2			NEMERTEA	18	<i>Notomastus latericeus</i>	1	<i>Medicorophium runcicorne</i>	18
<i>Spiophanes bombyx</i>	2			<i>Poecilochaetus serpens</i>	12	<i>Polycirrus sp.</i>	1	<i>Spisula subtruncata</i>	18
<i>Urothoe poseldonis</i>	2			<i>Prionospio cirrifer</i>	11	<i>Scolecipis (Scolelepis) squamata</i>	1	<i>Prionospio malmgreni</i>	15
	SP3 Centre		SP4 Centre		SP5 Centre		SP6 Centre		SP7 Centre
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	120	<i>Ampelisca spinipes</i>	50	<i>Spio filicornis</i>	189	<i>Bathyporeia pelagica</i>	82	<i>Pista cristata</i>	66
<i>Chaetozone gibber</i>	116	<i>Pista cristata</i>	33	<i>Ampelisca typica</i>	72	<i>Nucula nitidosa</i>	35	<i>Pyura tessellata</i>	50
<i>Crepidula fornicata</i>	65	<i>Ampelisca typica</i>	24	<i>Pista cristata</i>	68	<i>Pista cristata</i>	31	<i>Ampelisca brevicornis</i>	36
<i>Aponuphis bilineata</i>	63	<i>Notomastus latericeus</i>	22	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	68	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	21	<i>Spio filicornis</i>	32
<i>Euclymene oerstedii</i>	35	<i>Hilbigneris gracilis</i>	21	<i>Ampelisca spinipes</i>	57	<i>Nephtys caeca</i>	16	<i>Syllis cornuta</i>	30
<i>Nephtys cirrosa</i>	32	<i>Ampelisca brevicornis</i>	21	<i>Molgula occulta / oculata</i>	48	<i>Glycymeris glycymeris</i>	13	<i>Notomastus latericeus</i>	26
<i>Ampelisca brevicornis</i>	32	<i>Armandia polyopthalma</i>	18	<i>Notomastus latericeus</i>	47	<i>Armandia polyopthalma</i>	10	<i>Ampelisca typica</i>	26
<i>Notomastus latericeus</i>	31	<i>Nucula hanleyi</i>	15	<i>Poecilochaetus serpens</i>	40	<i>Nucula nucleus</i>	10	<i>Eteone longa</i>	22
<i>Spiophanes bombyx</i>	23	<i>Leptocheirus hirsutimanus</i>	11	<i>Ampelisca brevicornis</i>	38	<i>Chaetozone gibber</i>	7	<i>Chone duneri</i>	19
<i>Poecilochaetus serpens</i>	21	<i>Microdeutopus sp. (femelles)</i>	11	<i>Ampharete finmarchica</i>	34	<i>Haplostylus normani</i>	6	<i>Chaetozone setosa</i>	16
NEMERTEA	20	<i>Nephtys caeca</i>	8	NEMERTEA	21	<i>Nephtys cirrosa</i>	4	<i>Ampelisca spinipes</i>	16
<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	16	<i>Nicolea venustula</i>	6	<i>Nucula hanleyi</i>	19	<i>Othomaera othonis</i>	4	<i>Polycirrus sp.</i>	15
<i>Platynereis coccinea</i>	13	<i>Urothoe marina</i>	6	<i>Nicolea venustula</i>	17	<i>Hilbigneris gracilis</i>	3	<i>Nucula hanleyi</i>	12
<i>Spio decoratus</i>	12	<i>Ampharete finmarchica</i>	5	<i>Thia scutellata</i>	17	<i>Polycirrus sp.</i>	3	<i>Caulerliella bioculata</i>	10
<i>Anapagurus hyndmanni</i>	12	<i>Upogebia deltaura</i>	5	<i>Spio decoratus</i>	14	<i>Spio decoratus</i>	3	<i>Chaetozone gibber</i>	10
	ST1 Centre		ST2 Centre		ST3 Centre		ST4 Centre		
<i>Chaetozone gibber</i>	188	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	286	<i>Notomastus latericeus</i>	75	<i>Caulerliella alata</i>	106		
<i>Spiophanes bombyx</i>	81	<i>Chaetozone gibber</i>	159	<i>Hilbigneris gracilis</i>	45	<i>Crepidula fornicata</i>	99		
<i>Aponuphis bilineata</i>	36	<i>Aponuphis bilineata</i>	60	<i>Ampelisca typica</i>	42	<i>Apseudopsis latreillii</i>	61		
<i>Urothoe pulchella</i>	32	<i>Ampelisca brevicornis</i>	54	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	31	<i>Leptochiton cancellatus</i>	61		
<i>Prionospio malmgreni</i>	28	<i>Notomastus latericeus</i>	50	<i>Nucula hanleyi</i>	20	<i>Caulerliella bioculata</i>	57		
<i>Leiochone leiopygos</i>	25	<i>Ampharete finmarchica</i>	38	<i>Leptocheirus hirsutimanus</i>	16	<i>Amphipholis squamata</i>	56		
<i>Polycirrus sp.</i>	20	<i>Poecilochaetus serpens</i>	35	NEMERTEA	16	<i>Chaetozone gibber</i>	47		
<i>Angulus fabula</i>	20	<i>Prionospio malmgreni</i>	27	<i>Pista cristata</i>	15	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	35		
<i>Ampelisca brevicornis</i>	17	<i>Capitella capitata</i>	26	<i>Caulerliella alata</i>	14	<i>Pyura sp.</i>	35		
<i>Glycera tridactyla</i>	16	<i>Nucula hanleyi</i>	24	<i>Caulerliella bioculata</i>	14	<i>Notomastus latericeus</i>	33		
<i>Euclymene oerstedii</i>	15	<i>Spio filicornis</i>	22	<i>Leiochone leiopygos</i>	14	<i>Apseudes talpa</i>	32		
<i>Apseudopsis latreillii</i>	14	<i>Euclymene oerstedii</i>	21	<i>Ampelisca spinipes</i>	13	<i>Nicolea venustula</i>	30		
<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	13	<i>Spio decoratus</i>	18	<i>Poecilochaetus serpens</i>	12	<i>Spirobranchus triqueter</i>	25		
<i>Magelona filiformis</i>	13	<i>Spiophanes bombyx</i>	18	<i>Syllis cornuta</i>	11	<i>Hilbigneris gracilis</i>	22		
<i>Siphonocetes (Centraloecetes) kroyeranus</i>	13	<i>Ampelisca typica</i>	15	<i>Ampharete finmarchica</i>	9	<i>Othomaera othonis</i>	19		

Tableau 22. Effectifs des 15 espèces les plus abondantes par station

6.2.1.2. Indices de diversité et d'équitabilité

- L'indice de Shannon-Weaver (H') a été calculé à partir du logiciel AZTI (Figure 46) : il montre des valeurs contrastées.

La même tendance que celle observée sur le corridor d'Erquy semble se dégager : la diversité augmente avec l'éloignement à la côte. En effet, les valeurs de H' sont relativement faibles pour les stations de l'étage médiolittoral SP1-LEG ($H'=3,36$), SP1-LEG1 (2,29), et SP1-Centre (3,28).

La diversité augmente avec l'éloignement à la côte à partir des stations voisines SP2-Centre ($H'=4,46$), SP3-LEG1 ($H'=4,47$), ST1 ($H'=4,49$) et ST2-Centre ($H'=4,66$) jusqu'aux stations situées au large telles que SP7 ($H'=5,39$) et ST4-Centre ($H'=5,5$, valeur maximale). Une exception à cette tendance peut être constatée pour la station SP6-Centre ($H' = 3,86$).

Cette tendance peut être expliquée par le gradient sédimentaire et bathymétrique (voir 6.4.3 Synthèse cartographique).

Les stations SP3 et ST4-Centre dominées par la crépidule présentent un indice de Shannon élevé ($H' = 5,05$ et $5,5$ resp.) relativement aux autres.

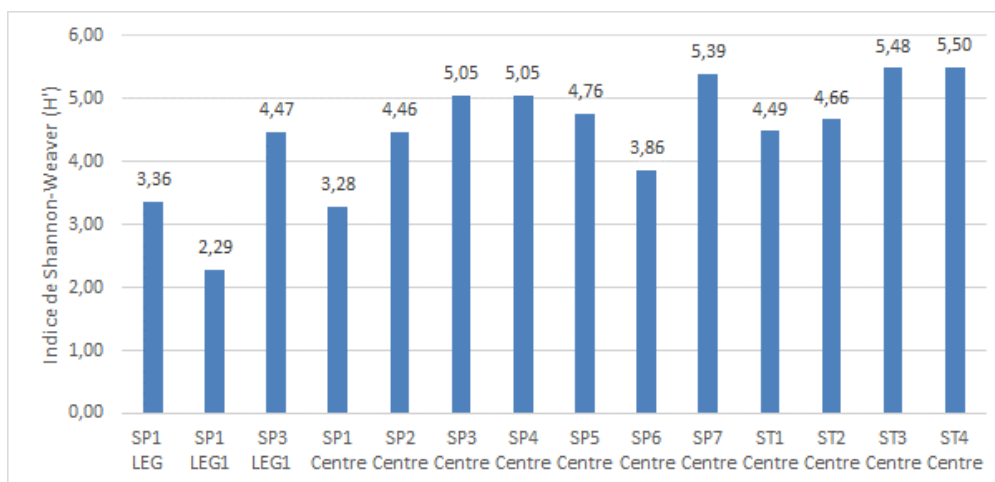


Figure 46. Valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') aux différentes stations échantillonnées (tous réplicats confondus)

- L'indice de Pielou, exposé à la Figure 47, montre une bonne équirépartition des espèces aux stations SP4, SP7, ST3, et ST4-Centre ($J \geq 0,81$). Il s'agit par ailleurs des stations aux plus fortes diversités.
- Dans l'ensemble, les valeurs de J sont peu contrastées relativement à celles de H' : les plus faibles correspondent globalement aux valeurs de H' les plus faibles pour les stations intertidales et côtières (SP1-LEG, SP1-LEG1, SP3-LEG1, SP2 et ST2 Centre) pour lesquelles $J \leq 0,73$. Il existe donc des effets de dominances pour ces stations.
- On note à ce titre qu'un peuplement peu diversifié peut présenter une bonne équirépartition des espèces, comme ceci est le cas pour la station SP6-Centre ($H'=3,86$) : sa diversité est donc faible à cause d'une richesse

spécifique peu élevée ($S=40$), mais non en raison de fortes dominances ($J=0,73$).

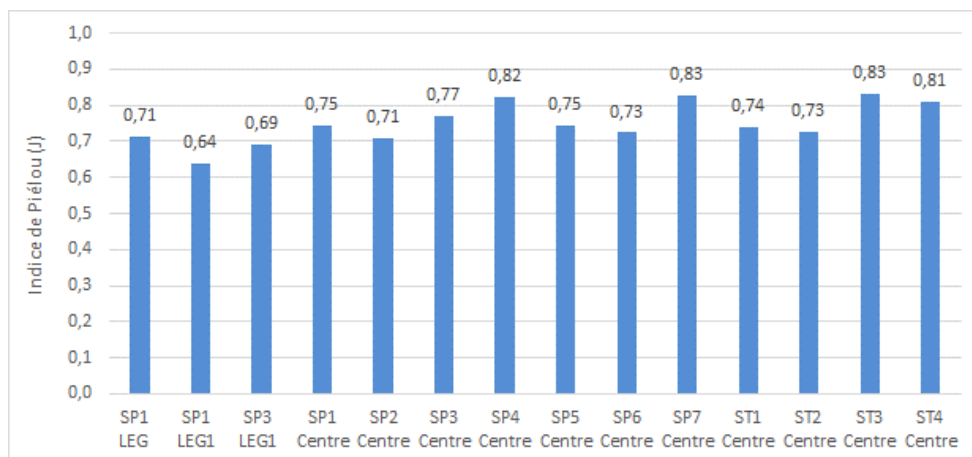


Figure 47. Valeurs de l'indice de Pielou (J) aux différentes stations échantillonnées (tous réplicats confondus)

6.2.1.3. Groupes taxonomiques

Les groupes taxonomiques par station sont détaillés à la Figure 48.

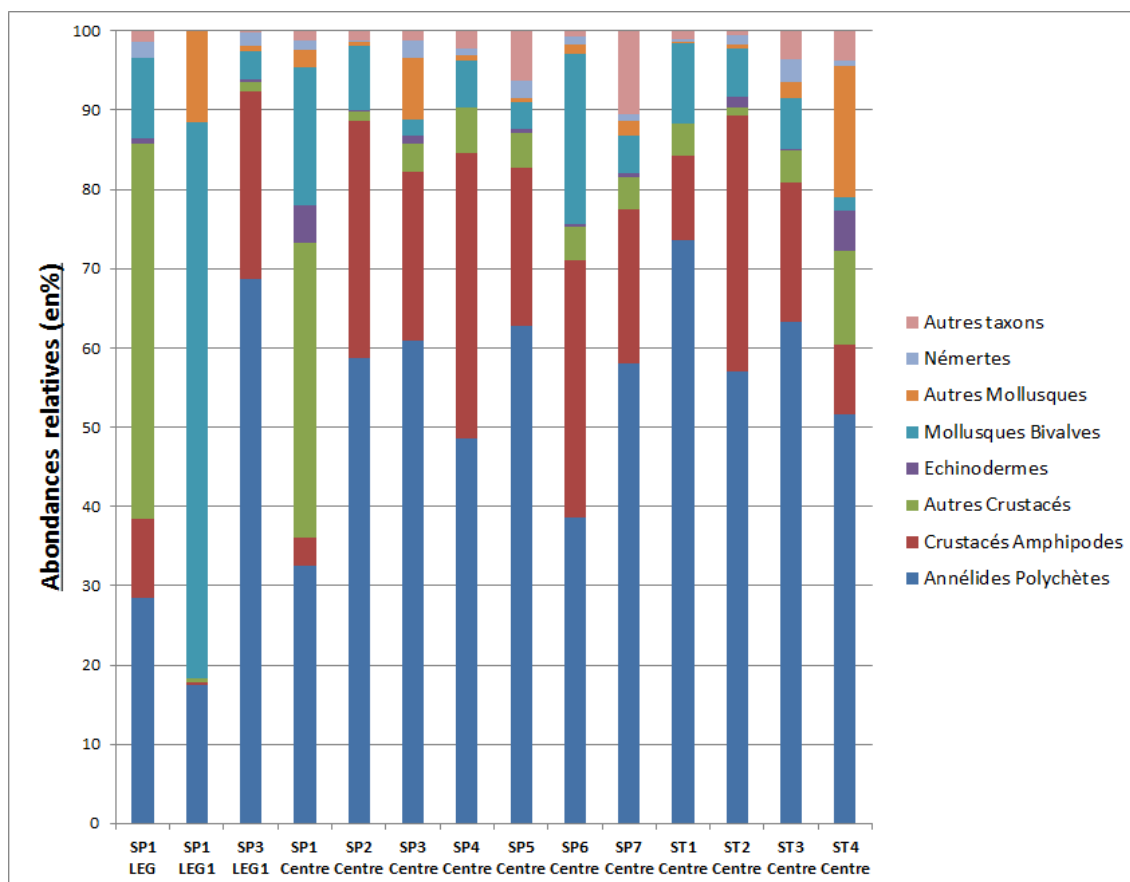


Figure 48. Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance totale

- Les annélides dominent les peuplements de 11 stations sur 14 (proportions majoritaires). Les trois exceptions sont les stations :
 - o SP1-LEG et SP1-Centre, en milieu intertidal, davantage dominées par le crustacé cumacé *Eocuma dollfusi*.
 - o SP1-LEG1, dominée par la coque *Cerastoderma edule* (70%).

Les annélides sont représentés par 110 espèces sur les 261 identifiées sur ce corridor.

- Les crustacés amphipodes apportent également une importante contribution dans les abondances : ils sont représentés par 42 espèces sur les 261 au total.
- Les échinodermes ne dépassent guère 1%, excepté aux stations SP1 et ST4-Centre qui totalisent environ 5% de l'abondance totale pour ce taxon.
- Les « autres mollusques » sont représentés essentiellement par la crépidule aux stations SP3 et ST4 Centre (7,7 et 16,7% resp.), et par le gastéropode *Peringia ulvae* à la station SP1-LEG1 (11,6%).
- Les fortes proportions en « autres taxons » des stations SP5 et SP7-Centre sont essentiellement dues aux abondances élevées des ascidies.

6.2.1.4. Groupes trophiques

Les groupes trophiques par station sont détaillés à la Figure 49.

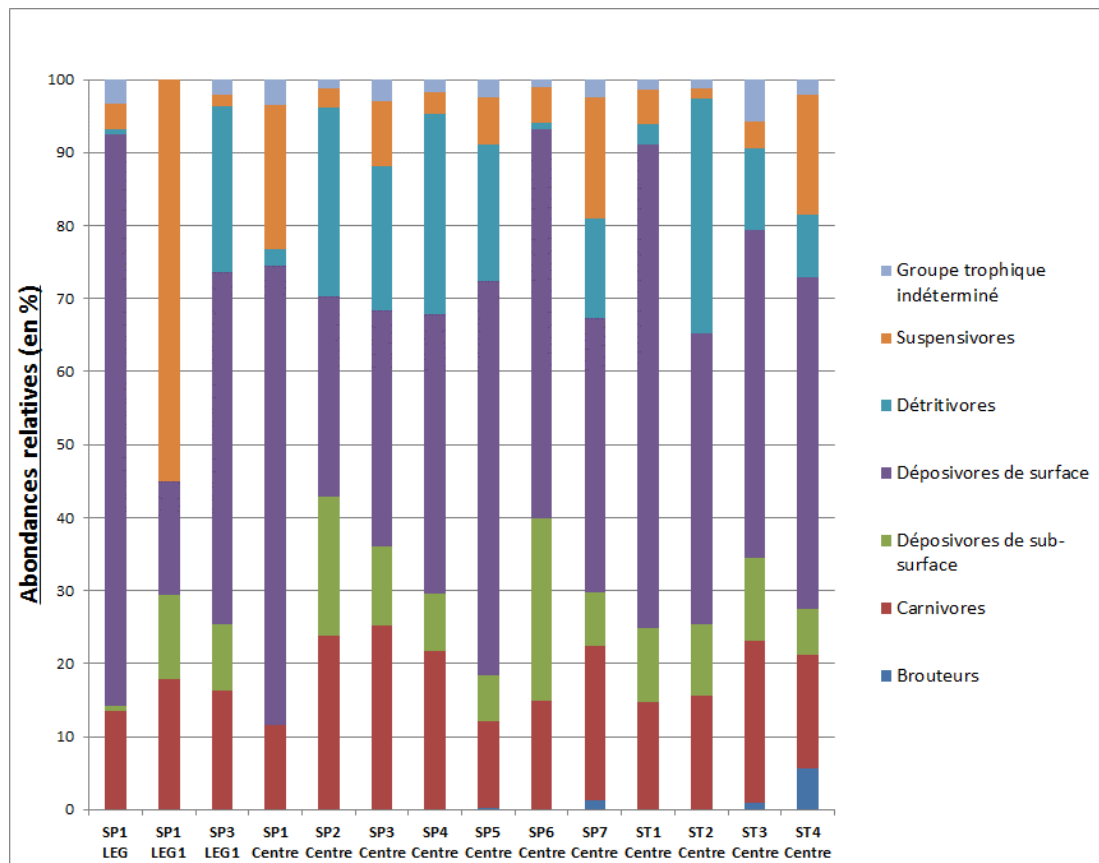


Figure 49. Répartition des groupes trophiques selon l'abondance totale

- Les dépositivores de surface dominent pour une large part la plupart des stations investiguées, résultats à relier principalement avec les fortes abondances d'annélides ayant ce régime trophique.
- Les suspensivores tiennent une large place en SP1-LEG1 (55%) par la présence de la coque *Cerastoderma edule*.
- Les carnivores sont bien représentés à toutes les stations : ils représentent entre 11,6% (SP1-Centre) et 25,1% (SP3-Centre) de l'abondance totale.
- Les brouteurs sont peu voire pas représentés, sauf à la station ST4-Centre par la présence du chiton *Leptochiton cancellatus*.

6.2.1.5. Groupes écologiques

Les groupes écologiques par station sont détaillés à la Figure 50.

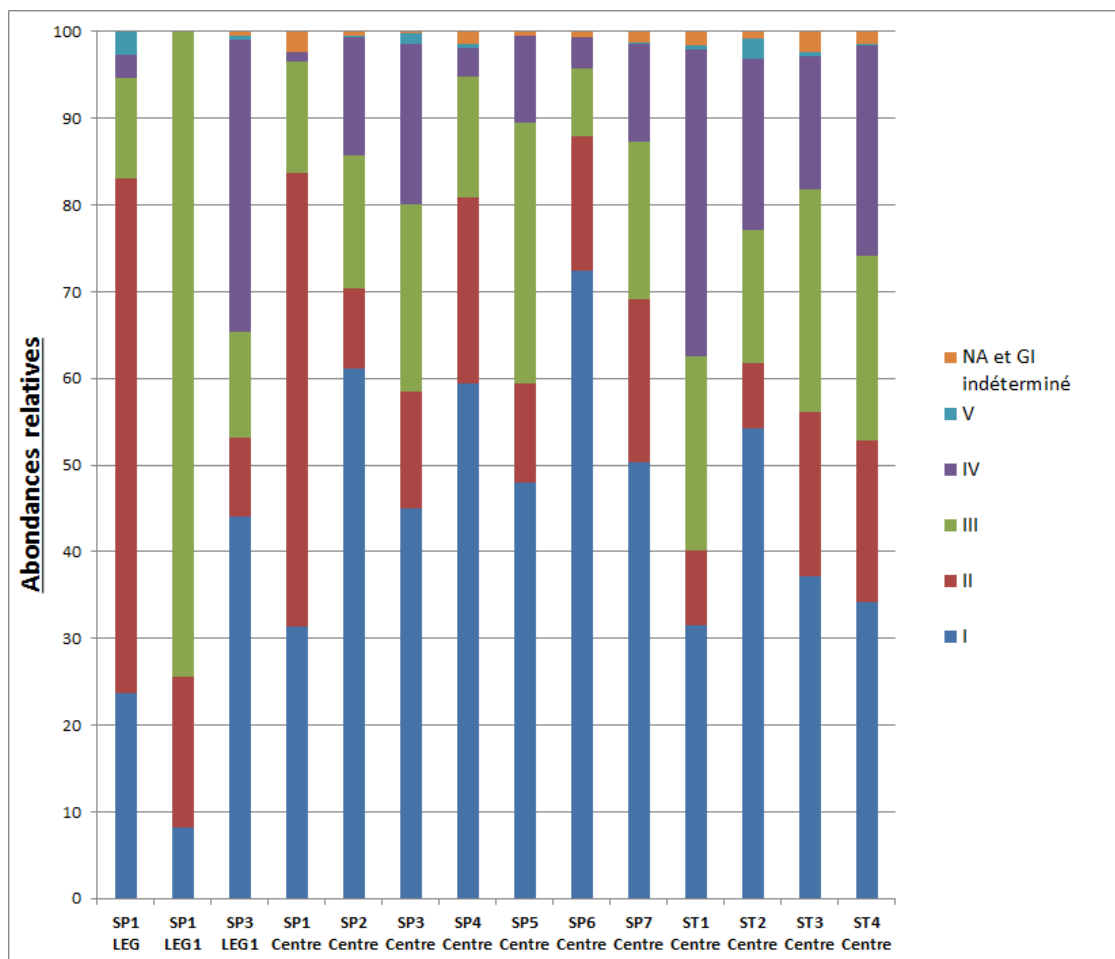


Figure 50. Répartition des groupes écologiques selon l'abondance

- Le groupe écologique V, le plus tolérant à la charge en matière organique, n'excède pas 2,7% en SP1-LEG et 2,2% en ST2-Centre par la présence de l'annélide *Capitella capitata*. Le groupe V est présent en proportions négligeables dans les autres stations.
- Le groupe IV en revanche est dominant à la station ST1-Centre (35%) et abondant aux stations SP3-LEG1, SP3, ST2, et ST4-Centre dont les abondances de l'annélide *Chaetozone gibber* (groupe IV) sont particulièrement fortes (ainsi que celle de *Caulleriella alata* en ST4-Centre).

- Le groupe III représente entre 7% et 30% des abondances totales, avec une exception à la station SP1-LEG1 (74%).
- Les proportions du groupe II sont comprises entre environ 7,5% et 21%, avec deux particularités aux stations SP1-LEG (60%) et SP1-Centre (52%).
- Enfin, le groupe I domine pour 10 stations sur 14 où il représente plus de 34% de l'abondance totale.

6.2.1.6. Diagrammes rang-fréquence (DRF)

A l'image de ce qui a été réalisé pour le corridor d'Erquy, il est choisi d'aborder la structure des peuplements à partir des DRF. Leur allure varie en fonction de la diversité spécifique et de l'équitabilité : concave lorsque ces deux paramètres sont faibles et convexe lorsqu'ils sont élevés (Frontier *et al*, 1991, *in* Hamon *et al*, 2002).

Ainsi, d'après ce qui a été exposé en 2.3.4 *Données benthiques*, il est possible de dégager plusieurs tendances (Figure 51) :

- Les stations intertidales SP1-LEG, SP1-LEG1 et SP1-Centre montrent une allure similaire au stade 1, c'est-à-dire à un écosystème composé d'espèces dites « pionnières » dans le sens de dominances marquées par la forte pente de départ. Il s'agit des espèces *Eocuma dollfusi* en SP1-LEG et SP1-Centre, et *Cerastoderma edule* en SP1-LEG1.
- Les allures des courbes des autres stations sont assez similaires dans l'ensemble (excepté SP2-Centre) et correspondent davantage à un stade 3, soit un stade d'écosystème mature.

Il est cependant périlleux d'aller plus loin dans l'analyse.

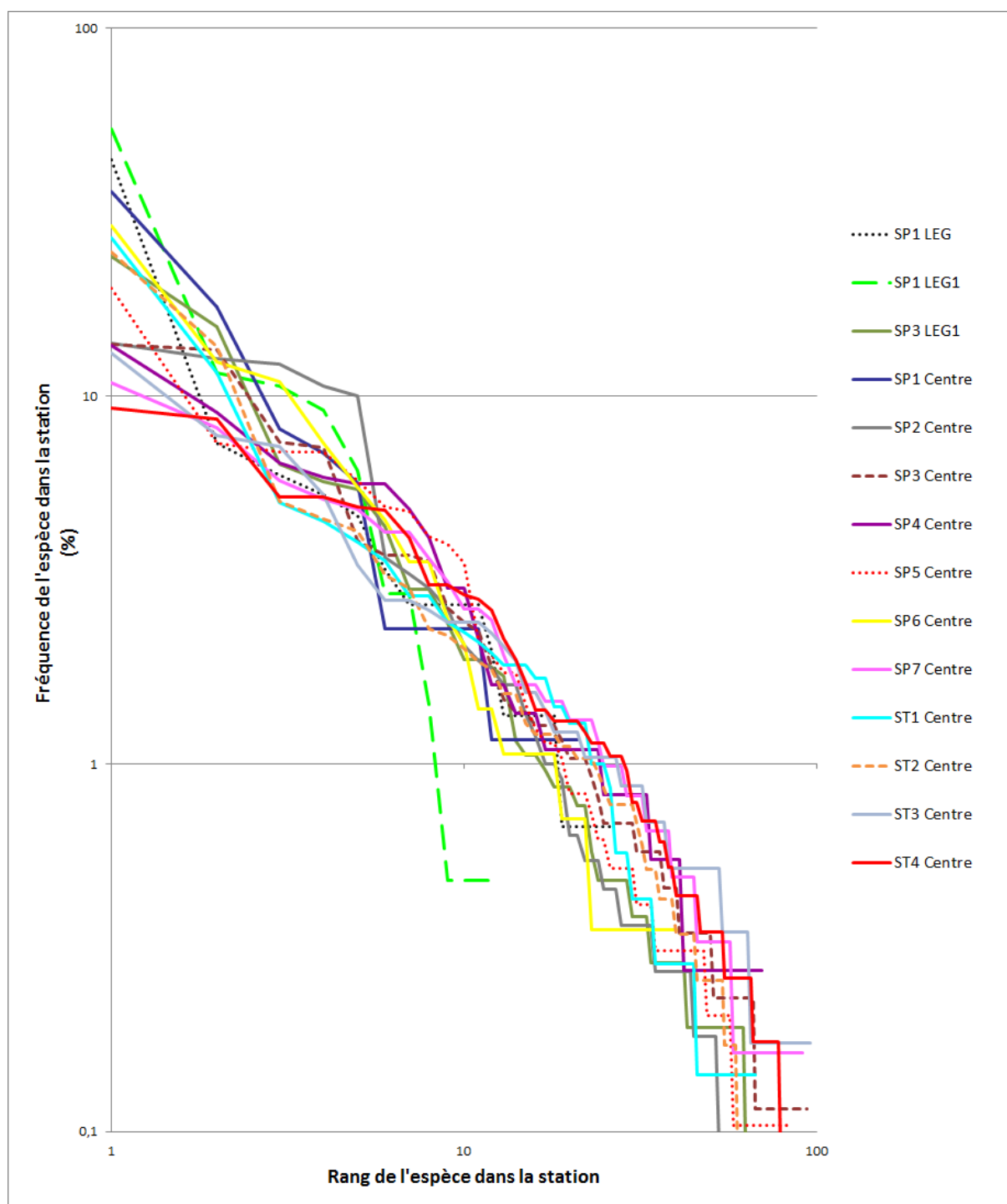


Figure 51. Diagramme rang-fréquence pour les 14 stations de prélèvements (échelles logarithmiques de base 10)

6.2.1.7. Biomasse

Les données de biomasse sont classées par taxon (Figure 52).

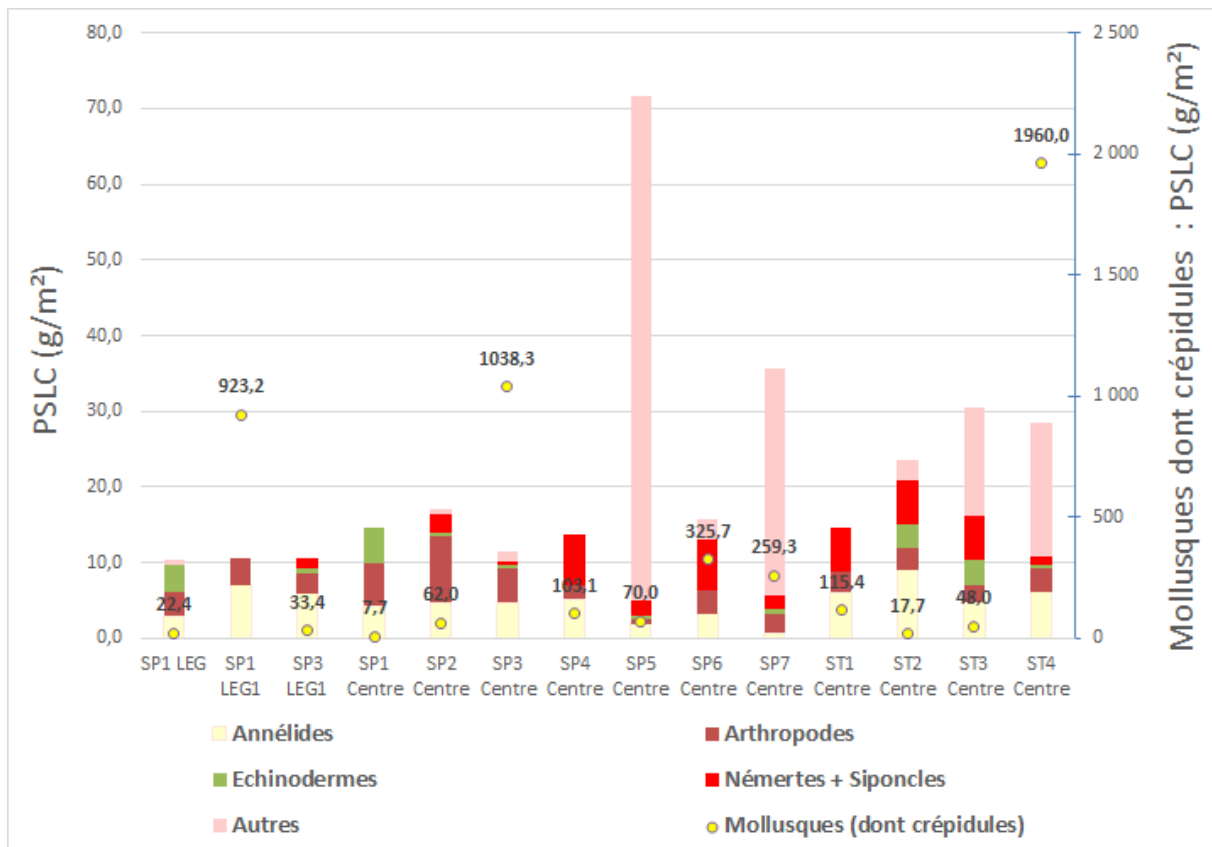


Figure 52. Biomasses par station : PSLC (en g/m²)

Quelques remarques peuvent être faites :

- Les mollusques contribuent fortement à la biomasse aux stations SP1 LEG1 (dominance de la coque *Cerastoderma edule*), SP3 et ST4-Centre (forte abondance de la crépidule), et dans une moindre mesure en SP6 et SP7-Centre (abondance de l'amande de mer).
- Contribution des mollusques mise à part :
 - o le PSLC des annélides n'est majoritaire qu'aux stations SP1 et SP3 LEG1, SP2-Centre, ainsi qu'en ST1 et ST2-Centre.
 - o Les némeretes et siponcles contribuent fortement à la biomasse aux stations SP4, SP6, ST1 à ST3-Centre.
 - o La part importante du PSLC des « autres » groupes aux stations SP5, SP7, ST3 et ST4-Centre est due essentiellement aux fortes abondances d'ascidies.

Cette analyse constitue un état des lieux des biomasses sur les stations, qui servira de fondement à un suivi futur le cas échéant. Néanmoins, ces données restent difficiles à analyser de manière absolue.

6.2.2. Indices basés sur les groupes écologiques

6.2.2.1. L'AMBI

La Figure 53 illustre les valeurs de l'AMBI pour chacune des stations.

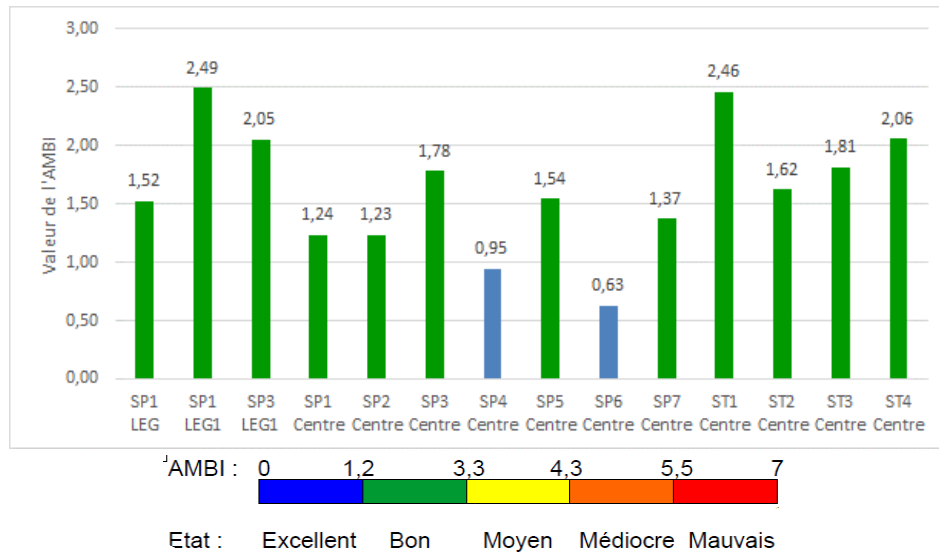


Figure 53. Valeurs de l'AMBI par station et grille de lecture associée, extraite de Dauvin, *et al* (2006).

Les résultats sont les suivants :

- **Les stations SP4 et SP6-Centre sont en « excellent » état écologique**
- **Toutes les autres stations sont en « bon » état écologique**

Pour les mêmes raisons évoquées en 6.1.2 *Indices basés sur les groupes écologiques*, la question de la pertinence de l'indice, donc de l'état écologique associé, peut se poser notamment pour les stations SP1-LEG1 et SP1-Centre, qui ne totalisent que 12 et 21 espèces respectivement.

6.2.2.2. Le BENTIX

La Figure 54 illustre les valeurs du BENTIX pour chacune des stations.

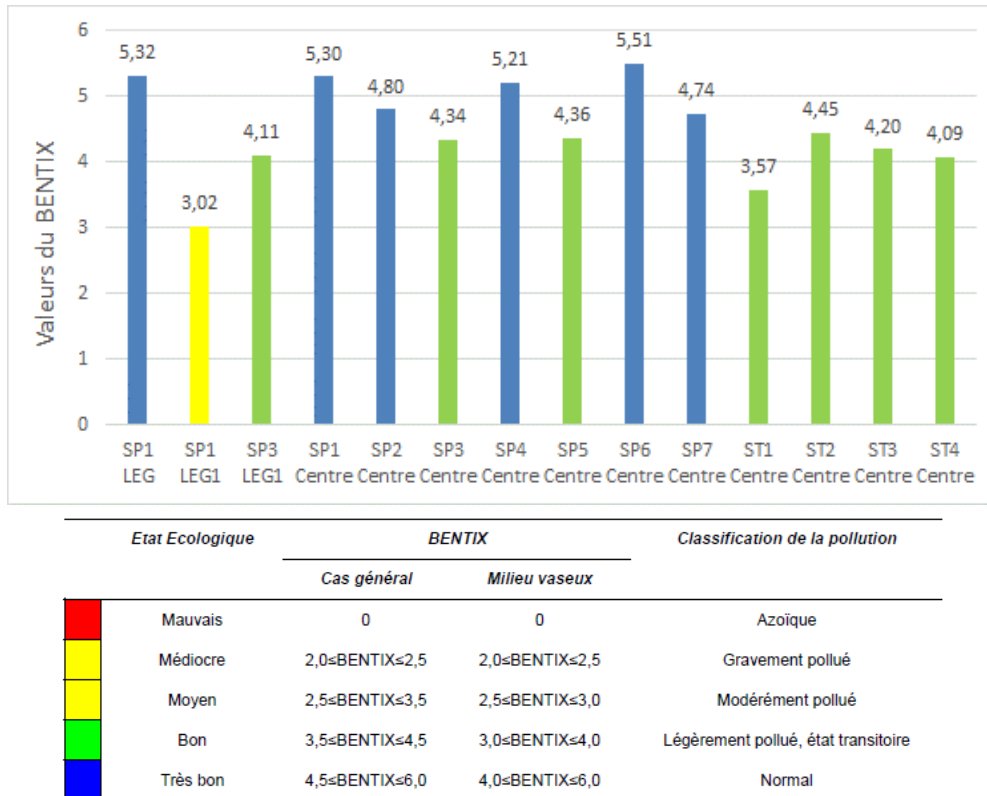


Figure 54. Valeurs du BENTIX par station et grille de lecture associée extraite de Grall, et al (2005).

Les résultats sont plus nuancés que ceux de l'AMBI :

- Davantage de stations sont en très bon état écologique (6 au total). Les 2 stations en excellent état écologique selon l'AMBI le sont aussi selon le BENTIX.
- Une station (SP1-LEG1) est en revanche dans un état écologique moyen selon le BENTIX. De manière cohérente, cette station a la valeur d'AMBI la plus élevée du pool de stations.

6.2.3. Classification des peuplements issus des campagnes

L'analyse multivariée sur la matrice espèces/stations permet de produire un dendrogramme fondé sur les similarités (voir 6.4 Peuplements à l'échelle de la baie, Figure 69). Les assemblages sont évoqués ici en anticipation de la synthèse globale, de manière à proposer un bilan des unités bio-sédimentaires identifiées au sein des corridors Centre et du Légué qui recensent 4 des 6 assemblages identifiés dans l'étude.

Assemblage	Stations
1	SP1-LEG1
	SP1-LEG
	SP1-Centre
3	SP3-LEG1
	SP2-Centre
	SP3-Centre
	ST1-Centre
	ST2-Centre
4	SP4-Centre
	SP5-Centre
	SP7-Centre
	ST3-Centre
	ST4-Centre
5	SP6-Centre

Tableau 23. Correspondances entre les stations du corridor Centre et du Légué, et les unités bio-sédimentaires identifiées en 6.4. *Peuplements à l'échelle de la baie.*

6.2.4. Description des espèces déterminantes ZNIEFF

Le Tableau 24 met en évidence les espèces appartenant aux listes d'espèces déterminantes ZNIEFF. Cette approche ne constitue pas une contrainte réglementaire. Néanmoins, étant donnée la relative nécessité de compléments qui devraient être apportés aux listes d'espèces d'intérêt communautaire (Natura 2000) et à celles des espèces OSPAR, souvent trop généralistes, ceci conduit à considérer le document de Derrien-Courtél, *et al* (2010) comme une référence locale pertinente en termes d'enjeux de conservation.

Espèces ZNIEFF	N° de liste	Stations
<i>Ophelia roscoffensis</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	SP7-Centre
<i>Sabella discifera</i>		
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	Liste 2 / Espèces peu communes présentant un faciès particulièrement développé	SP3-LEG1
	Liste 6 / Espèces ingénieuses et/ou jouant un rôle d'indicateur d'importance, permettant un habitat diversifié	SP2 à SP5 –
		Centre
<i>Thia scutellata</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	ST2 et ST3- Centre
		SP4 à SP7- Centre
		ST2 à ST4- Centre
<i>Asthenognathus atlanticus</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	SP3-LEG1

Tableau 24. Espèces déterminantes ZNIEFF sur les stations d'étude (d'après Derrien-Courtél, *et al*, 2010)

Le crustacé *Thia scutellata* est présent à la moitié des stations sur les 14 investiguées, et son abondance est particulièrement élevée à la station SP5-Centre, avec 17 individus dénombrés.

Le crustacé *Asthenognathus atlanticus* est recensé une seule fois en SP3-LEG1.

On note par ailleurs que la crépidule est inscrite sur la liste B2, correspondant aux espèces en extension, sans qu'elle constitue un quelconque enjeu en termes de préservation.



Figure 55. Quelques illustrations des espèces déterminantes ZNIEFF sur les 2 corridors (@ IDRA) : à gauche : *Asthenognathus atlanticus* ; à droite : *Ampelisca tenuicornis*. NB : les autres espèces sont déjà illustrées à la Figure 42.

Enfin, et c'est une particularité des recherches menées sur ce corridor, quelques individus ont posé des problèmes de détermination. Il s'agit d'individus du genre *Idunella* identifiés aux stations SP7 et ST3-Centre.

Après expertise par un spécialiste dans ce domaine, Dr. Cédric d'Udekem d'Acoz du Royal Belgian Institute of Natural Sciences, **il s'avère que les 8 individus dénombrés dans ces 2 stations pourraient être une espèce allochtone, ou une nouvelle espèce pour la science (Annexe 3)**. Ceci sera à confirmer ultérieurement.

A ce jour, selon ce spécialiste, « le site de prélèvement devrait autant que possible être préservé intact ».

6.2.5. Espèces benthiques commerciales

Parmi les espèces benthiques prélevées à la benne, certaines ont une portée commerciale. Un zoom est effectué sur ces espèces.

Etant donné le manque de sélectivité de la benne pour échantillonner la plupart de ces espèces, et le maillage fourni, il n'est pas possible de donner un estimatif de densité sur le linéaire.

Les espèces concernées sont exposées dans le Tableau 25. **En fin de document, des fiches descriptives de quelques espèces sont proposées, accompagnées parfois de carte dans le contexte général du Golfe Normand Breton** (Annexe 6 à Annexe 9).

Espèce benthique commerciale	Stations où l'espèce est identifiée / nombre approx. d'ind./m ²)
Amande de mer (<i>Glycymeris glycymeris</i>)	SP5-Centre / 3 ind.
	SP6-Centre / 43 ind.
	SP7-Centre / 16 ind.
	ST4-Centre / 40 ind.
Vanneau d'Europe (<i>Mimachlamys varia</i>)	ST4-Centre / 3 ind.
Palourde rose (<i>Polititapes rhomboides</i>)	SP4-Centre / 6 ind.
	SP5-Centre / 6 ind.
	SP7-Centre / 26 ind.
	ST3-Centre / 10 ind.

Tableau 25. Densités (par m²) des principales espèces benthiques commerciales prélevées par station sur le corridor Centre

La coquille Saint Jacques n'a pas été prélevée sur ce corridor ce qui n'est pas synonyme de son absence, mais du caractère difficilement échantillonnable à la benne. **Cette espèce constitue quoi qu'il en soit un enjeu majeur du secteur.**

Le vanneau est exceptionnellement présent à la station ST4-Centre et la palourde est bien représentée.

6.2.6. Synthèse intermédiaire

Sur le corridor Centre-Légué, les résultats et conclusions essentiels sont les suivants :

- Sur l'ensemble des 14 stations étudiées, **261 espèces** (ou taxons dans certains cas) ont été répertoriées, pour un total de **9 250 individus déterminés**.
- La richesse spécifique varie entre un minimum de 12 (milieu pauvre) et un maximum de 110 espèces (milieu riche : valeur maximale sur l'ensemble de l'étude).
- Les densités varient d'un minimum de 287 ind.m⁻², à un maximum de 3 877 ind.m⁻².
- **Les richesses spécifiques et abondances relevées en zone intertidale sont les plus faibles.**
- **Aux richesses spécifiques élevées relevées sur les 2 stations colonisées par la crépidule, correspondent également des valeurs d'abondance faisant partie des plus élevées** du pool de stations.
- **La diversité augmente de manière croissante avec l'éloignement à la côte.**
- Globalement, **les annélides dominent les peuplements**. Cela se retranscrit par la dominance des dépositores de surface.
- Les proportions du groupe écologique V peuvent être considérées négligeables : elles ne dépassent pas 2,7%.
- **Les valeurs de l'AMBI conduisent à des états écologiques majoritairement bons** sur le corridor Centre-Légué, voire excellents pour 2 stations sur les 14 étudiées.
- Les valeurs du BENTIX montrent un contraste un peu plus marqué : **1 station est en état écologique moyen. Cependant, l'utilisation de cet indice aboutit à un plus grand nombre de stations en excellent état écologique** relativement à la classification proposée par l'AMBI.
- Ce corridor présente une **diversité d'habitats benthiques moyenne, avec 4 assemblages différents**, détaillés à la suite du document.
- Au total, **5 espèces ZNIEFF sont recensées sur ce corridor. La plupart des stations étudiées en présentent contrairement au corridor d'Erquy** (10 stations sur 14).
- Au-delà des espèces ZNIEFF, une expertise plus approfondie est menée par le spécialiste Dr. Cédric d'Udekem d'Acoz du *Royal Belgian Institute of Natural Sciences* **afin de statuer sur des individus du genre *Idunella* identifiés aux stations SP7 et ST3-Centre. Il pourrait s'agir d'une espèce allochtone, autochtone rare, voire nouvelle pour la science.**
- Les espèces benthiques d'intérêt commercial sont bien représentées, **avec des densités maximales relevées pour l'amande de mer**. La coquille Saint Jacques reste un enjeu majeur du secteur malgré l'absence de prélèvement sur ce corridor (caractère inadapté de la benne pour son prélèvement).

6.3. CORRIDOR OUEST : RESULTATS

6.3.1. Composition des peuplements

La liste faunistique complète pour chaque station est proposée dans le tome 2 (Annexes).

6.3.1.1. *Richesse spécifique, abondance et espèces principales*

Sur l'ensemble des 8 stations, **247 espèces** (ou taxons dans certains cas) ont été répertoriées, pour un total de **5 358 individus** déterminés.

- **En ce qui concerne la richesse spécifique totale par station**, les résultats sont contrastés (Figure 56) :
 - La station SP1-Ouest située en milieu médiolittoral est paucispécifique, avec 7 espèces recensées.
 - Les stations SP2 et SP5-Ouest présentent avec 61 et 69 espèces, les richesses spécifiques les plus faibles des stations en milieu subtidal.
 - Enfin, 5 stations présentent des richesses supérieures à 84 espèces. Parmi elles, SP4-Ouest est fortement colonisée par la crépidule (*Crepidula fornicata*). La station ST3-Ouest est celle qui recense le plus grand nombre d'espèces ($S=109$).
- **Pour ce qui est des abondances totales**, les points suivants peuvent être dégagés :
 - La station intertidale SP1-Ouest présente l'abondance la plus faible du corridor, et de tous les corridors confondus par ailleurs, avec 50 ind.m⁻².
 - 3 stations présentent des abondances comprises entre 1 637 ind.m⁻² (SP6-Ouest) et 2 240 ind.m⁻² (ST3-Ouest).
 - Enfin, un troisième seuil peut être mis en évidence pour 3 autres stations dont les abondances approchent et dépassent 3 000 ind.m⁻².

A l'instar des autres corridors étudiés, nous notons que la station colonisée par la crépidule (SP4-Ouest) présente **une forte richesse spécifique ($S=91$) et l'abondance la plus élevée** du pool de stations (4 190 ind.m⁻²).

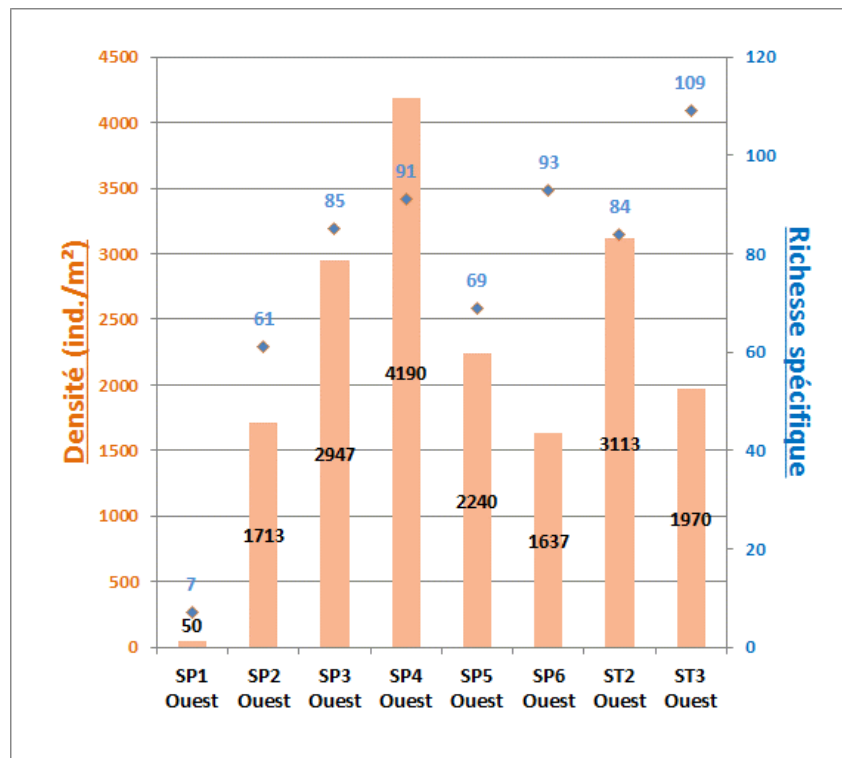


Figure 56. Richesse spécifique et densité totale par station

➤ Quelques commentaires peuvent être faits quant aux caractéristiques générales **des résultats obtenus au sein d'une même station.**

- Au regard de la Figure 57, les variations intra-stationnelles quant à la valeur de la richesse spécifique par réplicat sont faibles dans l'ensemble (écart type < 8). Elles le sont particulièrement pour les stations SP1, SP3, et ST2-Ouest.

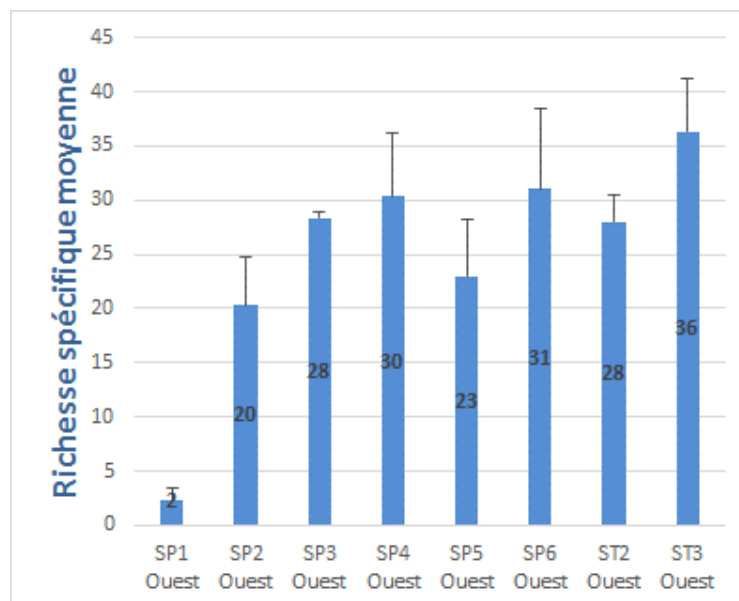


Figure 57. Richesse spécifique moyenne par réplicat, et écart-type associé

- Les abondances moyennes par réplicat (0,1m²) sont globalement homogènes (Figure 58), excepté à la station SP4-Ouest (419 ind. +/- 135).

En revanche, les 7 autres stations montrent des abondances homogènes par station (écart-types faibles).

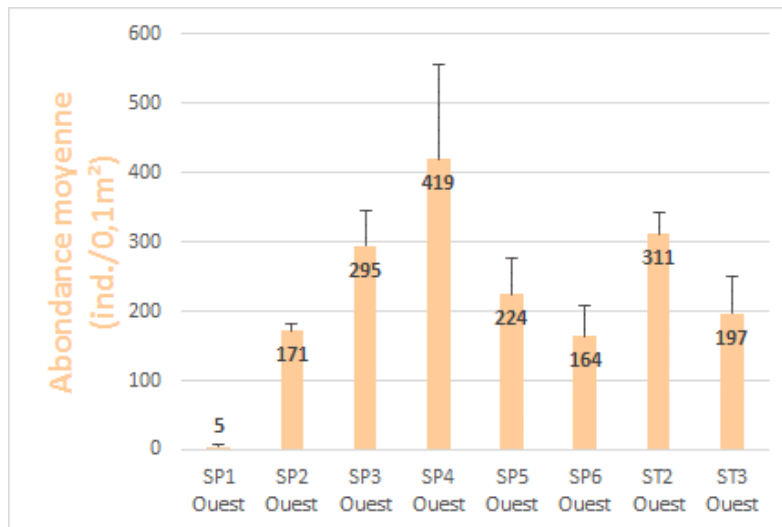


Figure 58. Abondance moyenne par réplicat (pour 0,1m²), et écart-type associé

➤ Enfin, il convient de détailler **les principales espèces composant les peuplements**. Pour cela, le Tableau 26 précise les 15 espèces les plus abondantes par station. Quelques commentaires peuvent être réalisés quant à ces dominances, en fonction des *phyla* :

- En domaine intertidal, la station SP1-Ouest voit les annélides *Nephtys spp.* arriver modestement en tête d'un peuplement très appauvri.
- En domaine subtidal, l'annélide *Chaetozone gibber* est l'espèce qui arrive au 1^{er} rang pour 5 stations sur 8, le plus souvent accompagnée de *Aponuphis bilineata*.
- Les annélides *Pista cristata* et *Spio filicornis* font également partie des espèces dominantes à la station SP5-Ouest.
- Les crustacés amphipodes du genre *Ampelisca* font partie du cortège de tête (entre le 2^{ème} et le 6^{ème} rang) pour les 8 stations. Les espèces *Urothoe spp.* sont également bien représentées (absence du cortège principal aux stations SP1 et SP4-Ouest).
- L'effectif de la crépidule est faible à la station SP6-Ouest (16 ind.) et particulièrement élevé en SP4-Ouest, avec plus de 300 individus !
- Les nucules (*Nucula spp.*) sont abondantes aux stations SP3 à SP5, et ST3-Ouest. Le bivalve *Spisula subtruncata* n'est abondant qu'à la station ST2-Ouest.
- Le chiton *Leptochiton cancellatus* fait partie des 15 espèces principales aux stations SP4, SP6 et ST3-Ouest.
- Les échinodermes présentent une très forte dominance à la station SP4-Ouest avec la présence d'*Amphipholis squamata*, et plus modérée à la station ST3-Ouest.

Espèces	SP1 Ouest	Espèces	SP2 Ouest	Espèces	SP3 Ouest	Espèces	SP4 Ouest
<i>Nephtys caeca</i>	3	<i>Chaetozone gibber</i>	87	<i>Chaetozone gibber</i>	225	<i>Crepidula fornicata</i>	318
<i>Nephtys cirrosa</i>	3	<i>Ampelisca brevicornis</i>	78	<i>Aponuphis bilineata</i>	62	<i>Amphipholis squamata</i>	207
<i>Pontocrates arenarius</i>	3	<i>Aponuphis bilineata</i>	49	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	55	<i>Terebellides stroemii</i>	123
NEMERTEA	3	<i>Nephtys cirrosa</i>	37	<i>Prionospio malmgreni</i>	39	<i>Nucula nitidosa</i>	56
<i>Glycera lapidum</i>	1	<i>Nucula nitidosa</i>	31	<i>Apseudopsis latreillii</i>	38	<i>Leptochiton cancellatus</i>	45
<i>Bathyporeia pelagica</i>	1	<i>Prionospio malmgreni</i>	30	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	36	<i>Diplocirrus glaucus</i>	41
<i>Sphaeroma serratum</i>	1	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	27	<i>Galathowenia oculata</i>	35	<i>Notomastus latericeus</i>	26
		<i>Spiophanes bombyx</i>	15	NEMERTEA	26	<i>Cautleriella bioculata</i>	25
		<i>Urothoe pulchella</i>	12	<i>Euclymene oerstedii</i>	24	<i>Cautleriella alata</i>	22
		<i>Notomastus latericeus</i>	10	<i>Nucula hanleyi</i>	24	<i>Chaetozone gibber</i>	19
		<i>Leiochone leiopygos</i>	9	<i>Glycinde nordmanni</i>	20	<i>Tharyx sp.</i>	19
		<i>Cautleriella alata</i>	8	<i>Notomastus latericeus</i>	18	<i>Pholoe inornata</i>	15
		<i>Ampharete finmarchica</i>	7	<i>Leiochone leiopygos</i>	15	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	15
		<i>Pseudopolydora pulchra</i>	7	<i>Urothoe elegans</i>	12	<i>Sthenelais boa</i>	15
		<i>Medicorophium runcicorne</i>	6	<i>Nucula nitidosa</i>	12	<i>Pista cristata</i>	14
Espèces	SP5 Ouest	Espèces	SP6 Ouest	Espèces	ST2 Ouest	Espèces	ST3 Ouest
<i>Spio filicornis</i>	151	<i>Chaetozone gibber</i>	44	<i>Chaetozone gibber</i>	217	<i>Chaetozone gibber</i>	30
<i>Ampelisca brevicornis</i>	80	<i>Ampelisca brevicornis</i>	30	<i>Urothoe pulchella</i>	67	<i>Calyptrea chinensis</i>	29
<i>Pista cristata</i>	54	<i>Notomastus latericeus</i>	23	<i>Aponuphis bilineata</i>	50	<i>Leptochiton cancellatus</i>	28
<i>Ampelisca typica</i>	49	<i>Pista cristata</i>	17	<i>Apseudopsis latreillii</i>	49	<i>Urothoe marina</i>	26
<i>Nucula hanleyi</i>	29	<i>Crepidula fornicata</i>	16	<i>Euclymene oerstedii</i>	46	<i>Notomastus latericeus</i>	20
<i>Ampelisca spinipes</i>	28	<i>Ampelisca typica</i>	15	<i>Ampelisca brevicornis</i>	41	<i>Amphipholis squamata</i>	20
<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	20	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	14	<i>Magelona filiformis</i>	39	<i>Polycirrus sp.</i>	18
<i>Notomastus latericeus</i>	16	<i>Leptochiton cancellatus</i>	14	<i>Cautleriella alata</i>	30	<i>Aphelochaeta marioni</i>	16
NEMERTEA	15	<i>Eteone longa</i>	13	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	29	<i>Terebellides stroemii</i>	16
<i>Poecilochaetus serpens</i>	13	<i>Polycirrus sp.</i>	13	<i>Siphonoecetes (Centraloecetes) kroyeranus</i>	21	<i>Hilbigneris gracilis</i>	14
<i>Polycirrus sp.</i>	13	<i>Ampelisca spinipes</i>	13	<i>Prionospio malmgreni</i>	20	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	14
<i>Syllis cornuta</i>	12	<i>Urothoe marina</i>	13	<i>Galathowenia oculata</i>	18	<i>Nucula hanleyi</i>	14
<i>Armandia polyophthalma</i>	11	<i>Aphelochaeta marioni</i>	12	<i>Spisula subtruncata</i>	18	<i>Eteone longa</i>	13
<i>Urothoe marina</i>	10	<i>Harmothoe extenuata</i>	11	<i>Urothoe elegans</i>	17	<i>Syllis cornuta</i>	13
<i>Eteone longa</i>	8	<i>Hilbigneris gracilis</i>	11	<i>Poecilochaetus serpens</i>	16	<i>Cautleriella bioculata</i>	12

Tableau 26. Effectifs des 15 espèces les plus abondantes par station

6.3.1.2. Indices de diversité et d'équitabilité

- L'indice de Shannon-Weaver (H') a été calculé à partir du logiciel AZTI (Figure 59) : il montre des valeurs contrastées.

Contrairement aux autres corridors, l'augmentation de la diversité avec l'éloignement à la côte est moins décelable. En effet, seules les stations SP6-Ouest et ST3-Ouest présentent des indices de Shannon plus élevés que les autres (5,76 et 6,02) : elles correspondent d'ailleurs aux 2 stations les plus diversifiées, tous corridors confondus.

La station SP4-Ouest dominée par la crépidule et par *Amphipholis squamata* présente une diversité moyenne ($H' = 4,46$), compte tenu de leurs fortes dominances.

Enfin, la station SP1-Ouest n'est pas diversifiée ($H'=2,64$).

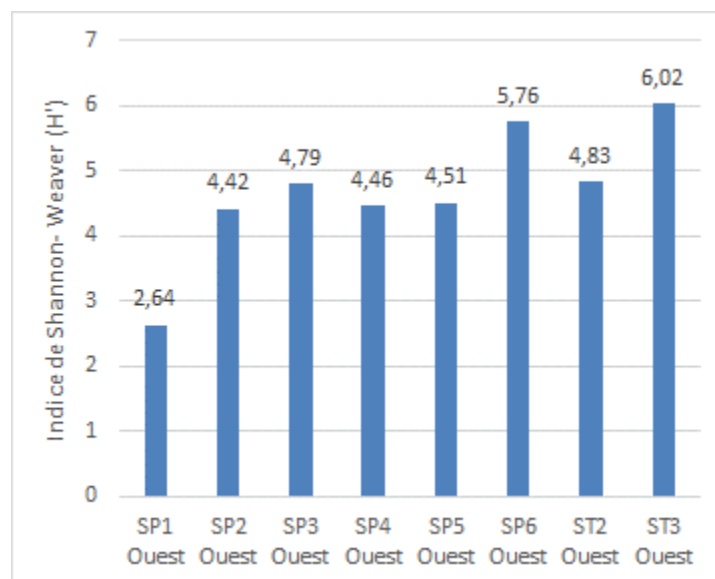


Figure 59. Valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') aux différentes stations échantillonnées (tous réplicats confondus)

- L'indice de Pielou, exposé à la Figure 60 montre une forte équirépartition des espèces à la station SP1-Ouest, la plus importante relevée tous corridors confondus. Les effectifs y sont en effet tellement faibles (pas plus de 3 individus par espèce) que les disparités sont insignifiantes.
- Il en est de même aux stations SP6 et ST3-Ouest ($J = 0,88$ et $0,89$ resp.) : il n'existe donc pas de dominances marquées dans ces cortèges aux fortes diversités.
- Les autres stations présentent quelques effets de dominance par les espèces *Chaetozone gibber* ou *Crepidula fornicata* selon les stations avec des valeurs de J comprises entre 0,69 et 0,76.

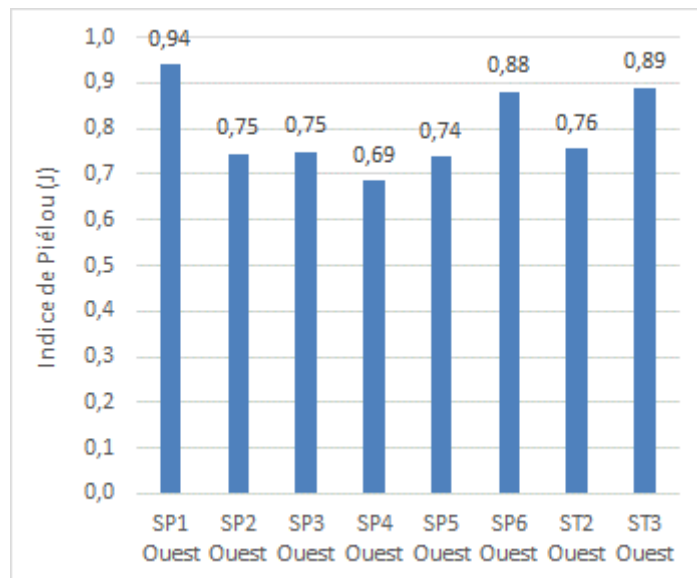


Figure 60. Valeurs de l'indice de Pielou (J) aux différentes stations échantillonnées (tous réplicats confondus)

6.3.1.3. Groupes taxonomiques

Les groupes taxonomiques par station sont détaillés à la Figure 61.

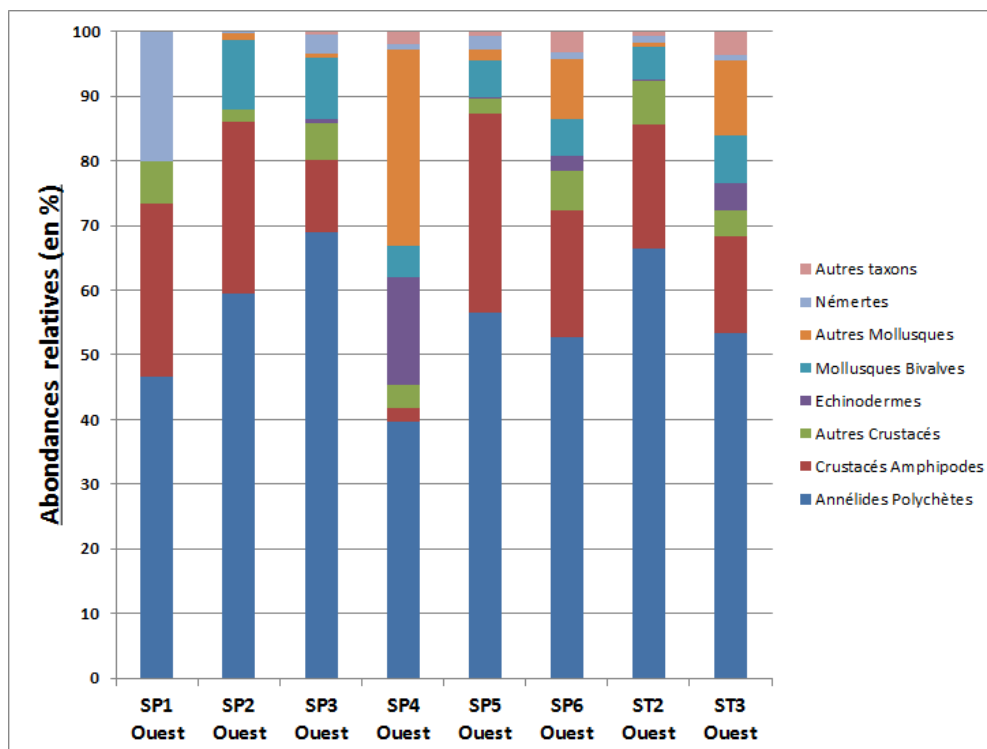


Figure 61. Répartition des groupes taxonomiques selon l'abondance totale

- A l'instar des autres corridors, les annélides sont dominants à toutes les stations (entre 40% et 69%). A titre indicatif, ils représentent 103 espèces sur les 247 recensées au sein du corridor.
- Les crustacés amphipodes sont globalement abondants : ils sont représentés par 44 espèces sur les 247 recensées au sein du corridor.
- Les « autres crustacés » y sont minoritaires (< 7% de l'abondance).

- La station SP4-Ouest est marquée par la dominance de la crépidule (Autres mollusques : 30%) et de l'ophiure *Amphipholis squamata* (plus de 16%).
- Les bivalves sont représentés à chaque station (sauf SP1-Ouest) dans des proportions comprises entre 5 et 10%.

Enfin, les stations SP4-Ouest, SP6-Ouest et ST3-Ouest sont celles dont les représentations de chacun des groupes sont les plus équilibrées.

6.3.1.4. Groupes trophiques

Les groupes trophiques par station sont détaillés à la Figure 62.

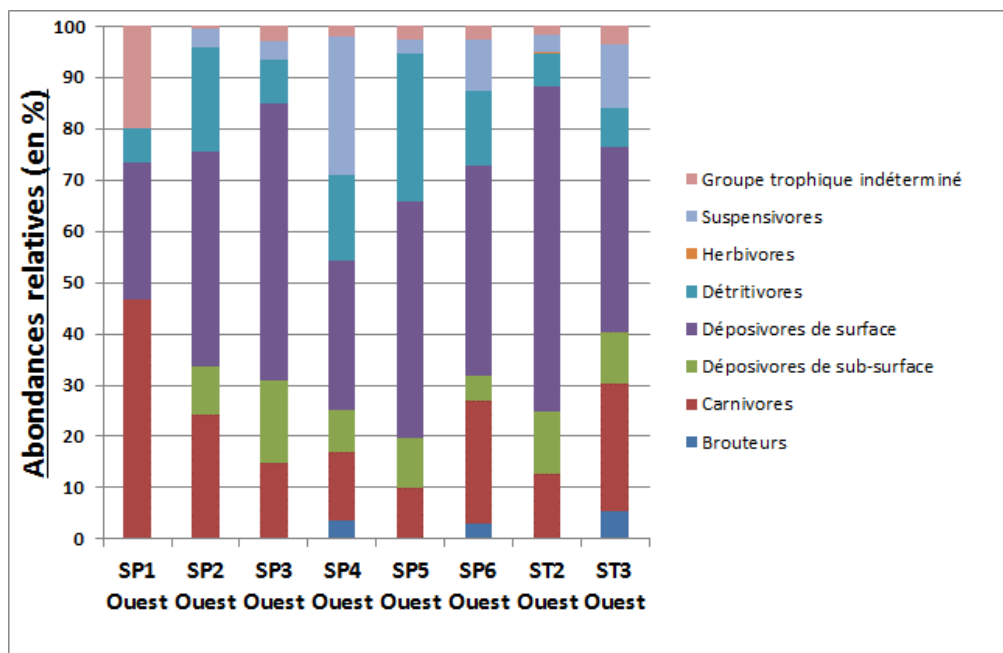


Figure 62. Répartition des groupes trophiques selon l'abondance totale

- Les dépositivores de surface dominent la plupart des stations investiguées (excepté SP1-Ouest), résultats à relier principalement avec les fortes abondances d'annélides ayant ce régime trophique.
- Les suspensivores tiennent une large place en SP4-Ouest (55%) par la présence de la crépidule.
- Les carnivores sont bien représentés à toutes les stations : ils représentent entre 10% (SP5-Ouest) et 25% (ST3-Ouest) de l'abondance totale. Une exception est notée à la station SP1-Ouest où ils représentent plus de 40%, par la présence de *Nephtys spp.* (prédateur).
- Les détritivores sont abondants à la station SP5-Ouest (29%) par les fortes densités de *Ampelisca spp.*
- Les brouteurs sont davantage représentés (entre 3 et 5%) relativement aux autres corridors, par la présence du chiton *Leptochiton cancellatus*.
- Enfin, à la station SP1-Ouest, les némertes pour lesquels les préférences trophiques sont inconnues, sont à l'origine de la forte proportion (20%) de la rubrique « groupes trophiques indéterminés ».

6.3.1.5. Groupes écologiques

Les groupes écologiques par station sont détaillés à la Figure 63.

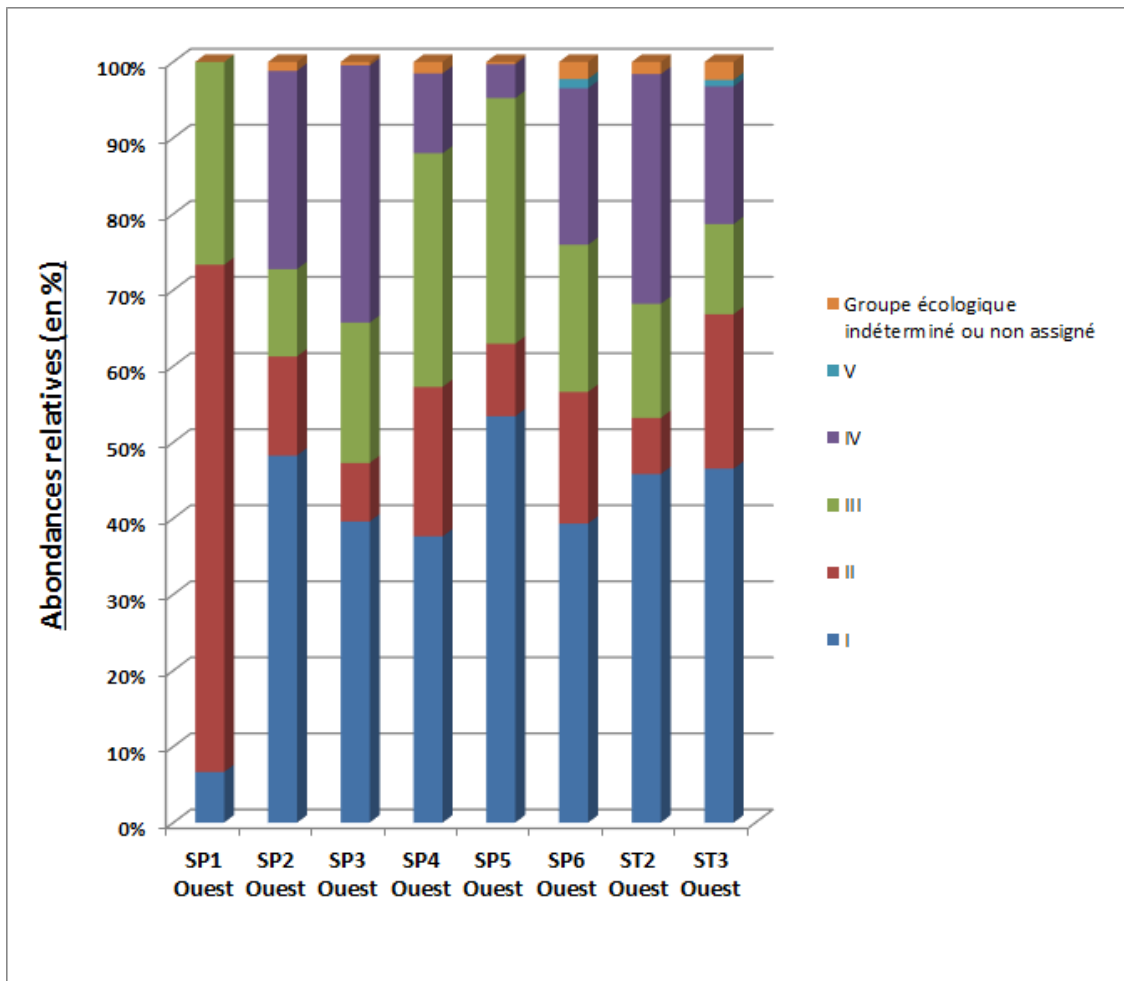


Figure 63. Répartition des groupes écologiques selon l'abondance

- Le groupe écologique V, le plus tolérant à la charge en matière organique, n'excède pas 1,2% en SP6-Ouest et 0,8% en ST3-Ouest. Il est absent des autres stations.
- Le groupe IV en revanche présente de fortes proportions aux stations SP2, SP3, SP6, ST2 et ST3-Ouest, dues essentiellement aux abondances marquées de l'annélide *Chaetozone gibber* (groupe IV).
- Le groupe III représente entre 11% et 32% des abondances totales.
- Les proportions du groupe II sont comprises entre environ 7% et 20%, avec une particularité à la station SP1-Ouest (66%).
- Enfin, le groupe I domine pour 7 stations sur 8 (plus de 37%).

6.3.1.6. Diagrammes Rang Fréquence (DRF)

Pour rappel, leur allure varie en fonction de la diversité spécifique et de l'équitabilité : concave lorsque ces deux paramètres sont faibles et convexe lorsqu'ils sont élevés (Frontier *et al*, 1991, in Hamon *et al*, 2002).

Ainsi, d'après ce qui a été exposé en 2.3.4 *Données benthiques*, il est possible de dégager plusieurs tendances (Figure 64) :

- L'allure de la courbe de la station SP1-Ouest n'est pas interprétable compte tenu de la richesse spécifique et de l'abondance particulièrement faibles.
- Les stations SP3-Ouest et ST2-Ouest montrent une allure similaire au stade 1, c'est-à-dire à un écosystème composé d'espèces dites « pionnières » dans le sens de dominances marquées par la forte pente de départ. Il s'agit de l'annélide *Chaetozone gibber* (dominant) dont les abondances dépassent 200 individus pour chaque station, alors que les abondances de l'espèce du 2^{ème} rang sont de l'ordre de 60 individus.
- Les allures des courbes des stations SP6 et ST3-Ouest correspondent à un stade 2, soit un maximum de diversité, résultat confirmé par les fortes valeurs de H' et de J.
- Les allures des courbes des autres stations sont assez similaires dans l'ensemble et correspondent davantage à un stade 3, soit un stade d'écosystème mature.

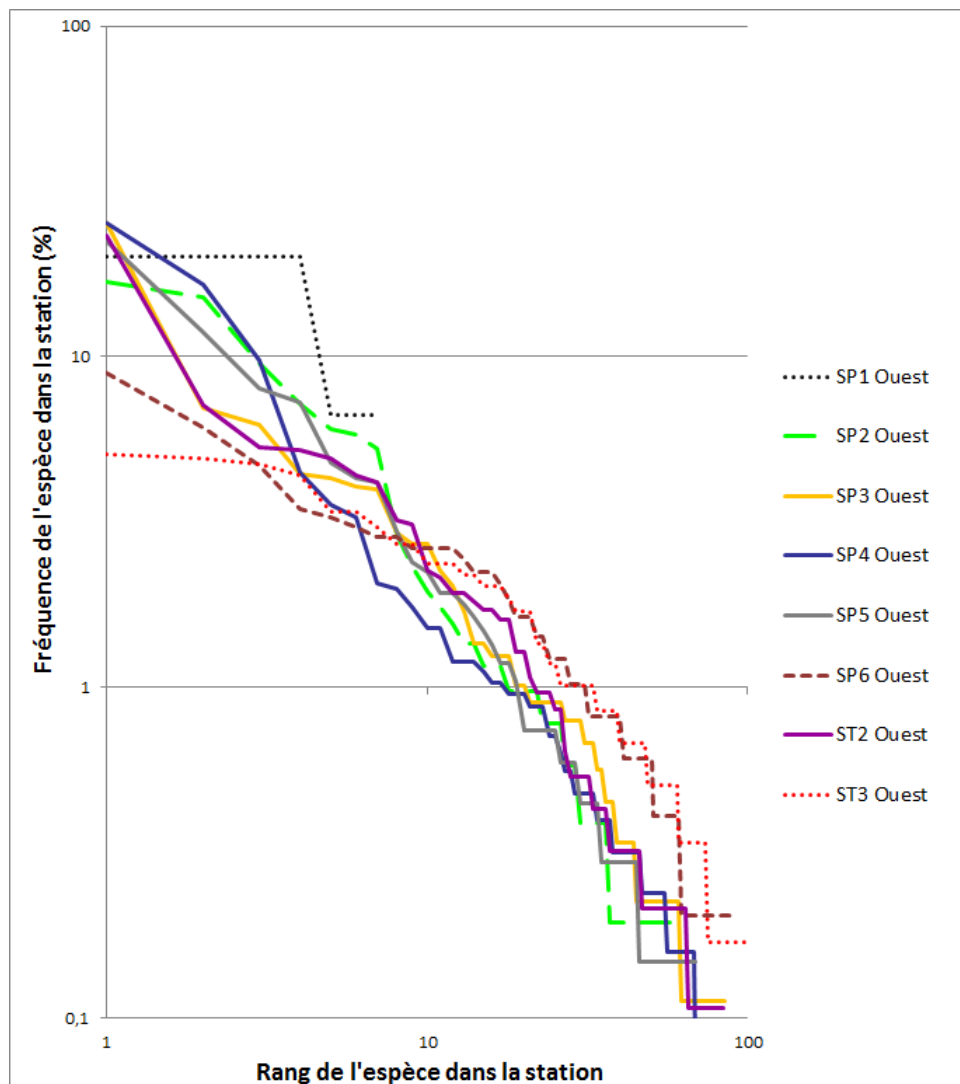


Figure 64. Diagramme rang-fréquence pour les 8 stations de prélèvements (échelles logarithmiques de base 10)

6.3.1.7. Biomasse

Les données de biomasse ont été classées par taxon (Figure 66).

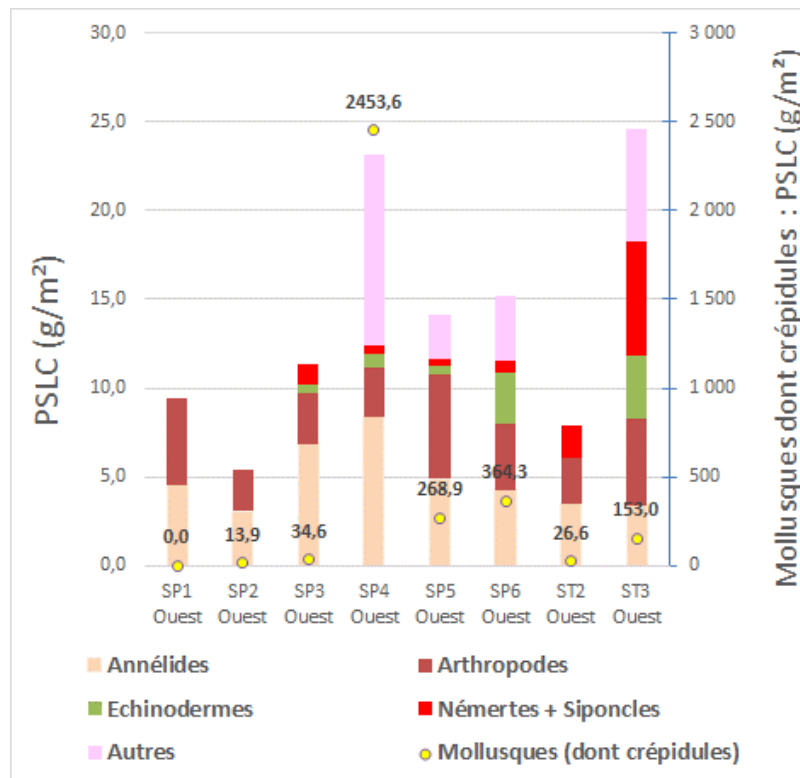


Figure 65. Biomasses par station : PSLC (en g/m²)

Quelques remarques peuvent être faites :

- Les mollusques représentent une forte biomasse, notamment à la station SP4-Ouest avec un PSLC global de près de 2,4 kg/m², dont la contribution majeure provient de la crépidule (plus de 300 individus).
- Contribution des mollusques mise à part :
 - Le Poids Sec Libre de Cendres (PSLC) des échinodermes ne représente une part importante qu'aux stations SP6 et ST3-Ouest, due essentiellement à la présence d'holothuries. L'ophiure *Amphipholis squamata* en SP4-Ouest constitue une faible biomasse (<1g/m²) malgré la présence de plus de 200 individus (de petite taille).
 - Dans l'ensemble, les arthropodes et les annélides apportent la part la plus importante au PSLC total.
 - Les « autres taxons » constituent une part importante de la biomasse aux stations SP4 et ST3-Ouest, due notamment à la présence d'éponges et d'ascidies.

A l'instar du corridor d'Erquy, cette analyse constitue un état des lieux des biomasses sur les stations, qui servira de fondement à un suivi futur le cas échéant. Néanmoins, ces données restent difficiles à analyser de manière absolue.

6.3.2. Indices basés sur les groupes écologiques

6.3.2.1. L'AMBI

La Figure 53 illustre les valeurs de l'AMBI pour chacune des stations.

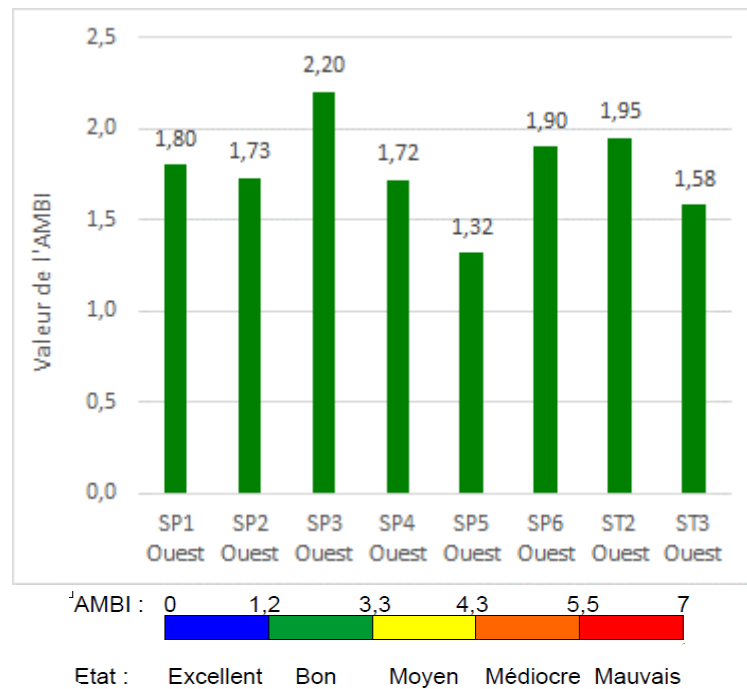


Figure 66. Valeurs de l'AMBI par station et grille de lecture associée, extraite de Dauvin, et al (2006).

Toutes les stations sont en « bon » état écologique.

Pour les mêmes raisons évoquées en 6.1.2 *Indices basés sur les groupes écologiques*, la question de la pertinence de l'indice, donc de l'état écologique associé, peut se poser notamment pour la station SP1-Ouest qui ne totalise que 7 espèces.

6.3.2.2. Le BENTIX

La Figure 69 illustre les valeurs du BENTIX pour chacune des stations.

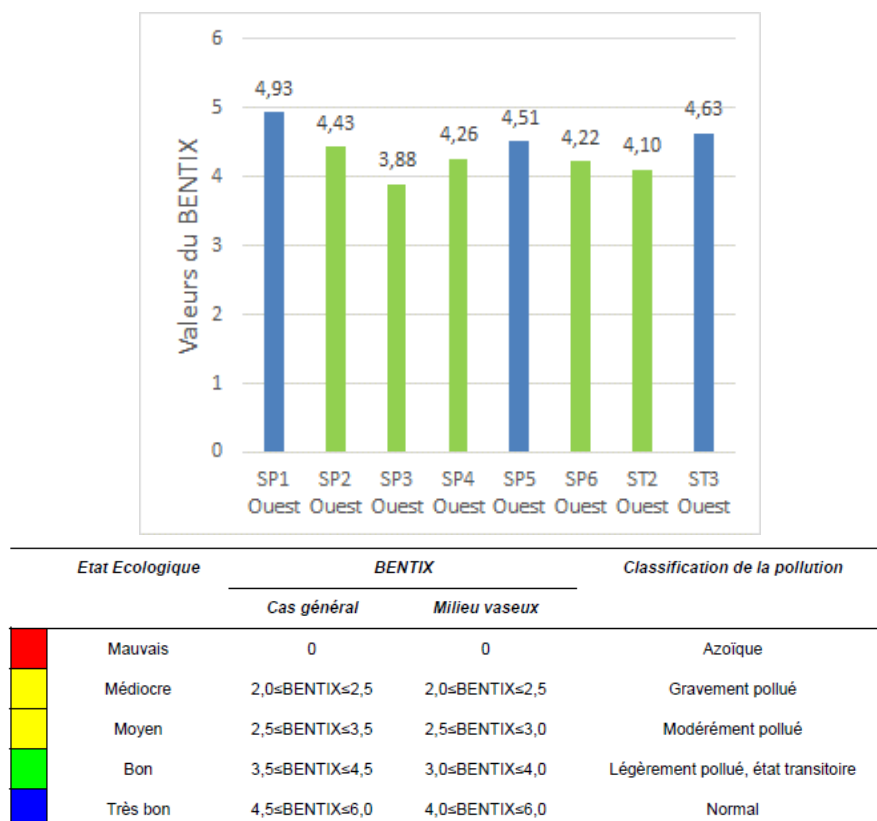


Figure 67. Valeurs du BENTIX par station et grille de lecture associée extraite de Grall, *et al* (2005).

Les résultats sont plus nuancés que ceux de l'AMBI :

- Trois stations sont en très bon état écologique tandis qu'aucune ne l'était au regard de l'AMBI.
- Les autres stations sont en bon état écologique, à l'instar de ce qui est proposé par le calcul de l'AMBI.

6.3.3. Classification des peuplements issus des campagnes

L'analyse multivariée sur la matrice espèces/stations permet de produire un dendrogramme fondé sur les similarités (voir 6.4 *Peuplements à l'échelle de la baie*, Figure 69). Les assemblages sont évoqués ici en anticipation de la synthèse globale, de manière à proposer un bilan des unités bio-sédimentaires identifiées au sein du corridor Ouest, qui recense 3 assemblages sur 6 identifiés dans l'étude.

Assemblage	Stations
1	SP1-Ouest
3	SP2-Ouest SP3-Ouest ST2-Ouest
4	SP4-Ouest SP5-Ouest SP6-Ouest ST3-Ouest

Tableau 27. Correspondances entre les stations du corridor Ouest et les unités bio-sédimentaires identifiées en 6.4. *Peuplements à l'échelle de la baie.*

6.3.4. Description des espèces déterminantes ZNIEFF

Le Tableau 28 met en évidence les espèces appartenant aux listes d'espèces déterminantes ZNIEFF. Cette approche ne constitue pas une contrainte réglementaire. Néanmoins, étant donné la relative nécessité de compléments qui devraient être apportés aux listes d'espèces d'intérêt communautaire (Natura 2000) et à celles des espèces OSPAR, souvent trop généralistes, ceci conduit à considérer le document de Derrien-Courtel, *et al* (2010) comme une référence locale pertinente en termes d'enjeux de conservation.

Relativement aux autres corridors, le corridor Ouest présente un nombre supérieur d'espèces déterminantes ZNIEFF, avec notamment une espèce non retrouvée aux autres corridors, l'ophiure *Amphiura (Ophiopeltis) securigera*. L'espèce *Lanice conchilega*, formant parfois des banquettes en milieu intertidal (habitat remarquable), revêt un caractère isolé en SP3-Ouest.

Comme sur les autres corridors, on note par ailleurs que la crépidule est inscrite sur la liste B2, correspondant aux espèces en extension, sans qu'elle constitue un quelconque enjeu en termes de préservation.

Espèces ZNIEFF	N° de liste	Stations
<i>Sabella discifera</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	ST2-Ouest
<i>Lanice conchilega</i>	Liste 6 / Espèces ingénieures et/ou jouant un rôle d'indicateur d'importance, permettant un habitat diversifié	SP3-Ouest
<i>Marphysa sanguinea</i>	Liste B1 : espèces à surveiller, en possible régression	SP4-Ouest
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	Liste 2 / Espèces peu communes présentant un faciès particulièrement développé	SP2-Ouest
	Liste 6 / Espèces ingénieures et/ou jouant un rôle d'indicateur d'importance, permettant un habitat diversifié	SP3-Ouest
		SP5-Ouest
		ST2-Ouest
<i>Ampelisca armoricana</i>	Liste 2 / Espèces peu communes présentant un faciès particulièrement développé	SP4-Ouest
	Liste 6 / Espèces ingénieures et/ou jouant un rôle d'indicateur d'importance, permettant un habitat diversifié	SP5-Ouest
<i>Thia scutellata</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	SP5-Ouest
<i>Asthenognathus atlanticus</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	SP2-Ouest
<i>Amphiura (Ophiopeltis) securigera</i>	Liste 5 / Espèces autochtones rares	SP6-Ouest

Tableau 28. Espèces déterminantes ZNIEFF sur les stations d'étude (d'après Derrien-Courtél, et al, 2010).

Au-delà des espèces déterminantes ZNIEFF, la station SP6-Ouest est la seule station tous corridors confondus qui recense le pycnogonide *Achelia echinata*. Il s'agit d'une espèce peu fréquemment rencontrée.

Une espèce d'amphipode méditerranéenne est recensée par ailleurs en SP2, SP4 et ST2-Ouest : il s'agit de *Medicorophium runcicorne*, vraisemblablement importé par le trafic maritime.



Figure 68. Quelques illustrations des espèces déterminantes ZNIEFF sur le corridor Ouest (© IDRA) : à gauche : *Lanice conchilega* ; au milieu : *Marphysa sanguinea*. A droite, il s'agit de *Achelia echinata*, non inscrite sur les listes ZNIEFF.

6.3.5. Espèces benthiques commerciales

Parmi les espèces benthiques prélevées à la benne, certaines ont une portée commerciale. Un zoom est effectué sur ces espèces.

Etant donné le manque de sélectivité de la benne pour échantillonner la plupart de ces espèces, et le maillage fourni, il n'est pas possible de donner un estimatif de densité sur le linéaire.

Les espèces concernées sont exposées dans le Tableau 29. **En fin de document, des fiches descriptives de quelques espèces sont proposées, accompagnées parfois de carte dans le contexte général du Golfe Normand Breton** (Annexe 6 à Annexe 9).

Espèce benthique commerciale	Stations où l'espèce est identifiée / nombre approx. d'ind./m ²)
Coquille Saint Jacques (<i>Pecten maximus</i>)	SP4-Ouest / 3 ind.
	SP6-Ouest / 3 ind.
	ST3-Ouest / 3 ind.
Amande de mer (<i>Glycymeris glycymeris</i>)	SP5-Ouest / 13 ind.
	SP6-Ouest / 16 ind.
	ST3-Ouest / 6 ind.
Palourde rose (<i>Polititapes rhomboides</i>)	SP5-Ouest / 10 ind.
	SP6-Ouest / 16 ind.
	ST3-Ouest / 40 ind.

Tableau 29. Densités (par m²) des principales espèces benthiques commerciales prélevées par station sur le corridor Ouest

L'occurrence de la coquille Saint Jacques reste faible. **Cette espèce constitue quoi qu'il en soit un enjeu majeur du secteur.**

La palourde est bien représentée, ainsi que l'amande de mer.

6.3.6. Synthèse intermédiaire

Sur le corridor Ouest, les résultats et conclusions essentiels sont les suivants :

- Sur l'ensemble des 8 stations étudiées, **247 espèces** (ou taxons dans certains cas) ont été répertoriées, pour un total de **5 358 individus déterminés**. Ce nombre d'espèces est équivalent à ceux des précédents corridors pour un effort d'échantillonnage moindre (8 stations contre 14 et 15 pour les autres corridors). Sur ces milieux, **cet effort marque possiblement le stade à partir duquel les nouvelles espèces rencontrées au fur et à mesure des prélèvements deviennent de plus en plus rares** (les courbes d'accumulation d'espèces amorcent leur comportement asymptotique).
- La richesse spécifique varie entre un minimum de 7 (milieu pauvre) et un maximum de 109 espèces (milieu riche).
- Les densités varient d'un minimum de 50 ind.m⁻², à un maximum de 4 190 ind.m⁻².
- **La richesse spécifique et l'abondance relevées en zone intertidale (SP1-Ouest) sont les plus faibles.**
- Contrairement aux autres corridors, **l'augmentation de la diversité avec l'éloignement à la côte est moins décelable.**
- Globalement, **les annélides dominent les peuplements**. Cela se retranscrit par la dominance des dépositivores de surface.
- Les proportions du groupe écologique V peuvent être considérées négligeables : elles ne dépassent pas 1,2 %.
- Les valeurs de l'AMBI conduisent à **des états écologiques bons pour toutes les stations du corridor.**
- L'utilisation du BENTIX propose **3 stations en excellent état écologique, les autres étant en bon état à l'instar de ce qu'indique l'AMBI.**
- Ce corridor présente **la diversité d'habitats benthiques la plus faible** de tous les corridors (à relativiser avec un effort d'échantillonnage moindre), avec 3 assemblages différents, détaillés à la suite du document.
- Au total, **8 espèces ZNIEFF sont recensées sur ce corridor. La plupart des stations étudiées en présentent contrairement au corridor d'Erquy (6 stations sur 8).**
- Les espèces benthiques d'intérêt commercial sont bien représentées, **avec des densités maximales relevées pour l'amande de mer et la palourde**. La coquille Saint Jacques reste un enjeu majeur du secteur malgré les densités faibles relevées dans les prélèvements (caractère inadapté de la benne pour son prélèvement).

6.4. PEUPLEMENTS A L'ECHELLE DE LA BAIE

Au total, ce sont **396 espèces ou taxons** qui sont répertoriés au sein des 37 stations, pour exactement **23 700 individus déterminés**.

6.4.1. Identification & description des unités bio-sédimentaires

6.4.1.1. *Identification des unités : correspondances benthos -sédiments*

La matrice espèces/stations a été analysée dans le cadre d'une Classification Ascendante Hiérarchique avec le logiciel PRIMER v6.0. Le dendrogramme qui en est issu est proposé à la Figure 69.

Il met en évidence 6 assemblages faunistiques différents, regroupant le plus souvent plusieurs stations de chaque corridor.

Le Tableau 30 est ensuite produit de manière à étudier les liens entre les assemblages benthiques et la nature du sédiment.

Group average

Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

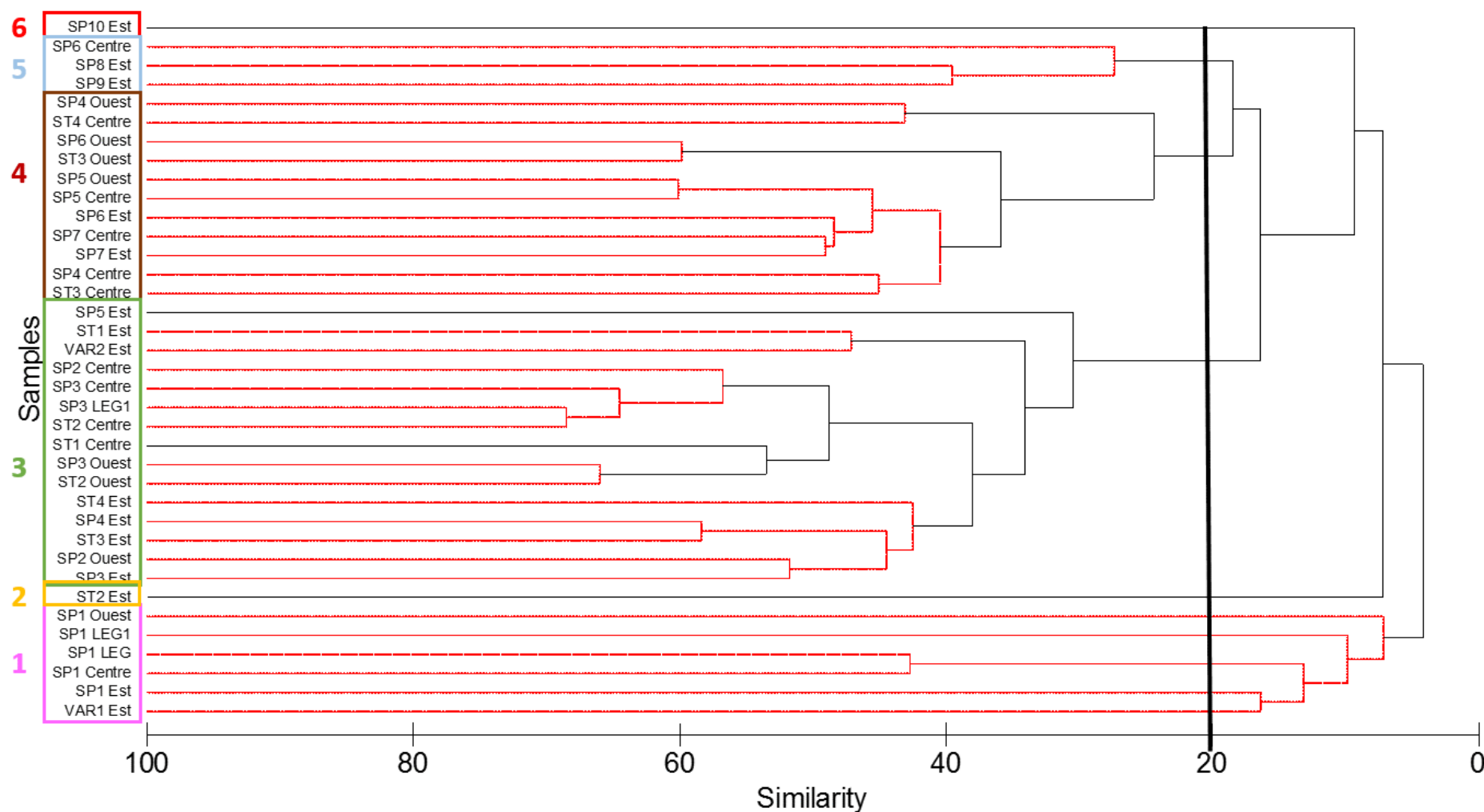


Figure 69. Dendrogramme réalisé à partir de la matrice (indice de similarité Bray-Curtis) des données biologiques, tous corridors confondus. Les stations **connectées** par une ligne rouge ne présentent pas de différences significatives (procédure SIMPROF / test par permutation). Les assemblages sont numérotés en couleur, avec un seuil fixé à 20% de similarité.

Groupe textural	Station	Nom du sédiment
Gravelly sand (Sables graveleux)	SP1-Ouest SP3-Ouest	Very fine gravelly fine sand (sables fins à graviers très fins)
	ST1-Est ST2-Ouest	Fine gravelly fine sand (sables fins à graviers fins)
	ST1-Centre	Medium gravelly fine sand (sables fins à graviers moyens)
	SP1-LEG SP3-LEG1 SP1-Centre SP1-Est SP6-Ouest ST3-Ouest	Very fine gravelly medium sand (Sables moyens à graviers très fins)
	SP5-Centre SP6-Est SP7-Est	Medium gravelly medium sand (Sables moyens à graviers moyens)
	ST2-Centre SP8-Est SP9-Est VAR1-Est	Very fine gravelly coarse sand (Sables grossiers à graviers très fins)
	SP6-Centre ST4-Est	Fine gravelly coarse sand (Sables grossiers à graviers fins)
	SP5-Ouest	Medium gravelly coarse sand (Sables grossiers à graviers moyens)
Sandy gravel (Graviers sableux)	SP1-LEG1 SP2-Centre ST3-Centre ST4-Centre SP10-Est VAR2-Est ST2-Est SP2-Ouest	Sandy very fine gravel (Graviers très fins sableux)
	SP3-Centre SP4-Centre SP7-Centre SP3-Est	Sandy fine gravel (Graviers fins sableux)
	ST3-Est	Sandy medium gravel (Graviers moyens sableux)
	SP4-Est SP5-Est	Sandy coarse gravel (Graviers grossiers sableux)
Gravel (Graviers)	SP4-Ouest	Coarse gravel (graviers grossiers)

Tableau 30. Etude des liens entre la composition faunistique et les classes sédimentaires (Blot, 2000). Le code couleur est identique à celui de la Figure 69 pour les assemblages benthiques.

Les principaux points suivants peuvent être dégagés :

- **L'assemblage 1** correspond aux 6 stations intertidales : les sédiments rencontrés varient des **sables fins aux sables moyens** pour la majorité des stations (4 stations sur les 6 rencontrées). Pour 2 stations, des granulométries plus grossières sont identifiées.
- **L'assemblage 2** est représenté par une seule station (ST2-Est) : il correspond à une nature de fonds à **graviers sableux**.
- **L'assemblage 3** représenté par 15 stations correspond à une **grande variété de natures sédimentaires**.
- **L'assemblage 4** correspond également à une **grande variété de natures sédimentaires**. La classe des graviers identifiée en SP4-Ouest est due à la crépidule, et peut donc être qualifiée d'artéfactuelle.
- **L'assemblage 5** correspond aux **sables grossiers graveleux**.
- **L'assemblage 6** est représenté par une seule station (SP10-Est) : il correspond à une nature de fonds à **graviers sableux**.

Cette analyse entre la composition faunistique et les sédiments en présence permet de dégager des unités bio-sédimentaires au regard des 2 paramètres à la fois, pour les assemblages 1, 2, 5 et 6.

En revanche, les hétérogénéités de sédiments relevées au sein des assemblages 3 et 4 nécessitent un choix d'unité bio-sédimentaire **prioritairement axé sur le cortège faunistique** permettant ensuite d'associer le type de sédiments auquel il est usuellement inféodé. A ce titre, la fraction vaseuse relevée dans nos résultats étant faible, elle est néanmoins présente au regard des espèces inventoriées sur certains assemblages. Ce point sera discuté dans 7. *Synthèse*.

6.4.1.2. *Description des unités bio-sédimentaires*

L'analyse des peuplements et de la structure sédimentaire permet de mettre en évidence 6 unités bio-sédimentaires, dont les espèces discriminantes et les similarités moyennes sont détaillées à l'Annexe 4.



Assemblage 1

L'assemblage 1 correspond au peuplement des **sables fins à moyens intertidaux légèrement envasés à *Nephtys cirrosa*, *Eocuma dollfusi*, et *Tellina spp.***,

Cet assemblage présente une similarité moyenne de 12,5%.

Ce taux faible s'explique notamment par la forte variabilité des valeurs d'abondances et de richesses spécifiques des stations concernées, variant de 7 à 33 espèces par station à 3 réplicats soit une moyenne de 19 espèces par station. Néanmoins, il apparaît que les cortèges des 6 stations ne sont pas significativement différents les uns des autres (branches du dendrogramme en rouge à la Figure 69).

Espèces discriminantes	Contribution
<i>Nephtys cirrosa</i>	20 %
<i>Eocuma dollfusi</i>	19,3 %
<i>Tellina fabula</i>	13,5 %
<i>Donax vittatus</i>	6,6 %
<i>Tellina tenuis</i>	5,1 %

Tableau 31. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 1

L'annélide *Spio martinensis* peut aussi faire partie du cortège en proportions variables. Les échinodermes *Acrocnida brachiata*, *Amphipholis squamata*, et les bivalves *Donax vittatus* et *Kurtiella bidentata* peuvent y être abondants mais ne sont pas une constante. La coque *Cerastoderma edule* domine par ailleurs le peuplement de la station SP1-LEG1.



Figure 70. Les bivalves *Tellina fabula*, *Tellina tenuis*, et le polychète *Nephtys cirrosa* (clichés © IDRA)

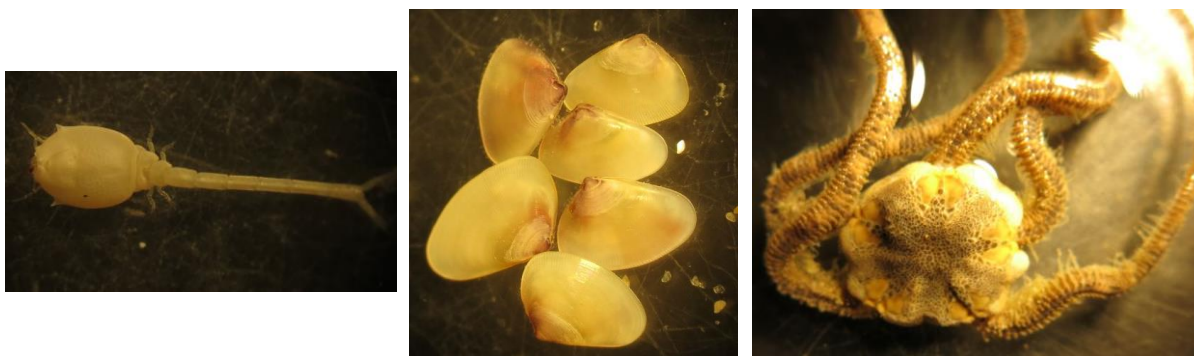


Figure 71. Le crustacé cumacé *Eocuma dollfusi*, le bivalve *Donax vittatus*, et l'ophiure *Acrocnida brachiata* (clichés © IDRA)

➤ Assemblage 2

Ce peuplement constitue l'unité des **graviers sableux infralittoraux envasés à *Crepidula fornicata*, crustacés décapodes, et *Spirobranchus triqueter*.**

Seule la station ST2-Est appartient à ce peuplement particulier dominé par la crépidule, habitat dont la complexité structurelle offre de nombreuses niches écologiques. Les abondances de crustacés décapodes explosent littéralement, avec l'espèce très ubiquiste *Pisidia longicornis* ainsi que les deux crevettes *Athanas nitescens*, et *Eualus cranchii*. Le tanaïdacé *Apseudes talpa* y est bien installé. Parmi les autres crustacés, on trouve communément la galathée *Galathea intermedia*, et *Pilumnus hirtellus*.

Les annélides *Harmothoe* spp. notamment y sont également abondants.

Les bivalves associés sont essentiellement *Mangelia costata* et *Tectura virginea*.



Figure 72. Les polychètes *Harmothoe* spp. et *Spirobranchus triqueter* (clichés © IDRA)



Figure 73. Les crustacés *Pisidia longicornis*, *Athanas nitescens* et *Eualus cranchii* (Clichés © IDRA + DORIS)



Figure 74. *Galathea intermedia*, et *Pilumnus hirtellus*, et le tanaïdacé *Apseudes talpa* (clichés © IDRA)



Figure 75. Les mollusques *Mangelia costata* et *Tectura virginea* (clichés © IDRA)

➤ Assemblage 3

Par sa composition spécifique et son cortège d'espèces discriminantes, cet assemblage correspond à l'unité biosédimentaire des **sables fins infralittoraux, plus ou moins envasés, à *Chaetozone gibber*, *Aponuphis bilineata* et *Ampelisca brevicornis*.**

Cet assemblage présente une similarité moyenne de 40,1 %.

Les richesses spécifiques relevées sont assez contrastées : elles varient entre 37 et 94 espèces par station à 3 réplicats (moyenne par station = 69 espèces).

Espèces discriminantes	Contribution
<i>Chaetozone gibber</i>	43,3 %
<i>Ampelisca brevicornis</i>	6,8 %
<i>Aponuphis bilineata</i>	6 %
<i>Spiophanes bombyx</i>	4,3 %
<i>Notomastus latericeus</i>	3,1 %

Tableau 32. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 3

L'espèce d'annélide *Chaetozone gibber* explique à elle seule plus de 40% de la structure des peuplements de cet assemblage. Tous assemblages confondus, ce pourcentage constitue de loin la plus forte contribution des espèces discriminantes. Les autres annélides composant ce peuplement sont notamment *Spiophanes bombyx* et *Notomastus latericeus*.



Figure 76. Les annélides *Chaetozone gibber*, *Aponuphis bilineata*, et le crustacé *Ampelisca brevicornis* (clichés © IDRA)

L'amphipode *Urothoe pulchella* est également caractéristique.

Le cortège de bivalves associé est constitué de trois espèces principales : *Tellina fabula*, *Spisula subtruncata*, et *Nucula nitidosa*.



Figure 77. L'amphipode *Urothoe pulchella*, et les bivalves *Nucula nitidosa* et *Spisula subtruncata* (clichés © IDRA)

➤ **Assemblage 4**

Par sa composition spécifique et son cortège d'espèces discriminantes, l'assemblage 4 correspond à l'unité biosédimentaire des **sables moyens à grossiers graveleux infralittoraux, à *Pista cristata*, *Notomastus latericeus*, *Ampelisca* spp. et *Nucula hanleyi***. Cet assemblage présente une similarité moyenne de 36% et constitue sans conteste l'assemblage dont les stations montrent les richesses spécifiques les plus élevées variant de 70 à 110 espèces par station à 3 réplicats, soit une moyenne de 92 espèces par station !

Espèces discriminantes	Contribution
<i>Notomastus latericeus</i>	9,1 %
<i>Pista cristata</i>	8,9 %
<i>Ampelisca brevicornis</i>	6,3 %
<i>Ampelisca typica</i>	5,5 %
<i>Ampelisca spinipes</i>	5,5 %

Tableau 33. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 4

Les espèces d'annélides principales accompagnant le cortège principale sont *Pseudopolydora pulchra*, *Hilbigneris gracilis*, *Syllis cornuta*, et *Spio filicornis*.



Figure 78. Les annélides *Pista cristata*, *Notomastus latericeus*, et *Syllis cornuta* (clichés © IDRA)

Les crustacés amphipodes *Ampelisca* spp. dominent le peuplement.

Le cortège de bivalves associé est composé, en plus de la palourde rose (*Polititapes rhomboides*) et de l'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*), de la nucule *Nucula hanleyi* (4,1% de contribution). La coquille Saint Jacques (*Pecten maximus*) est également présente. On note la présence du chiton *Leptochiton cancellatus*, peu retrouvé par ailleurs.



Figure 79. L'amande de mer *Glycymeris glycymeris*, la palourde rose *Polititapes rhomboides* et le chiton *Leptochiton cancellatus* (clichés © IDRA)

Enfin, les ascidies sont bien représentées dans ce cortège : la densité de *Molgula occulta-oculata* est remarquable aux stations SP5 et ST3-Centre, ainsi que *Pyura* spp.

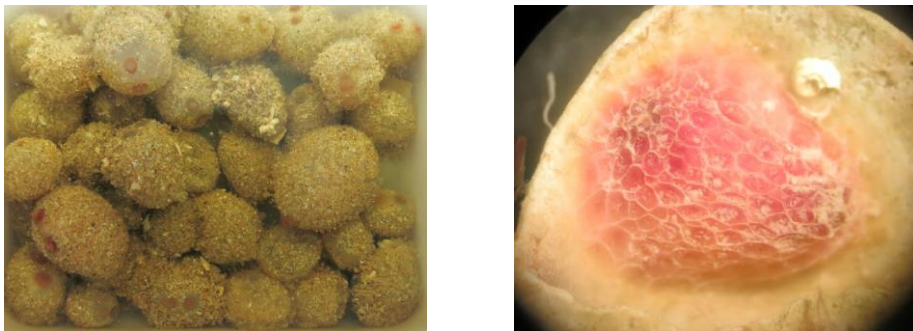


Figure 80. Les ascidies *Molgula occulta-oculata* et *Pyura tessellata* (clichés © IDRA)

➤ Assemblage 5

Cet assemblage constitue l'unité biosédimentaire des **sables grossiers graveleux infralittoraux**, à ***Branchiostoma lanceolatum*, *Pista cristata*, *Nucula* spp, et autres bivalves.**

Cet assemblage présente une similarité moyenne de 31% et fait partie des assemblages aux richesses spécifiques moyennes (de 40 à 60 espèces, avec une moyenne de 51 espèces par station à 3 réplicats).

Espèces discriminantes	Contribution
<i>Pista cristata</i>	9,3 %
<i>Nucula nitidosa</i>	8,7 %
<i>Nucula nucleus</i>	6,1 %
<i>Glycymeris glycymeris</i>	6 %
<i>Notomastus latericeus</i>	5,6 %

Tableau 34. Contribution des 5 premières espèces discriminantes de l'assemblage 5

Cet assemblage, assez proche de l'assemblage 4 malgré une granulométrie plus grossière, pourrait constituer un faciès d'appauvrissement de ce dernier, avec un nombre moyen d'espèces par station presque 2 fois inférieur.

L'espèce d'annélide principale est également *Pista cristata* mais le cortège est largement dominé par les bivalves, pour partie identiques à ceux de l'assemblage 5, tels que *Nucula spp.*, l'amande de mer *Glycymeris glycymeris*, la coquille Saint Jacques (*Pecten maximus*). On y trouve également *Timoclea ovata* et *Goodallia triangularis*.

Le mollusque scaphopode *Antalis vulgaris* fait également partie du cortège.

Enfin, on retrouve à une station le céphalochordé *Branchiostoma lanceolatum* caractéristique du peuplement, même si cette faible occurrence est probablement révélatrice d'un écotone (faciès de transition entre 2 communautés).

Figure 81. Le céphalochordé *Branchiostoma lanceolatum*, et le bivalve *Nucula nucleus* (clichés © IDRA).Figure 82. Les bivalves *Timoclea ovata*, *Goodallia triangularis*, et le mollusque scaphopode *Antalis vulgaris* (clichés © IDRA).

➤ Assemblage 6

Cette unité correspond au peuplement des **graviers sableux infralittoraux à *Spio* spp., et *Protodorvillea kefersteini***.

Seule la station SP10-Est correspond à cette unité.

Les annélides *Spio decoratus*, *Spio martinensis* accompagnent *Protodorvillea kefersteini*. Le lançon fait partie du cortège malgré la granulométrie graveleuse. L'amande de mer *Glycymeris glycymeris* est un bivalve commun au sein de cet habitat, et le mollusque gastéropode *Calyptraea chinensis* se fixe aux supports disponibles (fragments coquilliers, etc.).

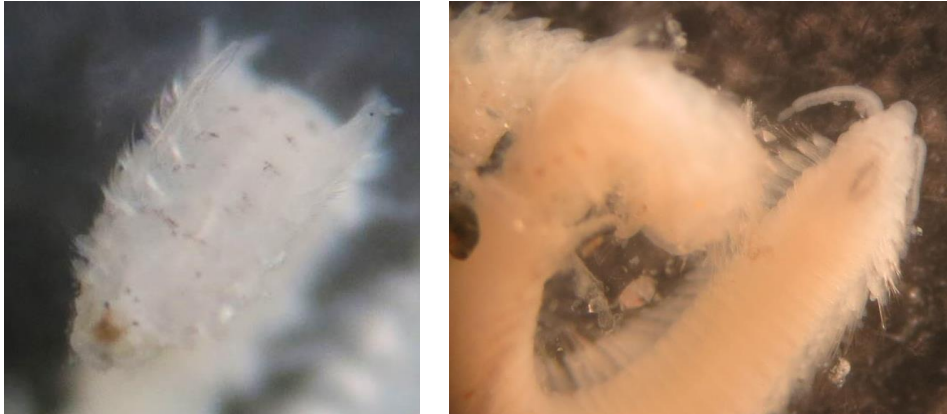


Figure 83. Les annélides *Spio decoratus* et *Protodorvillea kefersteini* (clichés © IDRA)



Figure 84. Un lançon (*Hyperoplus lanceolatus* ou *Ammodytes tobianus*), et *Calyptraea chinensis* (clichés © IDRA)

6.4.2. Correspondance avec les typologies EUNIS et MNHN

Un tableau de correspondance est proposé au regard de deux typologies d'habitats EUNIS (en ligne : <http://eunis.eea.europa.eu/>) et MNHN (Michez, et al, 2013). Nous avons tenté de faire correspondre les unités bio-sédimentaires aux typologies d'habitats, mais comme cela a été évoqué lors des ateliers scientifiques du programme CARTHAM notamment, les typologies proposent parfois des habitats légèrement différents de ceux en place. Le Tableau 35 a donc valeur de proposition.

Assemblage	Correspondances avec les typologies d'habitats	
	EUNIS	MNHN
1	A2.231 / Sables fins médiolittoraux à polychètes	M04.02.01.01.02 / Sables fins intertidaux à polychètes et <i>Tellina tenuis</i>
2	A5.431 / Sédiments mixtes grossiers infralittoraux à crépidules, ascidies, et anémones	P04.02 / Bancs de crépidules sur sédiments hétérogènes
3	A5.24 / Sables vaseux infralittoraux	M09.02.01.02 / Sables envasés infralittoraux
4	A5.142 / Gravieres ou sables grossiers circalittoraux à <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris spp.</i> , et bivalves Vénéridés	M08.01.02.01 / Sables grossiers et graviers du circalittoral côtier à <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris spp.</i> , et Bivalves Vénéridés
5	A5.145 / Gravieres coquilliers et sables grossiers circalittoraux à <i>Branchiostoma lanceolatum</i>	M08.01.02.04 / Sables grossiers avec graviers coquilliers du circalittoral côtier à <i>Branchiostoma lanceolatum</i>
6	A5.143 / Sables graveleux hétérogènes circalittoraux appauvris à <i>Protodorvillea kefersteini</i> et autres polychètes	M08.01.02.02 / Sables graveleux hétérogènes appauvris du circalittoral côtier à <i>Protodorvillea kefersteini</i> et autres polychètes

Tableau 35. Proposition de correspondance des 6 assemblages identifiés avec les typologies EUNIS et MNHN

Cette synthèse met en évidence les points suivants :

- les deux typologies possèdent les mêmes appellations pour ces 6 assemblages
- les assemblages 4, 5 et 6 constituent trois faciès du peuplement général des sables grossiers à graviers du circalittoral côtier.
- Le seuil de similarité retenu sur le dendrogramme pour l'assemblage 3 nous contraint de retenir un niveau d'informations moins précis (niveau 4 de la typologie EUNIS). Il pourrait s'agir d'un faciès alliant certaines caractéristiques des deux habitats suivants :
 - A5.242/ Sables vaseux infralittoraux à *Tellina fabula* et *Magelona mirabilis*, avec bivalves vénérédés et amphipodes
 - A5.244/ Sables vaseux infralittoraux à *Spisula subtruncata* et *Nephtys hombergii*.

6.4.3. Synthèse cartographique

Ces assemblages sont représentés à la Figure 85 et Figure 86.

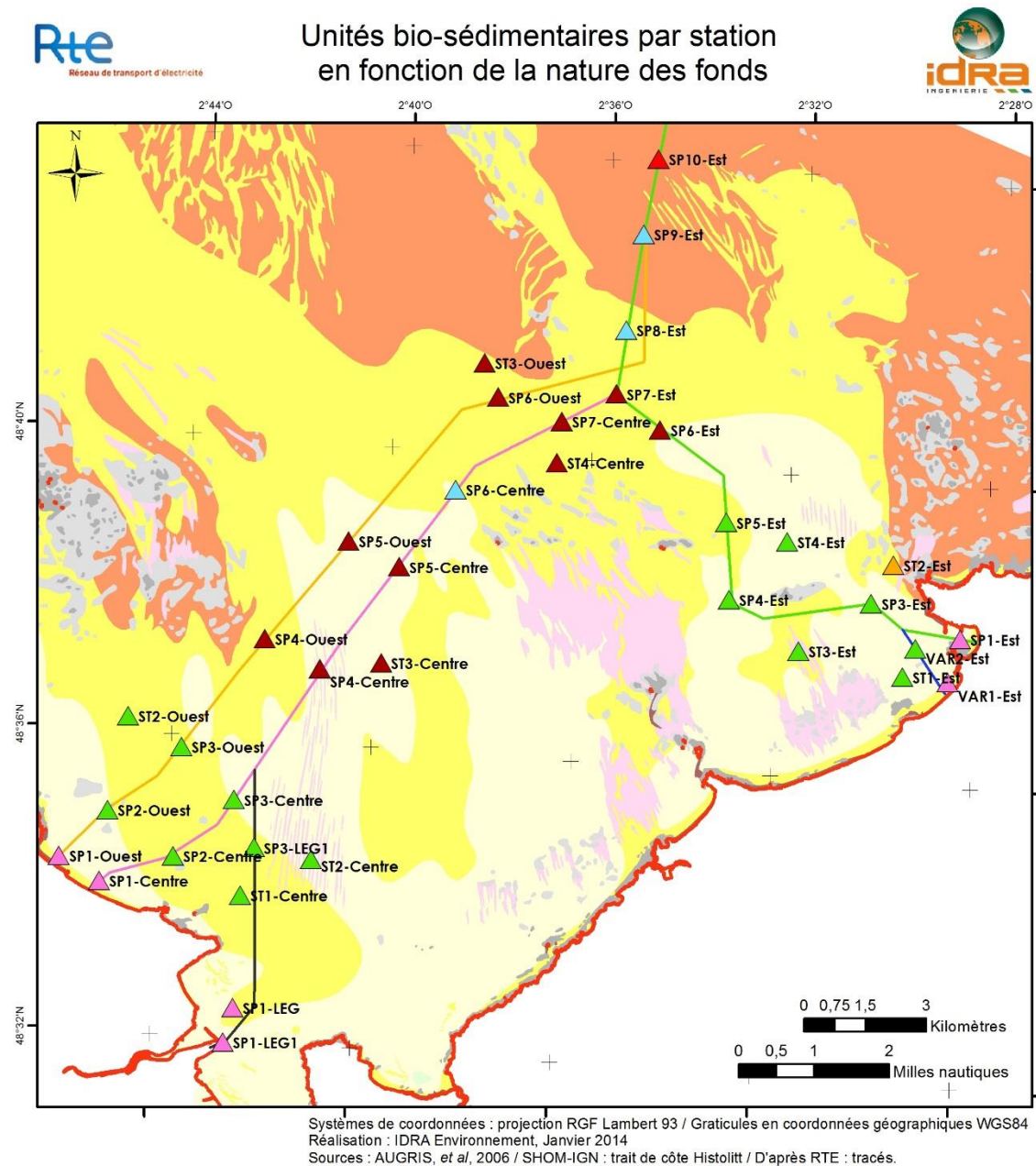
Ces 2 cartes montrent que les peuplements sont structurés selon :

- **un gradient bathymétrique :**
 - o L'assemblage 1 correspond aux peuplements intertidaux ;
 - o Les assemblages 2 et 3 sont situés dans la zone des 0m CM⁵ à 10 m CM environ ;
 - o Les assemblages 4, 5, et 6 sont rencontrés au-delà des 10m CM.
- **un gradient sédimentaire :** selon les données antérieures (Augris, *et al*, 2006), et d'après les données analysées dans ce document, aux variations de faciès sédimentaires, correspondent des variations d'assemblages benthiques.
 - o L'assemblage 1 correspond aux sables fins identifiés sur la carte sédimentaire ;
 - o L'assemblage 2 ne fait pas l'objet d'une correspondance à cette échelle (faciès local de sédiments hétérogènes envasés à crépidules) ;
 - o L'assemblage 3 correspond aux sables fins à moyens ;
 - o Les assemblages 4, 5, et 6 correspondent aux sables moyens à grossiers.

Une disparité est toutefois notée pour les stations SP4, SP5, ST3-Centre, et SP5-Ouest : elles sont situées sur le faciès à sables fins selon Augris, *et al* (2006) alors qu'elles correspondent à l'assemblage 4 du peuplement des sables grossiers.

La fiabilité de l'information fournie par la carte d'Augris, *et al* (2006) faisant partie du postulat de départ, cette disparité s'inscrit donc dans les commentaires évoqués plus haut (6.4.1.1. *Identification des unités : correspondances benthos-sédiments*), à savoir les difficultés rencontrées lors des recherches de correspondances rigoureuses entre le benthos d'une part, et la nature du sédiment d'autre part (voir 7. *Synthèse*).

⁵ CM = Cote Marine (zéro des cartes)

**Légende**

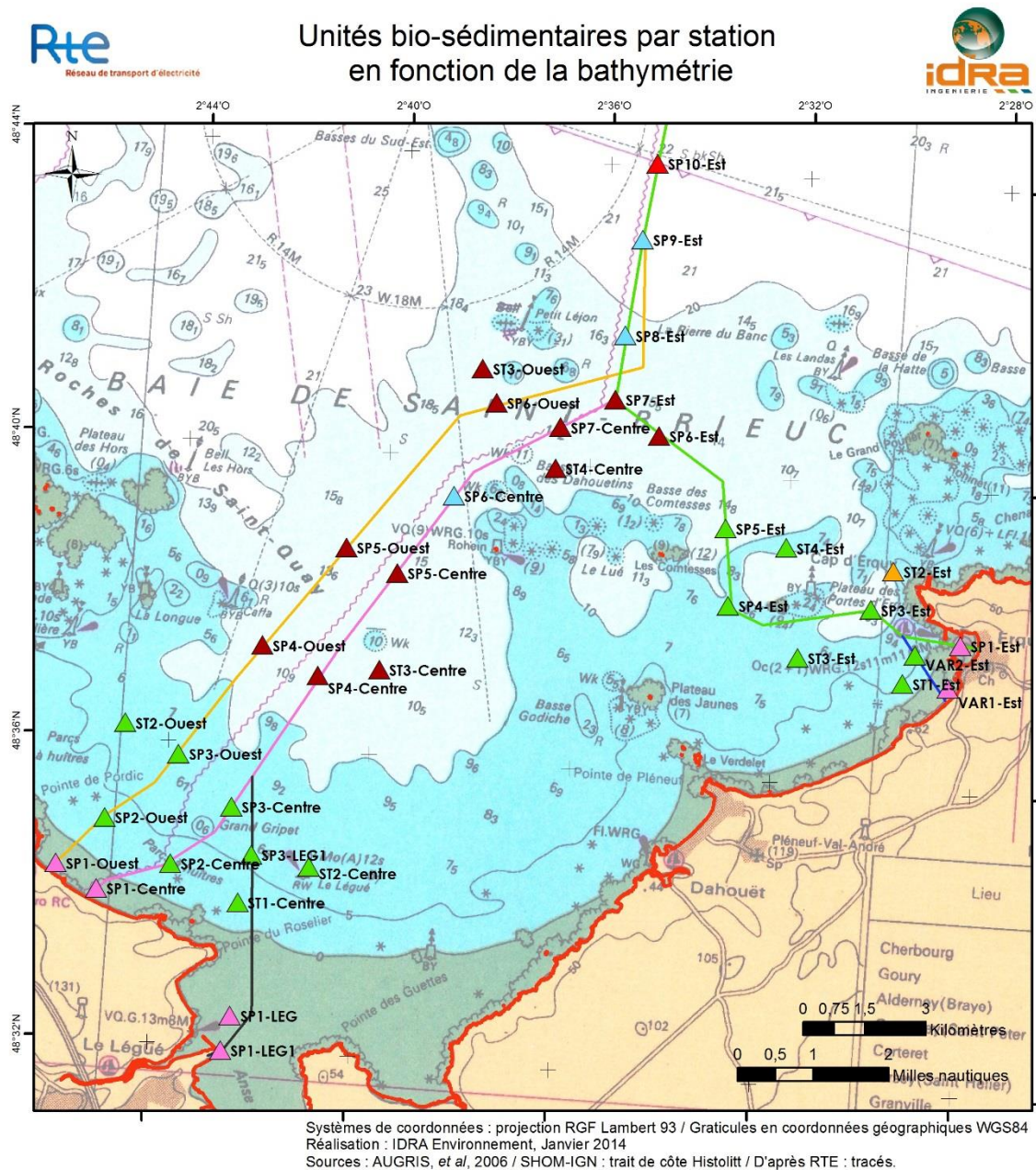
— Trait de côte Histolitt

Assemblages et proposition d'habitat EUNIS

- ▲ Assemblage 1 - A2.231 / Sables fins médiolittoraux à polychètes
- ▲ Assemblage 2 - A5.431 / Sédiments mixtes grossiers infralittoraux à crépidules, ascidies, et anémones
- ▲ Assemblage 3 - A5.24 / Sables vaseux infralittoraux
- ▲ Assemblage 4 - A5.142 / Gravier ou sables grossiers circalittoraux à *Mediomastus fragilis*, *Lumbrineris* spp., et bivalves vénérables
- ▲ Assemblage 5 - A5.145 / Gravier coquilliers et sables grossiers circalittoraux à *Branchiostoma lanceolatum*
- ▲ Assemblage 6 - A5.143 / Sables graveleux hétérogènes circalittoraux appauvris à *Protodorvillea kefersteini* et autres polychètes

- Roches découvrantes
- Roches toujours immergées
- Cailloutis et blocs
- Gravier et cailloutis
- Gravier et sables grossiers
- Sables grossiers, graviers, cailloux
- Sables moyens et grossiers à graviers
- Sables grossiers
- Sables moyens
- Sables fins
- Vases silteuses (slikke)
- Vases argileuses (schorre)
- Maërl

Figure 85. Représentation des assemblages benthiques identifiés sur les corridors : proposition de correspondance avec la typologie d'habitats EUNIS, et comparaison avec les données existantes de nature des fonds



Légende

— Trait de côte Histolitt

Assemblages et disposition d'habitat EUNIS

- ▲ Assemblage 1 - A2.231 / Sables fins médiolittoraux à polychètes
- ▲ Assemblage 2 - A5.431 / Sédiments mixtes grossiers infralittoraux à crépidules, ascidies, et anémones
- ▲ Assemblage 3 - A5.24 / Sables vaseux infralittoraux
- ▲ Assemblage 4 - A5.142 / Gravier ou sables grossiers circalittoraux à *Mediomastus fragilis*, *Lumbrineris* spp., et bivalves vénérés
- ▲ Assemblage 5 - A5.145 / Gravier coquilliers et sables grossiers circalittoraux à *Branchiostoma lanceolatum*
- ▲ Assemblage 6 - A5.143 / Sables graveleux hétérogènes circalittoraux appauvris à *Protodrivillea kefersteini* et autres polychètes

Figure 86. Représentation des assemblages benthiques identifiés sur les corridors : proposition de correspondance avec la typologie d'habitats EUNIS, et confrontation avec les données bathymétriques existantes

6.5. SYNTHÈSE SUR L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE, ESPÈCES PARTICULIÈRES, & SENSIBILITÉ DU MILIEU

Cette partie a pour objet de confronter les états écologiques déduits des calculs des indices AMBI et BENTIX, avec les densités de crépidule sur les stations investiguées, espèce invasive indicatrice d'un milieu perturbé dont l'état de conservation ne peut être optimal (Lepareur, 2011).

Les figures suivantes détaillent ces 3 descripteurs.

L'indice BENTIX relativement à l'AMBI est celui qui expose le plus de contrastes en matière d'états écologiques (Tableau 36).

	Stations en EXCELLENT état écologique	Stations en BON état écologique	Stations en MOYEN état écologique
AMBI	5	32	0
BENTIX	16	18	3

Tableau 36. Etat écologique : répartition du nombre de stations (37 au total) selon l'indice retenu

Ces résultats sont néanmoins à pondérer avec les conditions de référence choisies dans ce contexte. En effet, pour le BENTIX, les conditions de référence correspondant au « milieu vaseux » ne sont pas suffisamment précises dans les documents de référence (Grall, *et al*, 2005) pour permettre une distinction fiable. A défaut, le « cas général » a été retenu ici pour les bornes du BENTIX, donc des états écologiques associés.

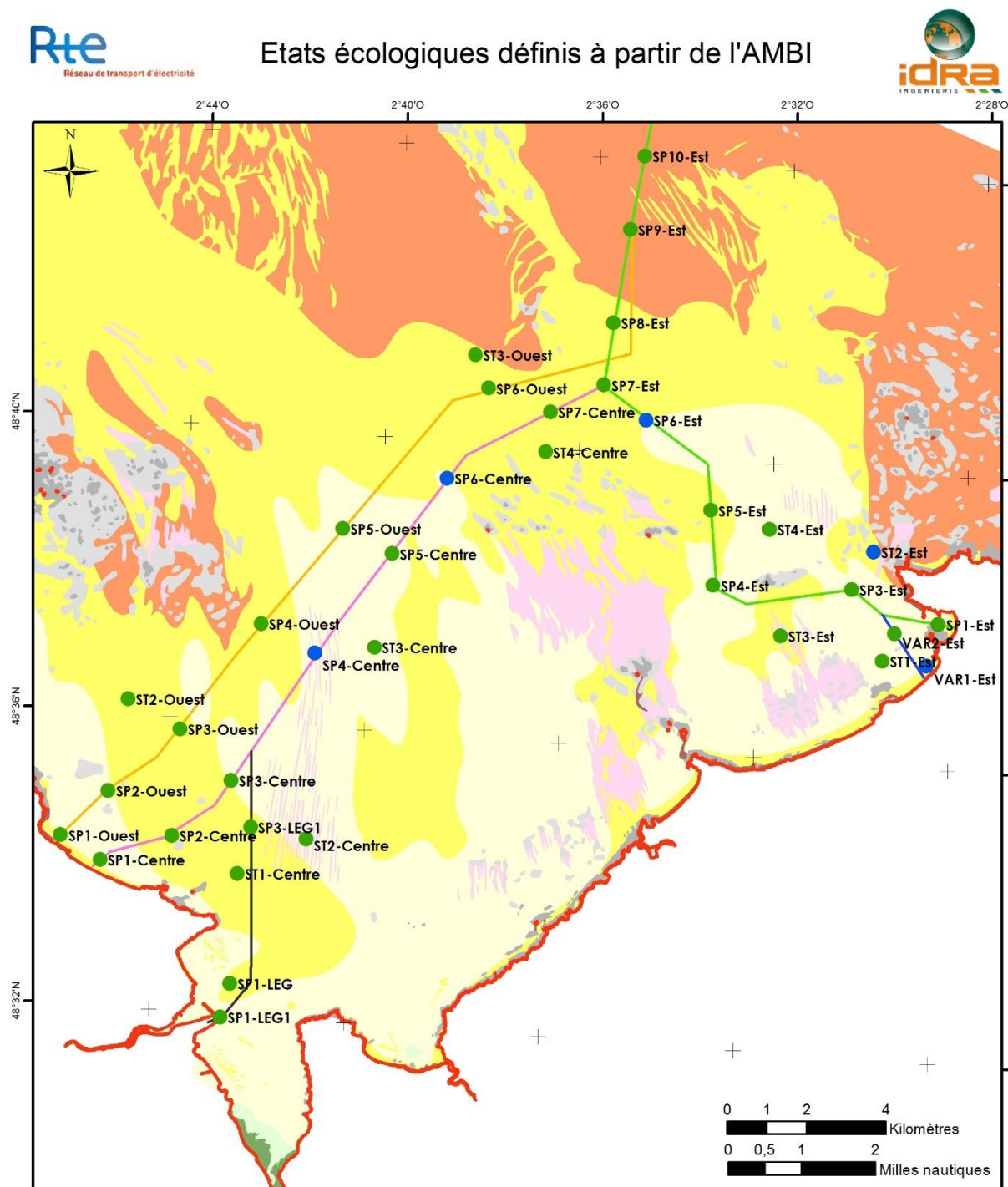


Figure 87. Etats écologiques sur les 3 corridors définis à partir du calcul de l'AMBI

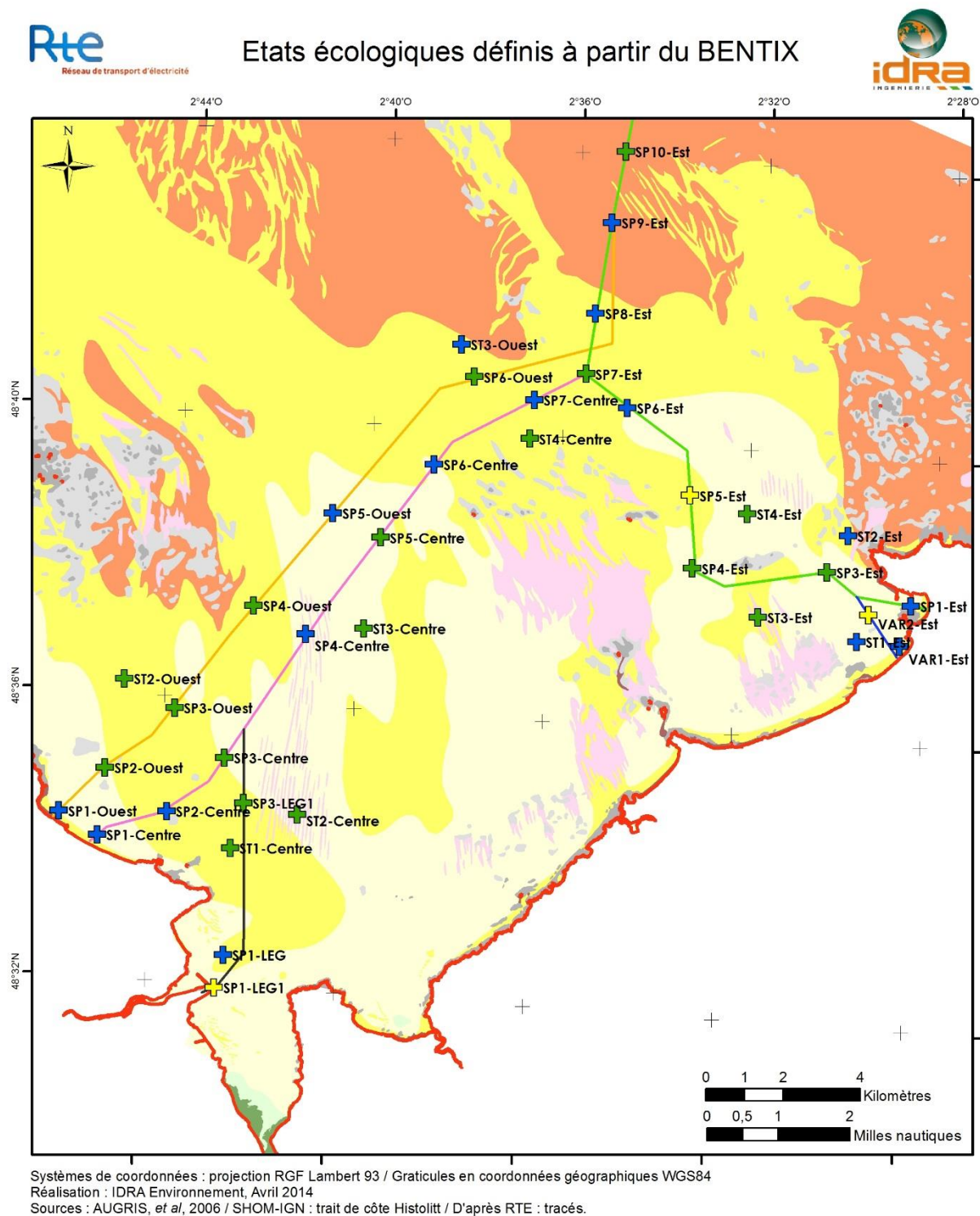


Figure 88. Etats écologiques sur les 3 corridors définis à partir du calcul du BENTIX

Concernant la crépidule, le mollusque est présent sur 13 stations pour les 37 investiguées :

- son abondance est faible pour 7 stations (densité ≤ 16 ind.m²)
- son abondance est forte voire extrême pour 6 stations (entre 53 et plus de 1000 ind.m⁻²).

La confrontation des données sur la crépidule et les états écologiques obtenus à partir de l'AMBI ou du BENTIX permettent d'exposer les points suivants :

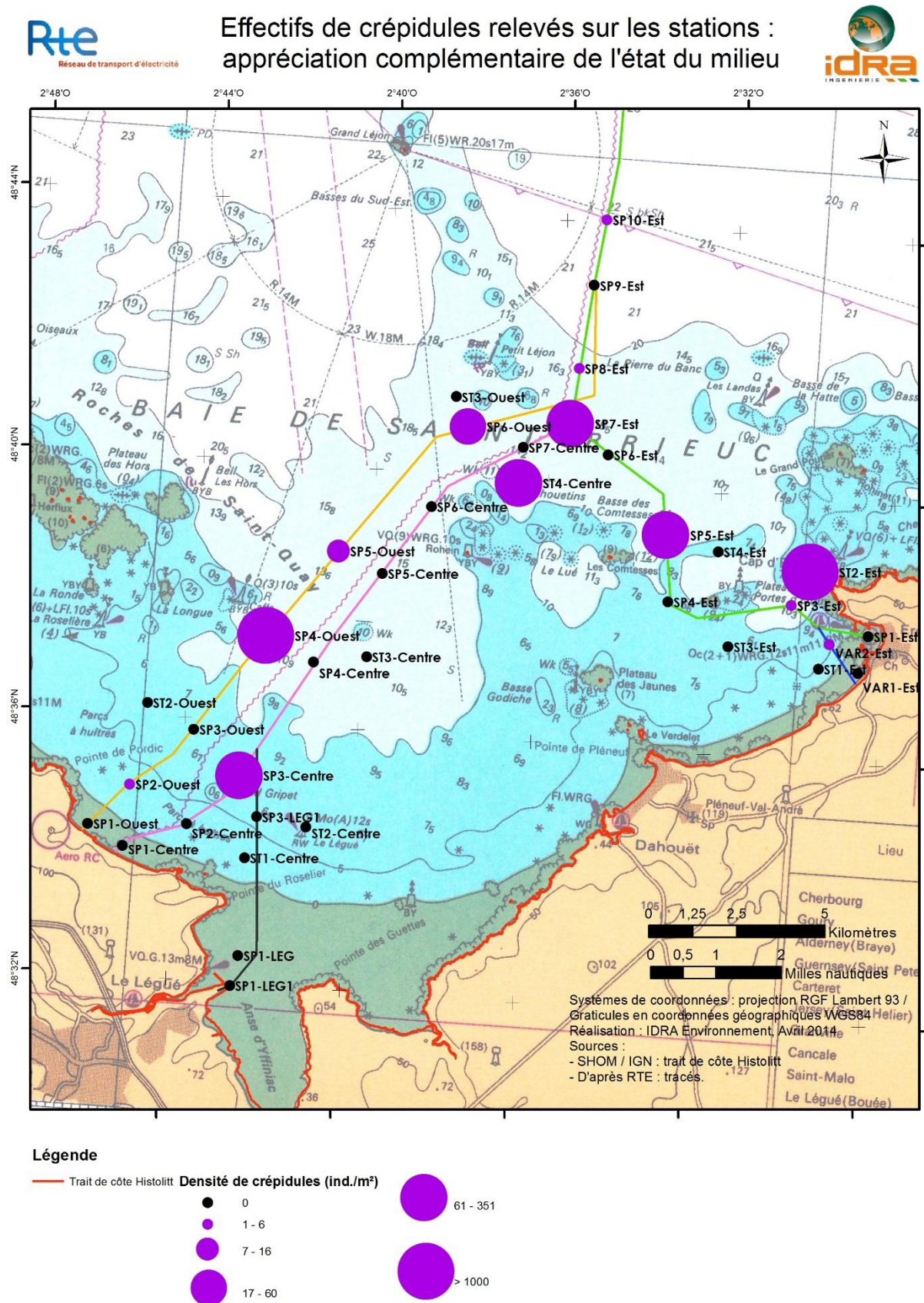
- Seule la station SP5-Est, en état écologique moyen d'après le BENTIX, présente de fortes abondances de crépidules (173 ind.m⁻²).
- Selon ce même indice, la station VAR1-Est en moyen état écologique, ne présente que 3 ind.m⁻² : la crépidule n'explique donc pas cet état.
- Les 11 autres stations où la crépidule est présente, ou très abondante voire dominante, sont en bon ou excellent état écologique.

Ces résultats sont dus entre autres :

- à l'appartenance de la crépidule au groupe écologique III, dont les fortes proportions n'affectent pas de fait les états écologiques associés.
- aux cortèges d'espèces associés à la crépidule, qui n'entraînent pas de fait une baisse de la qualité écologique des milieux, ceux-ci ne faisant pas nécessairement partie des groupes d'espèces tolérantes ou opportunistes.

Dans ce cas, la crépidule et son cortège n'altèrent donc pas l'état écologique au sens strict du terme mais bien l'état de conservation des habitats en place. **A ce titre, la présence de la crépidule participe d'un état de conservation moyen à mauvais des habitats décrits aux stations concernées.**

Néanmoins, sa présence n'est pas synonyme d'habitats « non sensibles ». Elle contribue aussi à l'augmentation locale de la diversité, et n'empêche pas l'installation d'espèces particulières, telles que certaines espèces ZNIEFF recensées sur les stations. Au regard des Figure 89 et Figure 90, il apparaît en effet que les stations SP4 à SP6-Ouest, SP3 et ST4-Centre, ou encore SP5 et ST2-Est **présentent à la fois d'importantes densités de crépidule, et plusieurs espèces ZNIEFF.**

Figure 89. Densités de crépidules (ind./m²) aux stations investiguées

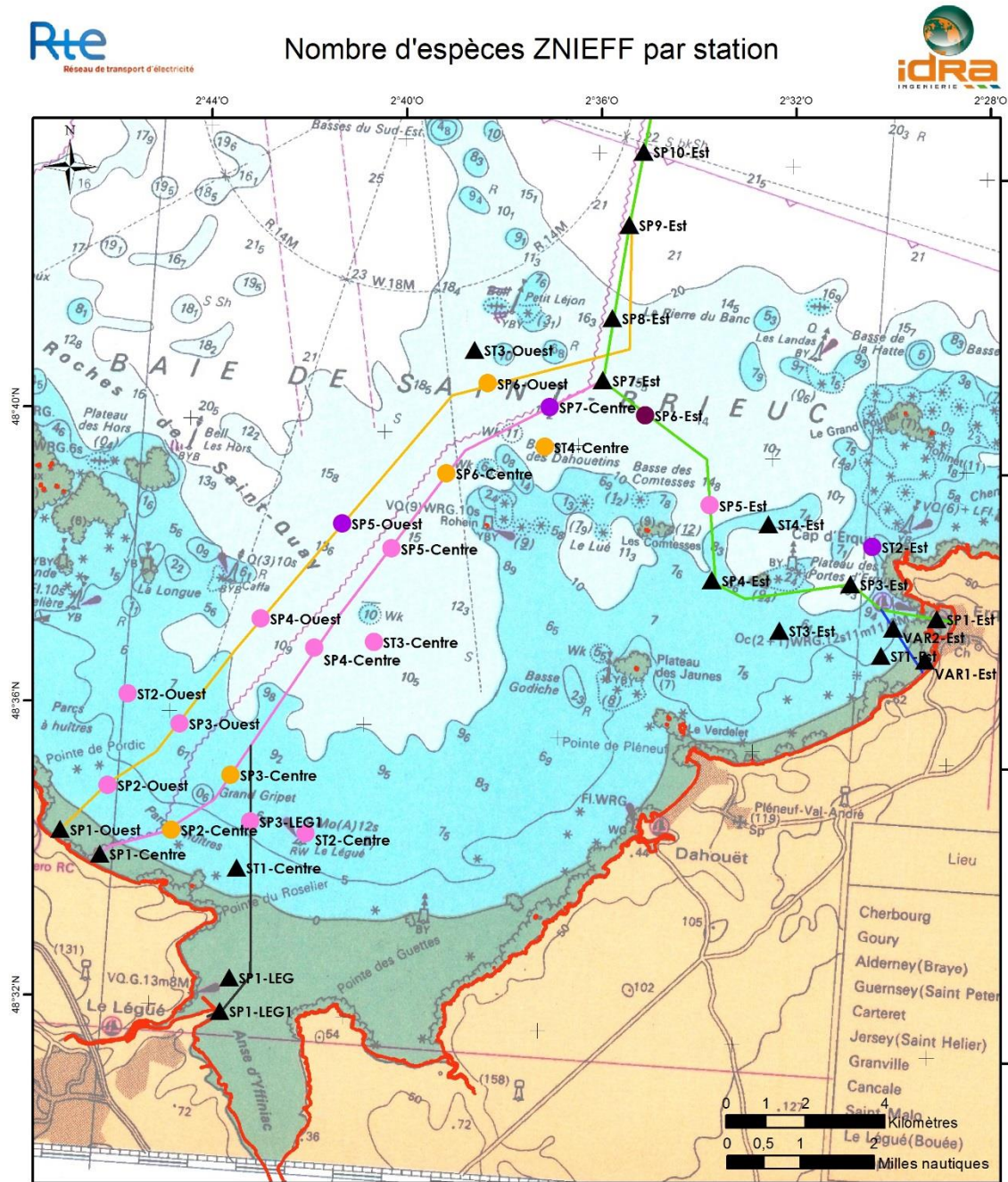


Figure 90. Nombre d'espèces ZNIEFF par station

Ainsi, au regard des corrélations apparentes entre la présence de la crépidule d'une part, le bon voire excellent état écologique et la présence d'espèces ZNIEFF d'autre part, le parti est pris dans cette étude de ne pas considérer la crépidule comme un facteur permettant d'évaluer la sensibilité du milieu, celle-ci étant davantage expliquée par l'inventaire des espèces ZNIEFF.

En effet, la présence du mollusque ne conduit pas dans ce cas à considérer un habitat comme peu ou non sensible d'un point de vue de la conservation. A ce titre, les travaux d'ensouillage du câble ne pourraient que favoriser localement la colonisation de cette espèce robuste (transfert de la crépidule par la charrue d'ensouillage, le déplacement des amarres, etc...), et il n'est donc pas jugé opportun de privilégier particulièrement un tracé où la crépidule est abondante.

Ainsi, le critère présence/absence de crépidule n'est donc pas retenu dans l'analyse multicritères (voir § 8. *Analyse multi-criteres*).

Enfin, la Figure 90 permet aussi de mettre en évidence :

- une absence d'espèces ZNIEFF aux stations intertidales d'une part, et à la plupart des stations subtidales du corridor Est d'autre part.
- le maximum d'espèces ZNIEFF identifiées en SP6-Est

Les espèces ZNIEFF font partie des critères considérés pertinents pour l'analyse du choix de la solution retenue, malgré les discussions possibles de l'appartenance de certaines espèces à la liste de référence (Derrien, *et al*, 2010).

A dire d'expert, à partir de la nature des peuplements benthiques identifiés à partir des relevés, et des espèces ZNIEFF recensées, il est possible de conclure que les milieux considérés présentent :

- **une sensibilité faible sur le corridor d'Erquy, excepté en SP6-Est (sensibilité moyenne à forte)**
- **une sensibilité moyenne sur les corridors Centre et Ouest, excepté en SP7 et ST3-Centre, secteurs à sensibilité forte compte tenu de la présence de *Idunella sp.* en cours d'expertise.**

6.6. MODELISATION PAR KRIGEAGE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE ET DE L'ABONDANCE SUR LA ZONE D'ETUDE

A la demande de RTE et de Créocéan, **une interpolation de la richesse spécifique (Figure 91) et de l'abondance (Figure 92)** est proposée sur une enveloppe contenant toutes les stations. Malgré l'étude de 3 corridors distincts, un seul polygone est en effet détourné, l'interpolation étant plus performante avec l'augmentation du nombre de points de référence et la réduction du nombre d'entités surfaciques (donc de frontières).

Les limites d'une telle approche sont notamment les suivantes :

- l'approche morpho-sédimentaire est tout d'abord écartée de l'analyse, car l'emprise du polygone dessiné n'est pas couverte par des investigations géophysiques. Pour ces mêmes raisons, il est trop délicat de proposer une cartographie des biocénoses benthiques par modélisation.
- Par ailleurs, la faible densité du nombre de stations relativement à la surface étudiée conduit à une interpolation entre les stations très hypothétique, et arbitrée par le logiciel de traitement.

L'interpolation a été réalisée à partir du logiciel *Surfer* par la méthode de krigeage.

Les résultats obtenus montrent les tendances suivantes :

- En secteur côtier, la richesse spécifique est faible. **Elle augmente avec l'éloignement à la côte jusqu'à l'isobathe 20m CM, puis diminue au-delà** (à partir de SP8-Est). La station SP6-Centre contribue localement à une baisse de la richesse (40 espèces).
Pour ce paramètre et d'après ce modèle, le corridor d'Erquy recouvre 6,7km de fonds marins dont la richesse spécifique dépasse l'isoline 65 espèces / station, contre plus de 15km chacun pour les corridors Centre (+ Légué) ou Ouest.
- La modélisation de la densité révèle des **abondances faibles en secteur côtier : elle suit la même tendance que celle observée pour la richesse spécifique (baisse de la densité au-delà de 20m CM)**. On note l'effet local d'augmentation de la densité au niveau de la station ST2-Est, dû à l'abondance maximale obtenue à cette station.

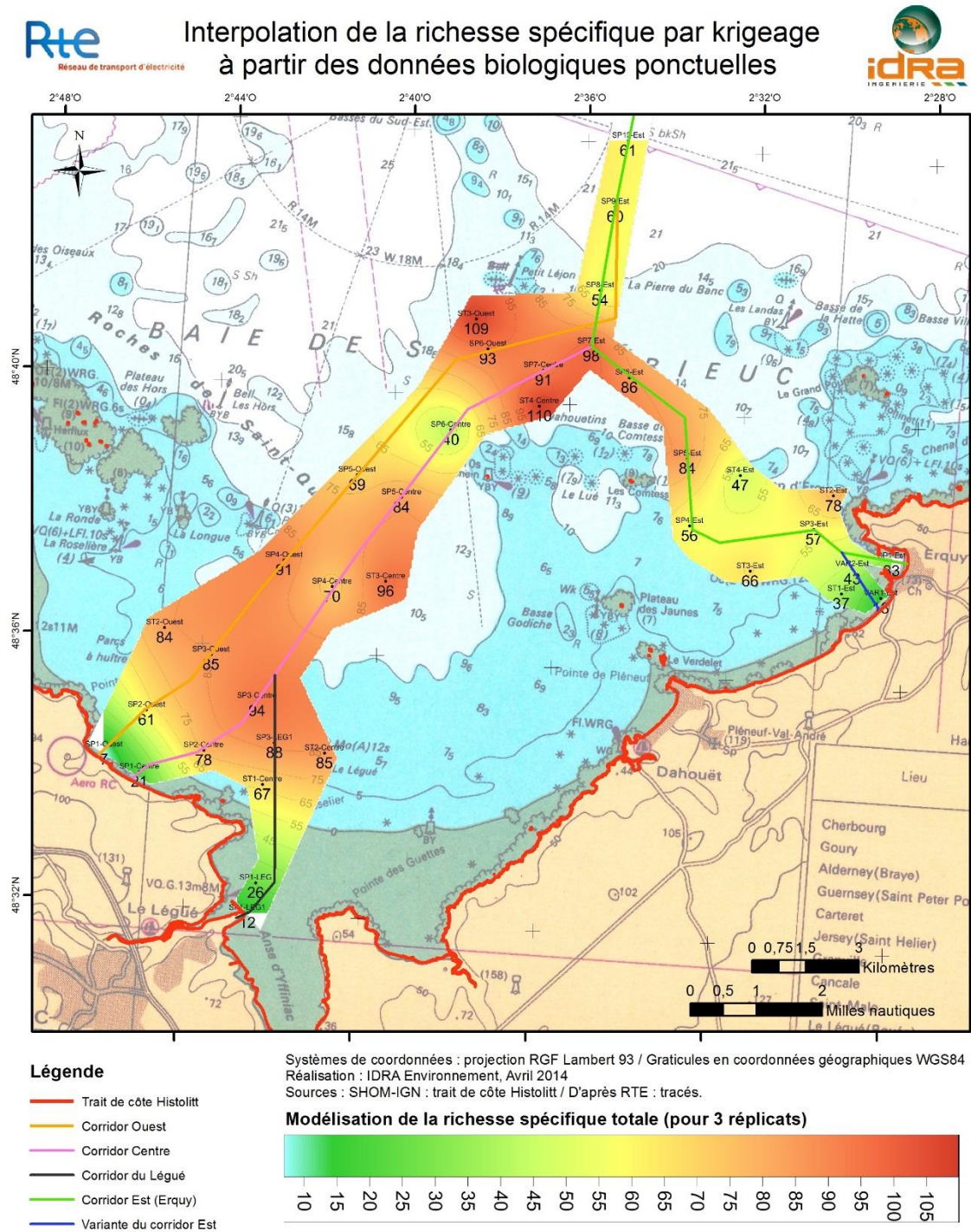
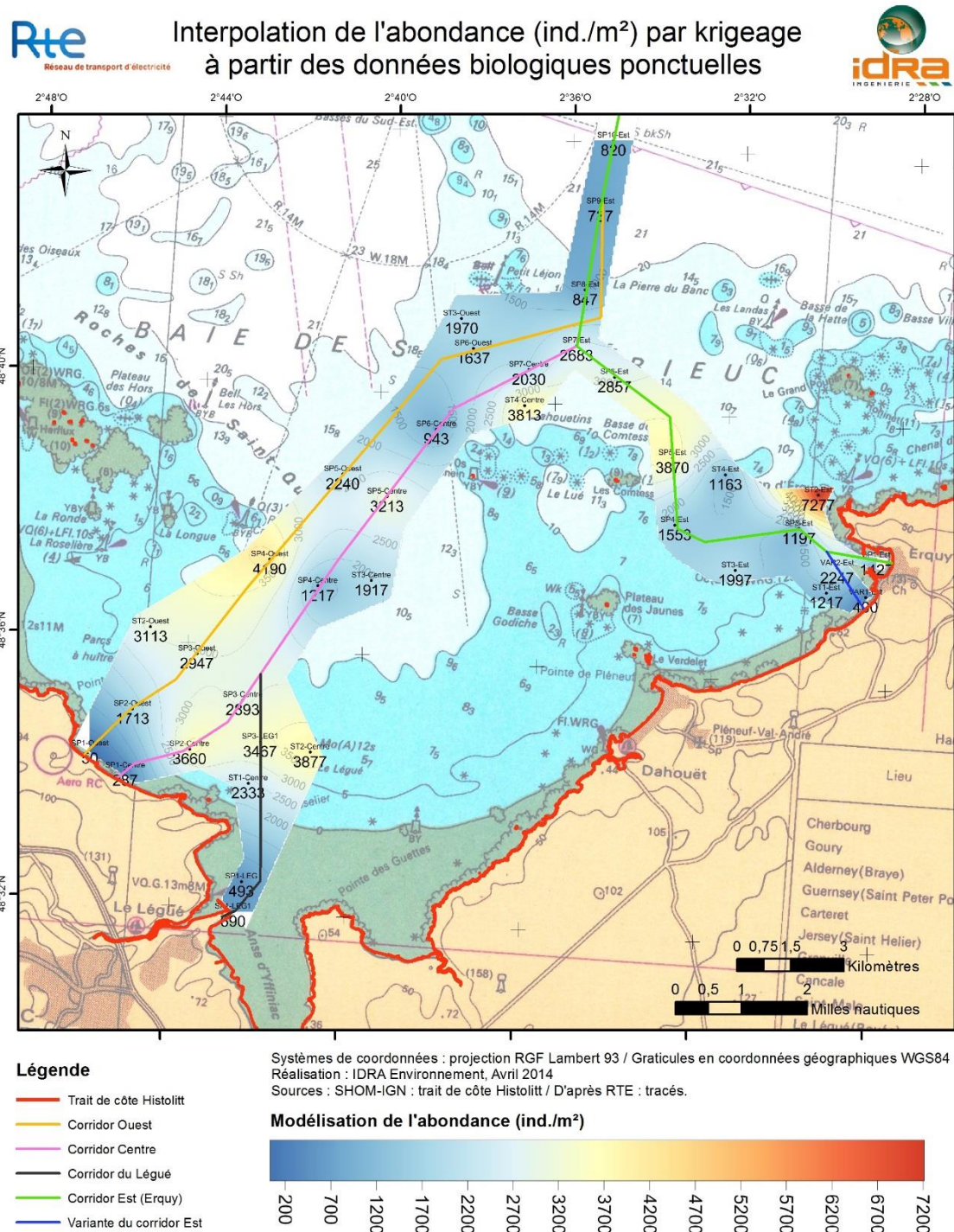


Figure 91. Modélisation de la richesse spécifique totale obtenue par krigeage à partir des données stationnelles

Figure 92. Modélisation de la densité (ind./m²) obtenue par krigeage à partir des données stationnelles

6.7. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES

6.7.1. Données de Retière (1979)

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.

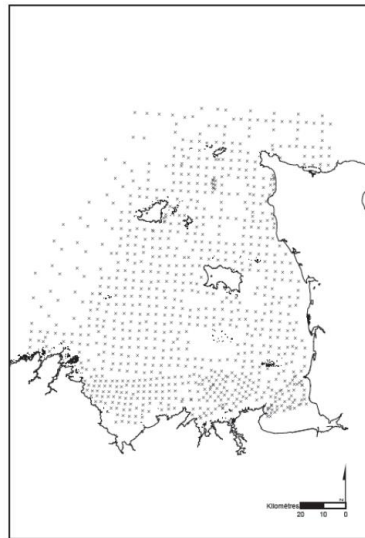


Figure 93. Positionnement des 892 stations échantillonnées entre 1970 et 1976 lors des travaux de Retière (1979). (in Trigui, 2009)

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 que le Rebenat a adaptée selon la typologie EUNIS (Figure 94), et une observation particulière est portée au niveau de la baie de Saint-Brieuc.

- Il apparaît que l'habitat benthique des sables envasés à *Spisula subtruncata* et *Nephtys hombergii* est identifié, faciès de l'assemblage 3 de notre étude.
- On ne retrouve pas cependant les sables envasés à *Abra alba* et *Macoma balthica*. Cela dit, si cet assemblage ne se différencie pas en tant que tel dans notre étude (dont les seuils ont été fixés à 20% de similarité), l'examen de la base de données montre que le bivalve *Abra alba* est présent voire abondant (entre 6 et 25 individus) notamment aux stations côtières SP2-Ouest, SP2-Centre, ST1 et ST2-Centre et SP3-LEG1, situées sur l'emprise de l'habitat décrit par Retière.
- Enfin, les assemblages 4, 5 et 6 de notre étude correspondent, ou sont des variantes de l'unité des sables grossiers sablo-graveleux à *Clausinella fasciata* et *Branchistoma lanceolatum* identifiée par Retière.

A cette échelle large de comparaison, **les assemblages identifiés dans cette étude sont donc cohérents avec ces données historiques.**

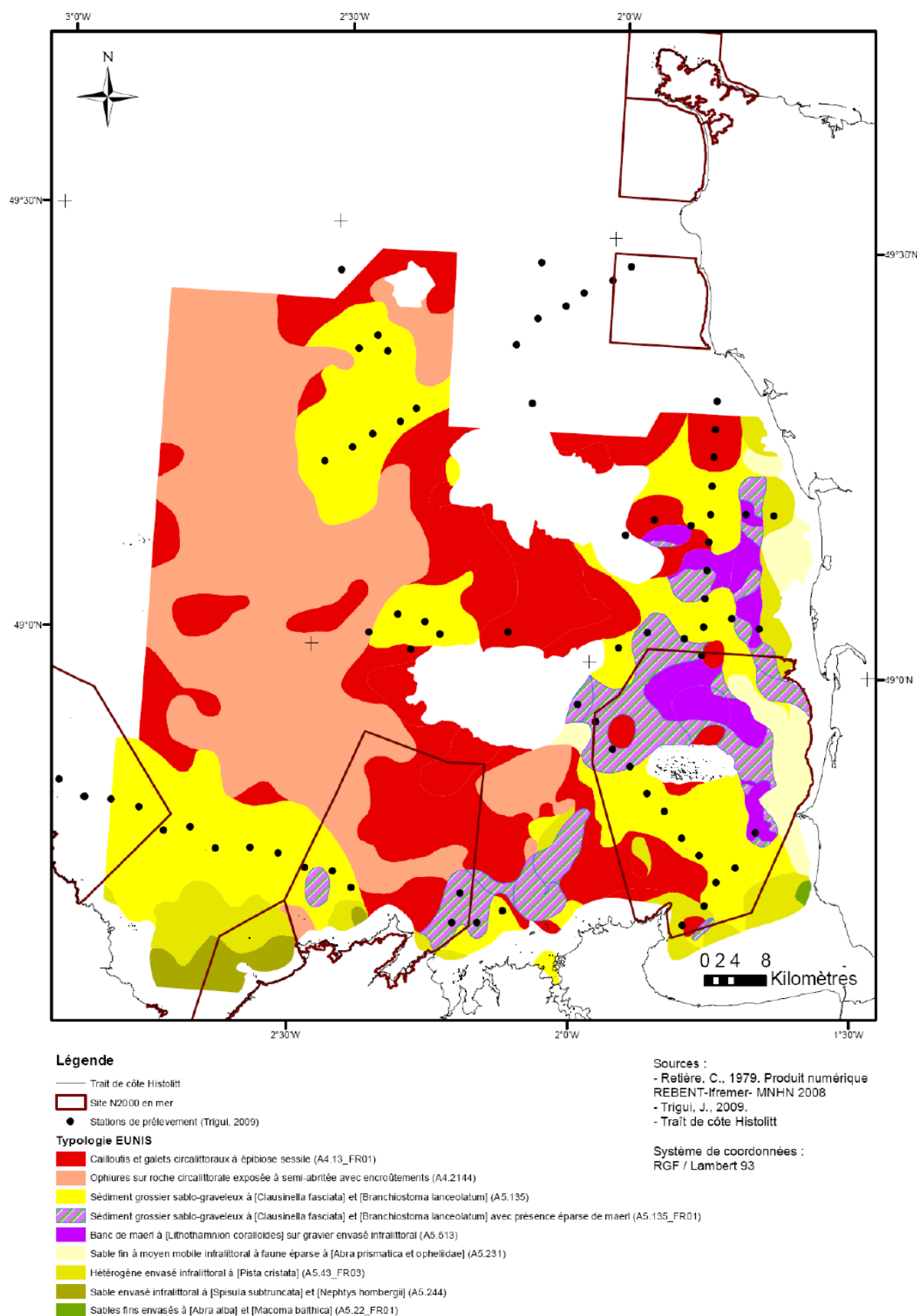


Figure 94. Peuplements benthiques du Golfe Normand-Breton identifiés par Retière (1979) et adaptés par le REBENT selon la typologie EUNIS (in Hémisphère Sub, 2012)

6.7.2. Données du Rebent

Pour ce qui est de la qualité écologique du milieu, le REBENT, dans le cadre de la surveillance de l'état écologique des masses d'eau, a mis en place un effort d'échantillonnage réparti sur l'ensemble des côtes bretonnes notamment, et plus précisément, en baie de Saint-Brieuc pour les données qui nous concernent.

Pour les 2 stations étudiées dans la baie, l'état écologique relevé est très bon (Rebent, 2009). Les résultats acquis sur les stations dans la présente étude, mettent en évidence des états écologiques globalement « bons » à « très bons ». Ainsi, l'ensemble des résultats obtenus s'inscrivent dans une tendance similaire aux données de référence.



Figure 95. Localisation des 2 stations suivies par le Rebent en Baie de St Brieuc (Rebent, 2009)

Les résultats du Rebent (2010) permettent de compléter ces tendances sur les peuplements de sables fins.

- En domaine subtidal, la station d'étude en baie de Saint-Brieuc comporte une richesse spécifique moyenne par réplicat de 13 (+/-6) espèces, et une abondance moyenne de 554 (+/- 323) ind.m⁻². Ces valeurs font partie des valeurs faibles parmi les données récoltées sur les stations de sables envasés de notre étude (Assemblage 3). En outre, les valeurs d'abondance sont nécessairement plus faibles pour les données du Rebent compte tenu de la période d'échantillonnage (avril), correspondant à un « étiage » biologique. Selon le Rebent (2010), le site de Saint-Brieuc est dominé par un ensemble d'espèces appartenant au groupe écologique IV, constitué d'espèces opportunistes de second ordre, comme les polychètes *Cirratulidae*, sans qu'il soit possible de détecter des perturbations majeures.
- En domaine intertidal, d'après le REBENT (2012), la station de suivi en fond de baie présente des richesses spécifiques moyennes par réplicat comprises entre 4 et 7 espèces de 2004 à 2011, résultat similaire à ceux observés pour l'assemblage 1 en SP1-LEG et SP1-LEG1 (9 et 4 espèces en moyenne resp.). Les abondances totales par station varient pendant la même période de 200 à 470 individus, valeurs légèrement inférieures à celles que nous trouvons en SP1-LEG et SP1-LEG1 (493 et 690 ind.m⁻²) resp.).

Enfin, la valeur de l'AMBI varie de 0,96 à 2,68, valeurs cohérentes avec celles trouvées dans l'étude pour ces 2 mêmes stations (1,52 et 2,49 resp.).

6.7.3. Données du programme national CARTHAM

6.7.3.1. Au large

Les données du programme CARTHAM sur le Golfe Normand Breton (Hémisphère Sub, 2012) n'ont fait intervenir que la drague Rallier du Bathy au nord du cap d'Erquy, plus caillouteux. Aucune donnée réellement proche récoltée à la benne Smith McIntyre n'est donc comparable sur ce secteur de la baie. En revanche, des espèces déterminantes ZNIEFF avaient été identifiées en bordure Ouest du site Natura 2000 du cap d'Erquy-cap Fréhel, à quelques kilomètres à l'Est de la partie Nord du tracé.

En effet, les fonds à graviers sableux et cailloux identifiés à la station AMP054 (Figure 96), hébergent notamment le bryzoaire *Omalosecosa ramulosa*, et les échinodermes *Anseropoda placenta* et *Crossaster papposus* (Hémisphère Sub, 2012).

Il est probable que les habitats de la partie nord du tracé soient compatibles avec l'installation de telles espèces, bien que le peuplement des cailloutis n'ait pas été identifié lors de nos prélèvements.

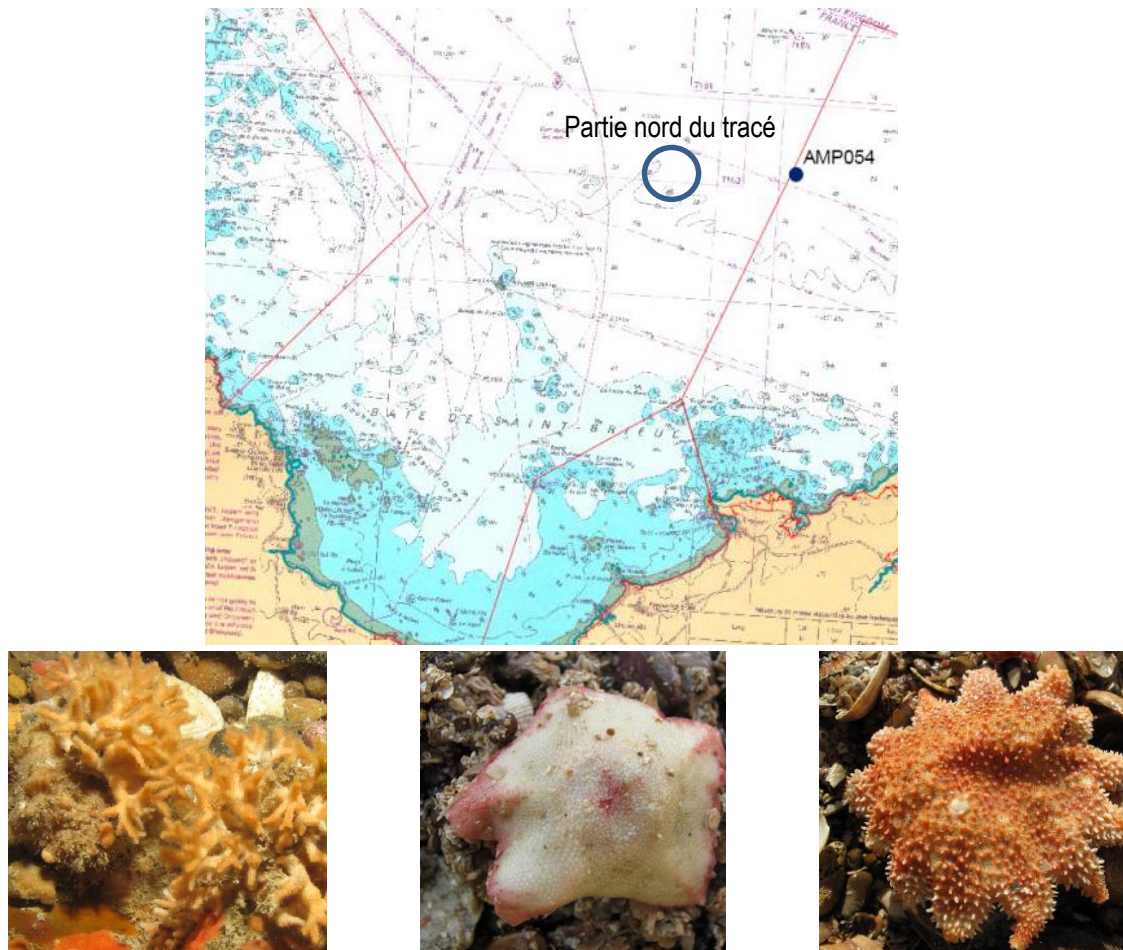


Figure 96. Localisation de la station AMP054, et illustration des espèces déterminantes ZNIEFF *Omalosecosa ramulosa*, *Anseropoda placenta*, et *Crossaster papposus* (Hémisphère Sub, 2012), potentiellement présentes sur la partie nord du tracé.

Par ailleurs, les données du programme national CARTHAM collectées sur le site Natura 2000 en mer FR5300066 Baie de Saint-Brieuc Est (TBM, 2012), sont situées à proximité des tracés. Parmi ces données, nous nous intéressons uniquement aux résultats quantitatifs récoltés par le même engin de prélèvement, et pour 3 réplicats (Figure 97).

Quelques comparaisons peuvent être menées sur le secteur d'Erquy, en fond de baie, et à l'échelle des peuplements sur le site Natura 2000.

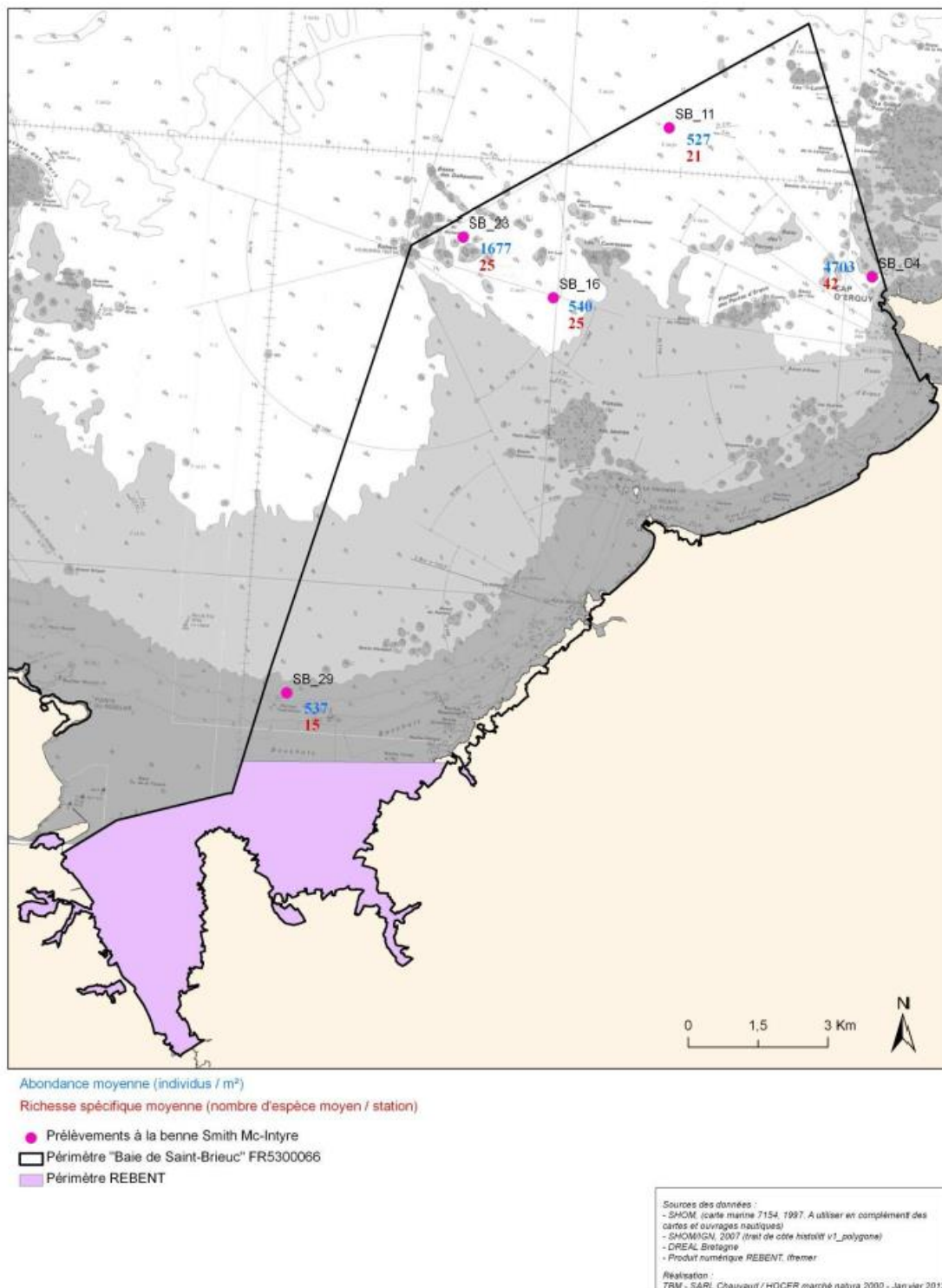


Figure 97. Abondances et richesses spécifiques des prélèvements quantitatifs (benne Smith McIntyre) réalisés par TBM sur le site Natura 2000 de la baie de Saint-Brieuc Est (TBM, 2010)

6.7.3.2. Secteur d'Erquy

- La station SB04, très proche de la station ST2-Est, est aussi dominée par la crépidule, et son peuplement est identifié comme tel (TBM, 2010). Les abondances relevées sont en revanche plus faibles (env. 4 700 ind.m⁻²), probablement en raison de la période de prélèvements. Au total, 79

espèces⁶ sont dénombrées, valeur comparable - étant donné l'effort d'échantillonnage égal - et identique à celle de ST2-Est.

- Par ailleurs, sans pouvoir comparer toutes les stations les unes aux autres, les 3 autres stations étudiées par TBM (SB_11, 23, et 16) présentent des richesses spécifiques totales comprises entre 45 et 54 espèces, valeurs cohérentes avec les données de la présente étude. Les abondances sont également du même ordre de grandeur.

6.7.3.3. *Fond de baie*

En fond de baie, il est intéressant de comparer la station SB_29 avec les données de notre étude. Cette station, située à un peu plus d'1 mille nautique au Sud-Est de la station ST2-Centre à la limite du zéro des cartes, décrit l'assemblage dont les espèces discriminantes sont le polychète *Chaetozone gibber* et les mollusques *Spisula elliptica* et *Tellina fabula* (TBM, 2012). Ces résultats sont donc cohérents avec ceux de notre étude, la station ST2-Centre faisant elle aussi partie d'un assemblage dominé par le même annélide, où *Tellina fabula* fait partie des bivalves dominants.

La richesse totale identifiée à cette station est de 26 espèces, valeur inférieure à la moyenne de l'assemblage 3 de notre étude (69 espèces en moyenne par station) mais supérieure à celle de l'assemblage 1 (19 espèces en moyenne par station), permettant ainsi de déduire que la station SB_29 correspond à une zone de transition entre les sables envasés intertidaux et subtidaux.

6.7.3.4. *Peuplements sur le site Natura 2000 de la baie de Saint-Brieuc Est*

La cartographie produite par TBM sur ce site est proposée à la Figure 98. Elle met en évidence :

- l'habitat EUNIS A2.231 / *Sables et sables envasés intertidaux à polychètes et Tellina tenuis*, cortège identique à celui identifié pour l'assemblage 1, en milieu intertidal sur le secteur d'Erquy (proximité des stations SP1-Est et VAR1-Est de l'assemblage 1) comme en fond de baie (proximité des stations SP1-LEG et SP1-LEG1 du même assemblage),
- Les bancs de crépidules sur vase à proximité de la station ST2-Est, correspondant à l'assemblage 2.
- Les sables fins infralittoraux et circalittoraux légèrement envasés (A5.242 et A5.26), rassemblés sous une seule entité dans notre étude par l'assemblage 3 (A5.24).
- Les sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier, peuplement général incluant les assemblages 4, 5 et 6 de notre étude. Plus particulièrement, les auteurs identifient les stations SB_11, 23, et 16 comme un seul peuplement, dominé par les annélides *Pista cristata*, *Notomastus latericeus*, *Nephtys cirrosa*, et par l'amande de mer *Glycymeris glycymeris*

⁶ NB : sur la Figure 97, il s'agit de richesses spécifiques moyennes par répliquat (et non totales)

(TBM, 2010). Ceci correspond aux caractéristiques de l'assemblage 4 détaillé plus haut.

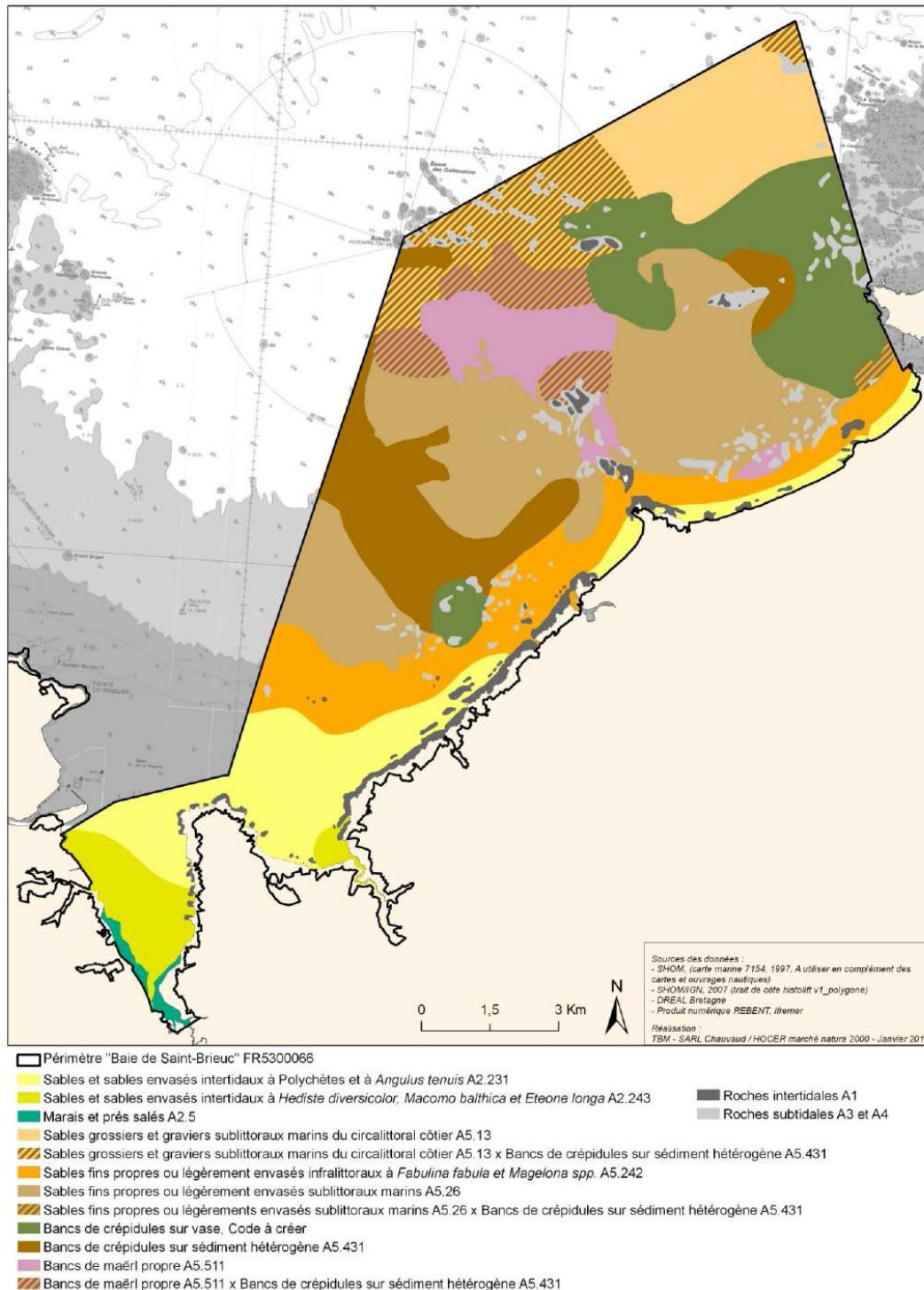


Figure 98. Cartographie des habitats benthiques sur le site Natura 2000 de Saint Brieuc Est (TBM, 2012)

Dans l'ensemble, les résultats exposés dans le présent document sont donc cohérents avec la bibliographie existante.

6.7.4. Maërl & herbiers de zostères

Ces deux habitats remarquables méritent un zoom particulier.

D'après les échanges avec RTE et Créocéan, il n'a pas été jugé utile d'approfondir la bibliographie existante par des investigations de terrain concentrées sur la recherche de maërl ou d'herbiers.

- La carte morpho-sédimentaire (Augris, *et al*, 2006) montre les points suivants :
 - Selon Augris *et al* (2006), ces zones de maërl ne sont pas caractérisées dans la région d'étude. Il n'est donc pas possible de savoir si le maërl concerné est vivant ou mort. Les investigations menées par TBM dans le cadre de CARTHAM sur la zone d'étude qualifient l'existence de ces zones de maërl, en tant que bancs de maërl vivant à proprement parler, mais cette approche nécessite certainement une réserve au regard des résultats d'Hémisphère Sub (2012) dans ce secteur, mettant en évidence des zones de maërl mort, accompagné de thalles de maërl vivant à faible taux de recouvrement.
 - **Les bancs de maërl identifiés au sonar à balayage latéral ne se superposent pas aux corridors envisagés.** Quelques trainées de maërl non caractérisé sont toutefois concernées sur le corridor Centre.

Enfin, les prélèvements de benthos réalisés par benne - moyen insuffisant pour répondre à une telle problématique - n'ont pas révélé de bancs de maërl.

Une fiche descriptive du maërl est proposée en Annexe 5.

- Quant aux herbiers de zostères, d'après le Rebent (2007), ils sont absents de la partie Ouest de la baie. **Le corridor d'Erquy en revanche, sur le site d'atterrissage situé le plus au nord, traverse précisément un herbier, contrairement à sa variante.**

Les investigations de terrain menées dans cette étude ne permettent pas de compléter davantage cette problématique.

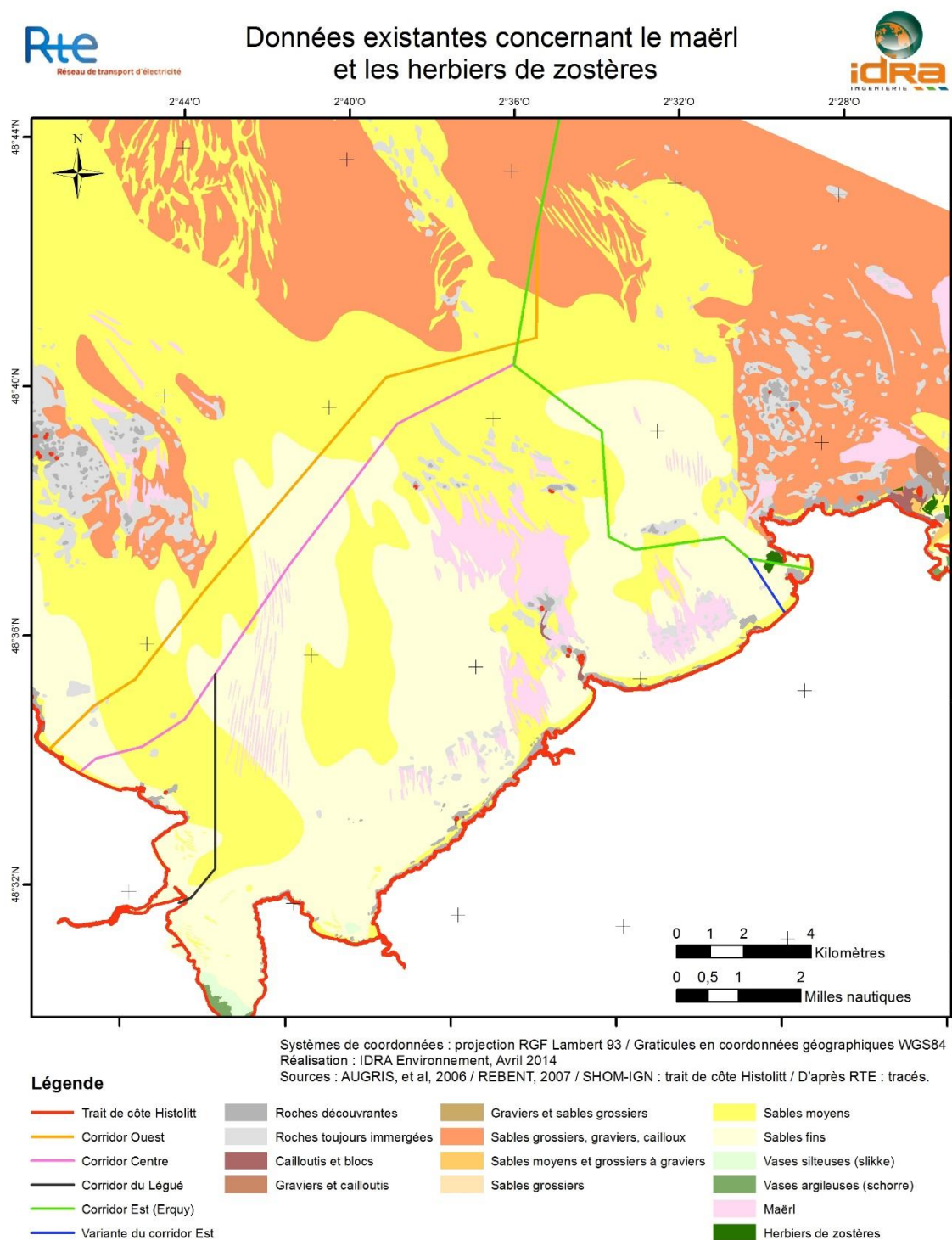


Figure 99. Localisation des zones de maërl et des herbiers de zostères

7. SYNTHÈSE

7.1. MATRICE EAU & SEDIMENTS

Les analyses effectuées sur les échantillons d'eau ainsi que les mesures des paramètres *in situ* permettent de dégager les points suivants :

- Les prélèvements d'eau proposent un état de référence trop modeste pour conclure sur la qualité locale de la masse d'eau, notamment en l'absence de données de référence quant aux paramètres analysés. Les conclusions sur les masses d'eau dans le cadre des travaux DCE sont plus à même de répondre à cette problématique. A ce titre, ce faible effort d'échantillonnage avait été convenu comme tel avec le Maître d'Ouvrage.
- **Les mesures de température sont cohérentes avec la bibliographie existante. Les concentrations d'oxygène dissous sont légèrement plus faibles que les données de référence. Enfin, les mesures de turbidité concordent avec la bibliographie sur ce secteur.** On note toutefois sur le corridor d'Erquy une turbidité plus importante au fond d'une part, et en secteur côtier d'autre part, ce qui peut facilement s'expliquer par des conditions hydrodynamiques plus agitées, surtout en période hivernale.
- Les analyses géochimiques réalisées sur les sédiments permettent de tirer les conclusions suivantes :
 - o **Aucun paramètre** (HAP, PCB, éléments traces-métalliques, et organostanniques) **ne dépasse les valeurs réglementaires du seuil N1. Les milieux sont donc exempts de contamination notable.**
 - o En termes de pollution organique (PO), **certains sédiments présentent des PO moyennes à élevées.** Ces résultats peuvent être mis en relation avec l'AMBI. A titre d'exemple, pour SP5-Est, la valeur de l'AMBI (3,1) décrit un bon état écologique mais cette valeur proche de la valeur limite avec un état écologique moyen (3,3) est cohérente avec une pollution organique marquée (PO=7). En revanche, pour les autres stations des corridors étudiés, la pollution organique décelée dans les sédiments ne semble pas engendrer la prolifération d'espèces tolérantes à la matière organique, au regard de l'état écologique proposé par l'AMBI.
- En ce qui concerne les analyses granulométriques, les résultats obtenus ne sont pas tout à fait concordants avec la littérature à ce sujet. En effet, sur le corridor d'Erquy par exemple, les résultats issus de nos analyses voient les sédiments gravo-sableux se concentrer à proximité de la côte, et les sédiments plus sableux se concentrer au large, ce qui est la tendance inverse observable à

partir des données d'Augris, *et al* (2006). Ces différences peuvent être dues, entre autres :

- à la présence d'éléments grossiers coquilliers, comme la crépidule (en ST2, SP5-est, ou SP4-Ouest par exemple), qui peuvent fausser largement les résultats ;
- à des variations locales de faciès souvent non décelables dans une approche cartographique ;
- à des typologies de classification des sédiments différentes (Folk, Larssonneur, etc...).

Par ailleurs, il semble que la fraction de vases soit sous-estimée d'une manière générale au regard des photographies et des cortèges faunistiques identifiés. On note toutefois sur la carte sédimentaire d'Augris, *et al* (2006), l'absence de sables vaseux ou de vases sableuses en baie de Saint-Brieuc, permettant de conforter les faibles fractions en vases décelées dans l'étude, l'allure d'un sédiment grisé ou noir n'étant pas une condition suffisante pour supposer de fortes fractions en fines (com. pers. A. Ehrhold).

7.2. BENTHOS

7.2.1. Paramètres étudiés et état du milieu

L'analyse détaillée des données benthiques met en avant les principales informations suivantes :

- Les valeurs de richesse spécifique sur les stations pouvant faire l'objet de comparaisons avec la littérature existante sur ce secteur montrent une **cohérence des résultats obtenus. Les richesses spécifiques des stations de la zone intertidale étudiée sont plus faibles que celles relevées en milieu subtidal, tendance généralement observée dans les études benthiques.**
- **Les stations où la crépidule tient une large place** présentent des richesses spécifiques faisant partie des **plus élevées**. La contrepartie de cet enrichissement local de la richesse et des abondances, avec de multiples nuances selon le niveau de colonisation et les caractéristiques biosédimentaires antérieures des fonds, se traduit à une échelle plus large par une **banalisation des fonds colonisés** (Hamon, *et al*, 2002). Néanmoins, d'autres stations non colonisées par cette espèce invasive sont le témoin de peuplements également très riches. Ainsi, ceci conforte l'idée selon laquelle la présence de la crépidule - dont l'abondance voire la prolifération dans cette partie côtière a été largement démontrée (Blanchard, 2006) - est souvent une condition locale suffisante mais non nécessaire à la favorisation de cortèges à grand nombre d'espèces.
- **Les abondances relevées sont supérieures à celles de la bibliographie.** Ceci est dû à la période d'échantillonnage, soit le mois de novembre,

correspondant à la **période d'intégration des jeunes recrues**. Ainsi, une part importante des individus ne sera plus présente au printemps. Cet aspect est à garder en tête dans une perspective de suivi.

- Dans l'ensemble, **les diversités stationnelles observées évoluent selon un gradient croissant avec l'éloignement à la côte** (cette tendance étant moins marquée sur le corridor Ouest). Ceci peut s'expliquer par une différenciation des assemblages benthiques étroitement dépendante des contraintes physiques (sédimentaires, bathymétriques, etc.).
- Parmi les groupes taxonomiques étudiés, il apparaît que **les échinodermes sont assez peu représentés dans l'ensemble**. Ce résultat corrobore les données issues du programme national CARTHAM⁷, selon lesquelles les échinodermes se font plutôt rares dans le Golfe Normand Breton (Hémisphère Sub, 2012). Cette observation nous a été confirmée en 2010 par Patrick Le Mao de l'Ifremer de Dinard : selon lui, les abondances de ce taxon relevées dans le Golfe Normand breton, au moins pour les eaux sous juridiction française, sont bien inférieures à celles observées sur les littoraux bretons ou anglais plus à l'ouest ou au nord, pour des raisons édaphiques et climatiques. L'engin de prélèvement pu également être une explication (échantillonnage des échinodermes insuffisant par benne).
- L'analyse des diagrammes Rang-Fréquence et des biomasses apporte des compléments intéressants à la description des stations étudiées, mais atteint rapidement des limites d'interprétation (définition de peuplements « matures », valeurs « absolues » de biomasse peu interprétables, etc...)
- **Les états écologiques caractérisés par le calcul de l'AMBI et du BENTIX permettent de conclure à des peuplements en bon état, voire très bon état écologique, et ce pour la majorité des stations étudiées.** Seules 3 stations sont classifiées en état écologique moyen par le BENTIX. Ces résultats sont toutefois à pondérer par le fait que la qualité écologique des sites dépend des seuils choisis pour l'AMBI (Grall, *et al*, 2005). D'une manière générale, les peuplements en place correspondent à des **communautés saines, en excluant de ce raisonnement la colonisation des fonds par la crépidule**.
- L'analyse fine des listes faunistiques permet en outre d'identifier les espèces inscrites sur les listes d'espèces déterminantes ZNIEFF, dont le document produit pour la Bretagne (Derrien-Courtél, *et al*, 2010), sert de référence pour établir les espèces présentant un enjeu de conservation remarquable. Néanmoins, **l'inscription de certaines espèces sur cette liste pourrait être discutée**, compte tenu de leurs fréquences d'occurrence, et des abondances associées, comme ceci est le cas pour le crustacé *Thia scutellata*, ou *Ampelisca tenuicornis*.

⁷ CARTographie des Habitats Marins

7.2.2. Unités bio-sédimentaires

➤ L'analyse plus générale des peuplements benthiques permet de dégager les points suivants :

- La discrimination des assemblages benthiques permet de différencier **6 assemblages principaux** détaillés dans le document.
- D'un point de vue bio-sédimentaire, **il n'est pas toujours aisé de faire correspondre les résultats granulométriques à ces assemblages**. Le cas échant, les unités bio-sédimentaires ont donc été appréhendées **en priorité au regard des résultats obtenus à partir des données biologiques**, et complétés par les données granulométriques. Les disparités observées relèvent par ailleurs de problématiques couramment rencontrées dans les confrontations de points de vues de sédimentologues et de benthologues, largement évoquées lors des ateliers scientifiques CARTHAM de Nantes en 2012, entre « ce qui est », et ce qui « devrait être » dans la recherche d'une concordance rigoureuse entre la nature du sédiment et la faune associée.

En effet, selon Retière (1979), dans le Golfe, région de la Manche où l'hydrodynamisme est particulièrement intense, la distribution des espèces se fait avant tout sous l'étroite dépendance de l'édaphisme (nature du substrat), reflet indirect de l'hydrodynamisme. Néanmoins, par la diversité de ses fonds, le Golfe Normand Breton recouvre la totalité du spectre granulométrique des sédiments rencontrés en Manche (Larsonneur, 1977 in Retière 1979). Il apparaît donc qu'une espèce peut passer facilement d'une catégorie édaphique à une autre (Retière, 1979).

Plus généralement, il s'avère en fait que les peuplements sont distribués dans le Golfe selon des facteurs (Retière, 1979):

- sédimentaires,
 - d'éclairement : la bathymétrie contribue ainsi à la distribution des espèces, comme cela a été montré dans notre étude, ainsi que la turbidité.
 - thermiques
- A ce titre, **les 6 assemblages benthiques sont structurés selon un gradient sédimentaire et bathymétrique**.
 - La correspondance avec la typologie EUNIS demeure un exercice périlleux pour certains cas, et les équivalences proposées peuvent être discutées, notamment dans la limite entre l'infra littoral et le circo littoral côtier, ou dans les distributions régionales d'espèces.

D'une manière générale, **les données benthiques obtenues montrent une très bonne cohérence avec la bibliographie existante**.

7.2.3. Sensibilité des milieux

Au regard de ce qui est exposé en 6.5 *Synthèse sur l'état écologique, espèces particuLières, & sensibilité du milieu*, un avis sur la sensibilité des milieux peut être émis, à dire d'expert, à partir de la nature des peuplements benthiques identifiés, et des espèces ZNIEFF recensées.

Les milieux considérés présentent :

- **une sensibilité faible sur le corridor d'Erquy, excepté :**
 - o en SP6-Est : sensibilité moyenne à forte compte tenu du nombre maximal d'espèces ZNIEFF à cette station.
 - o en zone côtière, où la sensibilité est également forte par la présence de l'herbier de zostères sur le site d'atterrage au niveau du port d'Erquy.
- **une sensibilité moyenne sur les corridors Centre et Ouest, excepté en SP7 et ST3-Centre, secteurs à sensibilité forte compte tenu de la présence de *Idunella sp.* en cours d'expertise.**

8. ANALYSE MULTI-CRITERES

Cette étude, en plus de constituer un diagnostic complet sur les matrices *Eau*, *Sédiments*, et *Benthos*, se doit d'exposer de manière la plus objective possible la solution la moins impactante au regard des études benthiques stationnelles réalisées ; **cette analyse ne prend donc pas en compte les autres critères d'étude du milieu marin** (ressources halieutiques, contraintes socio-économiques, techniques, etc.).

Une méthodologie d'analyse multicritères simple est donc proposée de manière à évaluer le corridor qui serait à privilégier avec des objectifs de limitation des incidences sur le compartiment benthique.

Pour chaque corridor, les 4 paramètres ⁸ d'évaluation suivants sont retenus :

- A. **La longueur du tracé**, premier facteur de choix influençant directement la surface d'habitats benthiques impactée.
- B. **Le nombre d'assemblages benthiques concernés par les travaux**. Le parti est pris de privilégier un corridor peuplé par le moins d'assemblages possibles. Ainsi, la surface impactée par habitat correspond à une proportion moindre à l'échelle d'étude.
- C. **La richesse spécifique moyenne par station**. Ceci permet d'évaluer, indépendamment des assemblages, le nombre d'espèces potentiellement impactées par les travaux.
- D. **Le nombre d'espèces déterminantes ZNIEFF (listes 2, 5 et 6)** sur le corridor.

Le postulat du raisonnement consiste à attribuer des enjeux patrimoniaux moindres aux corridors dont la longueur de tracé, le nombre d'assemblages benthiques intersectés, le nombre moyen d'espèces par station, et le nombre total d'espèces ZNIEFF sont les plus faibles.

⁸ L'état écologique « bon » à « très bon » pour l'ensemble des stations, qui plus est discutable compte tenu des limites d'utilisation de tels indices, n'est pas retenu dans l'analyse multicritères car non discriminant dans le cas présent. Au même titre, la qualité physico-chimique étant bonne (< N1) pour l'ensemble des sédiments analysés, ce critère n'est pas discriminant, donc non utilisé. Les espèces benthiques commerciales étant largement sous-échantillonnées par benne (manque de sélectivité), il n'est pas pertinent de les utiliser comme critère.

Les points suivants sont à noter :

- Le corridor Centre est évalué selon 2 scénarii :
 - o Atterrage aux Rosaires
 - o Atterrage au Légué
- Le corridor d'Erquy est évalué selon 2 scénarii :
 - o Atterrage devant le port
 - o Atterrage à la plage de Caroual
- Le point de départ pour le calcul de la longueur du tracé est l'intersection des 2 corridors Est et Ouest entre SP7 et SP8-Est (Figure 100), la partie plus au nord étant commune à tous les corridors.

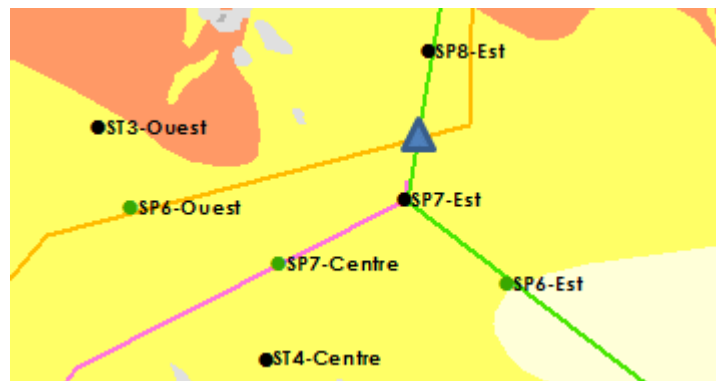


Figure 100. Point commun choisi (triangle bleu) au large pour le calcul des distances de chaque corridor à la côte.

- Pour les critères B, C et D, les stations SP8 à SP10-Est sont retirées de l'analyse, car il s'agit d'une portion commune aux 3 corridors.
- Les stations « témoin » sont retirées de l'analyse.
- La station SP7-Est est mise en commun aux corridors d'Erquy et Centre.
- **La notation est construite par rang, puis par addition sans pondération de ces rangs, à partir des 4 paramètres proposés. Un rang faible signifie un niveau d'enjeux minimisé relativement aux autres scénarii.**

Le Tableau 37 propose le scoring associé à l'analyse multicritères. Pour ne pas occasionner de trop grosses disparités dans la notation, il est convenu pour le critère « C » de donner un rang identique aux scénarii dans le cas de richesses spécifiques moyennes proches (+/- 2 espèces).

Scénario	Stations concernées *	A/ Longueur du tracé (km)	Rang A	B/ Nombre d'assemblages benthiques*	Rang B	C/ Richesse spécifique moyenne par station*	Rang C	D/ Nombre d'espèces ZNIEFF* (listes 2, 5 et 6)	Rang D	SR = Somme des Rangs A-B-C-D
Corridor Ouest	6 stations : SP1, SP2, SP3, SP4, SP5, SP6 - Ouest	18,9	2	3	1	68	2	7	3	8
Corridor Centre / Rosaires	8 stations : SP1, SP2, SP3, SP4, SP5, SP6, SP7 – Centre + SP7-Est	18,9	2	4	2	72	3	4	1	8
Corridor Centre / Légué	7 stations : SP1-LEG1, SP3-LEG1 + SP4, SP5, SP6, SP7 – Centre + SP7-Est	20,7	3	4	2	69	2	5	2	9
Corridor Erquy / Port	6 stations : SP1, SP3, SP4, SP5, SP6, SP7 -Est	13,5	1	3	1	68	2	5	2	6
Corridor Erquy / Caroual	7 stations : VAR1, VAR2, SP3, SP4, SP5, SP6, SP7 - Est	13,5	1	3	1	62	1	5	2	5

Tableau 37. Analyse multi-critères et scoring : le rang le plus faible correspond à des niveaux d'enjeux minimisés relativement aux autres scénarii, au regard des données benthiques collectées et des 4 critères retenus. NB : rang identique aux scénarii dans le cas de richesses spécifiques moyennes proches (+/- 2 espèces).

Ce type d'analyse n'est pas sans limite, néanmoins, il s'agit d'identifier la méthode la plus objective possible permettant d'identifier la solution de moindres impacts.

Ainsi, au regard des caractéristiques des impacts, et des enjeux identifiés à partir d'une analyse multicritères simple, **il apparaît que les scénarii du moins impactant au plus impactant sont classés dans l'ordre suivant :**

- 1. Corridor d'Erquy / Caroual (SR = 5)**
- 2. Corridor d'Erquy / Port (SR = 6)**
- 3. Corridor Ouest (SR = 8)**
- 4. Corridor Centre / Rosaires (SR = 8)**
- 5. Corridor Centre / Légué (SR = 9)**

Ces positionnements sont à relativiser notamment avec la présence de l'herbier sur le corridor d'Erquy / Port, et avec la suite de l'expertise des individus du genre *Idunella* sur le corridor Centre (voir 6.2.4 Description des espèces déterminantes ZNIEFF), pouvant participer à la remise en question de ce classement.

9. NATURE DES TRAVAUX, EVALUATION DES IMPACTS & RECOMMANDATIONS

9.1. GENERALITES CONCERNANT LA NATURE DES TRAVAUX

Il est utile de rappeler que l'ensouillage d'un câble nécessite de former un sillon avec une charrue (type charrue à soc) ou un autre type d'engin plus volumineux (taille d'une pelleteuse) comme l'illustre la Figure 101. Le câble enroulé dans un cylindre sur le navire, est ensuite posé au fond et déroulé au fur et à mesure de l'avancée.



Figure 101. Aperçu des engins pouvant être immergés pour la pose d'un câble sous-marin (Bigot, 2010)

Les largeurs usuelles de perturbation sur le sédiment ne dépassent pas 5m (largeur approximative de la charrue). La profondeur d'ensouillage peut varier (<2m en général).

Au niveau du site d'atterrissage, quelques spécificités sont cependant à noter, notamment dans un contexte à fort marnage. Etant donné le tirant d'eau élevé d'un câblage relativement aux hauteurs d'eau sur la zone supérieure au 0 CM (même en haute mer), le câblage est contraint de ne travailler que lors des étales de pleine mer (en général, entre PM-2h et PM+2Hh). De ce fait, la flotte assistant le câblage facilite les manœuvres et le déplacement récurrent des nombreux ancrages nécessaires au positionnement et à la stabilisation du navire. **Ainsi, une perturbation plus importante des fonds est prévue en zone intertidale qu'en zone subtidale.** A partir de 5m CM environ, le câblage peut le plus souvent travailler en continu. Une exception peut être faite : en cas de fortes tempêtes (forte houle), il peut s'avérer nécessaire de sectionner le câble pour ne pas qu'il se déterre, et les travaux de raccord peuvent alors durer plusieurs semaines.

9.2. IMPACTS SUR LES COMPARTIMENTS ETUDIES

Ce diagnostic a valeur d'état de référence sur le milieu concerné par les futurs travaux d'ensouillage du câble reliant le site de production du parc éolien offshore de la baie de Saint Brieuc, au site d'atterrissage.

Dans ce contexte, se pose la question de savoir si les phases de travaux et d'exploitation peuvent avoir une quelconque influence sur les compartiments étudiés dans cette étude. La phase de démantèlement est également abordée.

9.2.1. Phase travaux

➤ Physico-chimie des sédiments :

La nature géochimique des sédiments étudiés à chaque station, exempte de contamination notable, montre que le milieu ne subit pas actuellement de pression décelable en termes de pollution. Ainsi, **la remise en suspension de sédiments lors de la phase de travaux n'est pas de nature à compromettre la qualité physico-chimique de l'environnement proche, au regard des substances polluantes étudiées.**

➤ Qualité de l'eau :

Pour ce qui est des paramètres analysés *in situ* sur le compartiment eau, l'état des lieux sur la turbidité est celui à considérer en priorité. Les travaux d'ensouillage sont de nature à favoriser localement l'augmentation de la turbidité. Néanmoins, **ces variations restent très souvent inférieures aux valeurs de turbidité après des épisodes de tempête.** Cet impact potentiel est donc à relativiser. Dans le cas d'un suivi pendant la phase travaux, ces données de référence permettraient d'appréhender la remise en suspension des matériaux charriés, qui sera d'autant plus faible que la nature sablo-graveleuse des sédiments est importante (vitesse de sédimentation rapide).

➤ Benthos :

Dans cette étude, au regard des seules données récoltées, **aucune forme de banc de maërl vivant (ni d'herbiers) à proprement parler n'a été identifiée.** Les données benthiques issues de cette campagne permettent notamment de caractériser l'état écologique actuel des peuplements, qui est classé de « bon » à « très bon ». Ainsi, à l'instar de la qualité des sédiments, **la qualité des peuplements associés est saine.**

Dans la bibliographie, il est reconnu que les activités de construction sous-marine (fondation et pose d'un câble) peuvent avoir des effets (CEFAS, 2004) :

- directs sur les communautés benthiques, par perturbation du substrat et altération locales des habitats,
- indirects, par la redistribution de fines.

La durée de passage d'une charrue sur les sédiments est de l'ordre de quelques minutes tout au plus, voire quelques secondes. Pendant ce passage, **les**

communautés benthiques peuvent être affectées localement (mortalité) par la pression mécanique exercée, notamment en ce qui concerne l'épifaune vagile. A ce titre, quelle que soit la profondeur d'ensouillage (de l'ordre de 1,5m), l'essentiel des espèces benthiques vivant dans les 20 premiers centimètres de sédiment, les impacts sur la faune le cas échéant ne peuvent être évités. Ils sont néanmoins de faible étendue (transect de 5m de large). En raison des surfaces assez faibles qui seront ainsi touchées (Tableau 38), la perte de nourriture induite pour les poissons par exemple sera négligeable et temporaire (Ifremer, 2004). En effet, les surfaces concernées par la perturbation ne dépassent pas une dizaine d'hectares sur un seul corridor. Or, la surface de la baie de Saint Brieuc formée par le triangle aux sommets représentés par la pointe de Minard (Paimpol), le cap d'Erquy et le Légué, dépasse 38 000 ha. **Ainsi, le pro rata de la surface perturbée sur la surface de la région maritime proche est inférieure à 0,1%.**

En effet, par analogie avec les études interannuelles menées sur les parcs éoliens de la mer du Nord, des changements temporaires dans la composition faunistique ont été détectés mais ces impacts ne se s'étendent pas à grande échelle spatio-temporelle (Coates, *et al*, 2013, *in* Degraer *et al*, 2013).

Par ailleurs, la proximité forte de peuplements identiques à ceux impactés par les travaux sous-marins sur la seule trajectoire de l'ensouillage, est de nature à permettre une régénération du milieu rapide face à cette perturbation.

Il apparaît donc que **l'impact des travaux d'ensouillage est de nature à causer de manière partielle et non répétée, une mortalité directe** sur les communautés benthiques situées sur la trajectoire de la charrue. Néanmoins, **la faible étendue concernée, et la capacité de régénération de l'écosystème ne sont pas de nature à compromettre l'exécution des travaux au regard des enjeux écologiques évoqués dans cette étude.**

9.2.2. Phase d'exploitation

En phase d'exploitation, **les impacts sur les compartiments « physico-chimie du sédiment » et « eau » sont négligeables.** Concernant le benthos, certaines informations sont à prendre en compte.

Des incertitudes demeurent quant à de possibles effets sur les poissons et céphalopodes, des bruits sous-marins, champs électriques et magnétiques, générés les câbles de liaison en service. Certains de ces effets doivent pouvoir être minorés voire annulés en utilisant des techniques (protection et ensouillage des câbles par exemple) et matériaux adaptés (Ifremer, 2004).

Par ailleurs, l'exploitation d'une liaison sous-marine peut être à l'origine d'une **élévation localisée de la température des sédiments.** Des mesures *in situ* ont été effectuées dans le parc éolien en mer de Nysted, à proximité de deux câbles (AC ; 33 et 132kV). L'augmentation de la température n'excédait pas 1,4°C à 20cm en dessous

de la surface des fonds, et 2,5°C à 50cm (Meissner *et al.*, 2007; in OSPAR, 2008). **Quoi qu'il en soit, la plupart des organismes ne peuplent le sédiment qu'en surface** (Eleftheriou & McIntyre, 2005, *in* OSPAR, 2008).

Enfin, **en phase d'exploitation, les impacts sur les ressources benthiques exploitées seront positifs, a contrario de la phase de travaux**. La mortalité causée par la phase travaux sera assez rapidement compensée par **l'effet réserve**, même peu étendu dans sa largeur, occasionné par l'interdiction des arts trainants dans le secteur proche. **L'impact en phase d'exploitation concerne donc davantage la thématique socio-économique, par l'interdiction de dragage/ chalutage sur ces fonds** (pertes éventuelles de revenus).

9.2.3. Phase de démantèlement

La phase de démantèlement se traduira par des perturbations assez analogues à celle de la phase de travaux (Ifremer, 2004).

9.2.4. Synthèse des impacts et mesures proposées

Les impacts liés à ce projet sont globalement les mêmes selon les types de milieux considérés, et les espèces rencontrées, à quelques exceptions près détaillées dans le Tableau 38.

Une qualification des impacts est proposée à dire d'expert

	Nature des impacts		Caractérisation de l'impact			Recommandations	
	Potentiels	Documentés	Etendue spatiale	Etendue temporelle	Qualification	Mesures environnementales	
Phase Construction	/	Contamination du milieu proche par remise en suspension des sédiments	Faible, de part et d'autre du tracé (selon courantologie)	Temporaire ou permanente selon les substances	NUL : les sédiments sont sains	Aucune : les sédiments sont sains.	
	/	Augmentation de la turbidité de l'eau	Faible, de part et d'autre du tracé (selon courantologie)	Temporaire	FAIBLE	- Limiter au plus les manoeuvres des ancrages du navire - Effectuer un suivi de la turbidité pendant et après les travaux	
	/	Perturbation des habitats benthiques par remaniement des sédiments et mortalité directe	Moyenne, majorée à : longueur du tracé (Figure 100) x largeur de la charrue (env. 5m) soit : - 6,5 ha pour le corridor d'Erquy (13,5km x 5m) - 9,4 ha pour les corridors Ouest et Centre Rosaires (18,9km x 5m). - 10,3 ha pour le corridor Centre Légué (20,7km x 5m)		Temporaire (env. 1 mois)	FAIBLE	- L'ensouillage du câble doit idéalement être privilégié en hiver (étiage biologique). - Privilégier un tracé de faible longueur et avec le moins d'assemblages benthiques possible NB : La régénération de l'écosystème, accompagné d'un effet réserve même très localisé, seront induits de fait par recolonisation naturelle, et interdiction des arts trainants resp.
	Mortalité partielle des espèces ZNIEFF + individus du genre <i>Idunella</i> (corridor Centre)	/	Faible	Permanente	MOYEN A FORT	- Considérer la prochaine expertise de C. d'Udekem d'Acoz sur la possibilité d'une nouvelle espèce. Le cas échéant, éviter cette portion du corridor centre (SP7 et ST3-Centre) - Privilégier un tracé avec le moins d'espèces patrimoniales possible	
	/	Destruction de l'herbier de zostères à Erquy si la version initiale du tracé est maintenue.	Forte (car superficie faible de l'herbier)	Permanente, ou temporaire selon l'étendue atteinte par rapport à la taille initiale de l'herbier, et la vitesse de recolonisation des zostères	FORT	- Eviter l'herbier	
	Pollution accidentelle	/	Faible à forte (selon l'incident)	Temporaire à permanente (selon l'incident)	FAIBLE à FORT	- Plan d'Assurance Qualité du chantier	

	Nature des impacts		Caractérisation de l'impact			Recommandations
	Potentiels	Documentés	Etendue spatiale	Etendue temporelle	Qualification	Mesures environnementales
Phase Exploitation	Recolonisation benthique <u>partielle</u> liée à l'élévation possible de la température des sédiments de sub-surface	/	Faible : sur le tracé	Permanente	FAIBLE	- Gaine spéciale ? (échauffement du câble à proscrire) - Effectuer un suivi benthique partiel après la phase travaux
	Effets des champs magnétiques sur les invertébrés (peu documentés)	/	Faible : sur le tracé	Permanente	FAIBLE	Aucune
Phase Démantèle- ment	Semblables à ceux de la phase de construction		Voir phase de construction			
	Pollution des sédiments si abandon	/	Faible : sur le tracé	Permanente	FAIBLE à MOYEN	Démanteler le câble ?
	/	Rétablissement des communautés benthiques originelles et perte de l'effet réserve	Faible : sur le tracé	Permanente	FAIBLE à MOYEN	Caractériser les communautés benthiques avant démantèlement

Tableau 38. Synthèse des impacts et mesures liés au projet de raccordement du parc en phase de construction, exploitation et démantèlement (adapté de CETE Méditerranée, 2012)

10. DIFFICULTES RENCONTREES

Il est convenu de détailler les difficultés rencontrées dans la réalisation de cette étude :

➤ Aspects scientifiques & analytiques

- Les difficultés rencontrées résident essentiellement dans l'interprétation des résultats granulométriques. Ceux-ci laissent en effet penser à une possible sous-estimation des vases, et il demeure complexe à ce jour d'effectuer une correspondance sans faille entre les entités sédimentaires et les assemblages benthiques. La priorité a donc été donnée aux données faunistiques afin de décrire les unités bio-sédimentaires, en associant au mieux les résultats sédimentaires. L'expertise associée demeure néanmoins robuste au regard la Classification Hiérarchique Ascendante.
- L'interprétation des indices permettant de qualifier l'état écologique des milieux (AMBI, Bentix, etc...). peut être soumise aux mêmes controverses que celles animant les débats de recherche fondamentale quant aux limites d'utilisation de ces indices (conditions de référence, etc...).
- Enfin, nous rappelons la difficulté de qualifier l'état de conservation des milieux marins benthiques, malgré les travaux menés par le MNHN (Lepareur, 2011).

➤ L'évaluation des impacts

Si la bibliographie concernant les impacts sur la faune benthique est abondante en ce qui concerne les zones d'exploitation des parcs éoliens, elle l'est beaucoup moins pour ce qui est de leur raccordement à la terre. Ainsi, les impacts énoncés dans cette étude sont une synthèse de plusieurs sources bibliographiques adaptées à dire d'expert au contexte des travaux de raccordement.

➤ L'approche multi-critères (Maystre *et al*, 1994 ; Schärliig, 1996 ; in Grégoire, 2004)

Plusieurs travaux menés à ce sujet méritent d'être détaillés de manière à mettre en évidence les limites de la méthode employée.

La complexité inhérente à la recherche de solutions pertinentes conduit les décideurs à envisager un certain nombre de critères pour évaluer les différents *scenarii* qui leur sont soumis. Construire plusieurs critères, c'est admettre qu'une décision sera inévitablement le résultat d'un compromis entre plusieurs objectifs parfois contradictoires ; le **modèle proposé est, dans ce cadre, un support à la réflexion, à la négociation, à la créativité, tolérant les ambiguïtés, les hésitations et les retours en arrière.**

Par ailleurs, les décideurs expriment couramment leur préférence entre les critères **par la pondération ou poids relatif qu'ils attribuent à chaque critère** ; le poids exprime donc l'importance accordée par un décideur à un critère. Les nombres attachés aux critères sont comme un droit de vote, un nombre de voix dont dispose chaque critère en fonction de son importance ; la pondération des décideurs pour les critères est **une affaire personnelle, subjective et donc en aucun cas démontrable** ; elle conduit à plusieurs jeux de poids qui reflètent des échelles de valeurs différentes et des opinions qui peuvent s'affronter.

L'analyse multicritères proposée ici ne déroge pas à la règle. Les critères retenus sont discutables, mais font vraisemblablement partie des plus appropriés parmi ceux à notre disposition. La qualité physico-chimique des sédiments (sains) et l'état écologique des peuplements benthiques ont été écartés de l'analyse compte tenu de leur relative constance entre les stations étudiées (donc non discriminant pour le choix des corridors).

Par ailleurs, **il a été choisi de ne pas pondérer les critères.** Selon Maystre, *et al* (1994), les décideurs ont la faculté de ne pas attribuer de poids aux critères ou de pondérer les critères à un même niveau de pondération ; l'absence de pondération est souvent relayée dans ce cas par l'analyse de sensibilité ultérieure d'autres paramètres. Ceci est le cas dans notre étude : la pondération étant souvent soumise à discussion, elle a été écartée en sachant que d'autres critères sont employés pour le choix des corridors (socio-économiques, techniques, ...).

REFERENCES

ALZIEU, C., 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed. Ifremer, 248p.

Arrêté du 9 août 2006 modifiant l'arrêté du 23 février 2001 fixant les prescriptions générales applicables aux travaux de dragage et rejet y afférent soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et relevant de la rubrique 3.4.0 (2° [a, II], 2° [b, II] et 3° [b]) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié

Arrêté du 23 décembre 2009 complétant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

Arrêté du 8 février 2013 complémentaire à l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

AUGRIS C., BONNOT-COURTOIS C., MAZE J. P., LE VOT P., CRUSSON A., SIMPLET L., HOULGATTE E., BLANCHARD M. (2006) - Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Côtes d'Armor – Ille-et- Vilaine). Echelle 1/50 000. Ed. Ifremer

BIGOT, J-D., 2010. L'ensouillage des câbles sous-marins de télécommunications. Mémoire technique de fin d'études. Ecole Nationale de la Marine Marchande, Marseille.

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.

BLOTT, S., 2000. A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer. Program GRADISTAT, Version 4.0.

BORJA, A., FRANCO, J., & PEREZ, V. (2000). A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. Marine Pollution Bulletin, 40(12), 1100-1114.

BROUDIN, C., 2011. Variabilité spatio-temporelle des peuplements macrobenthiques en zone côtière et conséquences sur la mise en place d'un réseau de surveillance. Rapport de stage de Master 2^{ème} année – UPMC – SBR – IUEM.

CEFAS, 2004. Offshore Wind farms : guidance note for environmental impact assessment in respect of FEPA and CPA requirements.

CETE Méditerranée, 2012. Impacts sur le milieu naturel des éoliennes en mer : benchmark des études réalisées sur les parcs étrangers en service. Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC) / Pôle de compétence et d'innovation « Energies Renouvelables »

DAUVIN, J-C., RUELLET, T., DESROY, N., JANSON, A-L, 2006. Indicateurs benthiques de l'état des peuplements benthiques de l'estuaire marin et moyen de la partie orientale de la Baie de Seine. GIP Seine-aval.

DEGRAER, S., BRABANT, R., RUMES, B., 2012. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annexes.

DEGREAR, S., BRABANT, R., RUMES, B., 2013. Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Learning from the past to optimize future monitoring programs. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Operational Directorate Natural Environment, Marine Ecology and Management Section. 239 pp.

DERRIEN-COURTEL, S. (coordinatrice) 2010. Faune et Flore benthiques du littoral breton. Proposition d'espèces déterminantes pour la réalisation des fiches ZNIEFF-Mer et de listes complémentaires. Document CSRPN Bretagne, 61pp.

FRONTIER, S., 1985. Diversity and structure in aquatic ecosystems. *Oceanography and Marine Biology : an Annual Review*, 23 : 253-312.

GRALL, J., COIC, N., 2005. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Ref. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT.

GREGOIRE, P., 2004. Modèle conceptuel d'aide à la décision multicritère pour le choix négocié d'un scénario de dragage maritime. Thèse de doctorat. Université d'Artois / Mines de Douai.

HAMON, D., BLANCHARD, M., HOULGATTE, E., BLANCHET, A., GAFFET, J.D., CUGIER, P., MENESGUEN, A., BASSOULLET, P., CANN, P., DOMALAIN, D., HAUBOIS, A.G. 2002. Ifremer. Programme LITEAU – La crépidule : identifier les mécanismes de sa prolifération et caractériser ses effets sur le milieu pour envisager sa gestion. Chantier : Baie de Saint-Brieuc. Rapport final LITEAU 1^{ère} tranche.

Hémisphère Sub, 2011. Lot n°4 : Espèces patrimoniales dans le Golfe Normand Breton. Pour le compte de l'Agence des Aires Marines Protégées.

Hémisphère Sub, 2012. Inventaires biologiques & analyse écologique de l'existant – Golfe Normand Breton. Pour le compte de l'Agence des Aires Marines Protégées. Tome 1.

HILY, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. Thèse de doctorat d'État, Sciences Naturelles., Université de Bretagne Occidentale, Brest, Vol I & II, 359 p.

HILY, C., GRALL, J., 2003. Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales des fonds meubles. Fiche technique REBENT/ FT-01-2003-01.

IFREMER, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses – 336p.

IFREMER, 2004. L'éolien en mer : impacts environnementaux et acceptation sociale. Par Jean-Paul DELPECH et Régis KALAYDJIAN IFREMER. Date et source incertaines (actes de colloques ?).

IFREMER, 2010. Evaluation DCE mai 2010 – Eléments de qualité : nutriments.

IFREMER, 2012. La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM – 2008/56/EU). Caractéristiques du Bon État Écologique (BEE) pour le descripteur 5 lié à l'eutrophisation.

IFREMER, 2013. Qualité du milieu marin littoral. Bulletin de la surveillance 2012. Département d'Ile et Vilain et Côtes d'Armor.

IFREMER, 2013, b. Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/CE). Programme de surveillance. Livrable 5 : Propositions scientifiques et techniques de paramètres et de dispositifs de suivis associés.

KERCKHOF, F., RUMES, B., JACQUES, T., DEGRAER, S., NORRO, A., 2010. Early development of the subtidal marine biofouling on a concrete offshore windmill foundation on the Thornton Bank (southern North Sea): first monitoring results. International Journal of the Society for Underwater Technology, Vol 29, No 3, pp 137_149, 2010

LEPAREUR, F., 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique - Version 1. Février 2011. Rapport SPN 2011 / 3, MNHN, Paris, 54 pages.

MICHEZ, N., AISH, A., HILY, C., SAURIAU, P.-G., DERRIEN-COURTEL, S., DE CASAMAJOR, M.-N., FOVEAU, A., RUELLET, T., LOZACH, S., SOULIER, L., POPOVSKY, J., BLANCHET, H., CAJERI, P., BAJJOUK, T., GUILLAUMONT, B., GRALL, J., GENTIL, F., HOUBIN, C., THIEBAUT, E., 2013. Typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique : Version 1. Rapport SPN 2013 - 9, MNHN, Paris, 32 pages.

OSPAR Commission, 2008. Assessment of the environmental impact of offshore wind-farms.

REBENT, 2007. Produit numérique multi-sources Ifremer-CNRS-CEVA, 2007. Les herbiers de zostères de la région Bretagne - Inventaire 2007 des sites.

REBENT, 2009. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Etat écologique des masses d'eau - Année 2007. Façade Manche

REBENT, 2010. Suivi stationnel des sables sublittoraux pour l'année 2010. Par GENTIL, F..

REBENT, 2012. Suivi stationnel des sables intertidaux. Année 2011. Par HILY, C..

TBM, 2012. Inventaires biologiques et analyse écologique des habitats marins patrimoniaux 2010-2011. Pour le compte de l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP). Cartographie du site Natura 2000 en mer FR5300031 – ILE DE GROIX, par TBM Chauvaud. Carte en attente de validation par l'AAMP.

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.

En ligne :

- REBENT : <http://www.rebent.org/>
- EUNIS : <http://eunis.eea.europa.eu/>
- IFREMER : <http://envlit.ifremer.fr/region/bretagne>
- DORIS : <http://doris.ffesmm.fr/>

ANNEXES

ANNEXE 1 – DEFINITION DES GROUPES TROPHIQUES

Source : www.rebent.org

- **Carnivores** : ce sont des prédateurs ayant des moyens adéquats pour capturer leur proie, certains sont vagiles (ou mobiles) tels que les polychètes errants, gastéropodes, étoiles de mer, décapodes... ; d'autres sont sessiles (fixés) comme les actinies, ou les hydraires.
- **Suspensivores** : ils se nourrissent par filtration, dans la tranche d'eau au-dessus du sédiment, des particules organiques en suspension (polychètes Sabellidés, Serpulidés, certains bivalves).
- **Déposivores de surface** : ils se nourrissent de particules organiques, supports de bactéries et d'algues unicellulaires, qui se décantent sur le sédiment. Capables d'effectuer un tri au niveau de la bouche, il s'agit d'une grande partie des polychètes sédentaires, de certains mollusques bivalves et de crustacés utilisant pour se nourrir la couche sédimentaire superficielle.
- **Déposivores de sub-surface** : ces animaux vivent en profondeur dans le sédiment, en exploitant les couches réduites et en ingérant indifféremment le sédiment dans lequel ils prélèvent la matière organique (micro-organismes, méiofaune benthique, bactéries). Il s'agit essentiellement de polychètes sédentaires.
- **Détritivores** : Ce sont des animaux vagiles mangeurs de détritus d'origine essentiellement végétale. Ce sont des amphipodes, des isopodes, des tanaïdés, des décapodes et quelques polychètes (comme certains Néréidés).
- **Brouteurs** : ce sont des brouteurs de microphytes, bactéries et détritus. Ils sont constitués essentiellement de mollusques polyplacophores et d'une grande partie des gastéropodes (microgastéropodes).
- **Herbivores** : ce sont des mangeurs de macroalgues ou brouteurs comme les oursins et les gastéropodes.

ANNEXE 2 – PRECISIONS SUR L'ANALYSE MULTIVARIEE

Dans le cadre des analyses multivariées, la similarité entre chaque paire de stations a été déterminée à partir du coefficient de similarité de Bray-Curtis (S_{ij}) calculé selon la formule suivante :

$$S_{ij} = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^S |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (Y_{ij} + Y_{ik})} \right) \cdot 100 = \frac{2W}{A+B} \cdot 100$$

avec :

Y_{ij} = l'abondance de la $i^{\text{ème}}$ espèce dans le $j^{\text{ème}}$ échantillon

Y_{ik} = l'abondance de la $i^{\text{ème}}$ espèce dans le $k^{\text{ème}}$ échantillon

S = le nombre d'espèces dans le jeu de données

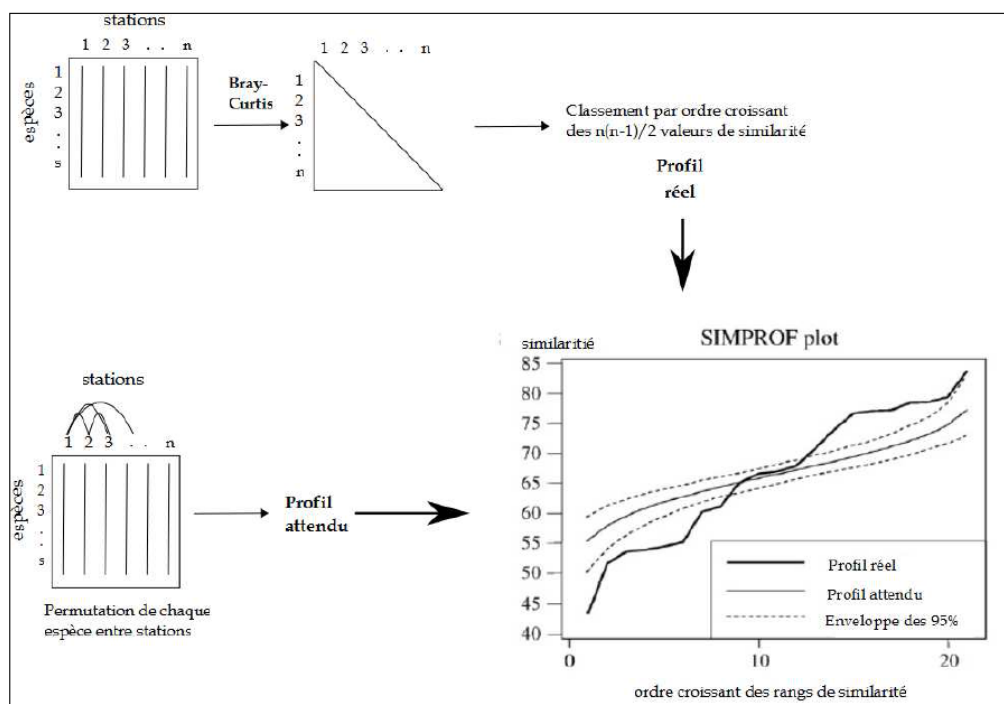
A = la somme des abondances de toutes les espèces trouvées dans l'échantillon j

B = la somme des abondances de toutes les espèces trouvées dans l'échantillon k

W = la somme des abondances les plus faibles pour chaque espèce commune aux deux échantillons

L'indice de similarité de Bray-Curtis varie entre 0 s'il n'y a aucune espèce en commun entre les deux échantillons et 100 si les deux échantillons ont rigoureusement la même composition faunistique.

Détail du coefficient de similarité de Bray-Curtis



Principe du test de permutation par similarité (procédure SIMPROF), d'après Clarke, *et al* (2008), in Broudin (2011)

ANNEXE 3 – COURRIER DE PREMIERE EXPERTISE SUR LE GENRE *IDUNELLA*

Dr. Cédric d'Udekem d'Acoz
Royal Belgian Institute of Natural Sciences
Department Invertebrates
Rue Vautier 29
B-1000 Bruxelles
Belgique
E-mail: Cedric.Dudekem@naturalsciences.be
Tél. : +32-(0)2-627-42-72
Profile: https://www.researchgate.net/profile/Cedric_DUdekem_dAcoz/

le 23 Avril 2014

Madame, Monsieur,

je vous informe que l'un des échantillons de benthos de la baie de saint Brieux étudié par Mr. Frédéric Ziemski contient plusieurs spécimens d'un crustacé amphipode du genre *Idunella* appartenant à une espèce inconnue pour moi et sans doute nouvelle pour la Science. Une étude approfondie sera néanmoins nécessaire pour clarifier définitivement l'identité de cette espèce et pour la décrire si elle est effectivement nouvelle.

Je vous prie d'agréer l'expression de mes sentiments distingués,



Cédric d'Udekem d'Acoz

ANNEXE 4 – CONTRIBUTION DES ESPECES DISCRIMINANTES PAR ASSEMBLAGE (PROCEDURE SIMPER)

Les assemblages 2 et 6 ne sont pas exposés compte tenu de leur caractère isolé (singletons).

Assemblage 1	
Average similarity: 12,50	
Espèces	Contribution (%)
<i>Nephtys cirrosa</i>	20,04
<i>Eocuma dollfusi</i>	19,3
<i>Angulus fabula</i>	13,52
<i>Donax vittatus</i>	6,59
<i>Angulus tenuis</i>	5,11
<i>Nephtys caeca</i>	4,61
NEMERTEA	4,53
<i>Pontocrates arenarius</i>	3,8
<i>Magelona mirabilis</i>	3,19
<i>Spiophanes bombyx</i>	2,74
<i>Glycera tridactyla</i>	2,53
<i>Amphipholis squamata</i>	2,17
<i>Bathyporeia pelagica</i>	2,17

Assemblage 3	
Similarité moyenne : 40,10	
Espèces	Contribution (%)
<i>Chaetozone gibber</i>	43,34
<i>Ampelisca brevicornis</i>	6,81
<i>Aponuphis bilineata</i>	6,04
<i>Spiophanes bombyx</i>	4,33
<i>Notomastus latericeus</i>	3,11
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	2,96
<i>Nephtys cirrosa</i>	2,93
<i>Urothoe pulchella</i>	2,39
<i>Prionospio malmgreni</i>	1,9
<i>Euclymene oerstedii</i>	1,52
<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	1,4
<i>Nucula nitidosa</i>	1,24
<i>Spio decoratus</i>	1,2
<i>Poecilochaetus serpens</i>	1,19
<i>Spisula subtruncata</i>	1,08
<i>Angulus fabula</i>	0,95
<i>Leiochone leiopygos</i>	0,9
<i>Magelona filiformis</i>	0,84
<i>Nephtys caeca</i>	0,84
NEMERTEA	0,81
<i>Siphonoeetes (Centraloecetes) kroyeranus</i>	0,77
<i>Cauleriella alata</i>	0,68
<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>	0,66
<i>Ampharete finmarchica</i>	0,63
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0,55
<i>Marphysa bellii</i>	0,48
<i>Leucothoe incisa</i>	0,46

Assemblage 4	
Similarité moyenne : 35,92	
Espèces	Contribution (%)
<i>Pista cristata</i>	9,15
<i>Notomastus latericeus</i>	8,89
<i>Ampelisca brevicornis</i>	6,28
<i>Ampelisca typica</i>	5,56
<i>Ampelisca spinipes</i>	5,52
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	4,28
<i>Nucula hanleyi</i>	4,1
<i>Spio filicornis</i>	3,97
<i>Hilbigneris gracilis</i>	3,29
<i>Chaetozone gibber</i>	3,11
<i>Polycirrus sp.</i>	2,69
<i>Syllis cornuta</i>	2,54
NEMERTEA	2,24
<i>Cauleriella bioculata</i>	2,21
<i>Leptochiton cancellatus</i>	1,98
<i>Ampharete finmarchica</i>	1,94
<i>Eteone longa</i>	1,69
<i>Crepidula fornicata</i>	1,58
<i>Urothoe marina</i>	1,46
<i>Amphipholis squamata</i>	1,27
<i>Scalibregma celticum</i>	1,17
<i>Nephtys caeca</i>	0,94
<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	0,85
<i>Nephtys cirrosa</i>	0,77
<i>Leptocheirus hirsutimanus</i>	0,66
<i>Cauleriella alata</i>	0,66
<i>Poecilochaetus serpens</i>	0,66
<i>Glycymeris glycymeris</i>	0,66
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0,64
<i>Terebellides stroemii</i>	0,6
<i>Atylus vedlomensis</i>	0,6
<i>Polititapes rhomboides</i>	0,58
<i>Upogebia deltaura</i>	0,57
<i>Pholoe inornata</i>	0,56
<i>Spio decoratus</i>	0,56
<i>Nicolea venustula</i>	0,5
<i>Eunice vittata</i>	0,49
<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>	0,47
<i>Glycera lapidum</i>	0,46
<i>Euclymene oerstedii</i>	0,45
<i>Nassarius reticulatus</i>	0,45
<i>Leiochone leiopygos</i>	0,43
<i>Harmothoe extenuata</i>	0,42
TEREBELLIDAE (juvéniles)	0,41
<i>Syllis sp.</i>	0,37
<i>Lumbrineriopsis paradoxa</i>	0,37
<i>Platynereis coccinea</i>	0,37
<i>Golfingia (Golfingia) elongata</i>	0,35
<i>Apseudopsis latreillii</i>	0,35

Assemblage 5	
Similarité moyenne : 31,45	
Espèces	Contribution (%)
<i>Pista cristata</i>	16,57
<i>Nucula nitidosa</i>	14,91
<i>Nucula nucleus</i>	12,62
<i>Glycymeris glycymeris</i>	9,47
<i>Notomastus latericeus</i>	8,77
<i>Chaetozone gibber</i>	4,5
NEMERTEA	3,78
<i>Nephtys cirrosa</i>	2,92
<i>Timoclea ovata</i>	2,6
<i>Syllis cornuta</i>	2,52
<i>Ampelisca spinipes</i>	2,23
<i>Glycera alba</i>	2,23
<i>Antalis vulgaris</i>	2,15
<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>	1,71
<i>Goodallia triangularis</i>	1,34
<i>Hilbigneris gracilis</i>	1,26
<i>Spio decoratus</i>	1,26

ANNEXE 5 – FICHE DESCRIPTIVE DU MAËRL DANS LE GOLFE NORMAND BRETON

Lithothamnion corallioides (Philippi, 1937)
Phymatolithum calcareum (W.H.Adey & D.L.McKibbin, 1970)

Maërl

Espèces sédentaires

Classification (ERMS, 2010)

Algues
 Rhodophycées
 Corallinacées

Statut de l'espèce

DHFF Annexe V
 (Habitat OSPAR Zone III)

Critères d'identification

Algues calcaires corallinacées formant une accumulation de thalles libres calcifiés (forme mamelonnée ou branchue, texture fragile, cassant) de 7cm maximum.

Aspect de fragments coralliens.

Biotope

Fonds meubles infralittoraux des côtes Atlantique Nord-Est. Dans les eaux claires, jusqu'à 30m de profondeur sur les côtes Bretonnes.

Description

Le maërl est algue rouge formant une accumulation de thalles libres (non fixés) d'une dizaine d'espèces d'algues rouges calcaires de la famille des Corallinacées. Ces accumulations forment des bancs, dont la surface peut atteindre plusieurs kilomètres carrés. Dans nos eaux, les deux principales espèces qui le constituent sont *Phymatolithum calcareum* et *Lithothamnion corallioides*. Jeune, l'algue se présente sous la forme de fines croûtes roses foliacées ; actuellement l'observation de cette forme est rarissime. Adulte, elle se présente sous la forme de thalles calcifiés, grossièrement mamelonnés ([phymato-] = excroissance, tumeur, et [-lithos] = pierre) ou branchus, et qui évoquent des débris coralliens crayeux. La texture du thalle est cassante et fragile ; sa taille peut atteindre 7 centimètres. Sa couleur, lorsque l'algue est vivante, oscille entre le rose clair et le violet foncé, et ses extrémités sont très souvent blanchies. Une fois mort, le thalle présente une teinte blanchâtre. Un banc de maërl contient des thalles vivants mais aussi des thalles morts en proportions variables. Les deux espèces majoritaires du maërl sont morphologiquement très semblables et difficilement discernables pour un œil non exercé. Les courants peuvent conditionner la forme des thalles : quand le courant est important, les branches ne se développent pas, et le thalle est aplati, discoïde ; quand le courant est moindre, les branches se développent dans les trois dimensions.



Maërl © Ecosub

Algues –Lithothamnion corallioides, Phymatolithum calcareum– Maërl - Espèce listée-Espèce structurante



Hemisphere sub
 INGÉNIEURIE ÉCOLOGIQUE MARINE



Agence des
 aires marines protégées

Biotope et Distribution générale

Ces accumulations d'algues calcaires corallinacées, appelées « **bancs de maërl** » s'installent sur les **fonds meubles infralittoraux des côtes Atlantique Nord-Est**. Les deux espèces qui peuplent ces bancs, *Lithothamnium corallioides* et *Phymatholithum calcareum*, s'entassent pour former des **structures très denses**.

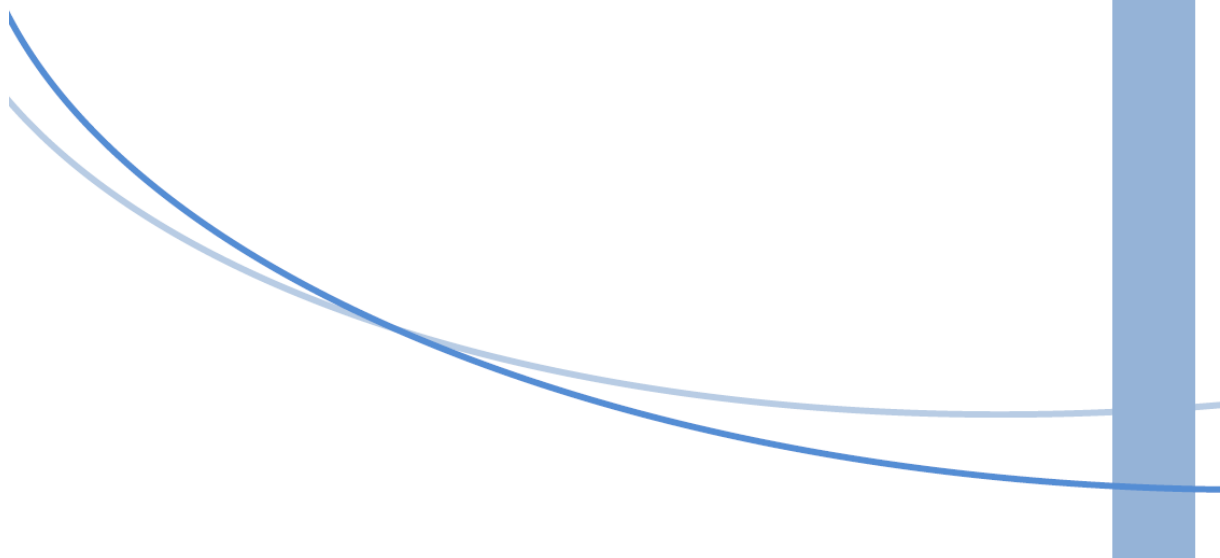
Le maërl affectionne particulièrement **les eaux claires permettant une bonne photosynthèse**, à des profondeurs pouvant aller **jusqu'à 30 m sur les côtes Bretonnes**. On retrouve également ces deux algues calcaires en mer Méditerranée.

La Bretagne abrite de nombreux bancs de maërl, **les plus étendus d'Europe** (Rebent-Ifremer, 2009).

Biologie-Ecologie

La reproduction peut se réaliser par **multiplication végétative**, c'est à dire qu'un fragment peut se détacher du thalle parental afin de former un nouvel individu. La **reproduction sexuée est rare** et s'effectue par l'intermédiaire de conceptacles contenant les tétraspoires où les organes sexuels produisent les gamètes. Le cycle de développement est trigénétique dimorphe, 3 générations se succédant (gamétophytes et tétrasporophytes sont semblables).

Les bancs de maërl créent des habitats dits « **structurants** ». La structure tridimensionnelle des bancs crée une grande **diversité d'habitats** (microniches écologiques), permettant l'installation d'une grande **diversité faunistique et floristique**. Ces habitats sont également utilisés comme **zones de nourricerie et de reproduction** pour certaines espèces. En effet, on a dénombré plus de 900 espèces d'invertébrés et 150 espèces d'algues vivant dans les bancs de maërl en Bretagne (Hamon *et al.*, 2010). L'habitat de maërl constitue des zones de nourricerie pour les juvéniles de poissons (bar, dorade, lieu, rouget, etc.) ainsi que d'autres espèces commercialement exploitées (coquille Saint-Jacques, pétoncles, palourdes, praires, etc.), un lieu de broutage pour les bars et les lieus adultes, un lieu de ponte pour les seiches et les ormeaux (Rebent-Ifremer, 2009).



Pressions anthropiques et Menaces

Quatre types de menaces pèsent sur les bancs de Maërl :

- **L'extraction** : destruction physique de l'habitat directement causé par le dragage des bancs et turbidité associée provoquant des dépôts de sédiment sur les bancs de maërl. *
- L'utilisation **d'engins de pêche trainants** (dragage) provoquant une réduction ou une destruction de l'habitat par enfouissement du maërl.
- L'**eutrophisation**, qui entraîne une sédimentation accrue causée par les rejets urbains ou les cultures marines (pseudo-fecès)
- La **compétition avec la crépidule**, espèce invasive : l'invasion des bancs de maërl par la crépidule entraîne une biosédimentation excessive (même impact que l'eutrophisation) ne permettant pas une photosynthèse correcte.

* En France, et notamment en Bretagne, l'exploitation du maërl a toujours existé. Son maximum d'extraction est atteint dans les années 1970 avec 600 000 tonnes d'algues rouges *Corallinaceae* débarquées par an (Grall, 2003). En effet, le maërl a constitué une source de calcaire pour les amendements des sols agricoles, mais aujourd'hui il contribue aussi au traitement de l'eau potable, à l'alimentation animale, au traitement du lisier, aux apports de calcaire dans certains produits pharmaceutiques et cosmétiques....

Il peut se vendre de 500 à 700 euros le kilo de gélule de lithothamne. L'extraction d'aujourd'hui est 100 fois supérieure au renouvellement de l'espèce, 8 des 20 bancs de Bretagne ont déjà disparu ces dernières années, principalement autour de Saint-Malo et de St Brieuc (Rebent-Ifremer, 2009).

Mesures de protection

En dehors de la France, l'exploitation du maërl a été quasiment arrêtée dans les pays européens (Wikipédia).

En France, deux des espèces constituant les bancs de maërl (*Lithothamnium corallioides* et *Phymatholithon calcareum*) sont inscrits sur les listes de la **Directive Habitat Faune Flore (DHFF) en Annexe V** « Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte. ». Ainsi des mesures de conservation doivent être établies (plans de gestion, mesures réglementaires, administratives ou contractuelles), afin d'éviter la détérioration des habitats à bancs de maërl.

L'habitat « Bancs de maërl » est inscrit sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la **convention OSPAR, pour la zone III : Mers celtiques** : bordées à l'est par le 5° de longitude ouest et la côte ouest de la Grande-Bretagne et à l'ouest par l'isobare de 200m (contour de profondeur) à l'ouest du 6° de longitude ouest le long des côtes ouest de l'Ecosse et de l'Irlande.



Distribution dans le secteur du golfe normand-breton

Dans le secteur du golfe normand-breton, plusieurs zones de bancs de Maërl ont pu être localisées selon différents auteurs, différentes techniques et à différentes dates.

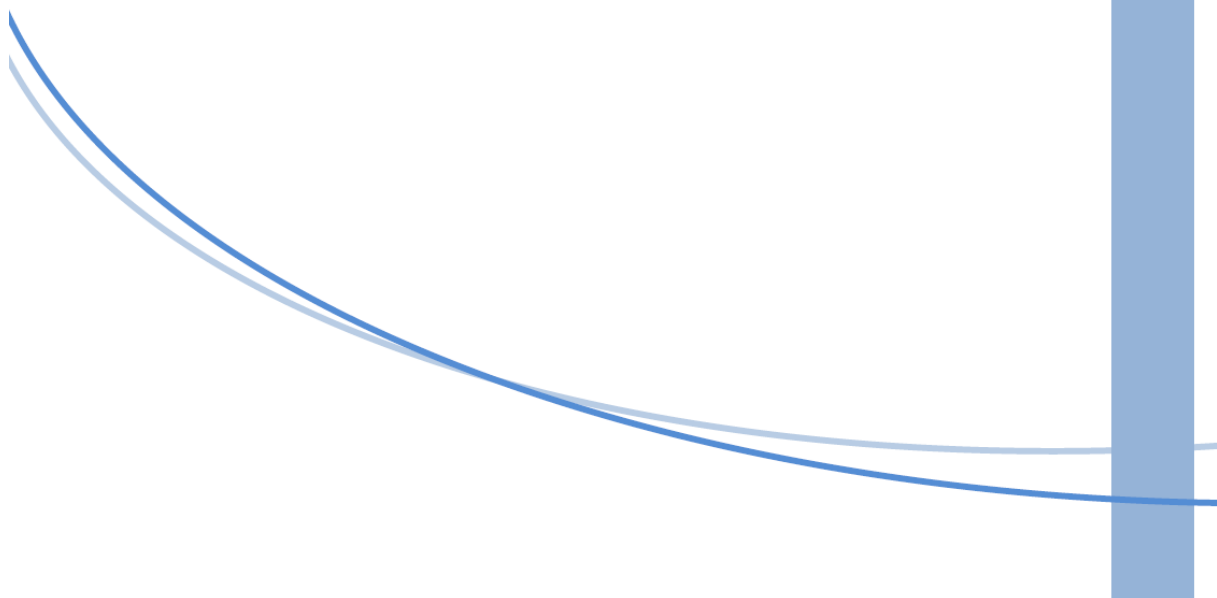
-Depuis le Sud de Granville et Chausey en allant vers le Nord jusqu'à hauteur de Barneville-Carteret et s'étendant jusqu'à Jersey, ainsi qu'au Nord de Saint Malo-Dinard, de nombreuses observations ponctuelles de Maërl ont été recensées (Hommeril (1697 et 1968) ; Retière (1979) ; Ehrhold (1999), Nebout *et al.* (2010). Au Nord de Chausey une zone de 16 km² a été prospectée par l'équipe du MNHN : le secteur **au Nord de la roche de la Sellière** offre le plus fort taux de recouvrement, la **partie nord-est de l'archipel semble présenter le plus fort taux de recouvrement, enfin le secteur situé au Nord des Rondes de l'Ouest présente le plus fort ratio maërl vivant/maërl mort** (Nebout *et al.*, 2010).

Dans le cadre du programme de surveillance DCE, un suivi biologique ainsi qu'une cartographie par méthodes acoustiques des bancs de maërl distribués dans plusieurs stations ont été effectués par le Rebert (Hamon *et al.*, 2010)

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

-**Dans le secteur Fréhel/La Grande Livièr**, le taux de recouvrement du fond par le maërl vivant, est de l'ordre de 5%, hormis dans le nord de la zone où il avoisine 20% par endroits. Dans ce secteur, la crépidule est une menace pour le maërl.

-**Dans le secteur d'Erquy/Les Justières**, le substrat est désormais majoritairement composé de maërl mort. Cette zone correspond au gisement de maërl de l'Illet 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.



- Dans le secteur Saint Briec/Rohein (proche de la pointe de Pléneuf) a été recensé un gisement de maërl mort, seule la partie sud-est comporte des traces de maërl vivant. Ce secteur est menacé par les techniques de pêche à la coquille Saint Jacques, par la drague et la prolifération des crépidules.

- Dans le secteur de Paimpol/Plouézec, le taux de recouvrement du fond par le maërl vivant est de 5 à 20%. Dans l'Ouest de ce secteur, le gisement de Lost Pic a longtemps été le seul site d'exploitation à grande échelle en Bretagne (410 000 tonnes extraites en 1968, 180 000 tonnes extraites en 1987). Aujourd'hui un quota des 183 000 tonnes est appliqué (arrêté préfectoral (Côtes d'Armor) du 26 juillet 2000). L'exploitation devrait prendre fin dans quelques années. La zone est également largement exploitée par dragage pour la pêche à la coquille Saint Jacques, la praire et la palourde rose, par chalutage et par activité de caseyage et pose de filets.



Etat des lieux des connaissances -Suivis

Réseaux de surveillance du maërl

(REBENT dont DCE et l'Observatoire de l'IUEM) :

-Cartographie (2008-2009) des bancs de Maërl distribués dans 9 masses d'eaux autour de la Bretagne-Programme de surveillance DCE-estimation de l'état de conservation des bancs de maërl, **Rebent, Ifremer Hamon et al., 2010/ suivi de l'évolution de leur biodiversité, LEMAR (IUEM-Brest).**

-Etude des bancs de maërl du secteur ouest Cotentin, dans le cadre du contrôle de surveillance Rebent-DCE-Manche, 2009

Campagne de levés sonar et prélèvements au Nord de l'archipel de Chausey, MNHN-Jérôme Fournier et al. 2009 (travaux en cours de publication).

Bibliographie

Grall, J. 2003. Fiche de synthèse sur les biocénoses : Les bancs de maërl. Rebent, IUEM(UBO)/LEMAR.

Grall J., 2005. Lieux de surveillance du benthos. Région Bretagne. Suivi stationnel du maërl. Rebent-Ifremer-LEMAR,

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.

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.

OSPAR Commission, 2010. Background Document for Maërl beds.

Rebent-Ifremer-Université-CNRS, 2007. Produit numérique : Les bancs de maërl en Bretagne - Actualisation de l'inventaire (1968 - 2007)

Rebent-Ifremer, 2009. Bancs de maërl, Fiche N°1.

Fiche réalisée dans le cadre
de l'état des lieux pour la réalisation
d'un parc naturel marin dans le golfe normand-breton.

Réalisation et mise en forme : Hémisphère Sub
Crédits photographiques : Hémisphère Sub



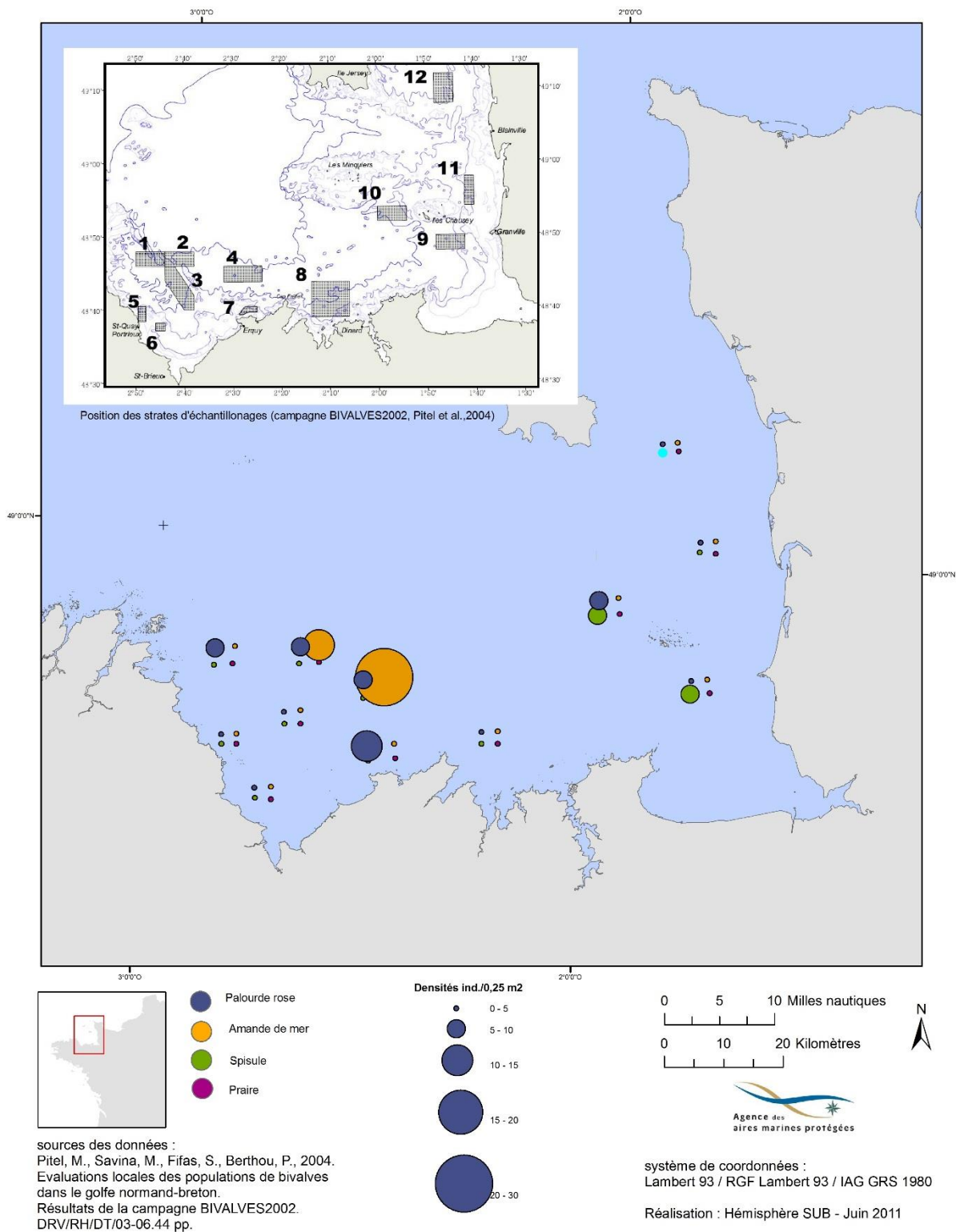
ANNEXE 6 – CARTE D'ILLUSTRATION DE QUELQUES BIVALVES EXPLOITES SUR LE SECTEUR

Données à prendre avec précaution



ETAT DES LIEUX POUR LA REALISATION D'UN PARC NATUREL MARIN DANS LE GOLFE NORMAND BRETON - 2011

Densités de bivalves : Palourde, Amande de mer, Spisule et Praire
sur 12 sites d'observations (campagne BIVALVES2002)



ANNEXE 7 – FICHE DESCRIPTIVE DE LA COQUILLE SAINT JACQUES DANS LE GOLFE NORMAND BRETON

Pecten maximus

(Linnaeus, 1758)

Coquille Saint-Jacques

Espèce sédentaire

Classification (FRMS, 2011)

Mollusques
Bivalves

Statut de l'espèce

Espèce non protégée.

Critères d'identification

Valve gauche convexe, valve droite aplatie. Coquille sculptée de 15 à 17 côtes radiales arrondies. Oreilles égales de part et d'autre de la charnière.
Taille de 15 cm maximum.
Couleur brun orangé.

Biotope

Manche et Atlantique Est.
Substrats sableux fins, légèrement envasés.

Description

La coquille Saint-Jacques est un **mollusque bivalve** aisément reconnaissable. Elle présente des valves circulaires mais de forme différente. La valve gauche (en position « inférieure ») est convexe, la valve droite (en position « supérieure ») est aplatie. Elles sont sculptées d'au maximum 17 côtes radiales de section arrondie. La charnière montre de manière caractéristique deux oreilles de taille égale, ce qui différencie la coquille Saint-Jacques des espèces proches. Son envergure ne dépasse pas les **20 centimètres**. Sa couleur oscille entre le brun et l'orangé. En position de vie, on observe sur le bord du manteau de nombreux petits tentacules sensoriels, ainsi qu'une cinquantaine de petits yeux sombres et brillants.



Pecten maximus, Coquille Saint-Jacques
© Hémisphère SUB, St Brieuc

Photos réalisées d'un lot de coquilles de Saint-Jacques récoltées dans le cadre d'un diagnostic benthique en 2014.



Mollusque - *Pecten maximus* - Coquille St-Jacques - Espèce exploitée - Espèce emblématique

Biotope

Pecten maximus est présente essentiellement **en Manche et en Atlantique Est**, des côtes de la Norvège au Nord de l'Espagne. Elle affectionne particulièrement les **substrats sableux fins, légèrement envasés**. Elle vit enfouie à la surface du sédiment sur des fonds allant de l'infralittoral à 150-200 mètres de profondeur. Des densités plus importantes sont observées de 10 à 60 mètres (Fifas, 2003). Elle supporte très peu l'exondation ainsi que la dessalure (Ader, 2010).



Pecten maximus enfouie dans le sable © Hémisphère SUB

Cycle de vie / Place dans le réseau trophique

Pecten maximus est une espèce **hermaphrodite à fécondation externe**. La **reproduction a lieu en période estivale** quand la température de l'eau avoisine les 16°C (Fifas, 2003). La larve est pélagique pendant 30 jours, avant de se fixer sur le fond. Au bout de 2 mois, la jeune coquille Saint-Jacques acquiert sa forme définitive et son mode de vie libre. Sa croissance est plus ou moins rapide selon les zones : elle peut atteindre 4 à 5 cm à 1 an, 8 à 10 cm à 2 ans. La maturité sexuelle apparaît au bout de 2 ans. Elle peut vivre plus de 10 ans et atteindre 20 cm (IFREMER, 2004).

C'est une **espèce filtreuse se nourrissant d'algues microscopiques**. Ses principaux prédateurs sont les étoiles de mer ainsi que les bigorneaux perceurs, les pagures et les tourteaux (Ader, 2010).

Pêche et Distribution

La coquille Saint Jacques est une espèce **traditionnellement exploitée dans le secteur du golfe normand-breton**, elle se pêche à la drague ou par pêche en plongée en Rance pour ce qui concerne la pêche professionnelle, et se récolte en pêche de loisir, à pied ou en apnée.

En ce qui concerne **la pêche professionnelle**, sur l'ensemble du golfe normand-breton, **9737 tonnes de coquilles Saint Jacques ont été pêchées en 2008, représentant 81,2% de la production nationale** (équivalant à 12 000 tonnes en France en 2008). C'est d'ailleurs le **gisement de la baie de Saint-Brieuc qui est un des premiers centres de production en France**. En 2008, un tonnage de 7414 tonnes a été pêché dans ce secteur représentant 60% de la production nationale (SIH Ifremer, 2008). En 2010, 401 tonnes de coquilles ont été pêchées à Jersey (States of Jersey, 2011).

Au sein du golfe normand-breton, il existe **plusieurs gisements exploités** :

- le gisement classé de la **Baie de Saint-Brieuc** qui représente 150 000 hectares. C'est la zone la plus productive au niveau national, avec un stock évalué par Ifremer en septembre 2009, à plus de 27000 tonnes (Cad22, 2010)
- le gisement du **Large** (réouvert en octobre 2011)
- le gisement de **Nerput** (réouvert en octobre 2011)
- le gisement de **Saint-Malo**
- le gisement **Ouest Cotentin**
- le gisement de la **Rance** : exploité par pêche en plongée. Ce type de pêche a débuté en 2000 et est assurée par 3 licences.

Réglementation/Mesures de protection

Au niveau communautaire, la réglementation porte sur les **tailles minimales au débarquement** : 11 cm en Manche Est, 10cm en Manche Ouest. Au niveau national, un arrêté ministériel a été mis en place afin de réglementer l'effort de pêche. La récolte de coquilles Saint-Jacques est autorisée du **1er octobre au 15 mai** et l'accès est limité sur les gisements classés avec l'interdiction de décorticage à bord des navires et un maillage minimum des anneaux des dragues de 92 mm.

Pour pêcher la coquille, les bateaux doivent disposer d'un PPS (Permis de Pêche Spécial). Sur les gisements classés comme celui de Saint-Brieuc, ils doivent aussi détenir une licence de pêche.

Au niveau régional, **chaque gisement possède ses propres règles de gestion**.

Ainsi, la taille minimale peut être localement plus forte, par exemple 10,2 cm en baie de Saint-Brieuc. Des jours, des horaires de pêche, et des quotas sont également définis.

Les pêcheurs français sont les seuls à s'interdire de pêcher la coquille en période estivale ; la pêche est en effet ouverte à l'année dans les îles Anglo-Normandes.



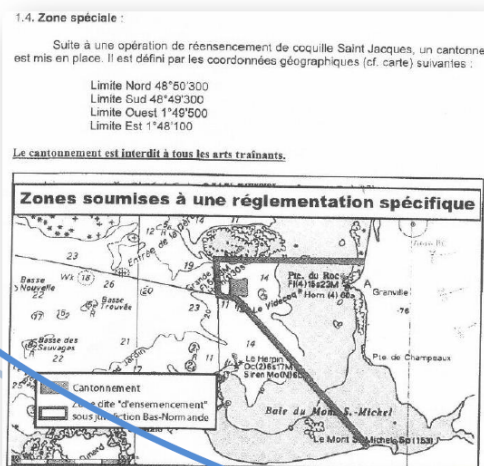
Dans la Baie de Saint Brieuc, c'est dans les années 60 que les pêcheurs de coquille prennent conscience de la fragilité des gisements face à la surpêche. Les professionnels prennent alors la décision de préserver eux-mêmes les stocks, la législation leur permettant de "prendre les mesures propres à assurer l'exercice rationnel de la pêche", c'est-à-dire **"fixer les dates d'ouverture ou de fermeture des campagnes de pêche"**. Ces comités se basent chaque année sur les rapports d'étude de l'Ifremer et peuvent ainsi déterminer le nombre de navires, réglementer leurs sorties en mer et fixer les quotas.

En ce qui concerne la pêche à pied ou en apnée, le nombre d'individus maximal autorisé en pêche est de 30 par jour et par pêcheur avec une taille de capture minimale identique à celle de la pêche professionnelle. Pour la pêche à pied, les engins autorisés sont le couteau, le croc et l'épuisette. La réglementation particulière (dates et horaires) sur les gisements classés s'applique également à la pêche de loisir.

Aquaculture

Suite à la diminution des stocks de coquille Saint-Jacques dans les années 60, une filière aquaculture a vu le jour en rade de Brest en 1983. **L'ensemencement** a ainsi démarré à cette époque avec la création de l'écloserie du Tinduff dans le Finistère qui reste la seule écloserie de coquilles Saint-Jacques en Europe.

Depuis, la nurserie vend aux différents comités locaux des pêches les naissains qu'ils immergent dans certaines zones. Dans ces zones d'ensemencement, une réglementation supplémentaire (cantonnement) est apportée afin de permettre la croissance de ces juvéniles (Fleury, 1992).



Comité Régional des Pêches
de Basse Normandie-
Coquille Saint Jacques-délibération
Ouest Cotentin-2010

Dans le secteur du Golfe Normand Breton, **3 zones font actuellement l'objet d'ensemencement**. En effet

- Le **programme Procoq** (Comité local des pêches maritimes et des élevages marins de Saint Malo et COEUR) lancé en 1997, a pour but la gestion et l'amélioration du stock de coquilles Saint Jacques en baie de Saint Malo. Dans ce cadre, les structures ont mis en place un plan de semis de juvéniles sur un cantonnement réservé au large de Saint Malo.
- Afin de pallier à la problématique de distance du gisement de la Baie de Seine pour les pêcheurs Granvillais, **en 2009 le comité Local des pêches a lancé une opération d'ensemencement en baie de Granville, au Sud de Causey** (NFM, 2010),
- Une campagne d'ensemencement **dans le secteur de Paimpol** (derrière les Héauts de Bréhat et la rivière du Tréguier) est effectuée depuis 5 saisons.

Compétition Coquille Saint Jacques/Crépidule

La crépidule, abondamment présente (notamment dans la Baie de Saint-Brieuc), impacte de façon négative les densités de coquille Saint-Jacques selon trois modes :

En se fixant aux valves (phorésie) des coquilles Saint-Jacques qui offrent un substrat dur et horizontal, les crépidules créent un alourdissement entraînant une entrave à l'ouverture des valves. Cette contrainte provoque une gêne à la filtration et à la nutrition, ainsi qu'aux déplacements par bonds. Aussi, la source de nourriture entre les 2 espèces n'étant pas totalement indépendante, les densités de crépidules dans les gisements de coquilles sont un désagrément supplémentaire. Cette phorésie ralentit également la croissance des coquilles St Jacques.

Les crépidules, présentes en grand nombre, sont aussi une cause de la baisse de recrutement des juvéniles de coquille Saint-Jacques. En effet, par leur activité de filtration élevée, la production de fèces et pseudo-fèces est, elle aussi, très conséquente, engendrant un envasement important sur les gisements de coquilles. Cela ne permet pas aux jeunes recrues de s'installer (Thouzeau, 2005).

Enfin, les coquilles Saint-Jacques, contrairement aux crépidules, sont très sensibles aux blooms algaux toxiques, entraînant souvent la mort de nombreux juvéniles et même adultes. Les crépidules, plus résistantes, profitent de ces opportunités pour étendre l'espace colonisé.



La présence de crépidules sur les gisements de coquille Saint-Jacques a un impact direct sur la pêche. En effet, parfois, cette concentration est telle, que les pêcheurs doivent abandonner les zones de gisement (pour aller dans d'autres zones, plus éloignées, donc plus consommatrices de carburant).

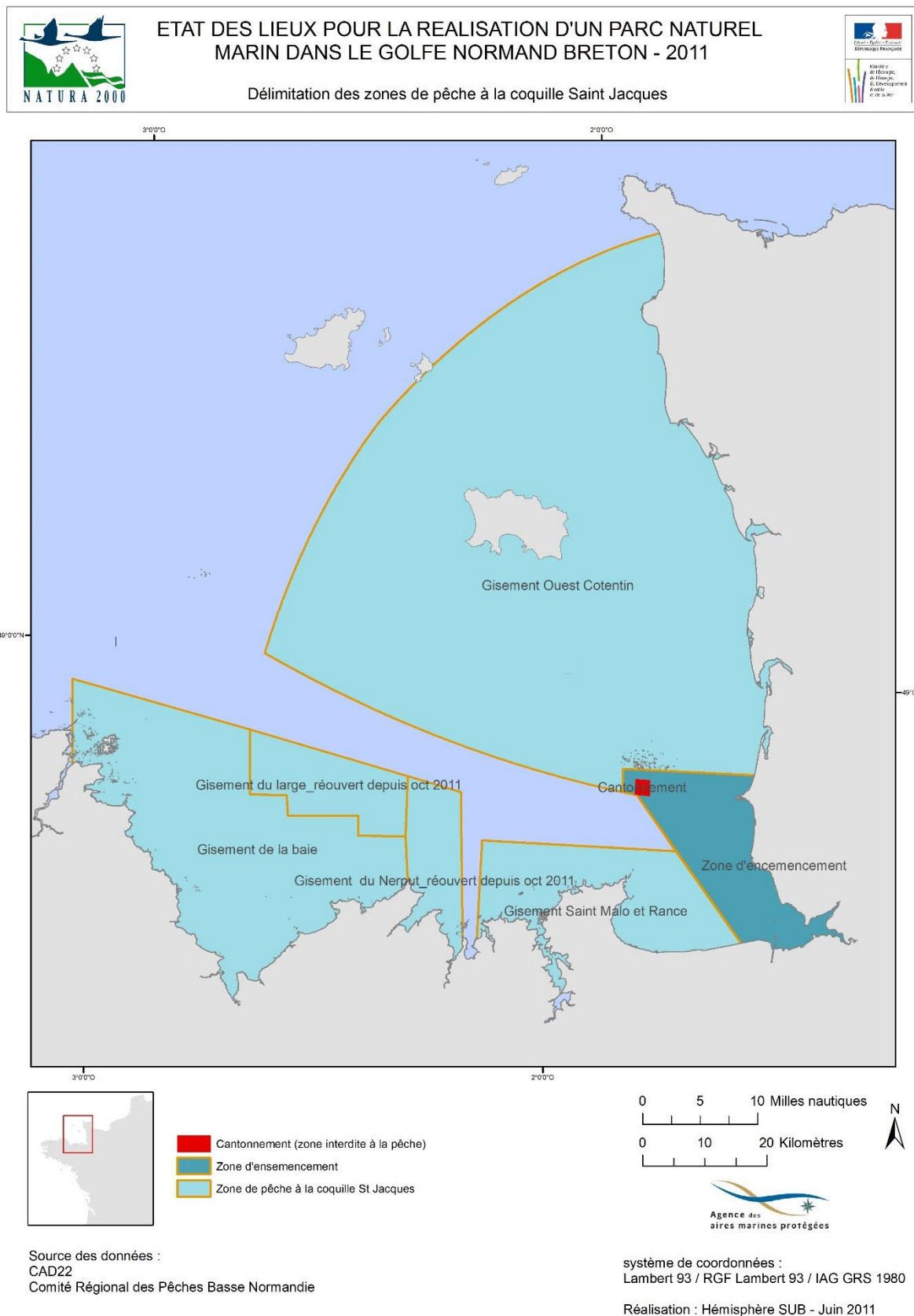
Etat des lieux des connaissances -Suivis

Campagne annuelle d'évaluation du stock (campagne COSB) menée par l'IFREMER (Laboratoires Côtiers du Département des Ressources Halieutiques) qui permet aux organisations professionnelles et Administrations des Pêches d'établir les règles de gestion annuelles (estimation des indices d'abondance par groupe d'âge et par zone, biomasse totale, adulte et exploitable, structure en taille de la population, répartition spatiale de la coquille et de la faune associée, paramètres de la croissance individuelle). (Fifas, 2004)

En Rance, l'association C.O.E.U.R., en partenariat avec le CLPMEM (Comité Local des Pêches) de Saint Malo et les professionnels concernés, effectue un suivi (transmission des statistiques de pêche produites et acquisition de données biologiques grâce à l'embarquement à bord des bateaux professionnels d'un technicien de la cellule de C.O.E.U.R.). Ces données permettent d'établir des recommandations auprès des plongeurs afin assurer une bonne gestion du stock (CCEUR Emeraude, 2009).

Concernant les impacts de la **compétition entre la coquille Saint-Jacques et la crépidule**, plusieurs études sont en cours. Notamment le **projet COMANCHE** (Interactions écosystémiques et impacts anthropiques dans les populations de COquilles Saint-Jacques de la MANCHE) s'inscrit dans cette logique. Il a vocation à améliorer notre connaissance de la coquille Saint-Jacques à l'échelle de l'ensemble de la Manche, à travers une approche écosystémique des pêcheries, en faisant appel à un large éventail de disciplines scientifiques (<http://www.ifremer.fr/defimanche>).





Bibliographie

Ader (D.), DORIS, 2010 : *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758). En ligne : http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=655

Arrêté n°55/2007 du 25 mai 2007 réglementant l'exercice de la pêche maritime de loisir pratiquée à pied, à la nage ou sous-marine dans le département de la Manche.

CAD22, 2010. Une filière économique en Côtes d'Armor, la Coquille Saint Jacques, campagne 2009-2010.

Chiffolleau, J. F., Crochet, S., Rozuel, E., Claisse, D., 2010. Etude de la contamination de pectinidés (coquilles Saint-Jacques et pétoncles) par le cadmium, le mercure et le plomb dans quelques zones de pêche françaises, Rapport IFREMER

CŒUR Emeraude, 2010. Rapport d'activités N°11, Année 2009. Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de Côte d'Emeraude.

Colson (G.), 1993. La filière française des coquilles Saint-Jacques et des pectinidés.

Fifas, S., 2003. La coquille Saint-Jacques *Pecten maximus*, stock de la baie de Saint-Brieuc, Les nouvelles de l'Ifremer, n°45 Fleury P.G., Dao J. C., et coll. 1992. De la pêche à l'aquaculture : l'élevage de la coquille Saint Jacques. Editions Equinoxe n° 38 Ifremer Brest.

Fifas, S., 2004. La coquille Saint-Jacques en Bretagne. IFREMER

IFREMER, 2004. En ligne : www.ifremer.fr/envlit/region/basse_normandie

NFM, 2010. Le journal de bord n°2.

States of Jersey, 2011. Fisheries and Marine Resources Annual Report 2010. Department of the Environment Howard Davis Farm, Trinity, Jersey.

Thouzeau, G., 2005. Synthèse sur les influences de la crépidule sur le développement de la coquille St Jacques. Compte rendu d'une communication de Gérard Thouzeau au colloque Sciences et Ethique. En ligne : http://accres.inrp.fr/eduterr- usages/hydro/littoral/rade_de_brest/coquille/articles/concurrencecrepidulecoquille

Fiche réalisée dans le cadre de l'état des lieux pour la réalisation d'un parc naturel marin dans le golfe normand-breton.

Réalisation et mise en forme : Hémisphère SUB
Crédits photographiques : Hémisphère SUB



ANNEXE 8 – FICHE DESCRIPTIVE DU BUCCIN DANS LE GOLFE NORMAND BRETON

Buccinum undatum

(Linnaeus, 1758)

Bulot, Buccin

Espèce sédentaire

Classification (ERMS, 2011)

Mollusques
Gastéropodes

Statut de l'espèce

Espèce non protégée mais réglementée pour la pêche.

Critères d'identification

Le plus grand gastéropode à coquille de nos côtes, jusqu'à 15 cm de long.
Coquille épaisse, solide, jusqu'à 8 tours de spire. Sommet pointu, ouverture large au bord fin et coupant. Sculpture de stries spiralées et de côtes ondulées.
Animal blanc marbré de noir, opercule corné.

Biotope

Eaux tempérées et froides.
Fonds sablonneux ou rocheux
Les jeunes sont souvent retrouvés dans les zones intertidales et les adultes dans les zones subtidales, jusqu'à 1000 m de profondeur

Plus abondant dans le secteur de l'est

Description

Avec une taille pouvant atteindre une longueur de 15 centimètres, **le bulot est le plus grand gastéropode à coquille de nos côtes**. Celle-ci se compose en général de 6 tours de spire (jusqu'à 8), le dernier occupant au moins 70% de la coquille et possédant une ouverture très large au bord lisse et coupant. La coquille est solide, épaisse, recouverte d'une pellicule jaune brun et ornée de stries spiralées et de côtes ondulées. Le sommet est pointu. Le corps de l'animal est typiquement blanc marbré de noir. Sa tête est surmontée d'un long siphon dirigé vers le haut, logé dans un canal siphonal robuste. L'arrière du pied est équipé d'un opercule corné qui permet au mollusque d'obturer complètement l'entrée de sa coquille en cas de danger.



Buccinum undatum © Hémisphère SUB

Mollusque Gastéropode - Buccinum undatum - Bulot - Espèce exploitée-Espèce emblématique



Biotope et Distribution générale

Ce mollusque affectionne les **eaux tempérées et froides et se développe souvent sur des fonds sablonneux, limoneux ou rocheux et parfois dans les eaux saumâtres** (DORIS). Les **jeunes sont souvent retrouvés dans les zones intertidales et les adultes dans les zones subtidales jusqu'à 1000 m de profondeur** (MarLIN). Bien qu'ils aient été observés entre les basses mers et des zones très profondes, en France, **les bulots vivent préférentiellement à une centaine de mètres de profondeur** (Morel et Bossy, 2004). Le bulot vit dans des eaux à salinité marine et supporte mal les températures élevées : une température de l'eau de 29°C lui est fatale (Santarelli, 1985).

B. undatum est largement distribué en Atlantique Nord et présent dans toute la Manche, **surtout dans le Golfe Normand-Breton où il est très abondant** (Ifremer, 2004). En Europe, on le retrouve aussi sur les côtes de la Norvège, des îles britanniques, de l'Islande et du Portugal. Il est aussi présent plus au nord, dans les mers sibériennes, l'océan Arctique, le long des côtes d'Amérique du Nord (en limite sud du New Jersey) et sur la côte du Groenland (DORIS).

Cycle de vie

Le buccin est une **espèce à sexes séparés**, les individus étant soit des mâles, soit des femelles. La reproduction se déroule en automne et en hiver (Morel et Bossy, 2004). La fécondation est interne, le mâle possédant un pénis qui va transférer le sperme à la femelle.

Une fois les œufs fécondés, ils sont enrobés dans une capsule souple (jusqu'à plusieurs milliers d'œufs par capsule), qui va ensuite être fixée sur substrat dur. **La phase larvaire se déroule dans ces œufs et dure environ 3 à 5 mois** avant que le jeune sorte et débute sa nouvelle vie benthique (Morel et Bossy, 2004). Au sein de ces capsules, certains juvéniles vont consommer les autres afin de se développer, c'est pourquoi seulement une vingtaine d'individus, possédant déjà la morphologie adulte, verra le jour (Ifremer Environnement, 2004).



Le bulot présente une croissance régulière mais peu rapide, il n'atteint sa **maturité sexuelle qu'à l'âge de 4 ans avec une taille moyenne de 5 cm. Sa longévité est de 10 ans maximum.** (Ifremer Environnement, 2004).

Pontes de Buccin (*Buccinum undatum*)
© Hémisphère SUB



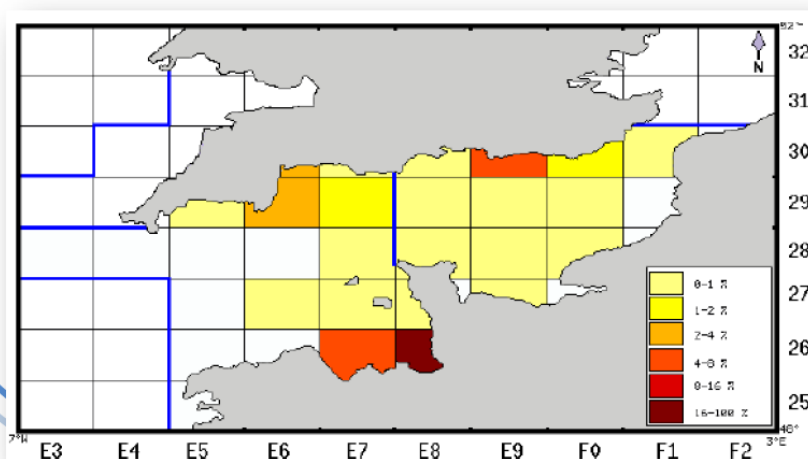
Régime trophique et place dans le réseau trophique

Le régime alimentaire de *B. undatum* est principalement **carnivore et nécrophage** (Ifremer, 2004). Il se nourrit surtout d'organismes tels que les crabes (étrilles), les polychètes (*Lanice conchilega*), les oursins et les bivalves. En effet, il va profiter des rejets des chaluts à perche ou des animaux endommagés par ces mêmes chaluts (Evans *et al.*, 1996). Pour repérer ses proies, le mollusque utilise son siphon, continuellement dressé vers le haut, et collecte les molécules en suspension dans l'eau. Il va ensuite se déplacer jusqu'à elles grâce à son pied. Si c'est un crabe ou un bivalve, il les saisit et les transperce à l'aide des dents de sa radula, pour ensuite en extraire la matière vivante.

Le bulot possède aussi différents prédateurs tels que les étoiles de mer et les crabes (*Cancer pagurus*) (Evans *et al.*, 1996).

Pêche et distribution

La Manche est la principale région productrice de bulots, avec le Golfe Normand-breton comme principal secteur de production. Le bulot occupe les premières places, en termes de quantité, des captures réalisées dans le Golfe Normand-breton, avec la coquille Saint-Jacques, et devant l'araignée de mer, la praire et la seiche (Santarelli et Gros, 1984). En 2008, **8719 tonnes ont été pêchées sur l'ensemble du golfe normand-breton**, les trois principales zones étant l'ouest Cotentin, la Baie du Mont Saint-Michel et les Côtes d'Armor. Le port de Cherbourg est l'un des plus importants centres de pêche au bulot en France (Ifremer Environnement, 2004). A Jersey, en 2010, 497 tonnes de bulot ont été pêchées (States of Jersey, 2011).



Origine des apports de buccins en Manche
(données de 1993-1995) (Ifremer Environnement, 2004)

C'est seulement **depuis 1996, que les pêcheurs ont commencé à pêcher le bulot, sur le secteur de Jersey** (Morel et Bossy, 2004). Dans cette zone les captures de bulots par les navires français représentent entre 10 et 15% des débarquements totaux de bulots à Granville. En 2001, entre 700 et 1000 tonnes auraient été débarquées, parmi lesquelles, 500 tonnes proviendraient de Jersey, qui constitue donc une zone importante de capture des bulots (Morel et Bossy, 2004). En 2010, **497 tonnes** ont été pêchés par les navires de Jersey (States of Jersey, 2011).

Le métier de casier à bulots est prédominé par les **bulotiers** (82% de l'effort de pêche). Mais, il existe d'autres flottilles qui vont posséder une licence "casier à bulot" et pratiquer cette pêche, telles que les dragueurs et certains chalutiers (Phélippe et al., 2011). Chaque bulotier va embarquer de 300 à 500 casiers en plastique, grésés en filières de 50 à 60 unités. Pour appâter les bulots, ils vont se servir d'un mélange de poisson et de crabe (Santarelli et Gros, 1984). Le nombre de casiers utilisés par la flottille de Granville a fortement progressé entre 1975 et 1983 (Santarelli, 1985).

Ailleurs dans le monde, sur la côte d'Amérique du Nord, les pêcheurs utilisent le corps du bulot sans la coquille comme appât pour la morue. Dans le passé, les capsules d'œuf étaient aussi utilisées par les pêcheurs comme savon. Le bulot permet aussi l'élimination des cadavres au niveau du plancher océanique par son action de charognard.

Le bulot est également une **espèce cible de pêche à pied**, lors des grandes marées.

Pressions anthropiques

Le Golfe normand-breton est une zone où la pêche et la conchyliculture sont importantes. **Les populations de bulot, fortement développées dans cette zone, sont affectées par l'exploitation directe du stock par la pêche dirigée.** De plus, les caractéristiques biologiques de cette espèce, son absence de vie planctonique (limite la répartition) et son mode de vie sédentaire la rendent **sensibles à la surpêche localisée** (Morel et Bossy, 2004). Cette surpêche peut entraîner une extinction locale des populations de bulots et un déplacement des pêcheurs vers d'autres zones (Morel et Bossy, 2004).

En plus de ces pressions directes sur les populations de bulots, il existe d'autres pressions anthropiques qui peuvent avoir un impact sur l'écosystème et donc sur les espèces. Il s'agit des réseaux de communication sous-marins, du transport maritime, du tourisme, de la plaisance, de la pollution liée à l'agriculture et à l'urbanisation et de l'extraction de granulats.

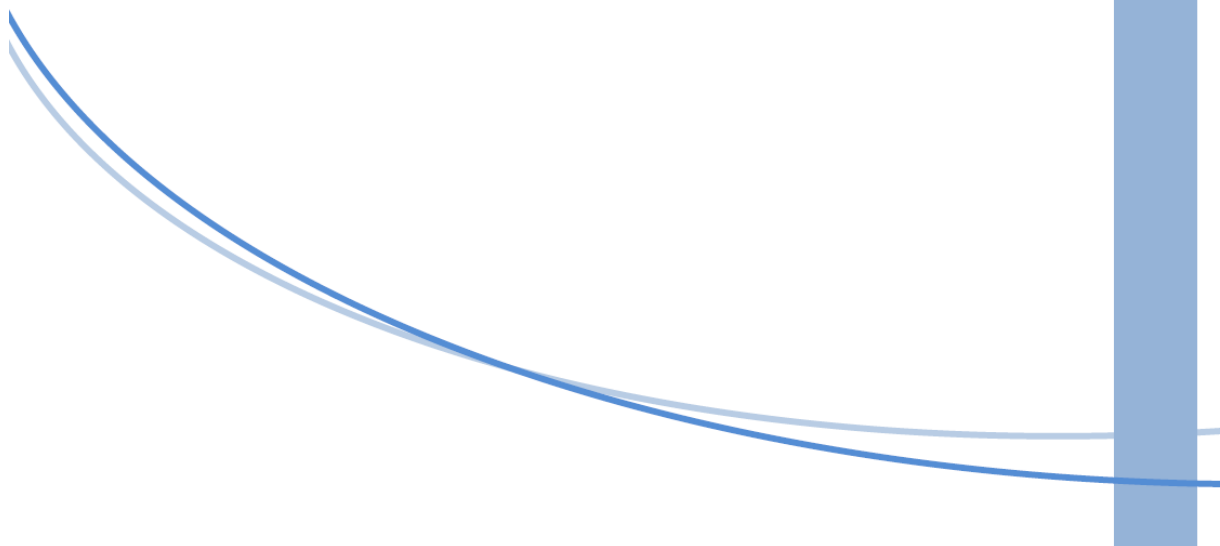


Mesures de protection et gestion des stocks

Le principal métier exploitant les bulots est le métier de casier à bulot, dont l'activité est très présente au niveau du Golfe Normand-Breton. Ce **métier est encadré par des licences, délivrées par les régions de Bretagne et de Basse-Normandie** (Phélippe *et al.*, 2011).

Dans le secteur du Golfe, la mesure de conservation spécifique à la pêche au bulot est la **taille minimale de débarquement fixée par l'Union Européenne à 45 mm de longueur**. Celle-ci est fixée afin de protéger les plus grands individus en maturation et de capturer uniquement les adultes matures. Cependant, cela amènerait à une surprotection des individus et rendrait la pêche économiquement non viable, entraînant une diversification des métiers (Morel et Bossy, 2004). Cette taille minimale peut être adaptée sur les côtes françaises en fonction de la pression de pêche, mais pour la zone de Granville, il est nécessaire d'utiliser une taille minimale de capture unique (Morel et Bossy, 2004). Au niveau de l'île de Jersey, les bulots n'ont pas été soumis à cette pression, puisqu'ils ne sont exploités que depuis 1996. L'utilisation d'une taille minimale de capture élevée est donc bien adaptée pour cette zone (Morel et Bossy, 2004). Cependant des suivis de captures sont réalisés à Jersey annuellement et montrent une tendance au déclin de l'espèce amenant à de fortes recommandations de mesures de gestion (States of Jersey, 2011). Suite à une étude sur la contamination métallique des principales espèces d'intérêt halieutique en baie de Seine, menée par le LERN, un arrêté inter-préfectoral du 30 juillet 2002 (Seine Maritime, Calvados et Manche) interdit le débarquement d'individus dont la taille est supérieure à 70 mm du Tréport à Barfleur (Ifremer Environnement, 2004 ; LERN-Ifremer).

Dernièrement, pour privilégier la restauration de cette espèce, un **écolabel "pêche durable" pour le bulot de la baie de Granville** est en train d'être mis en place grâce à l'action des pêcheurs bas-normands, de l'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) et du Smel (Syndicat mixte pour l'équipement du littoral) (La Manche Libre)



Etat des lieux des connaissances

Les pêcheries de buccin du Golfe Normand-breton ont fait l'objet d'une **thèse** en 1985 par L. **Santarelli**.

Le **SMEL** (Syndicat Mixte pour l'Equipement du littoral) allié au CRPM et à Normandie Fraîcheur Mer étudient les dispositions à prendre pour assurer la pérennité du stock (l'effort de pêche et études de la structure des populations) (SMEL, 2007).

Dans des secteurs limitrophes avec le Golfe Normand-Breton, **l'Ifremer avec le Laboratoire Environnement Ressources de Normandie** travaillent sur les espèces d'intérêt halieutique telles que le bulot. L'une des missions principales de ce laboratoire consiste en l'acquisition de données permettant **d'évaluer la qualité** des eaux, milieux et productions conchylicoles du littoral sur les régions de Basse Normandie et de Haute-Normandie (LERN-Ifremer). En 2000 a débuté une étude dont l'objectif était d'évaluer les **niveaux de contamination** par le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le chrome (Cr) et l'argent (Ag) chez les 5 espèces d'intérêt commercial dont le bulot, programme Seine Aval en collaboration entre le LERN et le laboratoire DEL/PC de l'Ifremer Nantes (LERN-Ifremer).

Le **métier de bulotier** a fait partie de l'étude effectuée par l'équipe de **la Cellule Etudes et Transfert du Pôle halieutique**, au sein d'Agrocampus-ouest, dans le cadre de la « diversification des activités de pêche en Manche » du projet **INTERREG IV-A Charm 3** (Roussel *et al.*, 2011, CHARM3).



Bibliographie

Evans, P.-L., Kaiserb, M.-J., Hughes, R.-N., 1996. Behaviour and energetics of whelks, *Buccinum undatum* (L.), feeding on animals killed by beam trawling. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 197 : 51-62.

Ifremer, 2000. Talidec C., Berthou P., Rivoalen J.J., Bermell S., Guillaumont B.. Identification des pêcheries côtières bretonnes et des problèmes d'aménagement. 73p.

Ifremer Environnement, 2004. Le bulot ou buccin. En ligne : www.ifremer.fr/envlit/region/basse_normandie

Morel, G.M., et Bossy, S.F., 2004. Assessment of the whelk (*Buccinum undatum* L.) population around the Island of Jersey, Channel Isles. *Fisheries Research* 68 : 283-291.

Phélippé, D., Daurès, F., et Le Gallic, B., 2011. Panorama des caractéristiques d'exploitation des ressources halieutiques par la flotte de pêche française en Manche. Projet Interreg IVa - CHARM III. Les Publications Amure. Série Rapport n° R-19.

Roussel, F., Serazin, T., Henichart, L.-M., Ropars, C., Lesueur, M., 2011. Diversification des activités de pêche en Manche : Etat des lieux et conditions de développement. Rapport d'étude, Cellule Études et Transfert du Pôle Halieutique. AGROCAMPUS OUEST, 60 p.

Santarelli, L., et Gros, P., 1984. Modélisation bioéconomique de la pêche de buccin (*Buccinum undatum* L. : Gastropoda) du port de Granville (Manche Ouest). *Éléments de gestion de la ressource. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches maritimes*, 48 (1 et 2) : 23-32.

Santarelli, L., 1985. Les pêcheries de buccin (*Buccinum undatum* L. : Gastropoda) du Golfe Normand-Breton. *Éléments de gestion de la ressource. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille II, France.* 205p.

SMEL, 2007. Bulletin d'Information n°13.

States of Jersey, 2011. Fisheries and Marine Resources Annual Report 2010. Department of the Environment Howard Davis Farm, Trinity, Jersey.



Sites web

Association des Capitaines de Pêche Française : <http://www.capitainedepeche.com/Bulot.htm>

CHARM 3 - CHannel integrated Approach for marine Resource Management – phase 3) :
<http://www.ifremer.fr/webtv/Thema/Ressources-halieuistiques/Le-Programme-Char3>

DORIS - Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatiques : http://doris.ffesmm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=860

EOL - Encyclopedia Of Life : <http://www.eol.org/pages/595071>

ERMS - European Register of Marine Species :
<http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=taxdetails&id=138878>

INPN -Inventaire National du Patrimoine Naturel :
http://inpn.mnhn.fr/isb/servlet/ISBServlet?action=Espece&typeAction=10&pageReturn=ficheEspeceRepartition.jsp&numero_taxon=62633&date_min=1950&date_max=2011

La Manche Libre : <http://www.lamanchelibre.fr/Un-ecolabel-pour-le-bulot-de-la-baie-de-Granville,1.media?a=14407>

LERN-Ifremer - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER :
http://www.ifremer.fr/lern/Pages/Programme/contamination_metallique.htm

MarLIN -Marine Life Information Network :
<http://www.marlin.ac.uk/speciesfullreview.php?speciesID=2815>

Fiche réalisée dans le cadre
de l'état des lieux pour la réalisation
d'un parc naturel marin dans le golfe normand-breton.

Réalisation et mise en forme : Hémisphère SUB
Crédits photographiques : Hémisphère SUB



ANNEXE 9 – FICHE DESCRIPTIVE DE LA PRAIRE DANS LE GOLFE NORMAND BRETON

Venus verrucosa

(Linnaeus, 1758)

Praire

Espèce sédentaire

Classification (ERMS, 2011)

Mollusques
Bivalves

Statut de l'espèce

Espèce non protégée.

Critères d'identification

Bivalve arrondi et bombé, valves semblables. Surface sculptée de côtes radiales et de lignes de croissance. Taille de 7 cm maximum, hauteur de 3 cm.

Couleur blanc crème à jaune brun.

Biotope

Fonds sablo-vaseux/ sables grossiers et graviers.

Abondante entre 5 et 30 m de profondeur.

Description

La praire est un **bivalve arrondi et bombé**. Ses deux valves sont semblables. Leur surface présente un réseau croisé de lignes de croissances concentriques et de sculptures radiales. Ce réseau est homogène, mais des tubercules grossiers accentuent le relief des valves sur la marge antérieure et surtout postérieure. Le bord des valves est crénelé. Le diamètre de la praire peut atteindre **7 centimètres maximum**, sa hauteur 3 centimètres. Sa couleur varie du blanc crème au jaune brun.



Venus verrucosa, Praire © F.Ziemski-Hémisphère SUB

Mollusque bivalve – Venus verrucosa • Praire - Espèce exploitée - Espèce emblématique



Biotope – Distribution générale

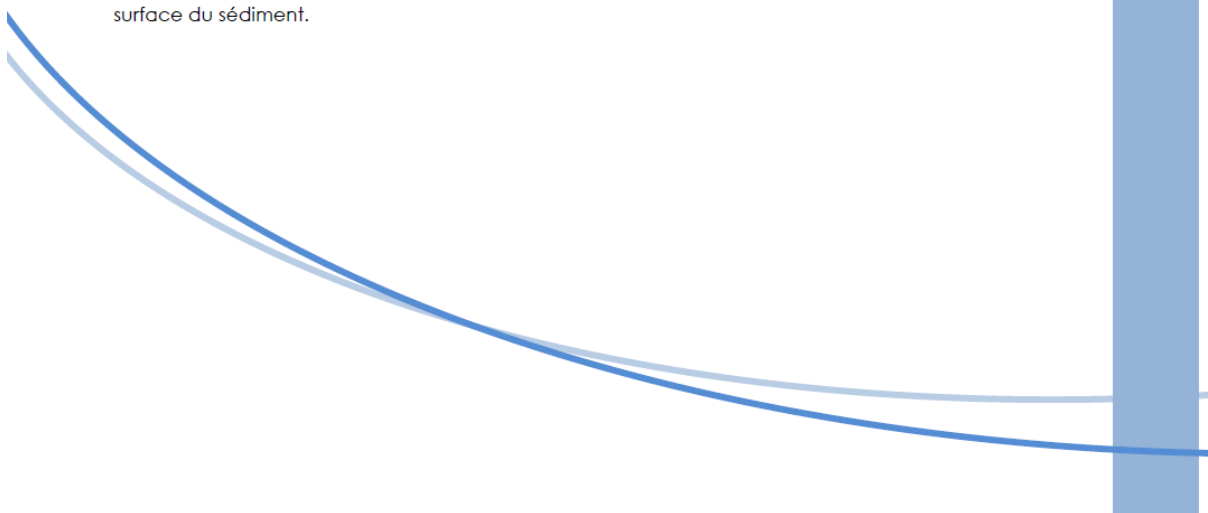
La praire est largement distribuée en **Atlantique-Est** depuis la côte ouest de l'Ecosse jusqu'à la côte ouest d'Afrique (Angola) en passant par la **Manche** et la **Méditerranée**.

Elle vit entre l'estran et 100m de profondeur mais se trouve abondante surtout **entre 5 et 30 mètres** de fond dans le golfe normand-breton (Ifremer Envliit, 2004 ; Noël *et al.*, 1995). Elle préfère les fonds sablo-vaseux détritiques, où elle peut s'enfoncer dans le sédiment jusqu'à quelques cm, mais on peut également la retrouver sur des fonds de sables grossiers et graviers.

Cycle de vie – Régime trophique

Les sexes sont séparés et le sex ratio est équilibré. La maturité sexuelle est atteinte vers 2 ou 3 ans. La ponte peut s'étaler sur toute l'année en fonction de la température de l'eau avec toutefois un maximum dans l'été. La fécondation a lieu en milieu externe. La durée de vie de la larve pélagique est de 3 à 4 semaines. Sa croissance est assez lente, il lui faut environ 7 ans pour atteindre la taille minimale de capture (4 cm). Sa durée de vie est longue, elle peut atteindre 18 à 20 ans.

La praire est un animal **suspensivore**. Les deux siphons servant à son alimentation affleurent à la surface du sédiment.



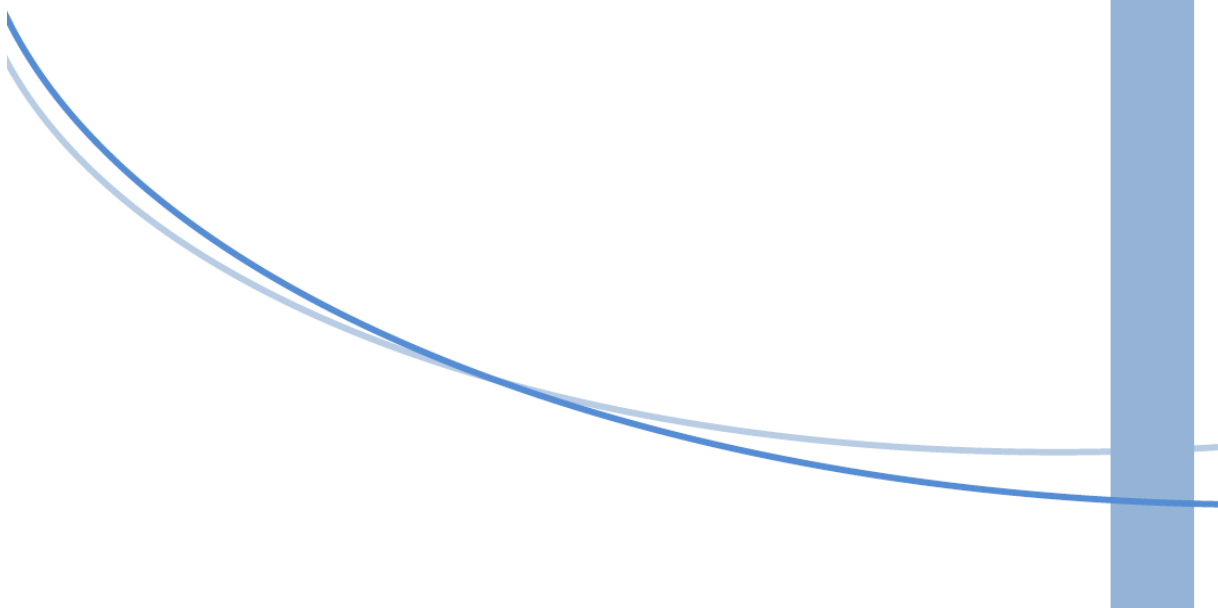
Pêche et distribution dans le secteur du golfe normand-breton

La praire est un **bivalve exploité emblématique du secteur du golfe normand-breton car pêchée essentiellement dans cette zone**. Elle fait l'objet d'une pêche professionnelle et de loisir.

En ce qui concerne la **pêche récréative**, elle s'effectue à pied. Les pêcheurs de praires pêchent « à la pissée », méthode facilement reconnaissable avec la façon de taper le sol pour que l'animal surpris expulse un jet d'eau. **Certains gisements ou sites sont réputés pour la récolte des praires comme le site de Agon-Coutainville (Le Passous et Bréhal), avec une estimation de capture par jour de grande marée en 2006 de 35 200 praires (Laspougeas, 2007) et au large de la pointe d'Erquy.**

Pour ce qui est de la **pêche professionnelle**, la praire est l'**espèce emblématique du port de Granville** où est débarqué l'essentiel de la production française (Ifremer Envlit, 2004). La praire se pêche à la drague et 95% des captures se font dans le golfe normand-breton. Dans le golfe, environ 455 tonnes de praires sont débarquées chaque année, soit 7 % des pêches totales débarquées (SIH Ifremer 2008).

Au sein du golfe normand-breton, **les densités de praires sont extrêmement faibles comparées à celles d'autres bivalves**, elles ne dépassent pas 1 ind./0,25 m². Elle semble cependant présente sur l'ensemble du secteur. Entre 1994 et 2004, l'abondance ne semble pas évoluer de façon positive. On notera qu'au début des années 1980, la production avait culminé à 5 000 tonnes (Pitel *et al.* 2004).



Pressions, gestion et mesures de protection

Afin de pallier à la pression de pêche, il existe une **réglementation pour la pêche à la praire**.

Pour la **pêche de loisir**, la taille minimale de capture est de 40mm, la récolte est autorisée du 1er septembre au 30 avril et interdite durant l'été. (Arrêté N° 193/2004 du 7 juillet 2004 – Direction Générale des Affaires Maritimes de Haute Normandie, Ifremer Envliit 2004)

Pour les **pêcheurs professionnels**, une licence obligatoire est délivrée par le Comité Régional des Pêches. Elle impose des quotas, des jours et des heures de capture bien spécifiques ; les périodes de pêche se situent également entre le 1^{er} septembre et le 30 avril.

Mesures mises en place par le Comité Régional des Pêches de Basse-Normandie :

- 2 dragues par bateau, l'écartement entre les barrettes de la drague ne doit pas être inférieur à 25 mm
- quota journalier par bateau fixé de 450 kg à 650 kg selon la taille du navire
- débarquements aux ports de Granville, Carteret ou Saint-Malo, où les pesées sont effectuées.

En 2009, une **zone de cantonnement** a été mise en place, la pêche y était strictement interdite :

limite Nord : 48°50'300 /limite Sud : 48°49'300/limite Ouest : 1°49'500/limite Est : 1°48'100

Etat des lieux des connaissances -Suivis

Aucune campagne ou étude ne sont en cours actuellement. Les dernières études sur la Praire dans le secteur du golfe normand-breton sont :

-Campagne BIVALVES 2002

Actualisation des données sur les stocks des principaux bivalves sauvages exploités dans le golfe normand-breton: amande, spicule, palourde, **praire** (données démographiques, croissance).

-Etude des gisements naturels de mollusques bivalves accessibles en pêche à pied en Basse Normandie Avril 2007, par C. Laspougeas et IFOP - AESN - SMEL - DDASS 50 - Université de Caen



ETAT DES LIEUX POUR LA REALISATION D'UN PARC NATUREL MARIN DANS LE GOLFE NORMAND BRETON - 2011

Densités de praires (campagne BIVALVES2002)

