marha
marine habitats

LIFE 16 IPE FR001

NATURA 2000

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE, DE LA BIODIVERSITÉ, DE LA FORÊT, DE LA MER ET DE LA PÊCHE
Liberté
Égalité
Fraternité

Parc naturel régional du Golfe du Morbihan
Park ar Mor Bihan

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ



Évaluation de l'état de conservation des habitats du site Natura 2000 « Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys » (FR 5300029)

Office Français pour la Biodiversité

Rapport Final – Lot n°1

Date : V1 : Janvier 2025
V2 : Mars 2025
V3 : Juin 2025

TBM
environnement



SOMMAIRE

Table des matières

Liste des figures 5
Liste des tableaux 18
1. Contexte 23
2. Méthodologie 24
2.1. Campagnes de terrain 24
2.1.1. Suivi des vasières intertidales 24
2.1.2. Suivi des vasières subtidales et des sédiments meubles subtidaux 33
2.1.3. Suivi des herbiers de zostère naine (Zostera noltei) 40
2.1.4. Suivi des herbiers de zostère marine (Zostera marina) 43
2.1.5. Suivi des bancs de maërl 45
2.1.6. Suivi des roches à macro-algues intertidales 56
2.1.7. Suivi des roches subtidales 60
2.1.8. Suivi des faciès à gorgonaires 61
2.2. Analyses au laboratoire 63
2.2.1. Analyse granulométrique 63
2.2.2. Analyse de la teneur en matière organique 64
2.2.3. Analyse de la qualité de l'eau 65
2.2.4. Analyse des échantillons de faune 67
2.2.5. Traitement statistique des données faunistiques 69
2.2.6. Analyses spécifiques aux bancs de maërl 76
2.2.7. Analyses spécifiques aux herbiers 79
2.2.8. Analyses spécifiques aux macroalgues intertidales 81
2.2.9. Analyses spécifiques aux macroalgues subtidales 83
2.3. Typologie des habitats 91
2.4. Etat écologique des habitats 92
2.4.1. Habitats et espèces à enjeu de conservation 92
2.4.2. Espèces exotiques envahissantes 94
2.4.3. Etat de conservation 94
3. Résultats 97
3.1. Suivi des vasières intertidales 97
3.1.1. Masses d'eau côtière 97
3.1.2. Masses d'eau de transition 143
3.1.3. Etat de conservation 194
3.2. Suivi de la vasière subtidale 200
3.2.1. Granulométrie 200
3.2.2. Matière organique 202
3.2.3. Peuplements benthiques 205
3.2.1. Etat de conservation 221

3.3. Suivi des sédiments subtidaux 225
3.3.1. Granulométrie 225
3.3.2. Matière organique 227
3.3.3. Peuplements benthiques 230
3.3.4. Etat de conservation 245
3.4. Suivi de l'herbier de zostère naine (*Zostera noltei*) 248
3.4.1. Granulométrie 248
3.4.2. Matière organique 248
3.4.3. Taux de recouvrement 251
3.4.4. Macro-algues 251
3.4.5. Comparaison aux données des suivis antérieurs 253
3.4.6. Habitats et espèces à enjeu de conservation 254
3.4.7. Etat de conservation 255
3.5. Suivi de l'herbier de zostère marine (*Zostera marina*) 258
3.5.1. Vitalité de l'herbier 258
3.5.2. Comparaison aux données des suivis antérieurs 264
3.5.3. Habitats et espèces à enjeu de conservation 265
3.5.4. Etat de conservation 266
3.6. Suivi des bancs de maërl 270
3.6.1. Campagne de prospection par points caméra 270
3.6.2. Campagne de photo-identification 277
3.6.3. Campagne d'échantillonnage 278
3.6.4. Etat de conservation 306
3.7. Suivi des roches à macro-algues intertidales 311
3.7.1. Suivi des ceintures algales 311
3.7.2. Comparaison aux données des suivis antérieurs 316
3.7.3. Etat de conservation 317
3.8. Suivi des roches subtidales 320
3.8.1. Etagement 320
3.8.2. Recouvrement et faune 322
3.8.3. Evaluation des espèces caractéristiques et richesse spécifique algale totale 327
3.8.4. Calcul de l'indice 331
3.8.5. Comparaison aux données des suivis antérieurs 332
3.8.6. Etat de conservation 332
3.9. Suivi des faciès à gorgonaires 335
3.9.1. Densités 335
3.9.2. Hauteur et largeur 335
3.9.3. Taux d'épibiose 337
3.9.4. Biocénoses benthiques 339
3.9.5. Comparaison aux données des suivis antérieurs 346
3.9.6. Etat de conservation 347
3.10. Cas des espèces introduites au sein de Golfe du Morbihan 349
4. Synthèse 351

4.1. Vasières intertidales (Tascon, Ker Georget, Pénerf, Rosvellec et Kerdréan) 354
4.1.1. Masses d'eau côtières 354
4.1.2. Masses d'eau de transition 356
4.1.3. Comparaison des protocoles RNF et DCE 358
4.1.4. Recommandations pour les suivis futurs 359
4.2. Vasière subtidale de Tascon 360
4.3. Sédiments subtidaux du Banc de Creïzic 361
4.4. Herbiers de zostère naine de l'île aux Moines 362
4.5. Herbiers de zostère marine de Saint Colombier 363
4.6. Bancs de maërl (Er Gazeg, Gravellic, Baie d'Abraham et Radenec) 364
4.7. Roches à macroalgues intertidales (Pointe de Monténo et Bailleron) 366
4.8. Roches à macroalgues subtidales (Gorets et Brannec) 367
4.9. Faciès à gorgonaires (Gorets, Brannec et Grégan) 368
5. Bibliographie 370

Liste des figures

Figure 1. Habitats d'Intérêt Communautaire marins du site Natura 2000 « Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys (FR 5300029) – TBM environnement 2024. 25
Figure 2. Planche et raquettes utilisées lors des prospections des vasières intertidales (© TBM environnement). 26
Figure 3. Carottiers à main utilisés pour l'échantillonnage des communautés benthiques (19,22 cm de diamètre interne) des vasières intertidales, de la granulométrie et de la matière organique (5 cm de diamètre interne), selon le protocole DCE (© TBM environnement). 27
Figure 4 – Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Ker Georget – TBM environnement 2024. 28
Figure 5 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Tascon – TBM environnement 2024. 29
Figure 6 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Kerdréan – TBM environnement 2024. 30
Figure 7 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Pénerf – TBM environnement 2024. 31
Figure 8 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Rosvellec – TBM environnement 2024. 32
Figure 9. Etape de tamisage des échantillons sur une maille de 1 mm (© TBM environnement). . 33
Figure 10. Exemple de photographies en plan large et au sein d'un quadrat de 50x50 cm (© TBM environnement). 33
Figure 11. Dispositifs déployés pour les prises de vue sous-marines (© TBM environnement). 34
Figure 12. Exemples d'observations obtenues à partir des prises de vue sous-marines (à gauche banc de Creïzic et à droite île de Tascon) (© TBM environnement). 34
Figure 13. Remontée de la benne Day, déversement de son contenu dans un bac de criée et cliché photographique de l'échantillon (© TBM environnement). 35
Figure 14. Transect vidéo réalisé sur le banc de Creïzic – TBM environnement 2024. 36
Figure 15. Transect vidéo réalisé sur la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement 2024. 37
Figure 16. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement 2024. 38
Figure 17. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements du banc de Creïzic – TBM environnement 2024. 39
Figure 18. Plans larges de l'herbier de l'anse du Vran, en septembre 2024 (© TBM environnement). 40
Figure 19. Photographies du quadrat avant (à gauche) et après prélèvement des macro-algues (à droite), sur le site de l'île aux moines (© TBM environnement). 40
Figure 20. Prélèvement sédimentaire à l'aide d'un carottier à main de 3 cm de diamètre (ici remontée du carottier), sur 5 cm de profondeur (limite marquée par le scotch rouge) et sachet de conditionnement (© TBM environnement). 41
Figure 21. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de l'herbier de Zostera noltei, à l'île aux moines, TBM environnement 2024. 42

Figure 22. À gauche, décamètre déroulé sur l'herbier, quadrat de 0,1 m² pour le comptage des pieds et prélèvement de la matte (à droite) (© TBM environnement). 43
Figure 23. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de l'herbier de Zostera marina, à Saint Colombier – TBM environnement, 2024. 44
Figure 24. Echantillonnages réalisés sur les stations (ZM_1 à ZM_3) au sein de l'herbier à Zostera marina de Saint Colombier (© TBM environnement). 45
Figure 25. Exemples des observations de bancs de maërl réalisées (©TBM environnement). 45
Figure 26.Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur de Er Gazeg - TBM environnement 2024. 47
Figure 27. Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur de la baie d'Abraham - TBM environnement 2024. 48
Figure 28. Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur de l'île de Radenec - TBM environnement 2024. 49
Figure 29. Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur du Gravellic - TBM environnement 2024. 50
Figure 30. Dispositif utilisé pour les photographies sous-marines (© TBM environnement). 51
Figure 31. Sous-échantillonneur utilisé pour le prélèvement de maërl destiné aux mesures de vitalité (© TBM environnement). 52
Figure 32. À gauche, flaconnage de l'eau prélevée à l'aide de la bouteille Niskin et immersion de la sonde multi-paramètres à droite (©TBM environnement). 53
Figure 33. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements des bancs de maërl – TBM environnement, 2024. 54
Figure 34. Plan d'échantillonnage des stations pour la photo-dentification en plongée sous-marine et le suivi de la qualité de l'eau – TBM environnement, 2024. 55
Figure 35. Estran rocheux de l'île de Bailleron à marée haute (en haut) et à marée basse (en bas) (© TBM environnement). 56
Figure 36. Estran rocheux de la pointe de Monténo à marée basse (©TBM environnement). 56
Figure 37. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Pelvetia canaliculata sur Bailleron (©TBM environnement). 57
Figure 38. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Ascophyllum nodosum sur Bailleron (©TBM environnement). 58
Figure 39. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Fucus serratus et algues rouges sur Bailleron (©TBM environnement). 58
Figure 40. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à balanes sur Monténo (©TBM environnement). 58
Figure 41. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à balanes, moules et huîtres sur Monténo (©TBM environnement). 59
Figure 42. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Fucus serratus et algues rouges sur Monténo (©TBM environnement). 59
Figure 43. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Himanthalia elongata, Undaria pinnatifida et Sargassum muticum sur Monténo (©TBM environnement). 59
Figure 44. À gauche : quadrat placé sur le tombant à gorgones du site des Gorets. À droite : zoom sur des macro-algues rouges du niveau 4 (© TBM environnement). 61

Figure 45. Plan d'échantillonnage des stations pour le suivi des roches subtidales et des faciès à gorgones en plongée – TBM environnement, 2024. 62
Figure 46. Tamiseuse électrique Retsch (© TBM environnement). 64
Figure 47 : Calcination des échantillons au four (© TBM environnement)..... 64
Figure 48. Etapes du déformolage : récupération de l'eau formolée (à gauche) et rinçage (à droite) (©TBM environnement) 68
Figure 49. Postes de tri des échantillons de macrofaune benthique (à gauche) et piluliers de conditionnement (à droite) (©TBM environnement) 68
Figure 50. Analyses multivariées : résumé des étapes conduisant à la classification ou à l'ordination (d'après Grall et Coïc, 2006)..... 71
Figure 51. Evolution de l'abondance relative des cinq groupes écologiques (en chiffres romains) en fonction d'une perturbation croissante (D'après (Grall et Coïc, 2006)..... 73
Figure 52. Dispositif utilisé pour déterminer la vitalité du maërl lors de l'étude (© TBM environnement)..... 77
Figure 53. Exemples des photo-quadrats analysés lors du suivi 2024 (© TBM environnement). ... 77
Figure 54. Catégories prédéfinies pour l'analyse des cellules de photo-quadrat (issu de Bizien et al., 2024)..... 78
Figure 55. Exemple de traitement d'image avant et après la définition des catégories au sein de chaque cellule (transect réalisé en Baie d'Abraham à 0m) (© TBM environnement)..... 78
Figure 56. Evaluation de la maladie du dépérissement selon l'échelle de (Burdick et al., 1993). ... 80
Figure 57 : Photo d'épiphytes sur des stipes de Laminaria hyperborea..... 88
Figure 58 : Calcul de l'indice de qualité..... 91
Figure 59. Localisation des stations de suivis 2024 et des suivis pérennes (REBENT, DCE) au sein du site NATURA 2000 Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys – TBM environnement..... 96
Figure 60. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE. 97
Figure 61. Fonds sédimentaires sur les stations de la vasière de Tascon (© TBM environnement). 98
Figure 62. Présence de jeunes pieds de Zostera noltei sur la station VT1 de la vasière de Tascon (© TBM environnement). 98
Figure 63. Fonds sédimentaires sur les stations de la vasière de Ker Georget (© TBM environnement)..... 99
Figure 64. Berges situées à proximité de la station VK1 en août 2024, lors de la cartographie des habitats du Golfe du Morbihan (© TBM environnement). 99
Figure 65. Fractions granulométriques (%) des vasières de Tascon et de Ker Georget, échantillonnées selon le protocole RNF..... 100
Figure 66. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Tascon selon le protocole DCE et le protocole RNF – TBM environnement, 2024. 102
Figure 67. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 103
Figure 68. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE. 104
Figure 69. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Tascon, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024..... 105

Figure 70. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Ker Georget, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024. 106
Figure 71. Abondances totales (ind/0,09 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE. 107
Figure 72. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques de la vasière de Tascon, selon les protocoles RNF et DCE. 108
Figure 73. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques de la vasière de Ker Georget, selon les protocoles RNF et DCE. 108
Figure 74. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, selon le protocole DCE. 109
Figure 75. Abondances totales (ind/0,05 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF. 110
Figure 76. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, selon le protocole RNF. 111
Figure 77. Abondances (ind/m²) des oligochètes relativement aux autres taxons au sein des réplicats échantillonnés sur la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF. 112
Figure 78. Abondances (ind/m²) des oligochètes relativement aux autres taxons, au sein des réplicats échantillonnés sur la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF. 112
Figure 79. Abondances moyennes des peuplements benthiques de la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 114
Figure 80. Abondances moyennes des peuplements benthiques de la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024. 115
Figure 81. Abondance relative des groupes taxonomiques sur la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024. 116
Figure 82. Abondance relative des groupes taxonomiques sur la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024. 117
Figure 83. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE. 118
Figure 84. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF. Attention, les données présentées n'ont pas été standardisées. 119
Figure 85. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE. 119
Figure 86. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF. 120
Figure 87. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF. 121
Figure 88. ES(50) moyens des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF. 122
Figure 89. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 123
Figure 90. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024. 124

Figure 91. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024. 125
Figure 92. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 126
Figure 93. Indice de Shannon-Weaver moyen des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF. 127
Figure 94. Indice de Piélou moyen des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF. 128
Figure 95. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction du protocole d'échantillonnage utilisé (RNF ou DCE). Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 130
Figure 96. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction de la vasière échantillonnée. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 130
Figure 97. MDS effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques des vasières intertidales. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. .. 131
Figure 98. Présence de pieds de Zostera noltei sur la vasière de Tascon (© TBM environnement). 133
Figure 99. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget selon le protocole DCE. 134
Figure 100. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget selon le protocole RNF. 135
Figure 101. Répartition des groupes écologiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 136
Figure 102. Répartition des groupes écologiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Ker Georget selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 137
Figure 103. À gauche Tritia neritea, à droite Ruditapes philippinarum et en bas Grandidierella japonica et Ampithoe valida. 142
Figure 104. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées selon le protocole DCE sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec. 143
Figure 105. Substrat des stations de la vasière de Kerdréan (© TBM environnement). 144
Figure 106. Vasière de Kerdréan. Photo du dessus : vue en direction de l'est, photo du bas : vue ouest (© TBM environnement). 144
Figure 107. Substrat des stations de la vasière de Pénerf (© TBM environnement). 145
Figure 108. Vasière de Pénerf. Photo du dessus : vue en direction du sud-ouest, photo du bas : vue nord (© TBM environnement). 145
Figure 109. Substrat des stations de la vasière de Rosvellec (© TBM environnement). 146
Figure 110. Vasière de Rosvellec. Photo du dessus : vue en direction du nord, photo du bas : vue est (© TBM environnement). 146

Figure 111. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées selon le protocole RNF sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec. 147
Figure 112. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Kerdréan selon le protocole DCE et le protocole RNF– TBM environnement, 2024..... 150
Figure 113. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Pénerf selon le protocole DCE et le protocole RNF – TBM environnement, 2024. 151
Figure 114. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Rosvellec selon le protocole DCE et le protocole RNF – TBM environnement, 2024..... 152
Figure 115. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE. 153
Figure 116. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Kerdréan, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024. 155
Figure 117. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Pénerf, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024. 156
Figure 118. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Rosvellec, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024..... 157
Figure 119. Abondances totales (ind/0,09 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE.. 159
Figure 120. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF..... 159
Figure 121. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et de Rosvellec, selon le protocole DCE. 160
Figure 122. Abondances totales (ind/0,05 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF. . 161
Figure 123. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, selon le protocole RNF. 162
Figure 124. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 163
Figure 125. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 164
Figure 126. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 165
Figure 127. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024. 166
Figure 128. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024..... 167
Figure 129. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 168

Figure 130. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE. 169
Figure 131. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF. 170
Figure 132. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec selon le protocole DCE. 170
Figure 133. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF. 172
Figure 134. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec selon le protocole RNF. 172
Figure 135. ES(50) moyens des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF. 173
Figure 136. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 174
Figure 137. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 175
Figure 138. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 176
Figure 139. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 177
Figure 140. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 178
Figure 141. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 179
Figure 142. Indice de Shannon-Weaver moyen des peuplements benthiques des vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF. 181
Figure 143. Indice de Piélou moyen des peuplements benthiques des vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF. 181
Figure 144. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction du protocole d'échantillonnage utilisé (RNF ou DCE). Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 183
Figure 145. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction de la vasière échantillonnée. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 183

Figure 146. Herbier à Zostera noltei en baie de Kerdréan (© TBM environnement). 185
Figure 147. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE..... 187
Figure 148. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF. 188
Figure 149. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 189
Figure 150. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024..... 190
Figure 151. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024. 191
Figure 152. À gauche Tritia neritea, à droite Ruditapes philippinarum et en bas Grandidierella japonica et Ampithoe valida. 193
Figure 153. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. 200
Figure 154. Clichés photographiques des prélèvements à la benne sur la vasière subtidale de Tascon (© TBM environnement). 200
Figure 155. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement, 2024. 201
Figure 156. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. 202
Figure 157. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon– TBM environnement, 2024. 204
Figure 158. Abondances totales (ind/0,3 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. 205
Figure 159. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. 205
Figure 160. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière subtidale de Tascon. 206
Figure 161. Abondances moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement, 2024. 207
Figure 162. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon. 208
Figure 163. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon. 208
Figure 164. Abondances relatives des groupes taxonomiques sur la vasière subtidale de Tascon– TBM environnement, 2024. 209
Figure 165. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon. 210
Figure 166. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement, 2024. 211
Figure 167. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon– TBM environnement, 2024. 212

Figure 168. Indice moyen de Shannon Wiener des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. 213
Figure 169. Indice moyen de Piélou des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. 213
Figure 170. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 214
Figure 171. MDS effectués sur les abondances des communautés benthiques subtidales en fonction de l'habitat sédimentaire de la station. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. 215
Figure 172. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales en fonction de l'habitat sédimentaire des stations. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 215
Figure 173. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. 218
Figure 174. Répartition des groupes écologiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. – TBM environnement, 2024. 219
Figure 175. À gauche Crepidula fornicata et à droite Ammothea hitgendorfi (issu de Le Roux et al., 2022). 221
Figure 176. Fractions granulométriques (%) des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic. 225
Figure 177. Clichés photographiques des prélèvements de sédiments subtidaux du banc de Creïzic (© TBM environnement). 225
Figure 178. Types sédimentaires observés sur le banc du Creïzic, modifié d'après Moal (2015). Les polygones de couleurs et la coloration des points donnent la typologie des sédiments par rapports aux observations réalisées sur place. Les diagrammes circulaires indiquent la proportion des organismes vivants identifiés dans les échantillons, par zone. 226
Figure 179. Teneur en matière organique (%) des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic. 227
Figure 180. Fractions granulométriques des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic – TBM environnement, 2024. 228
Figure 181. Teneurs en matière organique des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic – TBM environnement, 2024. 229
Figure 182. Abondances totales (ind/0,3 m²) des peuplements benthiques des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic. 230
Figure 183. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic. 230
Figure 184. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur le banc de Creïzic. 231
Figure 185. Abondances moyennes des groupes taxonomiques sur le banc de Creïzic – TBM environnement, 2024. 232

Figure 186. Abondances relatives des groupes taxonomiques sur le banc de Creïzic – TBM environnement, 2024 233
Figure 187. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques du banc de Creïzic. 234
Figure 188. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) des peuplements benthiques du banc de Creïzic. 234
Figure 189. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques du banc de Creïzic.235
Figure 190. Indice moyen de Shannon Wiener des stations échantillonnées sur le banc du Creïzic. 235
Figure 191. Indice moyen de Piélou des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic. 236
Figure 192. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques du banc de Creïzic– TBM environnement, 2024. 237
Figure 193. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques du banc de Creïzic – TBM environnement, 2024. 238
Figure 194. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales du banc de Creïzic. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 239
Figure 195. MDS effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales du banc de Creïzic. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. 239
Figure 196. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic. 242
Figure 197. Individu de Sabellaria spinulosa (© TBM environnement). 243
Figure 198. Individu de Molgula sp. (© WORMS - Decleer Misjel) 243
Figure 199. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic – TBM environnement, 2024. 244
Figure 200. Fractions granulométriques (%) des 3 stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines. 248
Figure 201. Teneur en matière organique (%) des 3 stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines – TBM environnement, 2024. 249
Figure 202. Teneur en matière organique (%) des 9 stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines. 250
Figure 203. Médiane des classes de recouvrement observées sur les 30 stations de la grille de suivi sur l'herbier de l'île aux moines en 2024. 251
Figure 204. Quadrats ZN_15 et ZN_16 avec présence d'algues rouges sous une couverture d'algues vertes (Enteromorpha). 251
Figure 205. Taux de recouvrement (%) des stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines – TBM environnement, 2024. 252
Figure 206. Biomasse des macro-algues (g/m²) associées aux zostères naines échantillonnées à l'île aux Moines en 2024. 253
Figure 207. Suivi du recouvrement (%) de Zostera noltei sur Kerlevenan et dans la Baie des Ours, d'après le rapport de (Rollet and Bernard, 2024). 254

Figure 208. Densité des pieds de zostère marine (pieds/m²) sur l'herbier de Saint Colombier en 2024 – TBM environnement, 2024 259
Figure 209. Densité moyenne des pieds de zostère marine (pieds/m²) sur les stations échantillonnées à Saint Colombier en 2024. 260
Figure 210. Largeur moyenne (mm) du limbe des feuilles de zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024. 261
Figure 211. Longueur maximale moyenne (mm) de la limbe des feuilles de zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024. 261
Figure 212. Nombre moyen de feuilles par pied de zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024. 261
Figure 213. Biomasse foliaire (g/m²) des parties aériennes des zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024. 262
Figure 214. Biomasse des rhizomes (g/m²) des parties sous-terraines des zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024. 262
Figure 215. Biomasse des macro-algues (g/m²) associées aux zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024. 263
Figure 216. Taux de couverture (%) moyen des feuilles de zostères par des zones atteintes, sur le site de Saint Colombier en 2024. 263
Figure 217. Biomasse des épibiontes (g), estimée comme le poids sec sans cendres, relevée sur les feuilles de zostères marines à Saint Colombier en 2024. 264
Figure 218. Suivi de la densité des pousses de Zostera marina sur Arradon et Toulindac, d'après le rapport de (Rollet and Bernard, 2024) 264
Figure 219. Banc de maërl d'Er Gazeg (© TBM environnement). 270
Figure 220. Banc de maërl de la baie d'Abraham. En bas à gauche : maërl boule et à droite : maërl branchu (© TBM environnement). 271
Figure 221. Banc de maërl de Radenec (© TBM environnement). 272
Figure 222. Banc de maërl de Le Gravellic (© TBM environnement)..... 272
Figure 223 : Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau du banc de Er Gazeg et station retenue pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024. 273
Figure 224. Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau de la baie d'Abraham et stations retenues pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024. 274
Figure 225. Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau de Radenec et stations retenues pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024. 275
Figure 226. Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau de Le Gravellic et stations retenues pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024. 276
Figure 227. Taux de recouvrement moyen (%) des différentes catégories de substrat. 277
Figure 228. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl du golfe du Morbihan. 279
Figure 229. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl du golfe du Morbihan – TBM environnement, 2024. 280
Figure 230. De gauche à droite, clichés photographiques des prélèvements de maërl sur les secteurs de Gravellic, Radenec, Abraham et Er Gazeg(© TBM environnement)..... 281

Figure 231. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl. 281
Figure 232. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024..... 282
Figure 233. Températures (°C) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur. 284
Figure 234. Valeurs de salinité (PSU) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur. 285
Figure 235. Valeurs d'oxygène dissous mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur. 286
Figure 236. Valeurs de turbidité (NTU) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur. 287
Figure 237. Valeurs de chlorophylle a (µg/L) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur. 287
Figure 238. Valeurs de pH mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur. 288
Figure 239. Répartition (%) des classes de taille des brins de maërl au sein des échantillons prélevés sur les quatre secteurs d'étude. 289
Figure 240. Surface (cm²) couverte par des brins de maërl vivants. Certaines valeurs excèdent 100 % et indiquent que le banc se compose de plusieurs strates de maërl vivant. 290
Figure 241. Abondances moyennes (ind/m²) relevées sur les bancs de maërl. 291
Figure 242. Abondances moyennes (ind/m²) relevées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024. 292
Figure 243. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques relevées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024. 293
Figure 244. Abondances totales (ind/0,3 m²) relevées sur les bancs de maërl. 294
Figure 245. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques relevées sur les bancs de maërl. 294
Figure 246. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) relevées sur les bancs de maërl. 295
Figure 247. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) relevées sur les bancs de maërl. . 295
Figure 248. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) relevées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024. 296
Figure 249. Richesses spécifique relatives (%) des bancs de maërl. 297
Figure 250. Indices de diversité moyens de Shannon-Wiener. 297
Figure 251. Richesses spécifique relatives (%) des groupes taxonomiques des bancs de maërl – TBM environnement, 2024. 298
Figure 252. Indices d'équitabilité moyen de Piélou. 299
Figure 253. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales des bancs de maërl. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF). 300

Figure 254. MDS effectuée sur les abondances des communautés benthiques des bancs de maërl. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. 300
Figure 255. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les bancs de maërl. 303
Figure 256. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024. 304
Figure 257. Ceintures à Pelvetia canaliculata, à Ascophyllum nodosum et à Fucus serratus et algues rouges sur le site de Bailleron. 311
Figure 258. Quadrat de 1,65 m de côté pour les ceintures à Pelvetia canaliculata, à Ascophyllum nodosum et à Fucus serratus et algues rouges sur le site de Bailleron. 312
Figure 259. Ceintures à Balanes, Balanes avec moules et huitres, à Fucus serratus et algues rouges et à Himanthalia elongata, Undaria pinnatifida et Sargassum muticum sur le site de la pointe de Monténo. 313
Figure 260. Quadrat de 1,65 m de côté pour les ceintures à Balanes, Balanes avec moules et huitres, à Fucus serratus et algues rouges et à Himanthalia elongata, Undaria pinnatifida et Sargassum muticum sur le site de la pointe de Monténo. 314
Figure 261. Limite d'extension en profondeur des ceintures algales sur le site des Gorets. 320
Figure 262. Limite d'extension en profondeur des ceintures algales sur le site de Brannec. 321
Figure 263. Limite d'extension en profondeur des ceintures algales sur le site de Grégan. 321
Figure 264. Recouvrements moyens dans les quadrats de 0,25 m² sur le site de Gorets. 322
Figure 265. Exemples de quadrats dans le niveau 3 (en haut) et 4 (en bas) sur le site de Gorets. 323
Figure 266. Recouvrements moyens dans les quadrats de 0,25 m² sur le site de Brannec. 325
Figure 267. Exemples de quadrats dans le niveau 2 sur le site de Brannec. 326
Figure 268. Exemples de quadrats dans le niveau 3 sur le site de Brannec. 326
Figure 269. Distribution des gorgones selon des catégories de hauteurs sur les trois sites Gorets, Grégan et Brannec (de haut en bas). 336
Figure 270. Distribution des gorgones selon le ratio hauteur largeur sur les trois sites Gorets, Grégan et Brannec (de haut en bas). 337
Figure 271. Gorgone (Eunicella verrucosa) avec épizoaires (éponges et bryozoaires). 338
Figure 272. Colonies de Gorgones (Eunicella verrucosa) sans épibiontes. 339
Figure 273. Taux de recouvrement dans les quadrats pour les trois sites. 339
Figure 274. Photos des quadrats sur les trois sites (de haut en bas : Gorets, Grégan, Brannec)... 340
Figure 275. Photos du site des Gorets. 342
Figure 276. Photos du site Grégan. 343
Figure 277. Photos du site de Brannec. 344
Figure 278. Individu d'Ammothea hilgendorfi (issu de Le Roux et al., 2022). 350
Figure 279. À gauche Tritia neritea, à droite Ruditapes philippinarum et en bas Grandidierella japonica et Ampithoe valida. 350
Figure 280. Etats de conservation des habitats biocénotiques des HIC du site Natura 2000 - « Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys (FR 5300029). ». 353

Liste des tableaux

Tableau 1. Récapitulatif des périodes d'échantillonnage des vasières intertidales selon la nature des masses d'eau..... 24
Tableau 2. Classes de taux de recouvrement (%) utilisées sur le terrain (d'après Auby et al., 2018). 41
Tableau 3. Présentation des ceintures algales identifiées sur les 3 sites et types de relevés effectués sur les différents niveaux (CM signifie côte marine). 60
Tableau 4. Enrichissement du milieu selon les valeurs seuils proposées par Licari (1998) pour les sédiments envasés..... 65
Tableau 5. Enrichissement du milieu selon les valeurs seuils proposées par Licari (1998) pour les sédiments peu envasés..... 65
Tableau 6 : Grille de qualité pour l'indicateur "transparence - turbidité" 66
Tableau 7 : Grille de qualité pour l'indicateur "oxygène dissous" 66
Tableau 8 : Grille de qualité pour l'indicateur "chlorophylle a" (Valeur de référence Manche-Atlantique 3,33 µg/L de l'arrêté du 27 juillet 2018)..... 67
Tableau 9. : Grille de qualité pour l'indicateur NID..... 67
Tableau 10 : Valeurs d'AMBI et état de santé des communautés benthiques (selon Borja et al., 2000). 72
Tableau 11. Conditions de référence appliquées pour le calcul de l'indice biotique M-AMBI, définies par Desroy et al. (2010) pour les masses d'eau côtières des façades Manche et Atlantique... 73
Tableau 12 : Valeurs du M-AMBI et état écologique des communautés benthiques (source legifrance.gouv.fr, arrêté du 25/01/2010). 74
Tableau 13 : Valeurs de référence des trois métriques de l'indicateur BEQI-FR pour les habitats EUNIS retenus dans le cadre de la surveillance DCE des macro-invertébrés benthiques (Fouet et al., 2021)..... 76
Tableau 14 : Seuils pour l'inter-calibration de l'EQR en termes de classes de qualité écologique (Fouet et al., 2021)..... 76
Tableau 15. Valeurs seuils utilisées pour définir l'état de santé des bancs de maërl (issu de Bizien et al. (2024)..... 79
Tableau 16 : Notation du couvert végétal de chaque ceinture selon son rang (Ar Gall et Le Duff, 2007). 81
Tableau 17 : Liste des espèces caractéristiques par ceinture (Ar Gall et Le Duff, 2007)..... 82
Tableau 18 : Notation pour le nombre d'espèces caractéristiques par ceinture..... 82
Tableau 19 : Liste des taxons opportunistes..... 83
Tableau 20 : Notation du couvert en espèces opportunistes. 83
Tableau 21 : Valeur finale de l'indice de qualité. 83
Tableau 22 : Liste des espèces définissant l'étagement..... 84
Tableau 23 : Caractéristiques des différents « niveaux »..... 85
Tableau 24 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur. 85
Tableau 25 : Espèces caractéristiques du niveau 1-2 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne-Pays de la Loire. 86

Tableau 26 : Espèces caractéristiques du niveau 3 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne- Pays de la Loire. 87
Tableau 27 : Espèces invasives et/ou opportunistes caractéristiques. 87
Tableau 28 : Valeurs de référence pour les limites d'extension. 88
Tableau 29 : Notation en fonction des densités des espèces définissant l'étagement. 89
Tableau 30 : Notation en fonction des la richesse spécifique des espèces caractéristiques. 89
Tableau 31 : Notation en fonction de la densité des espèces opportunistes 89
Tableau 32 : Notation en fonction de la richesse totale obtenue sur les quadrats. 90
Tableau 33 Notation pour les paramètres mesurés sur les stipes de Laminaria hyperborea 90
Tableau 34 : Site de références en fonction des supertypes. 91
Tableau 35 : Classes pour l'indice EQR 91
Tableau 36. Documents consultés afin d'identifier les habitats et espèces à enjeu de conservation de la zone d'étude. 93
Tableau 37. Critères de notation des métriques et scores attribués. 95
Tableau 38. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques, selon le protocole d'échantillonnage appliqué (DCE ou RNF). 101
Tableau 39. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget. 104
Tableau 40. Répartition des oligochètes et des autres taxons au sein des vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget selon le protocole utilisé. 113
Tableau 41. Récapitulatif des paramètres univariés des vasières de Tascon et de Ker Georget, en fonction du protocole appliqué. 129
Tableau 42. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons des vasières de Tascon et de Ker Georget. 131
Tableau 43. Valeurs de l'AMBI et état écologique des vasières de Tascon et de Ker Georget en fonction du protocole appliqué (DCE et RNF). 138
Tableau 44. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE. 139
Tableau 45. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF. 139
Tableau 46. Abondance des espèces exotiques sur les vasières de Tascon et de Ker Georget. 141
Tableau 47. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques dépendamment du protocole d'échantillonnage appliqué (DCE ou RNF) 149
Tableau 48. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec. 154
Tableau 49. Récapitulatif des paramètres univariés des vasières de Tascon et de Ker Georget, en fonction du protocole appliqué. 182
Tableau 50. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons des vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec. 184
Tableau 51. Valeurs de l'AMBI et état écologique des vasières de Tascon et de Ker Georget en fonction du protocole appliqué (DCE et RNF). 188
Tableau 52. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE. 192

Tableau 53. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF. 192
Tableau 54. Abondance des espèces exotiques sur les vasières de Kerdréan, de Pénerf et de Rosvellec. 193
Tableau 55. Evaluation de l'état de conservation des vasières intertidales (d'après la méthode de Lepareur (2011)). Les données antérieures correspondent aux données obtenues en rivière de Noyalo (Pinsivy et al., 2024) et au niveau de Bailleron (Denis, 1983). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent les données issues de la bibliographie. 196
Tableau 56. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques. ... 202
Tableau 57. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur la vasière subtidale de Tascon. 203
Tableau 58. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons de la vasière de Tascon. 216
Tableau 59. Valeurs de l'AMBI et du M-AMBI et état écologique de la vasière subtidale de Tascon. 218
Tableau 60. Valeurs du M-AMBI et état écologique de la vasière subtidale de Tascon. 220
Tableau 61. Evaluation de l'état de conservation de la vasière subtidale de Tascon (d'après la méthode de Lepareur (2011)). Les données antérieures correspondent aux données obtenues par (Afli, 1999). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie. 222
Tableau 62. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques. ... 226
Tableau 63. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur le banc de Creïzic. 227
Tableau 64. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons du banc de Creïzic. 240
Tableau 65. Valeurs de l'AMBI et état écologique du banc de Creïzic. 242
Tableau 66. Evaluation de l'état de conservation du banc de Creïzic (d'après la méthode de Lepareur,2011). Les données antérieures correspondent aux données de Homrani (2020). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie. 246
Tableau 67. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur l'herbier. 250
Tableau 68. Comparaison des données de poids sec de macro-algues sur les herbiers de la baie de l'Ours et de l'Île aux Moines. 254
Tableau 69. Evaluation de l'état de conservation de l'herbier de Zostera noltei de l'île aux Moines (d'après la méthode de Lepareur, 2011). Les données antérieures correspondent aux données du rapport de Rollet and Bernard (2024) et de (Cosson and Boulet, 2023). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie. 256
Tableau 70. Nombre de pieds comptabilisés au sein des 3 quadrats de chaque station (ZM_1 à ZM_3). 258
Tableau 71. Comparaison des données de vitalité des herbiers d'Arradon et de Saint-Colombier. . 265
Tableau 72. Evaluation de l'état de conservation de l'herbier de Zostera marina de Saint Colombier (d'après la méthode de Lepareur, 2011). Les données antérieures correspondent aux données

cartographiques produites par TBM environnement (Bernard and Chauvaud, 2002; TBM environnement et i-Sea, 2023), pour la métrique surface, ainsi qu'aux suivis de Hily (2012) et Rollet et Bernard (2024) sur les herbiers d'Arradon et de Toulindac (seulement pour la densité de pousses). Les gammes de valeurs présentées indiquent les valeurs minimales et maximales sur la période considérée. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie. F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. 267
Tableau 73. Valeurs seuils utilisées pour définir l'état de santé des bancs de maërl (issu de Bizien et al., 2024). 278
Tableau 74. Habitats sédimentaires associés aux stations échantillonnées sur les bancs de maërl. 279
Tableau 75. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur les bancs de maërl. 283
Tableau 76. Paramètres physico-chimiques mesurés sur les quatre secteurs d'étude. Concernant l'azote inorganique dissous, un état écologique peut être défini : en bleu il est qualifié de moyen et en vert de bon. 289
Tableau 77. Vitalité du maërl (%) sur les secteurs échantillonnés. Les valeurs surlignées en rose indiquent un banc de maërl constitué de plusieurs épaisseurs. 290
Tableau 78. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons des bancs de maërl. 302
Tableau 79. Valeurs de l'AMBI et état écologique des bancs de maërl. 305
Tableau 80. Valeurs du M-AMBI et état écologique des bancs de maërl. 305
Tableau 81. Evaluation de l'état de conservation des bancs de maërl (d'après la méthode de Lepareur, 2011). F = favorable, LD =légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. 307
Tableau 82. CCO – Couverture algale pour le site de Bailleron. 315
Tableau 83. CCO – Couverture algale pour le site de la pointe de Monténo. 315
Tableau 84. CCO/Espèces caractéristiques pour le site de Bailleron. 315
Tableau 85. CCO/Espèces caractéristiques pour le site de la pointe de Monténo. 315
Tableau 86. CCO/Espèces opportunistes pour le site de Bailleron. 316
Tableau 87. CCO/Espèces opportunistes pour le site de la pointe de Monténo. 316
Tableau 88. Comparaison des recouvrements algaux. 317
Tableau 89. Evaluation de l'état de conservation des roches intertidales (d'après la méthode de Lepareur, 2011). F = favorable, LD =légèrement dégradé, D = dégradé et M = mauvais. 318
Tableau 90. Liste des taxons faunistiques observés dans les quadrats sur le site de Gorets 324
Tableau 91. Liste des taxons faunistiques observés dans les quadrats sur le site de Brannec. 326
Tableau 92. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Gorets (N3). 327
Tableau 93. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Gorets (N4). 328
Tableau 94. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station de Brannec (N2). 329
Tableau 95. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Brannec (N3). 330
Tableau 96. Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité. 331
Tableau 97. Comparaison des limites de ceintures algales entre les suivis de 2023 et de 2024. 332
Tableau 98. Evaluation de l'état de conservation des roches intertidales (d'après la méthode de Lepareur, 2011). F = favorable, LD =légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. 334
Tableau 99. Densités des gorgones dans les trois quadrats, densités totales et densités moyennes sur les trois sites. 335
Tableau 100. Tailles minimales et maximales, et classe de taille dominante pour les trois sites. 335

Tableau 101. Nombre d'individus comptabilisés en fonction des différentes classes de taux d'épibiose sur les trois sites. 338
Tableau 102. Nombre d'espèces par taxons par quadrats et par sites. 341
Tableau 103. Liste des espèces par embranchement par quadrats et par sites. 345
Tableau 104. Comparaison entre les suivis 2022 et 2024 des faciès à gorgones. Les données du suivi 2022 correspondent aux données du rapport de Pos3idon (Ubertini et al., 2023). Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie. 348
Tableau 105. Abondance totale (ind/m²) des espèces exotiques observées sur les sites d'étude en 2024. 351
Tableau 106. Equivalent temps plein (base de 35 heures) associé à la collecte des données de terrain pour chaque type de suivi. 369

1. Contexte

Le golfe du Morbihan est une unité géographique marine d'une superficie d'environ 130 km², dont les nombreux îlots et îles forment un trait de côte très conséquent. Aussi, lors des basses mers de vives eaux, la surface de la zone intertidale s'étend sur environ 43 km².

Le golfe du Morbihan peut être divisé en trois unités hydro sédimentaires. L'entrée du golfe est caractérisée par des courants forts, des sédiments grossiers et un relief marqué. La zone de transition abrite des chenaux sablo-vaseux relativement larges, qui se forment grâce à la réduction progressive de l'hydrodynamisme. Enfin, la partie est du golfe du Morbihan est très abritée et moins influencée par les courants de marée, ce qui favorise son envasement. Les différentes rivières du golfe sont elles aussi abritées et envasées (Cosson et al., 2013). Les conditions édaphiques variées couplées aux larges surfaces intertidales du Golfe donnent lieu à un large panel d'habitats naturels marins.

Une partie de ces habitats est remarquable et associée à un fort enjeu de conservation (p.ex. Bancs de maërl, herbiers de zostères). À ce titre, les habitats marins du golfe du Morbihan et certaines espèces caractéristiques font l'objet de diverses mesures de protection, notamment au titre du réseau Natura 2000. Ainsi, le golfe du Morbihan abrite, pour ses parties marines, la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR 53 000 29 « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys » et la Zone de Protection Spéciale (ZPS) FR 56 100 86 « Golfe du Morbihan ». Ce site est coanimé par l'Office français de la biodiversité (OFB) et par le Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan (PNRGM). L'OFB coordonne notamment le Projet européen Life intégré Marha pour lequel le Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan (PNRGM) est bénéficiaire associé. Ce projet a pour but de faire progresser la mise en œuvre de la directive européenne « habitats, faune, flore », qui définit la politique de Natura 2000. Ce dernier œuvre pour faire avancer l'évaluation de l'état de conservation des habitats en produisant et développant différents outils (actions A2/D1).

Grâce à la diversité élevée de ses habitats marins, le golfe du Morbihan constitue un « site test » idéal pour la mise en place d'un suivi des habitats biocénotiques, composants des Habitats d'Intérêt Communautaire (HIC), tels que listés dans la typologie de classification des habitats du réseau Natura 2000 (EUR28). Dans cette perspective, l'OFB et le PNR du Golfe du Morbihan ont chargé le bureau d'études TBM environnement de réaliser un suivi global de l'état de conservation des habitats biocénotiques présents au sein des Habitats d'Intérêt Communautaire marins du site Natura 2000 « Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys (FR 5300029) ».

Ainsi, des suivis stationnels s'appuyant sur les protocoles de référence existants (notamment les protocoles de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)) ont été mis en place sur les habitats biocénotiques suivants :

- Les vasières intertidales ;
- Les vasières subtidales ;
- Les sédiments meubles subtidaux ;
- Les herbiers de zostère naine (*Zostera noltei*) ;
- Les herbiers de zostère marine (*Zostera marina*) ;

- Les bancs de maërl ;

- Les roches à macro-algues intertidales ;

- Les roches subtidales et les faciès à gorgonaires.

Le présent rapport expose l'ensemble des suivis réalisés sur chacun des habitats suscités, ainsi que l'évaluation de leur état de conservation. La localisation des habitats biocénotiques étudiés dans le cadre du projet est présentée sur la Figure 1.

2. Méthodologie

2.1. Campagnes de terrain

2.1.1. Suivi des vasières intertidales

2.1.1.1. Préambule

Conformément aux recommandations du protocole DCE-benthos meuble (Garcia et al., 2014), les vasières 3 (Tascon) et 4 (Château de Ker Georget), identifiées comme des masses d'eau côtières, ont été échantillonnées au début du printemps 2024. Cette période garantit un échantillonnage des peuplements benthiques à leur état le plus stable.

Les vasières de Kerdréan (rivière d'Auray), de Pénerf et de Rosvellec (rivière de vannes), localisées au sein de masses d'eaux de transition, ont été échantillonnées à la fin de l'été, en septembre 2024, lors de la période d'étiage, comme préconisé par la DCE. Le Tableau 1 récapitule les périodes d'échantillonnage des cinq vasières intertidales.

Tableau 1. Récapitulatif des périodes d'échantillonnage des vasières intertidales selon la nature des masses d'eau.

Site	Type de masse d'eau	Période d'échantillonnage
Vasière de Kerdréan (Rivière d'Auray)	De transition	19 septembre 2024
Vasière de Rosvellec (rivière de Vannes)	De transition	17 septembre 2024
Vasière de Tascon	Côtière	9 avril 2024
Vasière de Ker Georget	Côtière	9 avril 2024
Vasière de Pénerf	De transition	18 septembre 2024

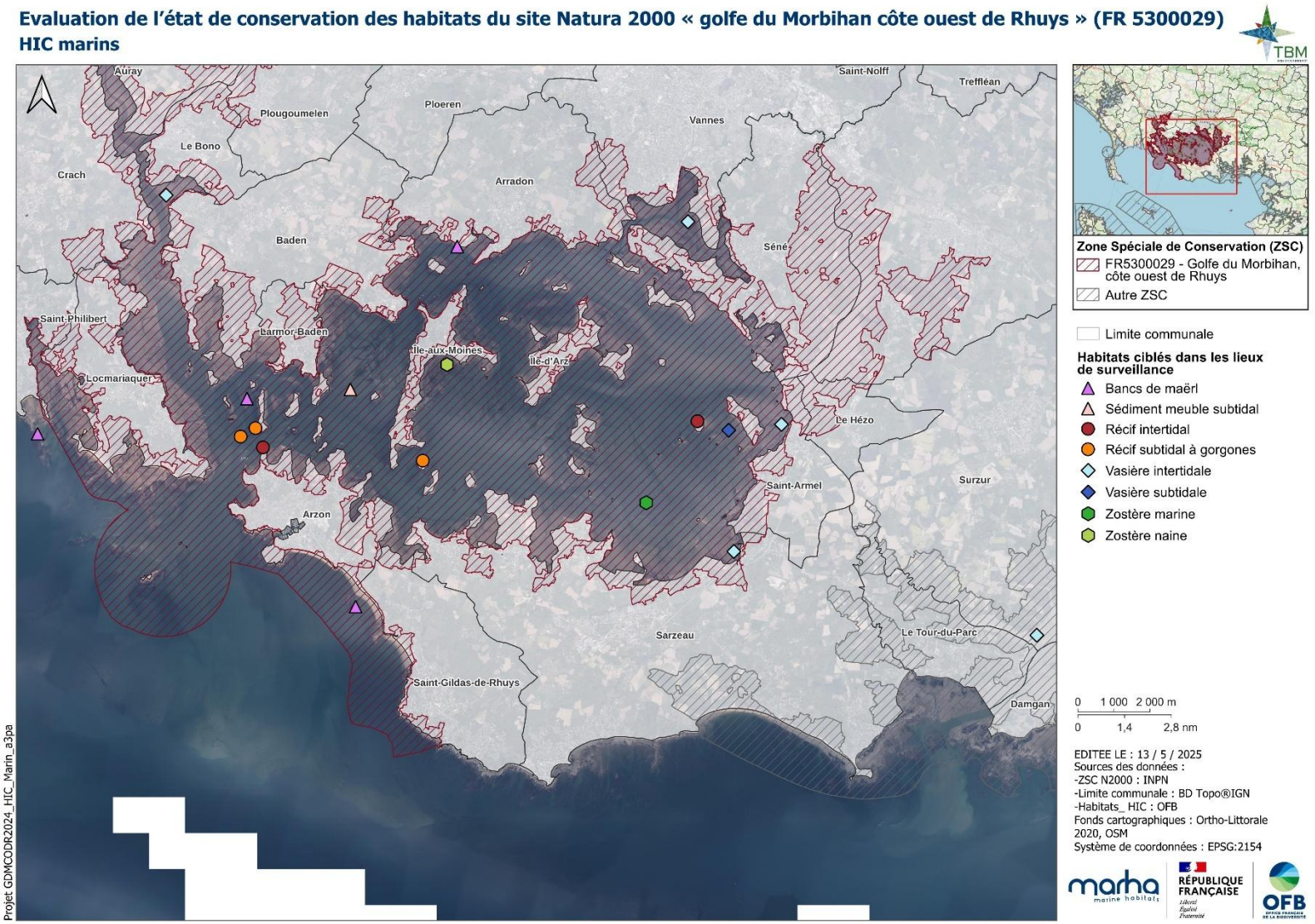


Figure 1. Habitats d'Intérêt Communautaire marins du site Natura 2000 « Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys (FR 5300029) – TBM environnement 2024.

2.1.1.2. Campagne de prospection pédestre

En amont des campagnes d'échantillonnage, certains des sites proposés par l'OFB ont été prospectés à pied afin de vérifier :

- leur accessibilité et la portance de leurs vases ;

- leur homogénéité et l'absence d'herbiers à zostères naines ;

- l'applicabilité des protocoles de référence en termes de positionnement de 3 points de prélèvements équidistants de 100 m.

Les vasières de Kerdréan, de Ker Georget et de Pénerf ont été explorées les 12 et 13 mars 2024 à l'aide de raquettes à vase et d'une planche, comme illustré sur la Figure 2.



Figure 2. Planche et raquettes utilisées lors des prospections des vasières intertidales (© TBM environnement).

La prospection pédestre réalisée sur la vasière de Ker Georget a souligné quelques difficultés pour l'échantillonnage sédimentaire. En premier lieu, il a été démontré que les points de prélèvement proposés ne sont pas suffisamment émergés à basse mer pour permettre les prélèvements. En second lieu, un herbier fragmenté à zostère naine (*Zostera noltei*) a été observé sur l'ensemble du secteur. Or, le cahier des Clauses Techniques Particulières du présent projet stipule que les vasières intertidales suivies doivent se distinguer de l'habitat herbier de zostères naines.

Aussi, prenant acte de ces observations et des propositions de TBM environnement, le comité de pilotage constitué de l'OFB et du Parc naturel Régional du Golfe du Morbihan ont ainsi décidé de déplacer les points de prélèvements plus haut sur l'estran et à l'est de la Baie de Sarzeau, où aucun herbier n'a été recensé (cf. cartographie des herbiers de la zone Natura 2000 « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys », 2023).

2.1.1.3. Campagne d'échantillonnage

L'état de conservation des 5 vasières intertidales a été évalué à partir des données collectées conformément au protocole élaboré par l'Observatoire du patrimoine Naturel Littoral (protocole RNF de l'OPNL) (Caillot and Hacquebart, 2014) et au protocole DCE-benthos meuble (Garcia et al., 2014). La

campagne d'échantillonnage a été réalisée le 9 avril 2024 sur les vasières de Tascon et de Ker Georget et les 17, 18 et 19 septembre 2024 sur les vasières de Rosvellec, Pénerf et Kerdréan, respectivement.

Sur chaque vasière, les deux protocoles ont été appliqués simultanément sur trois stations d'échantillonnage. Chaque station a été dénommée avec les initiales de la vasière et le numéro de station, compris entre 1 et 3. Par exemple, les stations de la vasière de Pénerf sont dénommées comme suit : PN_1, PN_2 et PN_3 (Figure 4 et Figure 5).

- Protocole DCE – benthos meuble :

Sur chaque station d'échantillonnage, 3 réplicats de macrofaune ont été prélevés à l'aide d'un carottier à main (tube en PVC de 19,22 cm de diamètre interne, surface d'environ 0,03 m²), sur 20 cm de profondeur (Figure 3).

En outre, deux échantillons sédimentaires destinés respectivement à l'analyse granulométrique et à l'analyse du contenu en matière organique ont été collectés à l'aide d'un carottier de 5 cm de diamètre sur 5 cm de profondeur.



Figure 3. Carottiers à main utilisés pour l'échantillonnage des communautés benthiques (19,22 cm de diamètre interne) des vasières intertidales, de la granulométrie et de la matière organique (5 cm de diamètre interne), selon le protocole DCE (© TBM environnement).

- Protocole RNF de l'OPNL :

Sur chaque station d'échantillonnage (appelée « sous-station » dans le protocole de référence), 3 réplicats de macrofaune ont été prélevés à l'aide d'un carottier à main (tube en PVC de 15 cm de diamètre interne, surface d'environ 0,02 m²) sur 25 cm de profondeur. En outre, quatre carottes de sédiment (carottier de 5 cm de diamètre sur 5 cm de profondeur) ont été prélevées et ensachées par deux afin d'obtenir deux réplicats pour l'analyse granulométrique. Les échantillons sédimentaires destinés aux analyses granulométriques ont ensuite été regroupés afin de constituer un unique échantillon par vasière.

Les échantillons destinés à l'analyse des peuplements benthiques de substrats meubles ont été tamisés sur une maille de 1 mm (Figure 3) puis mis en sac plastique et identifiés au moyen d'une étiquette « dymo ». Ils ont ensuite été formolés dans la journée (solution d'eau de mer à 7 % de formol environ).



Figure 4 – Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Ker Georget – TBM environnement 2024.



Figure 5 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Tascon – TBM environnement 2024.



Figure 6 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Kerdréan – TBM environnement 2024.

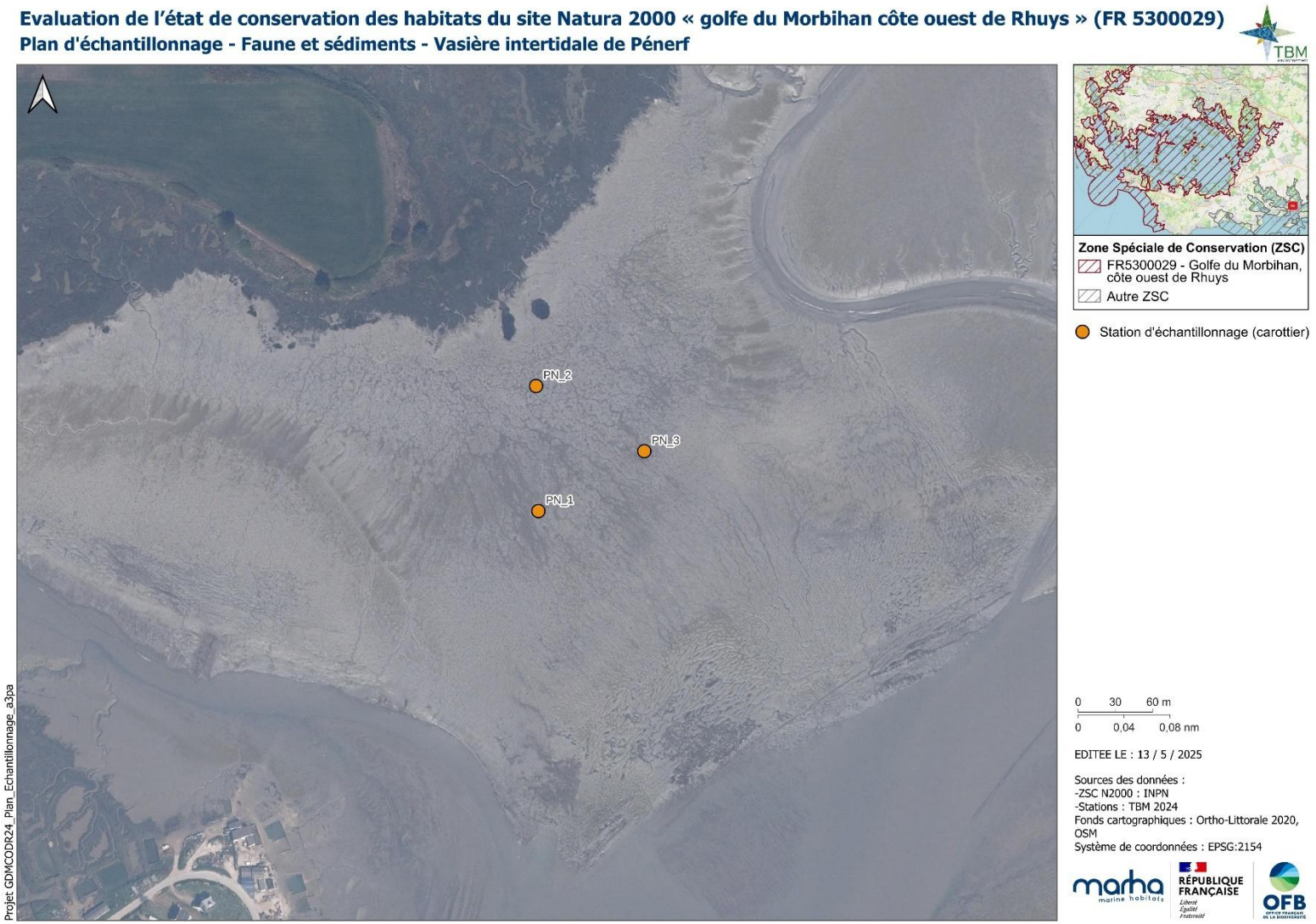


Figure 7 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Pénerf – TBM environnement 2024.

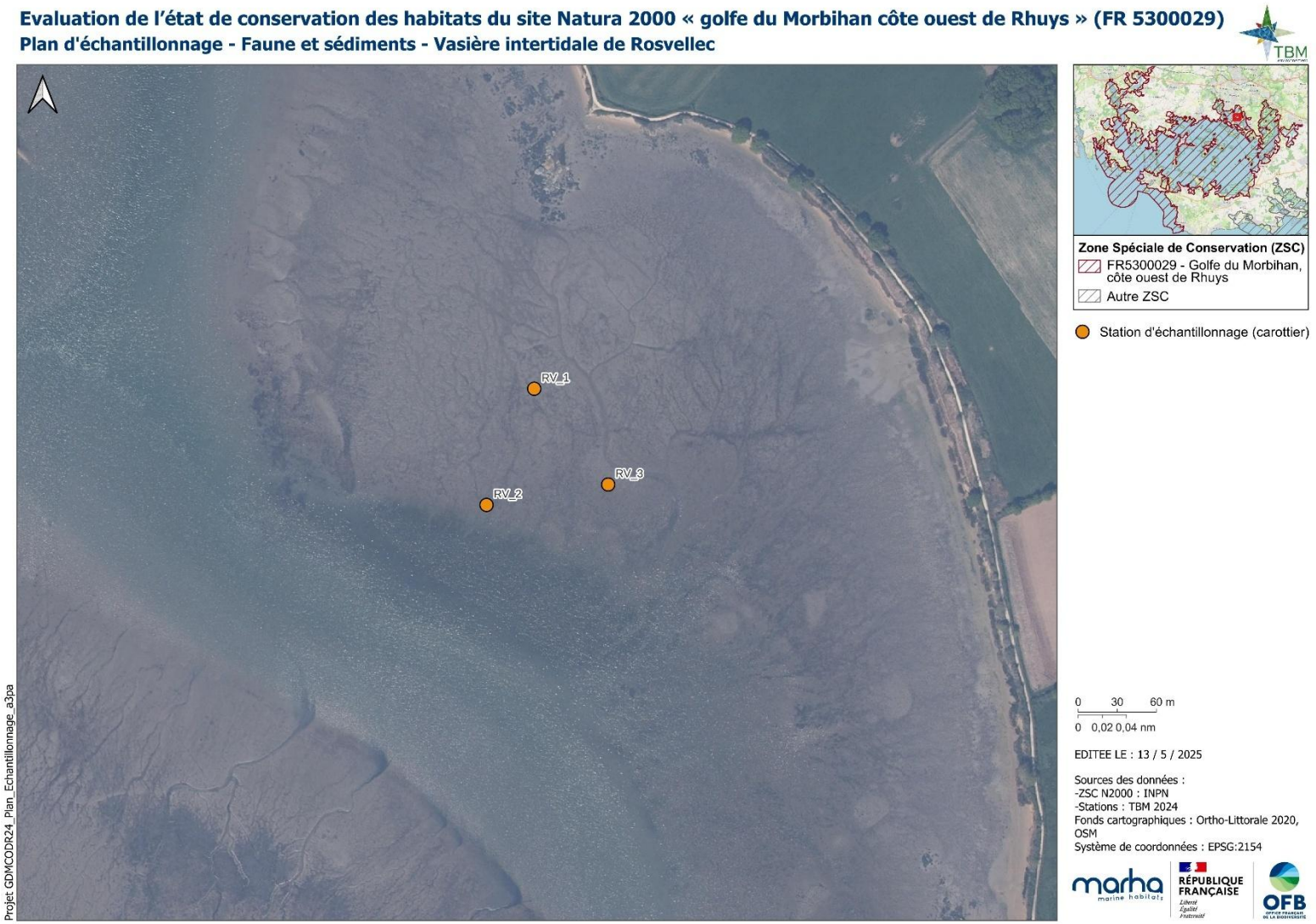


Figure 8 -Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière intertidale de Rosvellec – TBM environnement 2024.



Figure 9. Etape de tamisage des échantillons sur une maille de 1 mm (© TBM environnement).

L'ensemble des précautions sanitaires inhérentes à la manipulation du formol ont été appliquées (masque facial intégral avec cartouches adaptées, gants en vinyle, formolage en lieu ventilé, etc.). Les échantillons destinés à la quantification de la matière organique sédimentaire ont été conservés au congélateur avant leur analyse. Chacune des stations d'échantillonnage a été photographiée en plans larges et au sein d'un quadrat de 50cmx50cm (Figure 10).



Figure 10. Exemple de photographies en plan large et au sein d'un quadrat de 50x50 cm (© TBM environnement).

2.1.2. Suivi des vasières subtidales et des sédiments meubles subtidaux

2.1.2.1. Campagne de prospection par points caméra

Afin de garantir des conditions d'échantillonnage optimales, les secteurs du banc de Creïzic (sédiments meubles subtidaux) et de la vasière subtidale de Tascon ont fait l'objet d'une campagne de prospection par transects vidéo le 22 mars 2024. Cette campagne a mobilisé 5 agents.

Les vidéos sous-marines ont été réalisées avec une caméra vidéo couleur (matériel conforme à la norme AFNOR NF-EN16260, Figure 11), fixée sur un bâti vertical métallique et centrée sur un quadrat de 0,1 m². Ce dispositif est déployé manuellement et offre des prises de vue en point fixe ou en transect à la dérive (en suspension au-dessus du fond). La caméra est équipée d'une liaison filaire permettant un retour-image en direct à bord. En outre, une seconde caméra (Go Pro Hero 11) est également attachée au bâti afin d'acquérir des vidéos, lesquelles sont ensuite visionnées à terre.

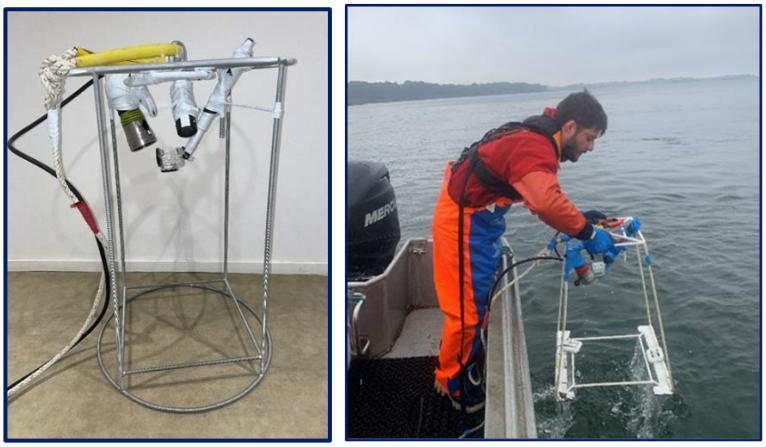


Figure 11. Dispositifs déployés pour les prises de vue sous-marines (© TBM environnement).

Sur chaque station, les informations suivantes ont été relevées :

- Données stationnelles (zone, profondeur, heure) ;
- Nature des pressions anthropiques ;
- Nature du substrat ;
- Espèces de la faune et de la flore observées.

Afin d'éviter les biais d'observations inter-opérateurs, seuls deux agents ont réalisé l'ensemble des observations, s'accordant sur leurs interprétations.

Le transect vidéo réalisé sur le banc de Creïzic a permis de définir la nature du substrat et de confirmer la pertinence de la benne Day pour les échantillonnages (Figure 12 et Figure 14).

Les transects vidéo effectués sur la vasière subtidale de Tascon ont été destinés à l'identification des secteurs dépourvus de zostère (*Zostera marina* et *Zostera noltei*) (Figure 12). Débutant au point de suivi de « la vasière subtidale Tascon », un premier transect vidéo a été effectué en direction du nord-ouest jusqu'à ce que les pieds de zostère naine disparaissent de l'écran vidéo (transect 1). De cette façon, une première zone de prélèvement a été définie. Le transect a été prolongé plus à l'ouest afin d'identifier une seconde zone exempte d'herbier (transect 2).

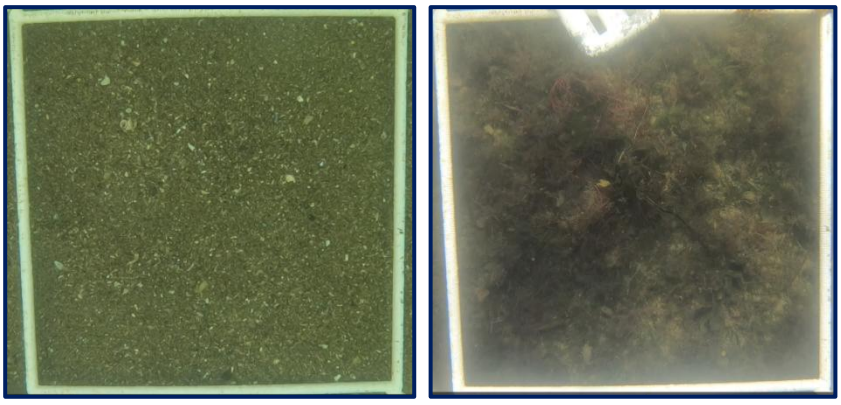


Figure 12. Exemples d'observations obtenues à partir des prises de vue sous-marines (à gauche banc de Creïzic et à droite île de Tascon) (© TBM environnement).

2.1.2.2. Campagne d'échantillonnage

À l'issue des campagnes prospectives, la vasière subtidale de Tascon et les sédiments meubles subtidaux du banc de Creïzic ont été échantillonnés selon le protocole DCE-benthos meuble (Garcia et al., 2014). La campagne d'échantillonnage a été réalisée sur 2 jours, le 16 avril 2024 et le 23 avril 2024 par deux agents de TBM environnement.

Sur chacun des deux sites, trois stations ont été échantillonnées à l'aide d'une benne Day (surface unitaire de 0,1 m², Figure 13). Les stations ont été dénommées SM1 à SM3 pour le banc de Creïzic et VS_1 à VS_3 pour la vasière subtidale de Tascon (Figure 16 et Figure 17). Sur chaque station, 4 réplicats ont été prélevés :

- 3 réplicats pour les analyses faunistiques ;

- 1 réplicat pour les analyses granulométriques.

Lors du prélèvement d'un réplicat, le contenu de la benne a été déversé dans un contenant étanche propre (de type bac de criée) (Figure 13). Ce dernier a été systématiquement rincé à l'eau de mer entre chaque prélèvement. Puis, l'échantillon a été contrôlé visuellement en termes 1) de volume de sédiment prélevé, 2) de profondeur de sédiment pénétré, 3) de nature de sédiment, et a été photographié (Figure 13).

Les échantillons destinés à l'analyse des peuplements benthiques de substrats meubles ont été tamisés sur une maille de 1 mm puis mis en sac plastique et identifiés au moyen d'une étiquette « dymo ». Ils ont ensuite été formolés dans la journée (solution d'eau de mer à 7 % de formol environ). L'ensemble des précautions sanitaires inhérentes à la manipulation du formol ont été appliquées (masque facial intégral avec cartouches adaptées, gants en vinyle, formolage en lieu ventilé, etc.). Les échantillons destinés à la quantification de la matière organique sédimentaire ont été conservés au congélateur avant leur analyse.



Figure 13. Remontée de la benne Day, déversement de son contenu dans un bac de criée et cliché photographique de l'échantillon (© TBM environnement).

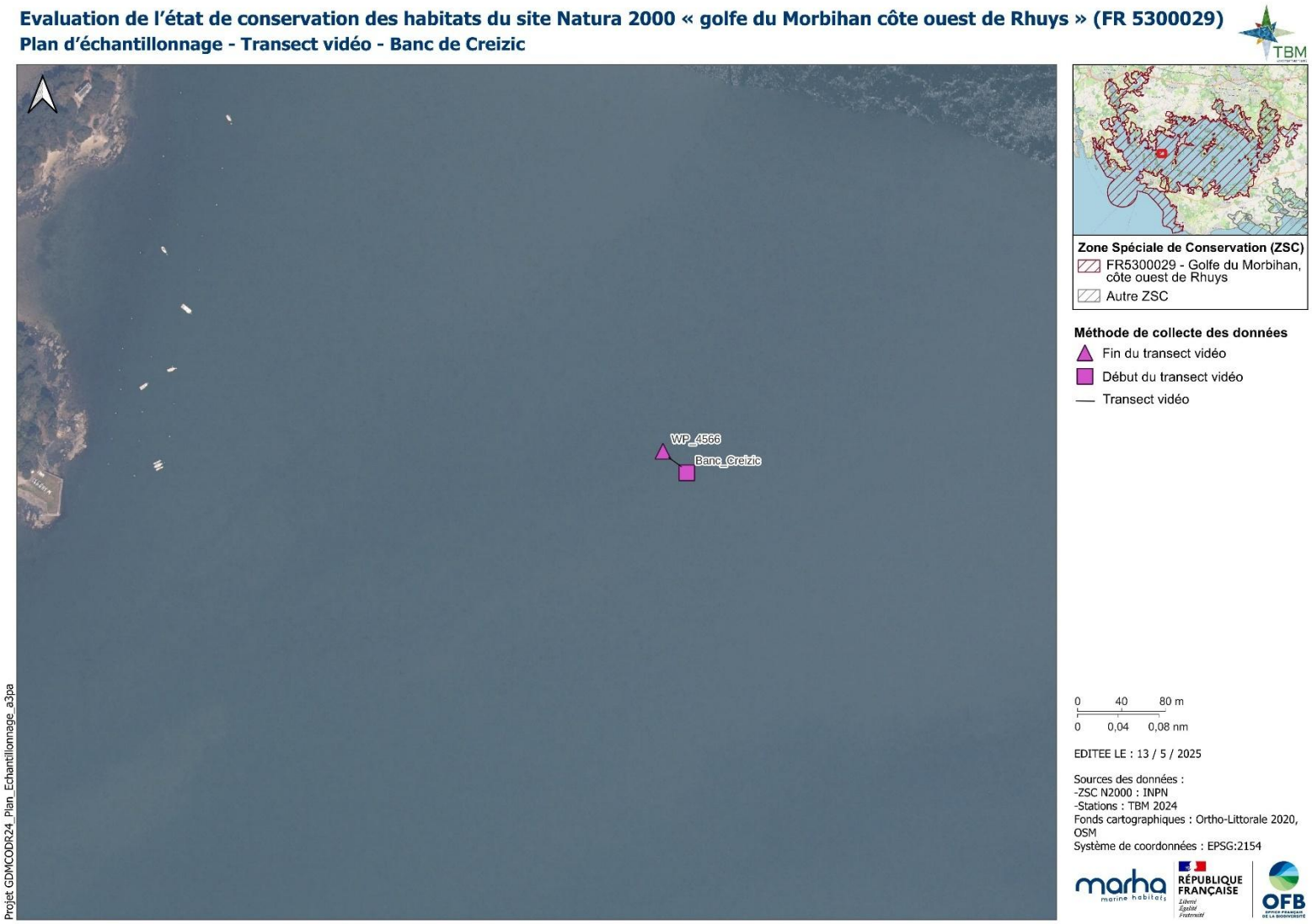


Figure 14. Transect vidéo réalisé sur le banc de Creïzic – TBM environnement 2024.

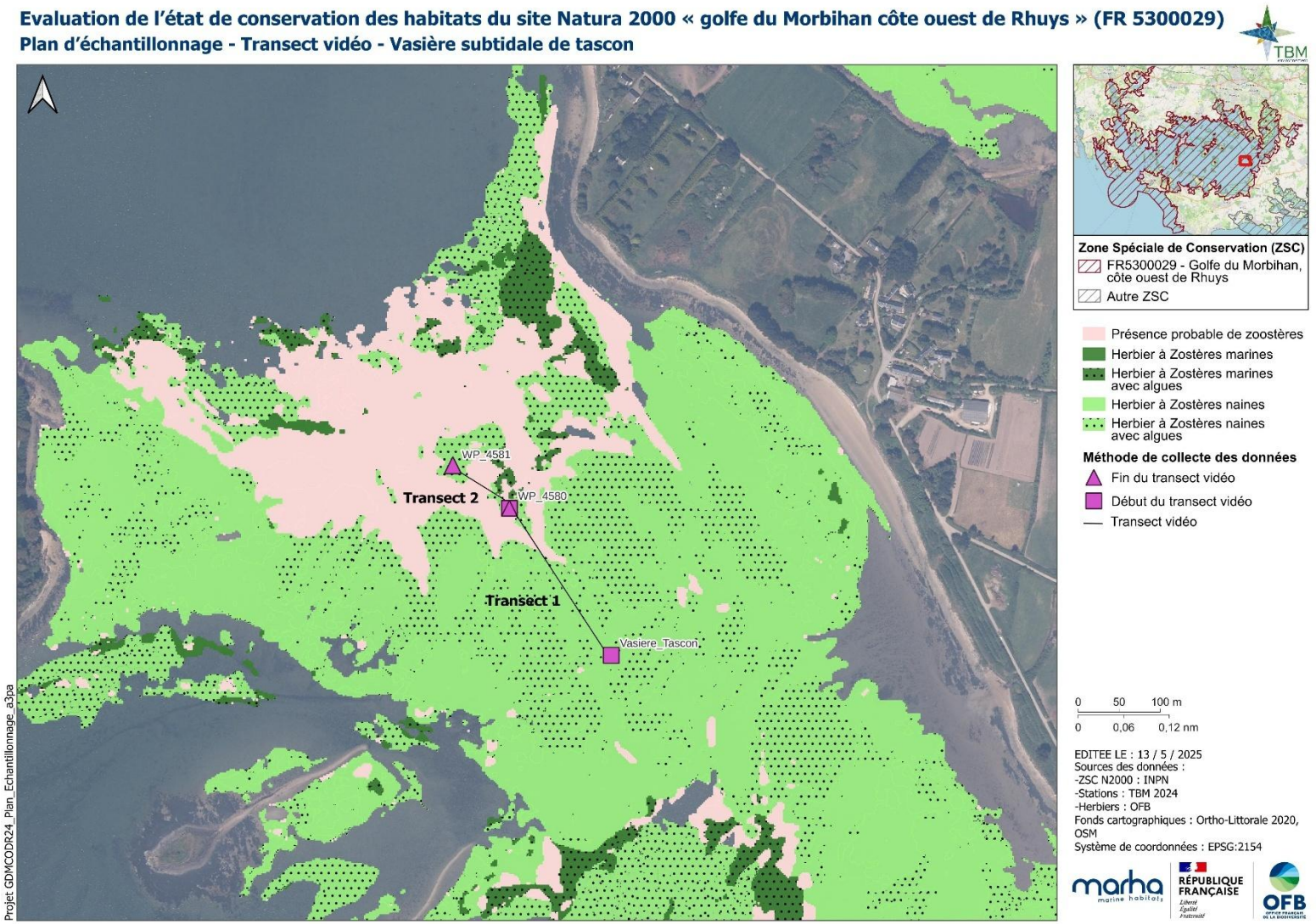


Figure 15. Transect vidéo réalisé sur la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement 2024.

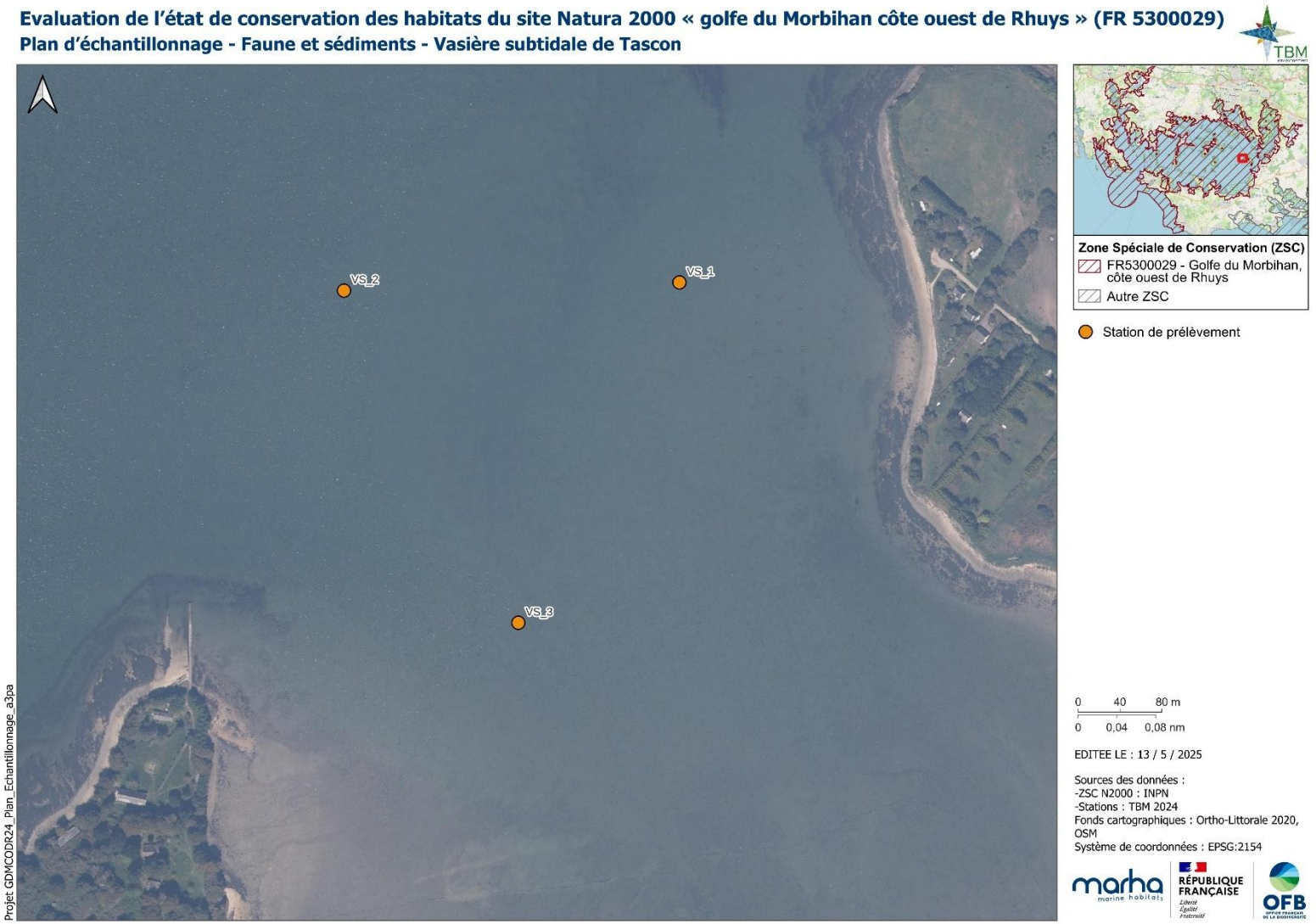


Figure 16. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement 2024.



Figure 17. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements du banc de Creïzic – TBM environnement 2024.

2.1.3. Suivi des herbiers de zostère naine (Zostera noltei)

Conformément au protocole DCE-Benthos angiospermes (Auby et al., 2018), l'herbier de zostère naine situé sur l'île aux Moines, dans l'anse du Vran, a été échantillonné le 20 septembre 2024. Cette période correspond au pic de densité des herbiers à *Zostera noltei.*

La collecte de données a été réalisée selon un suivi stationnel. Au total, 30 stations d'échantillonnage ont été réparties sur une grille de 100 m x 80 m, avec un espacement de 20 m entre chaque station. Sur la base des données recueillies en 2023 (cartographie des herbiers du Golfe du Morbihan), la grille a été positionnée dans le secteur le plus représentatif de l'herbier et en son cœur (Figure 21).

Dans un premier temps, l'herbier a été photographié en plans larges, afin d'offrir une vue générale du site et de ses alentours (Figure 18). Les photographies ont été géoréférencées (appareil photo Olympus TG6). Dans un second temps, le protocole détaillé ci-après a été appliqué sur chacune des 30 stations.



Figure 18. Plans larges de l'herbier de l'anse du Vran, en septembre 2024 (© TBM environnement).

Tout d'abord, un quadrat de 50 x 50 cm a été positionné au sol et photographié selon une distance fixe (Figure 19). Les éventuelles macro-algues présentes au sein du quadrat ont été prélevées pour un traitement en laboratoire. Leur présence et leur type (algues rouges, vertes ou brunes) ont été renseignés sur une fiche stationnelle dédiée à la description des stations. Ces fiches seront transmises en annexe. Une seconde photo du quadrat exempt de macro-algues a été prise (Figure 19).

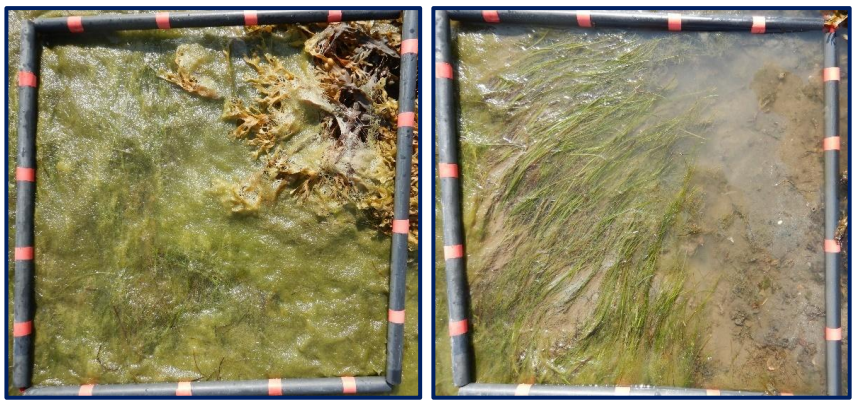


Figure 19. Photographies du quadrat avant (à gauche) et après prélèvement des macro-algues (à droite), sur le site de l'île aux moines (© TBM environnement).

Ensuite, le taux de recouvrement des pieds de zostère au sein du quadrat a été estimé visuellement et reporté sur la fiche stationnelle. Les classes de recouvrement utilisées sont celles définies dans le protocole de référence (Tableau 2).

Tableau 2. Classes de taux de recouvrement (%) utilisées sur le terrain (d'après Auby et al., 2018).

Classe de taux de recouvrement (%)					
0	1-25	26-50	51-75	76-99	100

Enfin, des prélèvements sédimentaires ont été réalisés à l'aide de carottiers manuels sur des stations sélectionnées aléatoirement (Figure 20 et Figure 21). Ces prélèvements ont été réalisés perpendiculairement au substrat jusqu'à une profondeur de 5 cm. La Figure 20 illustre la remontée du carottier et la réception de son contenu.



Figure 20. Prélèvement sédimentaire à l'aide d'un carottier à main de 3 cm de diamètre (ici remontée du carottier), sur 5 cm de profondeur (limite marquée par le scotch rouge) et sachet de conditionnement (© TBM environnement).

Pour l'analyse granulométrique, 3 carottes de sédiment (5 cm de profondeur, 9 cm de diamètre) ont été prélevées et stockées dans des sacs plastiques. Les carottes ont été collectées sur trois stations : ZN_11, ZN_18 et ZN_28. Les trois prélèvements ont été réunis et homogénéisés afin de constituer un unique échantillon représentatif du sédiment de l'herbier, puis ont été congelés à -20 °C.

Pour l'analyse de la matière organique, 9 carottes (5 cm de profondeur, 3 cm de diamètre) ont été prélevées sur les stations ZN_5, ZN_6, ZN_7, ZN_10, ZN_11, ZN_18, ZN_19, ZN_22 et ZN_25 et également stockées dans des sacs plastiques.

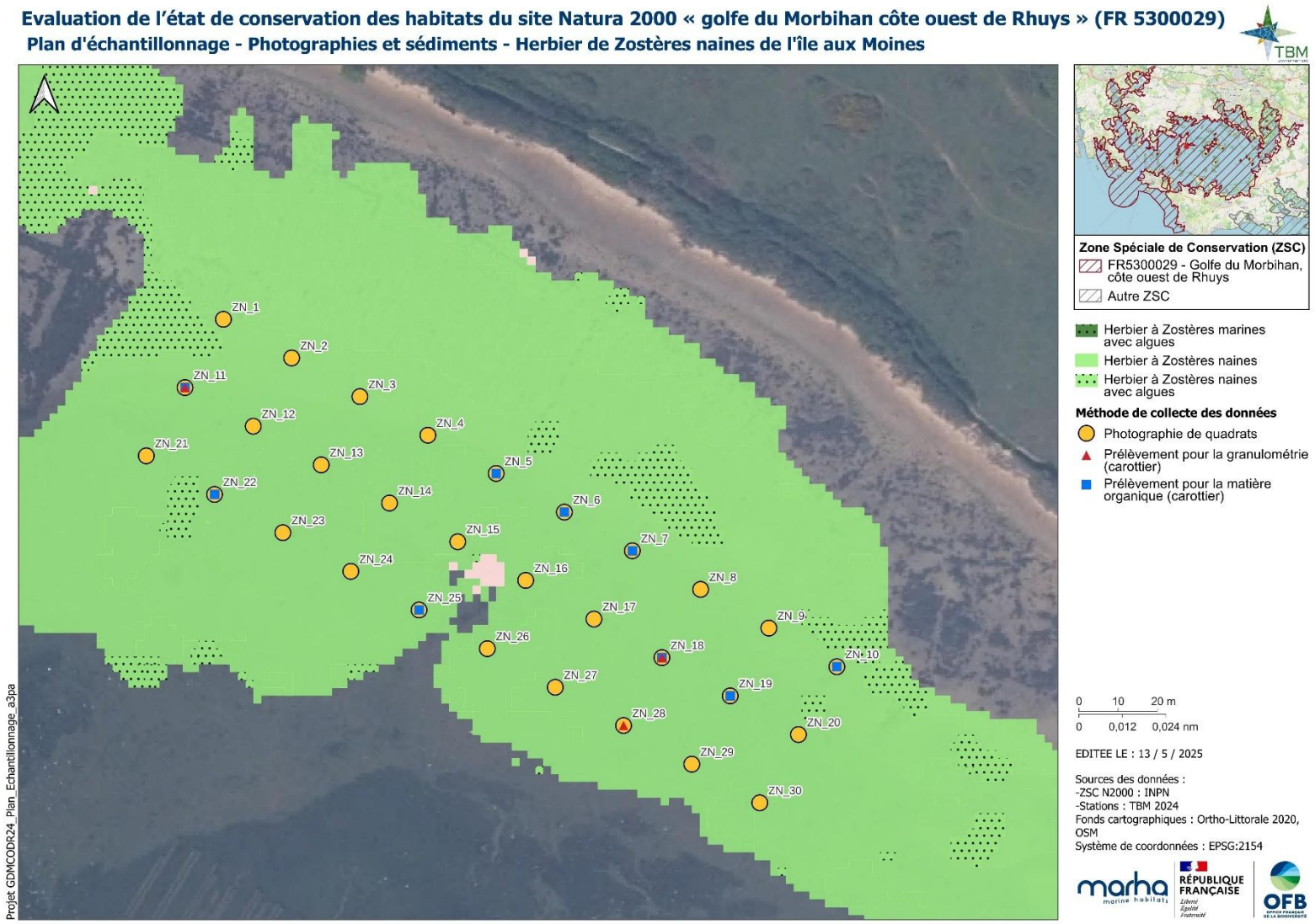


Figure 21. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de l'herbier de Zostera noltei, à l'île aux moines, TBM environnement 2024.

2.1.4. Suivi des herbiers de zostère marine (Zostera marina)

Le suivi stationnel de l'herbier de zostère marine situé à Saint-Colombier a été réalisé en plongée sous-marine, conformément au protocole adapté du Parc Naturel marin d'Iroise « Herbier subtidal – I-06 – HERBSUB ».

La campagne d'échantillonnage s'est déroulée le 01 août 2024, durant la période de croissance optimale de *Zostera marina*. Trois stations d'échantillonnage ont été réparties sur l'herbier de zostère, à un même niveau bathymétrique. Sur la base des connaissances acquises par TBM environnement en 2023 (cartographie des herbiers du Golfe du Morbihan), les stations de suivi ont été positionnées au centre de l'herbier, dans un secteur homogène et représentatif (Figure 23).

Sur chaque station, un point de suivi a été matérialisé à l'aide d'une gueuse équipée d'une bouée. À partir de ce point, un décamètre a été déroulé sur 10 mètres de longueur, à un niveau bathymétrique constant, selon un cap défini au préalable.

Le long du décamètre, deux opérations ont été réalisées (Figure 22):

- Un comptage du nombre de pieds de zostère au sein de quadrats de 0,1 m², placés à 3 m, 6 m et 9 m ;
- Un prélèvement de la matte sur 5 à 10 cm de profondeur au sein de quadrats de 0,1 m², placés à 4 m et à 7 m.

Les quadrats pairs et impairs ont été positionnés en alternance de part et d'autre du décamètre. La matte prélevée a été tamisée à bord sur une maille de 1 mm et conditionnée en sac plastique étanche. En parallèle, 10 pieds de zostères intacts (feuilles non cassées) ont été prélevés aléatoirement sur chaque station. L'ensemble des opérations réalisées sur chaque station sont schématisées sur la Figure 24.

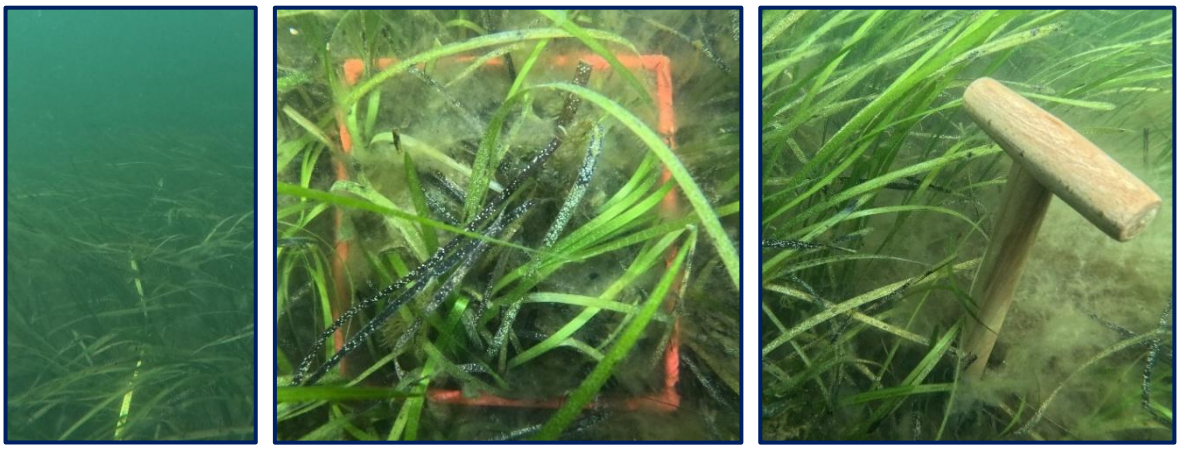


Figure 22. À gauche, décamètre déroulé sur l'herbier, quadrat de 0,1 m² pour le comptage des pieds et prélèvement de la matte (à droite) (© TBM environnement).



Figure 23. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements de l'herbier de Zostera marina, à Saint Colombier – TBM environnement, 2024.

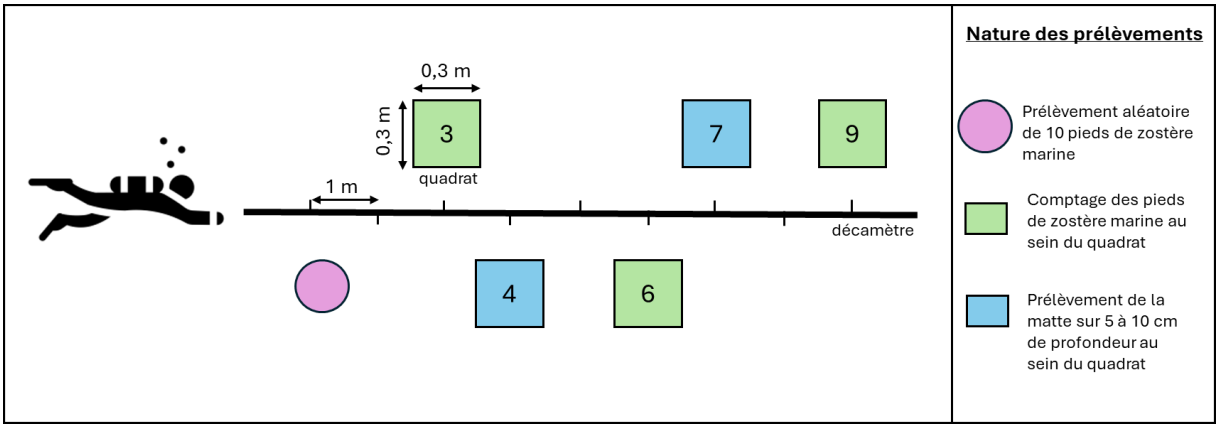


Figure 24. Echantillonnages réalisés sur les stations (ZM_1 à ZM_3) au sein de l'herbier à Zostera marina de Saint Colombier (© TBM environnement).

2.1.5. Suivi des bancs de maërl

2.1.5.1. Campagne de prospection par points caméra

En amont de l'échantillonnage, une campagne de prises de vue sous-marines (voir description en section 2.1.2.1, Figure 25) a été menée sur chaque secteur défini par l'OFB afin de confirmer la présence de bancs de maërl. Les secteurs prospectés sont localisés au niveau de Er Gazeg (Figure 26), de la baie d'Abraham (Figure 27), de l'île Radenec (Figure 28) et de Gravellic (Figure 29). La campagne s'est déroulée les 21 et 22 mars 2024 et a mobilisé 5 agents de TBM environnement.

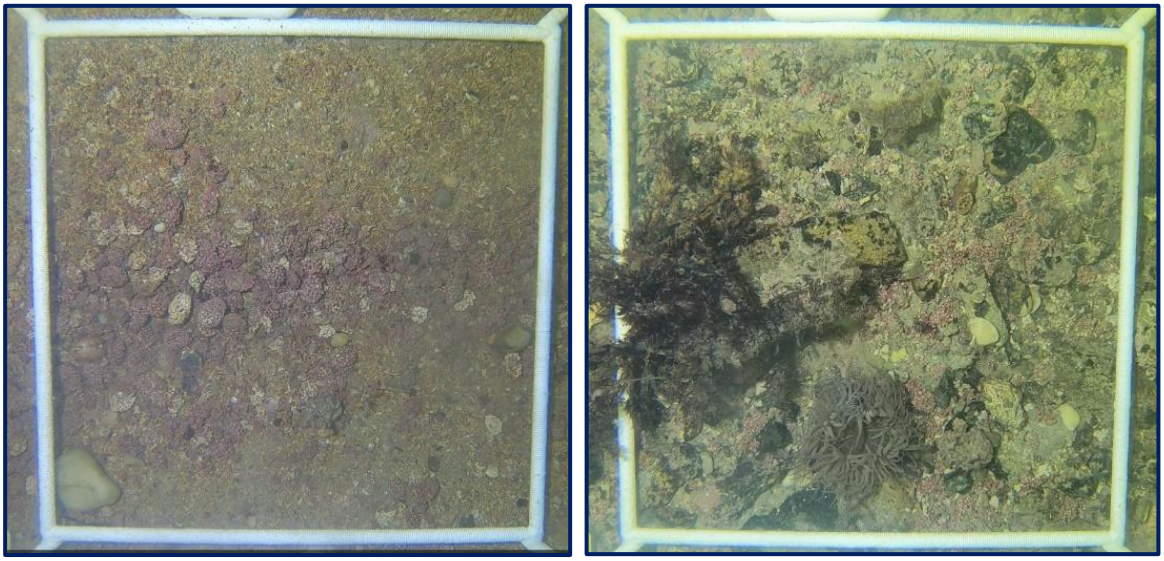


Figure 25. Exemples des observations de bancs de maërl réalisées (©TBM environnement).

Au total, 233 points caméra ont été réalisés afin de préciser la position des stations d'échantillonnage pour les campagnes de prélèvement à la benne et de photo-identification. Plusieurs critères ont été évalués lors des analyses vidéo :

- la présence de maërl ;

- son taux de recouvrement ;

- sa vitalité ;

- la nature du fond.

Seules les stations présentant un taux de recouvrement du maërl supérieur à 25 %, ainsi qu'un fond de sédiments meubles dépourvu de galets, cailloutis et zones rocheuses ont été conservées dans le plan d'échantillonnage des peuplements benthiques.



Figure 26.Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur de Er Gazeg - TBM environnement 2024.

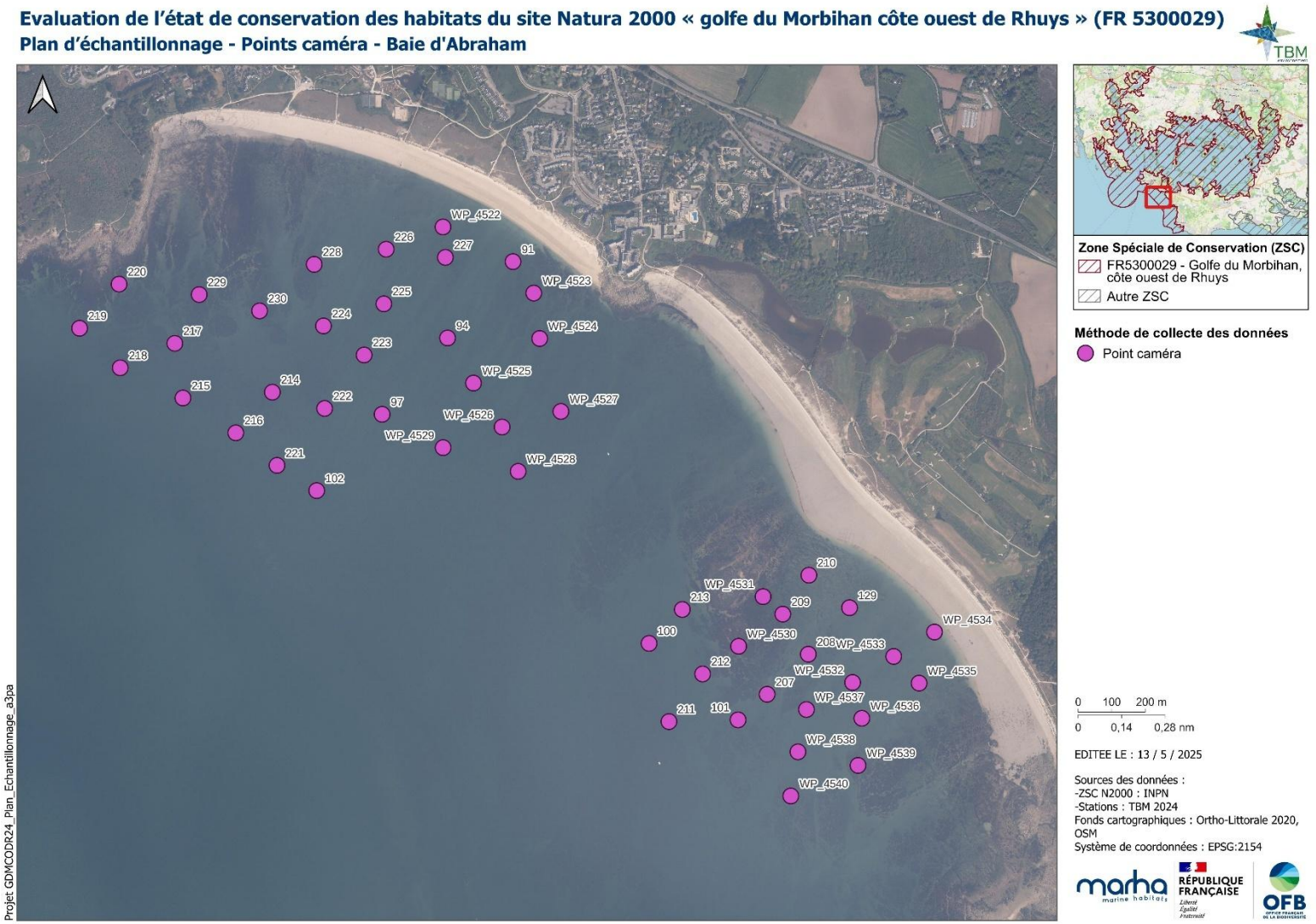


Figure 27. Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur de la baie d'Abraham - TBM environnement 2024.

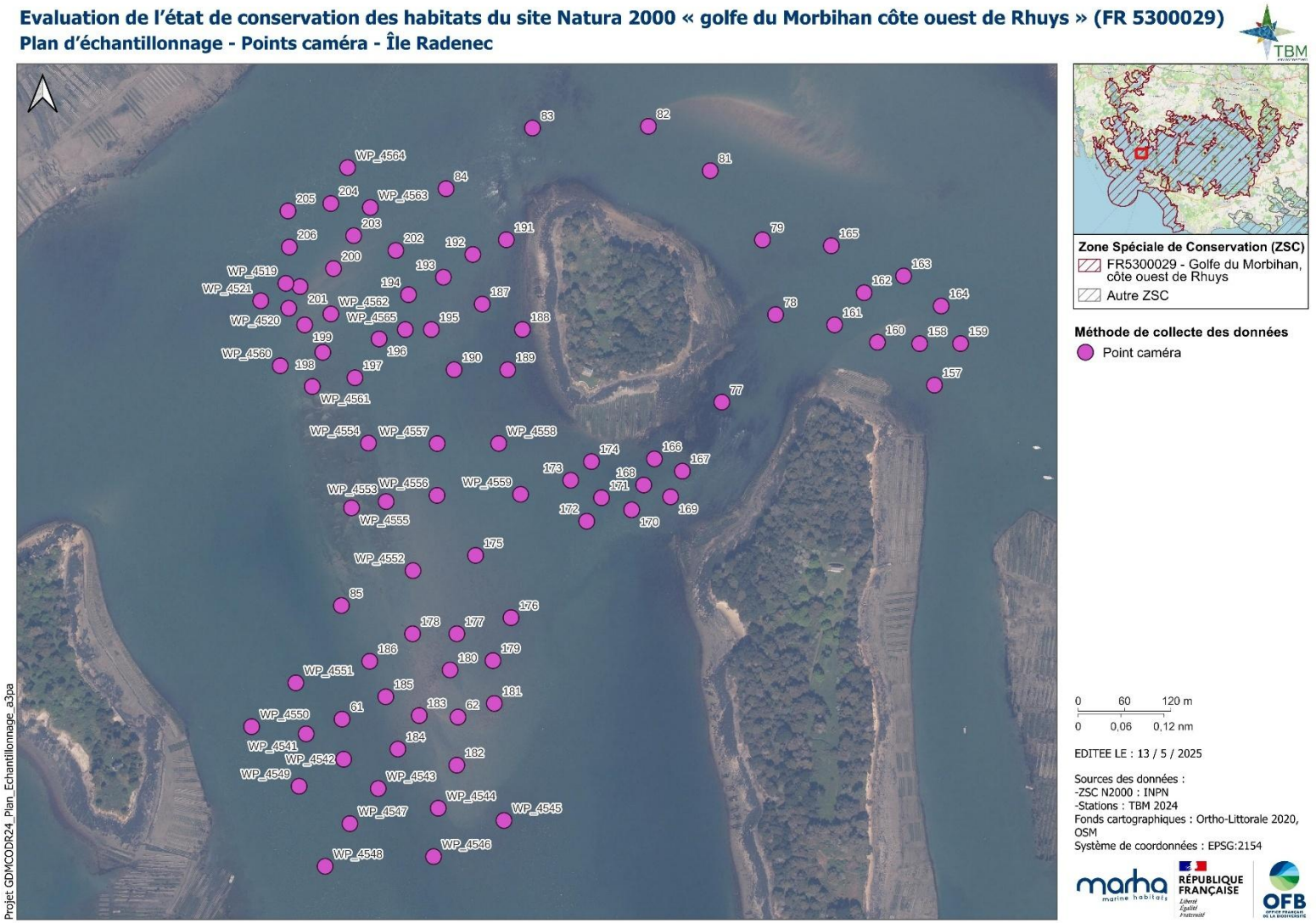


Figure 28. Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur de l'île de Radenec - TBM environnement 2024.

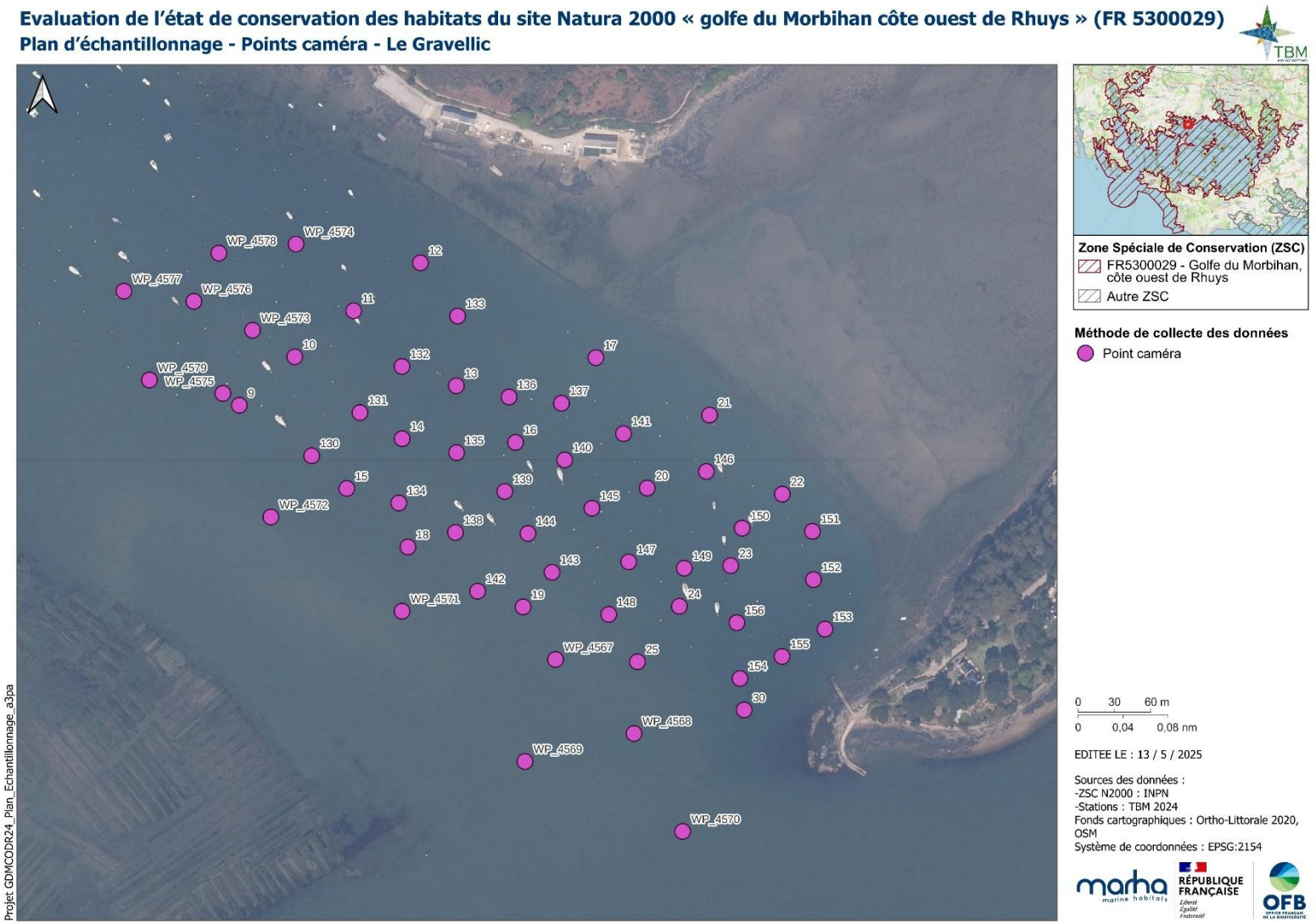


Figure 29. Plan d'échantillonnage des points caméra réalisés sur le secteur du Gravellic - TBM environnement 2024.

2.1.5.2. Campagne de photo-identification

Afin de tester une méthode d'évaluation non destructive, l'état de santé des bancs de maërl a été évalué par le biais de photographies réalisées en plongée sous-marine. Cette étape a été effectuée conformément au protocole développé par l'IUEM (Institut universitaire européen de la mer) et du PNRA (Parc naturel régional d'Armorique): « Elaboration d'un protocole visant à qualifier l'état de conservation des bancs de maërl en rade de Brest par relevés photographiques » (Tauran et Grall, 2021). La mission s'est déroulée le 18 avril 2024 et a mobilisé 3 techniciens plongeurs de TBM environnement sur une journée.

Sur chacun des quatre secteurs (Er Gazeg, Abraham, Radenec et Gravellic), un transect de 10 m de long a été déroulé par les plongeurs. Puis, une photographie a été prise tous les mètres, en alternant les côtés gauche et droit (10 photos au total), au sein d'un quadrat de 0,1 m². Les photographies ont été réalisées à l'aide d'un bâti métallique équipé d'une Go PRO Hero 11 entourée de deux phares (Figure 30).



Figure 30. Dispositif utilisé pour les photographies sous-marines (© TBM environnement).

2.1.5.3. Campagne d'échantillonnage

À l'issue des campagnes prospectives de points caméra, les bancs de maërl ont été échantillonnés selon le protocole DCE-benthos meuble (Garcia et al., 2014). La campagne d'échantillonnage a été mutualisée avec celle des sédiments meubles subtidaux et de la vasière subtidale et s'est déroulée les 16 et 23 avril 2024. La mission a été assurée par deux techniciens de TBM environnement.

Sur chaque station, les réplicats ont été prélevés à l'aide d'une benne Day (surface unitaire de 0,1 m²). Les stations ont été nommées comme suit : M1, M2, M3 et M4 (Figure 33). Au total, quatre réplicats ont été prélevés par station :

- 3 réplicats pour les analyses faunistiques ;

- 1 réplicat pour les analyses granulométriques, les analyses des teneurs en matière organique et l'évaluation de la vitalité et de la taille des brins de maërl.

Les échantillons de faune et de sédiments (destinés aux mesures de matière organique) ont été conditionnés conformément au protocole détaillé en section 2.1.2.2. Les échantillons destinés à l'analyse granulométrique et à la mesure de la taille des brins n'ont pas été congelés, afin d'éviter tout endommagement des thalles de maërl. En revanche, l'échantillon destiné à la mesure de vitalité a été congelé pour des analyses ultérieures en laboratoire. Pour ce prélèvement, le contenu du bac de criée (réplicat) a été sous-échantillonné à l'aide d'une carotte de surface normée (144 cm², Figure 31).

Les échantillons de maërl ont été conservés dans des contenants rigides pour prévenir la dégradation des échantillons.



Figure 31. Sous-échantillonneur utilisé pour le prélèvement de maërl destiné aux mesures de vitalité (© TBM environnement).

En sus des prélèvements sédimentaires, un suivi de la qualité de l'eau a été mené sur chaque station (Figure 34). Dans un premier temps, un profil de la colonne d'eau a été réalisé à l'aide d'une sonde multi paramètres (sonde de type NKE WIMO, Figure 32). Cette dernière collecte des données de pression, de conductivité, de température, de pH, de turbidité, de concentration et de saturation en oxygène, de salinité et de profondeur. Dans un second temps, des prélèvements d'eau ont été réalisés

en subsurface à l'aide d'une bouteille Niskin (Figure 32). Les échantillons d'eau ont été conditionnés dans des flacons fournis par le laboratoire d'analyse Eurofins.



Figure 32. À gauche, flaconnage de l'eau prélevée à l'aide de la bouteille Niskin et immersion de la sonde multi-paramètres à droite (©TBM environnement).

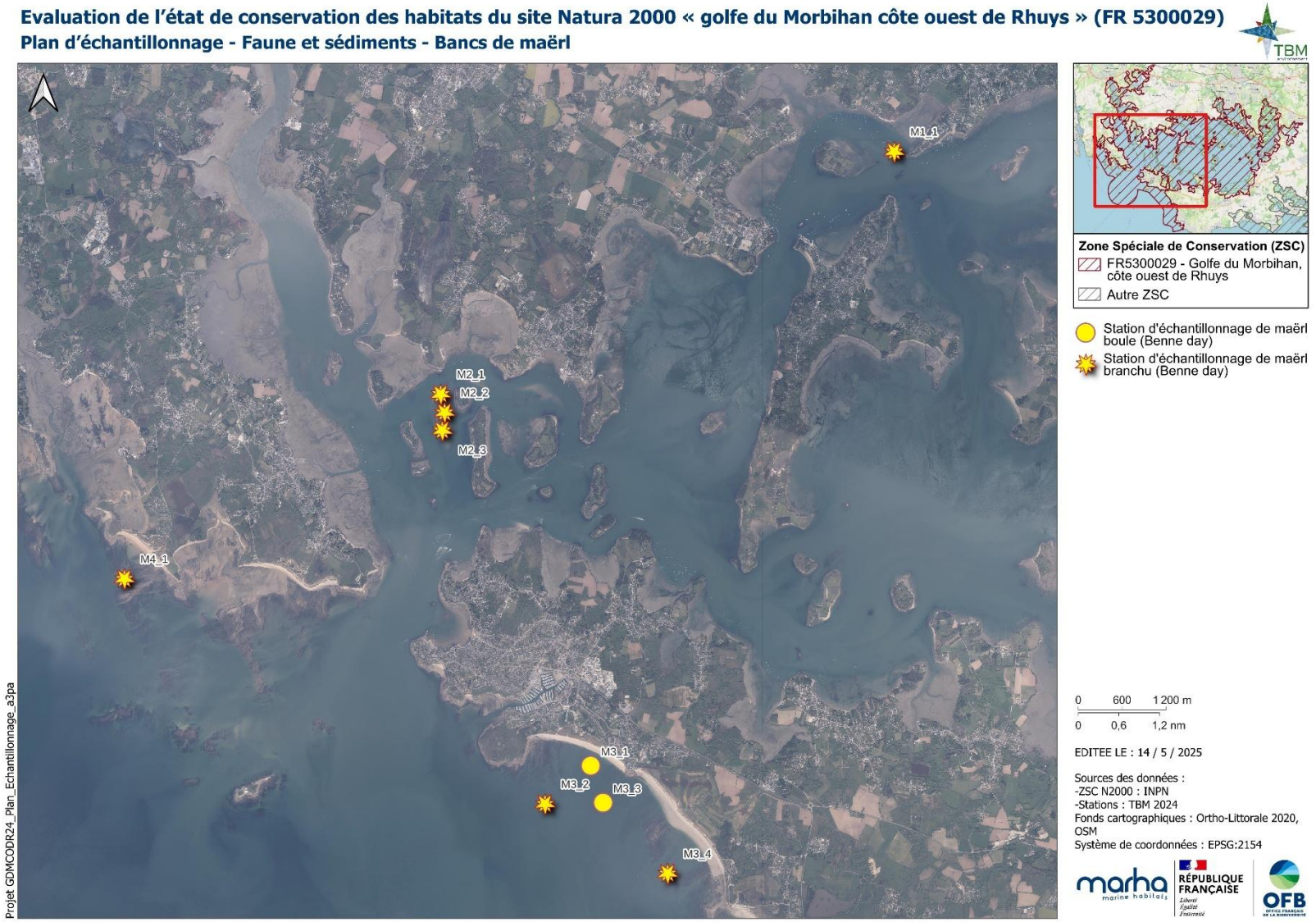


Figure 33. Plan d'échantillonnage des stations de prélèvements des bancs de maërl – TBM environnement, 2024.



Figure 34. Plan d'échantillonnage des stations pour la photo-dentification en plongée sous-marine et le suivi de la qualité de l'eau – TBM environnement, 2024.

2.1.6. Suivi des roches à macro-algues intertidales

Le suivi des roches à macro-algues intertidales de l'île de Bailleron et de la pointe de Monténo a été effectué selon le protocole DCE Benthos-macro-algues intertidales (Ar Gall et Le Duff, 2007). Les inventaires ont été effectués à pied le 9 avril 2024 sur l'île de Bailleron (Figure 35) et le 10 avril 2024 sur la Pointe de Monténo (Figure 36), à basse mer, lors des marées de vives-eaux.

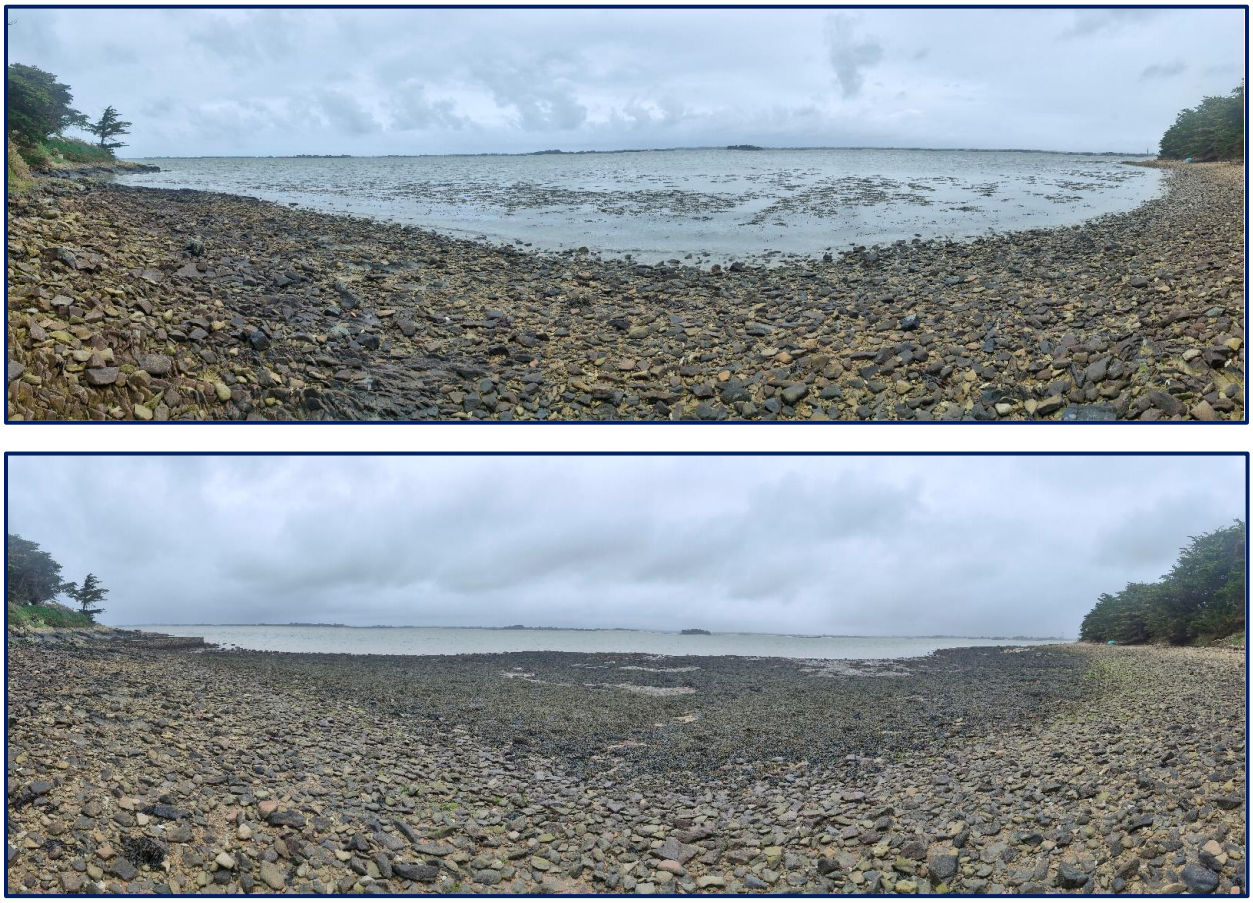


Figure 35. Estran rocheux de l'île de Bailleron à marée haute (en haut) et à marée basse (en bas) (© TBM environnement).



Figure 36. Estran rocheux de la pointe de Monténo à marée basse (©TBM environnement).

Les relevés ont été réalisés le long d'un transect positionné sur l'estran rocheux, perpendiculairement au front de mer. Ce transect traverse les étages du médiolittoral supérieur, moyen

et inférieur, ainsi que l'étage infralittoral supérieur, lorsque celui-ci est accessible. En mode abrité, il est positionné dans une zone homogène de l'estran, là où les ceintures algales sont les plus denses. En mode battu, ce dernier est placé de façon à couvrir les ceintures de faune les plus fréquentes et représentatives de l'estran.

Sur chaque ceinture, 3 quadrats de 1,65 m de côté (2,5 m²) ont été positionnés pour l'échantillonnage (Figure 37). Au sein de ces quadrats (subdivisés en 25 sous-quadrats de 0,1 m²), 3 sous-quadrats ont été échantillonnés aléatoirement afin d'estimer le pourcentage de recouvrement des macro-algues (brunes, rouges et vertes), et des organismes sessiles (p.ex. hermelles, moules, huitres). Une attention particulière a été portée à la présence potentielle d'hermelles. Dans la mesure du possible, l'identification des individus à l'espèce a été faite *in situ*. Cependant, certains spécimens ont été prélevés pour une identification au laboratoire. Sur chaque ceinture, neuf sous-quadrats ont été échantillonnés (0,9 m²), soit 27 au total sur le site de Bailleron et 36 sur le site de la pointe de Monténo.

Sur l'île de Bailleron, trois ceintures algales ont fait l'objet d'un suivi :

- la ceinture à *Pelvetia canaliculata* (médiolittoral supérieur, Figure 37)

- la ceinture à *Ascophyllum nodosum* (médiolittoral moyen, Figure 38) ;

- la ceinture à *Fucus serratus* et algues rouges (médiolittoral inférieur, Figure 39).



Figure 37. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Pelvetia canaliculata sur Bailleron (©TBM environnement).

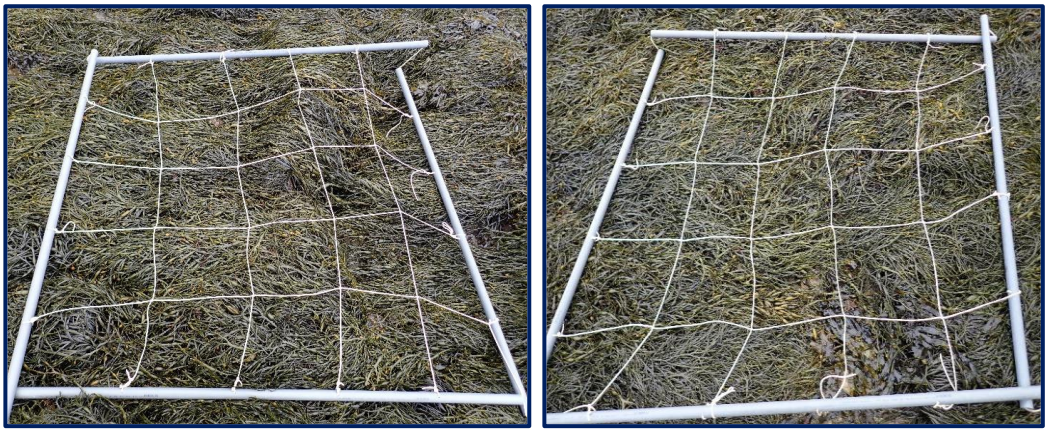


Figure 38. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Ascophyllum nodosum sur Bailleron (©TBM environnement).



Figure 39. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Fucus serratus et algues rouges sur Bailleron (©TBM environnement).

Sur la pointe de Monténo, quatre ceintures ont fait l'objet d'un suivi :

- la ceinture à balanes (médiolittoral supérieur, Figure 40) ;

- la ceinture à balanes, moules et huîtres (médiolittoral moyen, Figure 41) ;

- la ceinture à *Fucus serratus* et algues rouges (médiolittoral inférieur, Figure 42) ;

- la ceinture à *Himanthalia elongata*, *Undaria pinnatifida* et *Sargassum muticum* (Infralittoral supérieur, Figure 43).



Figure 40. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à balanes sur Monténo (©TBM environnement).

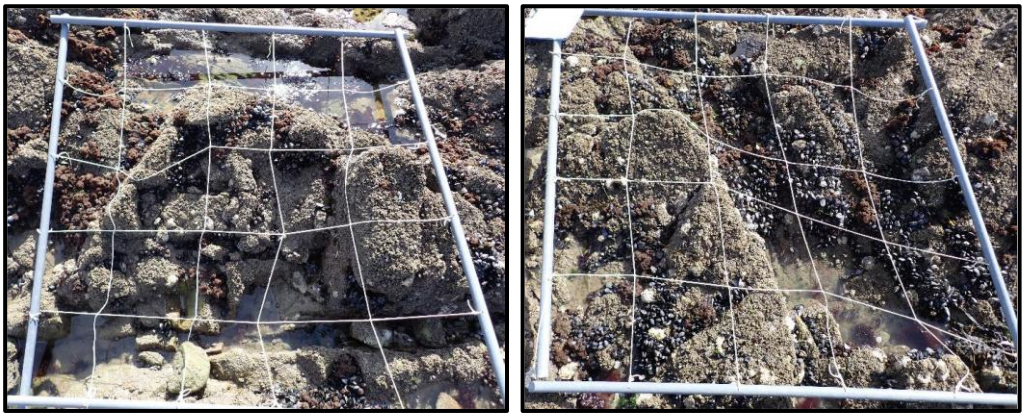


Figure 41. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à balanes, moules et huîtres sur Monténo (©TBM environnement).



Figure 42. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Fucus serratus et algues rouges sur Monténo (©TBM environnement).



Figure 43. Quadrats (2,5 m²) réalisés sur la ceinture à Himanthalia elongata, Undaria pinnatifida et Sargassum muticum sur Monténo (©TBM environnement).

2.1.7. Suivi des roches subtidales

Le suivi des milieux rocheux subtidaux a été évalué selon le protocole DCE-2 « Macroalgues subtidales » pour l'infralittoral et son extension pour le circalittoral (Derrien-Courtel et Le Gal, 2022). Le protocole a été appliqué en plongée sous-marine sur les sites des Gorets et de Brannec, les 11, 12 et 13 juin 2024 (Figure 45).

Dans un premier temps, les ceintures algales ont été identifiées et dénombrées et leur profondeur estimée relativement au zéro des cartes. Ensuite, une identification et un comptage de la faune et de la flore en présence a été réalisé au sein de quadrats selon les différents niveaux définis dans le protocole (Tableau 3).

Sur le site de Brannec, le niveau 4 n'a pu être échantillonné car le point GPS fourni correspondait à un tombant à-pic sur lequel le positionnement des quadrats était impossible. De plus, au niveau du site des Gorets, aucun niveau 2 n'a été recensé. En effet, les espèces de macro-algues brunes structurantes étaient absentes de ce site. Il est à noter que bien qu'elles n'aient pas fait l'objet d'un suivi spécifique, les ceintures algales du site de Grégan ont également été relevées.

Tableau 3. Présentation des ceintures algales identifiées sur les 3 sites et types de relevés effectués sur les différents niveaux (CM signifie côte marine).

STATION	NIVEAUX	TYPES DE RELEVES
Grégan	N2 (+1,5m CM à -2m CM)	Relevé ceintures car pas de protocole DCE2 macroalgues à réaliser sur ce site.
	N3 (-2 m CM à -8 m CM)	
	N4 (-8 m CM à minimum -11 m CM)	
Brannec	N2 (+0,5m CM à -0,2m CM)	10 quadrats Faune/Flore entre + 0,5m CM et -0,2m CM avec 5 Q- à +0.15m parmi ces 10 quadrats
	N3 (-0,2m CM à -2,5m CM)	8 quadrats Flore à -1m CM
	N4 (-2,5m CM à -10m CM)	Réalisation de quadrats Faune/flore impossible
	N5 (-10 m CM à -15m CM)	-
Gorets	N3 (+0m CM à - 7,2m CM)	8 quadrats Flore à -3m CM
	N4 (-7,2m CM à -21,0m CM)	10 quadrats Faune/Flore à -8 m CM

2.1.8. Suivi des faciès à gorgonaires

Le suivi des tombants à gorgone a été réalisé sur les 3 mêmes sites que le suivi des macroalgues subtidales, les 11, 12 et 13 juin 2024. Sur chaque site, les relevés ont été réalisés dans trois quadrats de 1 m² (Figure 44).

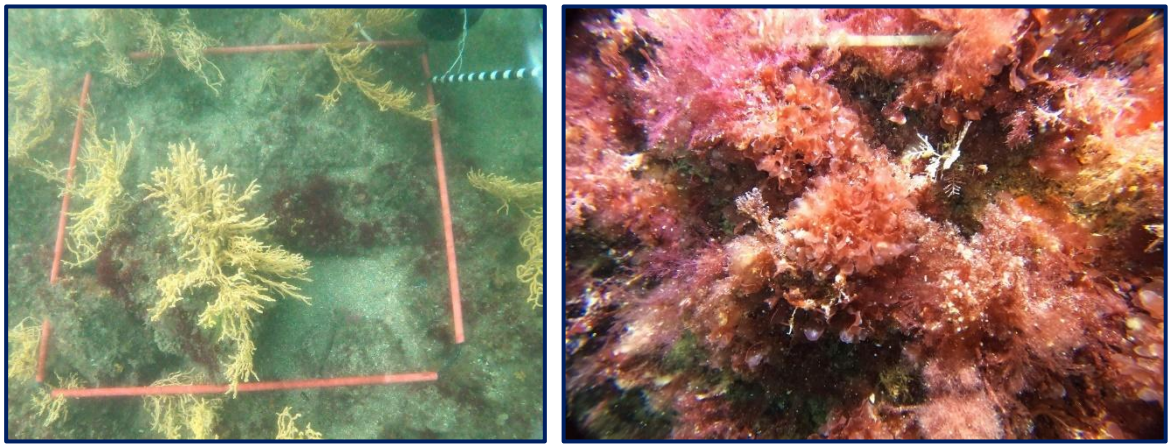


Figure 44. À gauche : quadrat placé sur le tombant à gorgones du site des Gorets. À droite : zoom sur des macro-algues rouges du niveau 4 (© TBM environnement).

Lors des différentes plongées, les relevés terrains suivants ont été effectués :

- Mesures de caractéristiques associées aux gorgones sur 3 quadrats de 1 m² (densité, hauteur, largeur, taux d'épibiose (0-5%, 5-10%, 10-25%, > 25%), état de santé) ;
- Inventaire de type ZNIEFF concernant les biocénoses associées aux gorgones. La majorité de la détermination a été réalisée *in situ* en plongée pour les espèces identifiables. Des échantillons ont également été récoltés car des groupes taxonomiques demandent des observations microscopiques ultérieures, comme les porifères, les hydraires et les bryozoaires.

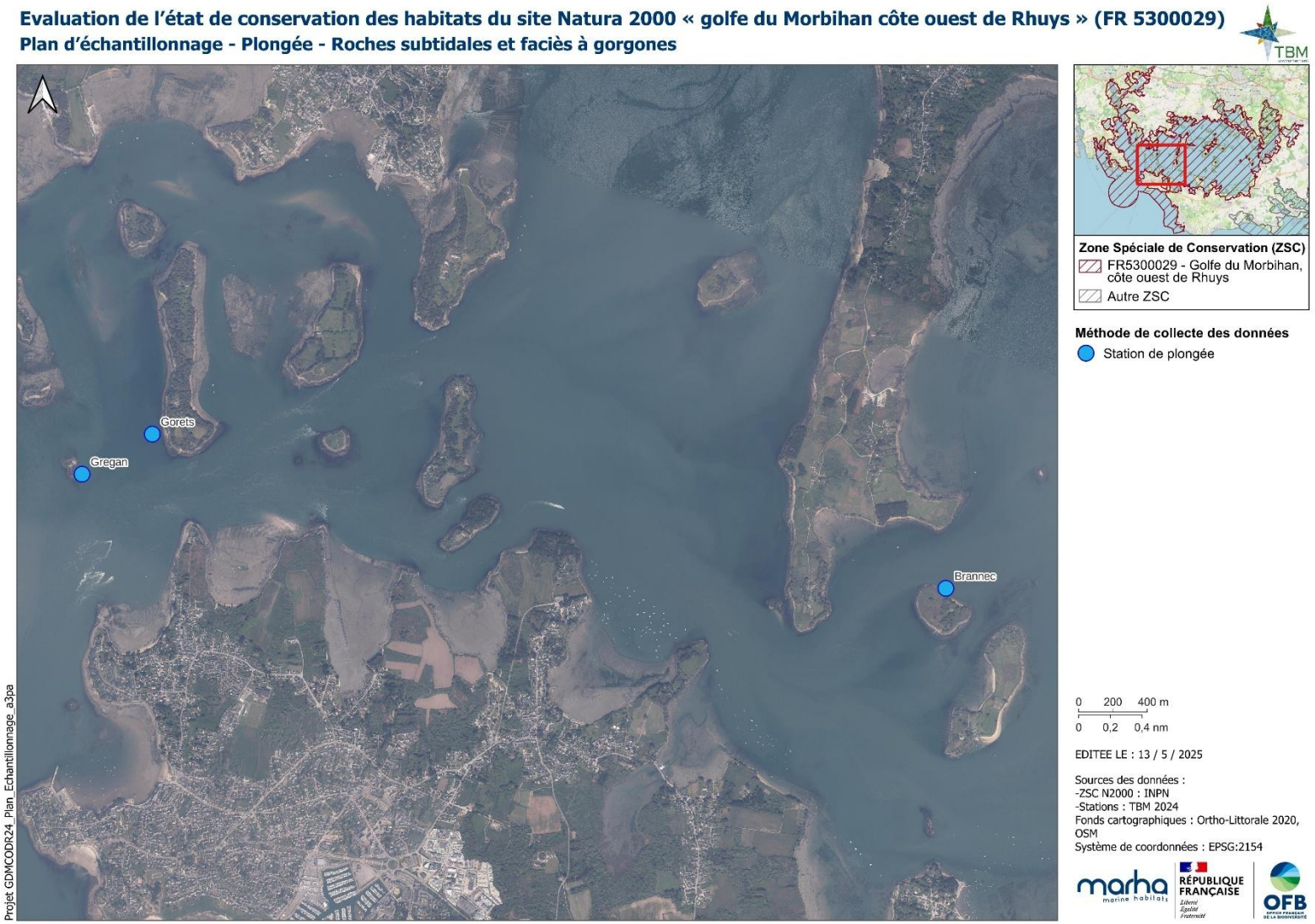


Figure 45. Plan d'échantillonnage des stations pour le suivi des roches subtidales et des faciès à gorgones en plongée – TBM environnement, 2024.

2.2.Analyses au laboratoire

2.2.1.Analyse granulométrique

La granulométrie est une mesure de la distribution de la taille des particules sédimentaires. Les caractéristiques du sédiment jouent un rôle majeur dans la définition des habitats benthiques puisqu'elles structurent la distribution spatiale de la macrofaune benthique. En règle générale, une modification de la granulométrie au cours du temps, par exemple l'envasement d'un secteur, entraine un changement des communautés benthiques.

Les données granulométriques permettent de définir les grands types d'habitats sédimentaires, selon la méthodologie décrite dans l'ouvrage « Bio-évaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion » (Alzieu, 2003). Généralement, les fractions sédimentaires isolées sont les suivantes :

- les **vases** (< 63 µm) ;
- les **sables fins** (63 à 250 µm) ;
- les **sables moyens** (250 à 500 µm) ;
- les **sables grossiers** (500 µm à 2 mm) ;
- les **graviers** (2 à 64 mm) ;
- les **galets** (> 64 mm).

L'analyse de ces fractions permet d'identifier les différents habitats sédimentaires :

- les **vasières** (fraction de vase supérieure à 80 %) ;
- les **vasières sableuses** (fraction de vase comprise entre 30 et 80 %) ;
- les **sables fins** dont la fraction est dominante, dits envasés, lorsque la fraction de vase est comprise entre 15 et 30 % ;
- les **sables moyens** dont la fraction est dominante ;
- les **sables grossiers** dont la fraction est dominante ;
- les **graviers** (fraction de graviers supérieure à 20 %).

L'analyse granulométrique des sédiments collectés a été effectuée par tamisage à sec (tamiseuse électrique Retsch AS200 basic, Figure 46). Cette étape est réalisée dans une colonne de seize tamis de maille carrée (Norme AFNOR) disposés dans l'ordre suivant (de la maille la plus large à la maille la plus fine) : > 64 mm, 10 mm, 6,3 mm, 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 710 µm, 500 µm, 355 µm, 250 µm, 200 µm, 125 µm, 90 µm, 63 µm et < 63 µm.



Figure 46. Tamiseuse électrique Retsch (© TBM environnement).

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes standardisées et distinctes. Dans un premier temps, environ 300 g de l'échantillon total sont homogénéisés au sein d'un contenant puis séchés à l'étuve pendant 48 h, à 60 °C. Après ce premier séchage, l'échantillon est pesé, rincé et tamisé (maille inférieure à 63 µm), afin d'éliminer la fraction pélitique et le sel. L'échantillon est à nouveau séché à l'étuve pendant 48 h, puis pesé et tamisé au moyen de la tamiseuse électrique (15-20 minutes à 60 %). Enfin, à l'issue du tamisage, les différents refus de tamis sont pesés et photographiés sur un tableau spécifiant la station d'échantillonnage ainsi que la fraction collectée.

2.2.2. Analyse de la teneur en matière organique

La matière organique sédimentaire peut avoir une origine allochtone et provenir des fleuves et des débris végétaux qu'ils transportent ou une origine autochtone et dériver de l'activité biologique. La teneur en Matière Organique (MO) des échantillons a été évaluée par perte au feu (Figure 47). En premier lieu, les échantillons de sédiment sec (passage à l'étuve 48 h à 60°C) sont pesés avant de subir une crémation à 450°C pendant 4 h, pour l'obtention du poids sec de matière minérale (Byers et al., 1978). Le poids sec de MO du sédiment, exprimé en pourcentage de MO, est ensuite estimé comme la différence de masse entre le poids sec total et le poids sec de matière minérale.



Figure 47 : Calcination des échantillons au four (© TBM environnement).

Les teneurs en matière organique sédimentaire ont ensuite été interprétées conformément à la méthode proposée par Licari (1998). Cette dernière définit des valeurs seuils de teneur en matière organique et y associe un degré d'enrichissement du milieu. Ces éléments sont présentés dans le Tableau 4 pour les sédiments envasés (vases > 60 %) et le Tableau 5 pour les sédiment peu envasés (vases < 60 %).

Tableau 4. Enrichissement du milieu selon les valeurs seuils proposées par Licari (1998) pour les sédiments envasés.

Valeurs de référence de la teneur en MO (% de poids sec)	Enrichissement du sédiment
< 6,95	Faible
[6,95 – 10,30[	Moyen
≥ 10,30	Fort

Tableau 5. Enrichissement du milieu selon les valeurs seuils proposées par Licari (1998) pour les sédiments peu envasés.

Valeurs de référence de la teneur en MO (% de poids sec)	Enrichissement du sédiment
< 2,84	Faible
[2,84– 6,95[	Moyen
[6,95 – 12,08[	Fort
≥ 12,08	Très fort

2.2.3. Analyse de la qualité de l'eau

Les paramètres physico-chimiques de la masse d'eau ont été mesurés à l'aide de la sonde multi-paramètres, et comptent :

- la chlorophylle a (mg/L) ;
- l'oxygène dissous (mg/L) ;
- la salinité (PSU) ;
- la turbidité (NTU) ;
- la température (°C) ;
- le pH.

En parallèle, des analyses physico-chimiques ont été réalisées à partir des prélèvements d'eau. Ces dernières intègrent une mesure de la salinité, du carbone organique total, de l'azote global, de l'azote Kjeldahl, de l'ammonium (en NH_4), des nitrates (en NO_3), des nitrites (NO_2), des ortho phosphates et du phosphore total (P).

Les résultats des analyses d'eau font l'objet d'une interprétation paramètre par paramètre sur chaque station et à l'échelle de la colonne d'eau. L'évaluation des paramètres se fait au regard des critères DCE pour l'évaluation d'une masse d'eau.

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000/60/CE) du 23 octobre 2000 définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique sur le plan européen. Elle fixe un objectif de bon état écologique et chimique pour les eaux superficielles. La Directive s'appuie sur l'évaluation d'un certain nombre d'éléments de qualité pour définir l'état global d'une masse d'eau. La liste des éléments de qualité à prendre en compte varie selon la catégorie de la masse d'eau.

Les éléments de qualité physico-chimiques retenus comme paramètres de soutien pour la classification de l'état écologique des masses d'eaux côtières et de transition sont :

- Les nutriments,
- La température de l'eau,
- La transparence via la turbidité,
- Le bilan d'oxygène (oxygène dissous).

*Transparence-Turbidité (*https://wwz.ifremer.fr/envlit/DCE/Etat-ecologique/Fiche-transparence *)*

Comme définie par la DCE, la turbidité évalue la transparence d'une eau par la perte de lumière résultant de sa traversée. Elle est donc fonction de la quantité, de la taille et de la forme des particules en suspension et varie en fonction des apports des fleuves, de la remise en suspension du sédiment et de la concentration en plancton.

Le littoral français a été réparti en plusieurs écotypes suivant l'atlas de turbidité établi par Gohin (2011). D'après ce classement, la zone d'étude appartient à l'écotype 3, correspondant aux zones vaseuses/sableuses et les masses d'eau situées à l'embouchure des principaux fleuves. La masse d'eau du Golfe du Morbihan (FRGC39) correspond à une typologie C12 – Côte vaseuse abritée.

Les seuils sont donnés pour la mesure en turbidité en NTU en surface entre mars et octobre (Tableau 6).

Tableau 6 : Grille de qualité pour l'indicateur "transparence - turbidité"

Turbidité (NTU)	[0-30[	[30-45[	> 45
Etat écologique	Très bon	Bon	Moyen

*Oxygène dissous (*https://wwz.ifremer.fr/envlit/DCE/Etat-ecologique/Fiche-oxygene-dissous*)*

L'oxygène dissous est un paramètre vital qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. En dessous de certaines concentrations, de nombreuses espèces vivantes meurent. Les seuils sont donnés pour la mesure de l'oxygène dissous au fond en mg/L (Tableau 7).

Tableau 7 : Grille de qualité pour l'indicateur "oxygène dissous"

O_2 dissous (mg/L)	> 5	]5-3]	< 3
Etat écologique	Très bon	Bon	Moyen

Chlorophylle a

Les concentrations en chlorophylle *a* mesurées dans les prélèvements de subsurface font également partie des critères d'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux littorales de l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du Code de l'Environnement. Le tableau suivant présente la grille de qualité pour l'indicateur "chlorophylle a" (eaux côtières de type 1). Le percentile 90[1] calculé sur des *données mensuelles, sur six ans*, constitue la métrique retenue par la DCE pour ce paramètre. La comparaison avec cet indicateur est donnée à titre indicatif (Tableau 8).

Tableau 8 : Grille de qualité pour l'indicateur "chlorophylle a" (Valeur de référence Manche-Atlantique 3,33 µg/L de l'arrêté du 27 juillet 2018)

Percentile 90 chlorophylle a	< 5 µg/L	5 à 10 µg/L	10 à 20 µg/L	20 à 40 µg/L	> 40 µg/L
Etat écologique	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Nutriments (https://wwz.ifremer.fr/envlit/DCE/Etat-ecologique/Fiche-nutriments)

Le terme « nutriments » désigne les composés inorganiques nécessaires à la nutrition des producteurs primaires (phytoplancton, macro-algues, angiospermes). Ils sont naturellement présents dans le milieu. Toutefois, lors d'une augmentation de flux de nutriments en zone côtière (en raison d'apports anthropiques tel que les rejets dus au lessivage des terres agricoles, les rejets urbains et industriels), les nutriments peuvent être parfois considérés comme une pression à l'origine de nuisances indirectes.

La grille suivante donne l'évaluation pour l'azote inorganique dissous (NID) calculé comme la somme de l'ammonium, des nitrates et des nitrites (en µmol/L), normalisé à une salinité de 33 (Tableau 9).

Tableau 9. : Grille de qualité pour l'indicateur NID.

NID (µmol/L)	< 20	]20-33]	≥ 33
Etat écologique	Très bon	Bon	Moyen

2.2.4. Analyse des échantillons de faune

Après réception, les échantillons de faune ont été triés et analysés en laboratoire selon un protocole standardisé (Guillaumont and Gauthier, 2005; Norme NF EN ISO 16665).

Selon ce protocole, les échantillons sont dans un premier temps conditionnés sous sacs plastiques, puis sont placés sur un tamis de maille 1 mm et l'eau formolée est récupérée dans un bidon hermétique

[1] La valeur recherchée est la valeur représentative de la situation rencontrée pendant 90% du temps.

(Figure 48). Nocif pour l'environnement, ce mélange de fixation est détruit par une entreprise spécialisée en centre agréé. Dans un local indépendant en dépression, les échantillons sont ensuite rincés à l'eau douce dans des éviers pendant un minimum de 24 h, afin d'éliminer toute trace de formol (Figure 48). Une hotte aspirante (conforme aux normes de filtration du formaldéhyde) surplombe les éviers et assure l'évacuation des vapeurs dégagées par les échantillons. Pendant la phase de déformolage, le port des équipements de protection individuels (EPI) est obligatoire (masque facial à cartouches, gants nitrex 802 et blouse de laboratoire) et l'accès au local de déformolage restreint au personnel compétent.



Figure 48. Etapes du déformolage : récupération de l'eau formolée (à gauche) et rinçage (à droite) (©TBM environnement)

Dans un second temps, chaque échantillon est minutieusement trié à la pince fine sous hotte aspirante (Figure 49), pour le prélèvement des macro-invertébrés benthiques de taille supérieure ou égale à 1 mm. Les organismes sont alors placés en pilulier avec de l'éthanol à 70° dans l'attente de l'étape de détermination (Figure 49).

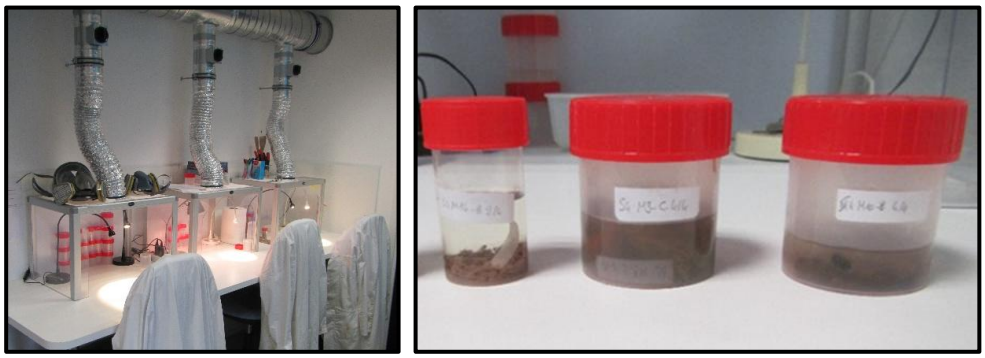


Figure 49. Postes de tri des échantillons de macrofaune benthique (à gauche) et piluliers de conditionnement (à droite) (©TBM environnement)

Dans la majorité des cas, la détermination taxonomique de chaque individu est réalisée sous loupe binoculaire et/ou microscope jusqu'au niveau de l'espèce, en fonction de son état de conservation. Seuls les némertes, les plathelminthes et les oligochètes ne sont mentionnés qu'au niveau de l'embranchement ou du groupe taxonomique. Le référentiel taxonomique World Register of Marine Species (WORMS) sert de référence. Pour chaque échantillon, le nombre d'espèces ainsi que le nombre exact d'individus par espèce de l'endofaune et de l'épifaune vagile est comptabilisé.

2.2.5. Traitement statistique des données faunistiques

2.2.5.1. Abondance et richesse spécifique (indices univariés)

Les données biologiques obtenues permettent l'estimation de deux paramètres synthétiques univariés :

- **l'*abondance (A)*** exprimée en nombre d'individus par mètre carré ;
- **la *richesse spécifique (S)*** correspondant au nombre total d'espèces différentes récoltées sur une station.

Face à une perturbation, les espèces vont suivre 3 trois types de réaction selon leur sensibilité :

- disparaître, pour les plus sensibles ;
- se maintenir, pour les indifférentes ;
- profiter des nouvelles conditions mises en place et se développer, pour les tolérantes et les opportunistes.

2.2.5.2. Indices multivariés

Les indices de Shannon-Weaver et de Piélou sont régulièrement utilisés pour évaluer la diversité des peuplements.

L'**indice de Shannon-Wiener (H'),** le plus courant dans la littérature, prend en compte le nombre ainsi que la proportion de chaque espèce dans l'échantillon. Il est calculé selon la formule :

$$H' = -\sum_S P_i \times \log_2(P_i)$$

Avec *Pi = Ni / N* et *S* le nombre d'espèces contenues dans l'échantillon, *Pi* la proportion de l'espèce i dans l'échantillon, *Ni* l'effectif de l'espèce i dans l'échantillon, *N* l'effectif total de l'échantillon.

H' est minimal (= 0) lorsque tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, ou si chaque espèce est représentée par un seul individu. La diversité de Shannon est considérée comme faible lorsque **H'<1,5**.

H' augmente avec le nombre d'espèces et/ou lorsqu'il y a une équirépartition des espèces, évaluée à l'aide de l'indice d'équitabilité J'(Alzieu, 2003).

L'**indice d'équitabilité de Piélou (J')** mesure l'équitabilité dans la répartition des individus par espèce.

$$E = H' / H_{max}$$

Avec H_{max} = log2(S), et S le nombre d'espèces contenues dans l'échantillon.

Cet indice peut varier de 0 à 1. Il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement, et minimal lorsqu'une seule espèce domine tout le peuplement. Une valeur élevée traduit donc un peuplement bien équilibré.

Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage (Alzieu, 2003).

2.2.5.3. Analyses multivariées

Les méthodes multivariées permettent de mettre en évidence des similitudes entre des ensembles de stations et de les associer avec les paramètres environnementaux. Ces méthodes traduisent les différences inter-stations en distance, selon deux types d'analyses : la classification et l'ordination. Les analyses multivariées sont réalisées à l'aide du logiciel PRIMER© (version 7, Clarke and Gorley, 2015).

Tout d'abord, les données subissent une transformation logarithmique (log(X+1)) afin de diminuer le poids des espèces très abondantes. Puis, l'indice de dissimilarité de Bray-Curtis (ou coefficient) est calculé afin de mesurer la ressemblance globale entre les échantillons (comparaison 2 à 2), à la fois en termes d'espèces et d'abondance (Bray and Curtis, 1957).

Des Classifications Ascendantes Hiérarchiques (CAH) sont ensuite effectuées pour visualiser les regroupements des peuplements de nature similaire. Sur la base de leur coefficient de Bray Curtis, les stations les plus proches sont regroupées sous la forme d'un dendrogramme dont la longueur des branches représente le pourcentage de similarité entre les assemblages d'espèces. Les données comparées sont des abondances d'espèces. La routine SIMPROF, correspondant à une série de tests statistiques de permutation des profils de similarité, est réalisée pour renforcer et attester de la significativité des relations figurant sur le dendrogramme.

En complément de la CAH, une méthode d'ordination, le multi-dimensional scaling (MDS), est appliquée afin de rendre compte visuellement des proximités inter-stations. Dans ce type d'analyse, les stations sont positionnées dans un espace en 2D à partir d'une matrice de distance : plus elles sont similaires, plus elles sont proches (Clarke et al., 2014). Cette analyse est effectuée sur la base de la présence des espèces et de leur abondance.

La procédure SIMPER (SIMilarity PERcentage) est également utilisée dans le but d'identifier les espèces discriminant les différents groupes de stations. Cette analyse indique les espèces « caractéristiques » des peuplements, c'est-à-dire les espèces qui participent le plus à la définition d'un groupe de stations par rapport à un autre. Cette procédure décompose les similarités moyennes de Bray Curtis entre toutes les paires du groupe, en pourcentage de contribution de chaque espèce. Enfin, les données environnementales pertinentes, par exemple les habitats sédimentaires, sont superposées aux représentations graphiques (MDS et CAH). Les regroupements des stations sont ainsi interprétés au regard de leurs peuplements et de leurs paramètres environnementaux connus. La Figure 50 résume la démarche mise en œuvre dans le cadre des analyses multivariées, selon les cinq étapes décrites ci-dessus (Grall et Coïc, 2006).

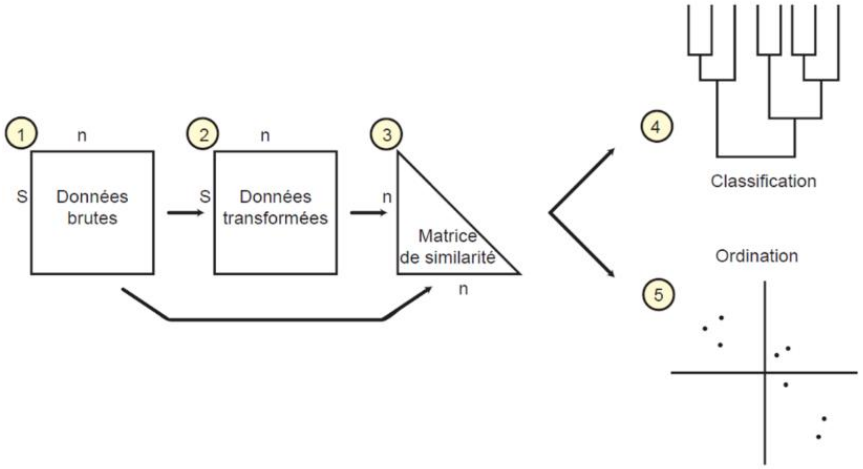


Figure 50. Analyses multivariées : résumé des étapes conduisant à la classification ou à l'ordination (d'après Grall et Coïc, 2006).

2.2.5.4. Tests statistiques

Dans le cas des vasières intertidales, les protocoles DCE et RNF ont été comparés à l'aide de tests statistiques (test de student) de comparaison de moyennes. Ces derniers ont été réalisés sur R Studio. La significativité des tests a été évaluée au seuil de 5 %.

2.2.5.5. Indices biotiques :

2.2.5.5.1. AZTI Marine Biotic Indice (AMBI)

L'objectif de l'**indice biotique AMBI** est d'estimer l'état de santé du milieu et de mettre en évidence ses modifications éventuelles. Il repose sur l'identification de groupes d'espèces dont la présence ou l'absence, ainsi que l'abondance relative, témoignent de déséquilibres au sein des peuplements (Alzieu, 2003). Cette méthode est uniquement basée sur des données biologiques et permet de mesurer l'état de santé des peuplements, et plus largement du milieu, en lien avec un enrichissement en matière organique.

Les deux principaux avantages des indices biotiques sont, d'une part, de révéler des anomalies environnementales indétectables par les autres méthodes (p.ex. physico-chimiques), et d'autre part, de visualiser clairement et rapidement les progrès réalisés dans l'amélioration du milieu (politique de bassin versant, assainissement, etc.). L'emploi des indices biotiques permet de résumer une somme importante d'informations écologiques en une valeur unique.

L'indice AMBI repose sur la distinction de cinq **groupes écologiques** d'espèces de la macrofaune benthique. Au sein de chaque groupe, les espèces partagent une sensibilité comparable à l'excès de matière organique et au déficit d'oxygène résultant de sa dégradation. Ces cinq groupes écologiques aux polluto-sensibilités différentes ont été identifiés par Hily (1984) et complétés par de nombreux auteurs (Grall, Borja, etc.) :

- **Groupe écologique I** : Ces espèces sont largement dominantes en conditions normales mais sont sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a

hypertrophisation du milieu et se réinstallent en dernière. Ce groupe rassemble des suspensivores, des carnivores sélectifs et quelques déposivores tubicoles de subsurface.

- **Groupe écologique II** : Ces espèces sont indifférentes à une hypertrophisation et peu influencées par un enrichissement du milieu. Ce sont généralement des carnivores et des nécrophages peu sélectifs.
- **Groupe écologique III** : Ces espèces opportunistes sont naturellement présentes dans les vases et sont tolérantes à une hypertrophisation. Elles deviennent dominantes lorsque le milieu est enrichi et sont le premier signe de son déséquilibre. Ces espèces rassemblent des déposivores tubicoles de surface et bénéficient du film superficiel chargé en matière organique.
- **Groupe écologique IV** : Ce groupe rassemble des espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle de vie court (< 1 an) abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées. Ce sont généralement des déposivores de subsurface qui indiquent le début de la pollution.
- **Groupe écologique V** : Ces espèces sont des déposivores opportunistes de premier ordre, qui envahissent les sédiments réduits. Le milieu est soumis à une pollution maximale et bien que peu diversifié abrite de fortes densités d'organismes. Cette phase précède généralement la disparition totale des vertébrés (sédiments azoïques).

La Figure 51 illustre l'évolution des groupes écologiques en termes d'abondance, en fonction d'une perturbation croissante.

Le **Coefficient Benthique** (CB ou AMBI) a été créé par Borja et al. (2000). Il permet de pondérer le pourcentage de chaque groupe écologique présent par le poids de sa contribution dans la représentation du niveau de perturbation :

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

Cette formule a l'avantage de transformer l'indice en variable continue, ce qui permet l'utilisation de tests statistiques pour en vérifier la validité. De plus, l'AMBI permet de s'affranchir de la subjectivité lors de l'attribution d'une valeur en cas de deux groupes écologiques en proportions équivalentes. Le Tableau 10 indique les correspondances entre les valeurs de l'indice AMBI et l'état de santé des communautés benthiques.

Tableau 10 : Valeurs d'AMBI et état de santé des communautés benthiques (selon Borja et al., 2000).

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Très bon	0 < AMBI ≤ 1,2	Normal
Bon	1,2 < AMBI ≤ 3,3	Légèrement pollué, état transitoire
Moyen	3,3 < AMBI ≤ 4,3	Modérément pollué
Médiocre	4,3 < AMBI ≤ 5,5	Gravement pollué
Mauvais	5,5 < AMBI ≤ 7	Azoïque

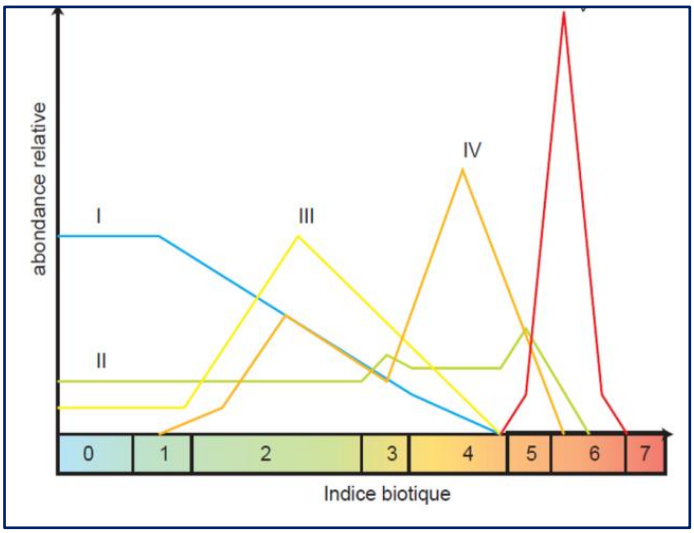


Figure 51. Evolution de l'abondance relative des cinq groupes écologiques (en chiffres romains) en fonction d'une perturbation croissante (D'après (Grall et Coïc, 2006).

2.2.5.5.2. M-AMBI (masses d'eau côtières)

Le M-AMBI permet de compléter les résultats obtenus avec l'AMBI. Il concerne les masses d'eaux côtières. Son calcul est dérivé, par analyse factorielle, des valeurs de l'AMBI, de la richesse spécifique et de l'indice de diversité de Shannon-Wiener. Pour le calculer, une station théorique de référence haute et une station théorique de référence basse doivent être définies. La station de référence haute correspond à la meilleure qualité biologique théorique possible du jeu de données traité. La station de référence basse présente la plus mauvaise qualité possible et est établie avec l'AMBI minimal observé et des valeurs de richesse et de diversités nulles.

La synthèse bibliographique réalisée dans le cadre du lot 2 de ce marché, a permis de répertorier et de localiser les pressions anthropiques s'exerçant au sein du Golfe du Morbihan. Ce travail a ainsi mis en exergue l'absence d'écosystèmes exempts de perturbations anthropiques. Aussi, les conditions de référence pour les trois paramètres suscités ont été définies à partir du rapport DCE de Desroy et *al*. (2010), et sont applicables dans le cas des masses d'eaux côtières des façades Manche et Atlantique (Tableau 11).

Tableau 11. Conditions de référence appliquées pour le calcul de l'indice biotique M-AMBI, définies par Desroy et al. (2010) pour les masses d'eau côtières des façades Manche et Atlantique.

	Etat écologique	Richesse spécifique	Diversité de Shannon-Wiener	AMBI
Sables fins plus ou moins envasés subtidaux	Très bon	58	4	1
	Mauvais	1	0	6
Sables fins plus ou moins envasés intertidaux	Très bon	35	4	1
	Mauvais	1	0	6
Sables fins battus	Très bon	15	3,5	1
	Mauvais	1	0	6

Le M-AMBI est calculé grâce au logiciel AMBI 6.0 développé par l'équipe espagnole AZTI (ambi.azti.es). Son emploi doit répondre à certains critères d'application, listés ci-dessous (Borja, 2013; Borja and Muxika, 2005) :

- inapplicable sur les communautés de substrats dur, l'épifaune et le plancton,
- inapplicable sur les taxa n'appartenant pas aux invertébrés benthiques et sur les taxa d'eau douce,
- inapplicable sur les insectes lorsque la salinité est supérieure à 10,
- la richesse doit être supérieure à 4,
- l'abondance doit être supérieure à 6,
- le pourcentage de taxa non affiliés à un groupe écologique doit être inférieur à 20 %,
- la surface d'échantillonnage doit être identique entre tous les prélèvements,
- un minimum de 50 stations est requis pour optimiser la robustesse de l'indice.

Les valeurs de référence du M-AMBI sont présentées dans le Tableau 12 :

Tableau 12 : Valeurs du M-AMBI et état écologique des communautés benthiques (source legifrance.gouv.fr, arrêté du 25/01/2010).

Etat écologique	M-AMBI
Très bon	M-AMBI > 0,85
Bon	0,55 < M-AMBI ≤ 0,85
Moyen	0,4 < M-AMBI ≤ 0,55
Médiocre	0,2 < M-AMBI ≤ 0,4
Mauvais	M-AMBI ≤ 0,2

2.2.5.5.3. BEQI-FR (masses d'eau de transition)

Pour les masses d'eau de transition estuarienne (MET), un indicateur complémentaire à l'AMBI a été retenu pour l'évaluation de l'état écologique : l'indice BEQI-FR. Cet indice, dérivé du BEQI2, a été proposé par Blanchet and Fouet (2019) et Fouet et al. (2018). Cet indicateur prend en compte trois métriques (H', S et l'AMBI) et combine les trois EQR (« ecological quality ratio ») correspondants en les moyennant afin d'obtenir l'EQR final. La formule de calcul de l'indice BEQI-FR est la suivante :

$$BEQI - FR = \frac{\frac{Sobs}{Sref} + \frac{H'obs}{H'ref} + \frac{(AMBI\ obs - 7)}{(AMBI\ ref - 7)}}{3}$$

Avec S obs : richesse spécifique mesurée, S ref : richesse spécifique de référence, H' obs : indice de diversité de Shannon observé, H' ref : indice de diversité de Shannon de référence, AMBI obs : AMBI observé et AMBI ref : AMBI de référence.

Le BEQI-Fr est applicable aux espèces de l'endofaune. Aussi, les taxons de la petite faune encroûtante vivant fixée sur les coquilles, les cailloux ou la végétation sont exclus de l'analyse. On peut citer par

exemple : les petits annélides polychètes fixés (ex : spirorbidés), les polypes d'hydrozoaires, les bryozoaires, les balanes et les chtamales. En outre, la petite épifaune dont les effectifs sont hautement fluctuants d'une marée à l'autre et sont dominants (p.ex. *Peringia ulvae*) n'est incluse que pour le calcul de la richesse spécifique. Il en va de même pour la faune supra-benthique, dont la présence dépend des conditions hydrologiques et de l'heure d'échantillonnage (Mysidacées, amphipodes du genre *Gammarus*).

Le BEQI-FR diffère du BEQI2 car il prend en compte des états de référence différents. Il est notamment attendu que cet indicateur soit principalement sensible aux conditions de déficits d'oxygénation des fonds, résultants de l'accumulation de matière organique. Celle-ci découle généralement des rejets d'effluents organiques ou de phénomènes d'eutrophisation.

Les conditions de référence de l'indice varient en fonction du type d'estuaire (Tableau 13) et des habitats en présence. En amont des calculs, il est donc nécessaire de distinguer le type de masse d'eau parmi les trois catégories suivantes (Typologie européenne des estuaires):

- Grands estuaires (Typologie D).
- Petits estuaires (Typologie F).
- Estuaires dont seule la zone intertidale peut être échantillonnée (Typologie E).

Selon le référentiel DCE, le Golfe du Morbihan correspond à un estuaire de typologie F, c'est-à-dire des estuaires petits à moyens avec une surface intertidale inférieure à 50% (Ar Gall et Le Duff, 2007).

Les habitats pris en compte dans le suivi des masses d'eau de transition sont les suivants :

- MEst : estrans vaseux de la partie moyenne de l'estuaire,
- UEst : estrans vaseux en amont de l'estuaire,
- MuSa : sables vaseux intertidaux,
- FiSa : sables fins intertidaux,
- SMuVS : vases sublittorales,
- IMuSa : sables vaseux de la zone subtidale,
- SSaVS : sables sublittoraux.

Les valeurs de référence pour les paramètres S, H' et AMBI de l'indice BEQI-FR sont présentées dans le Tableau 13.

La valeur obtenue définit l'EQR, déterminant la classe de qualité écologique de la station décrit par la DCE. Les EQR de chaque station sont ensuite moyennés pour obtenir un EQR à l'échelle de la masse d'eau pour l'élément de qualité macro-invertébrés benthiques. Celui-ci est ensuite comparé aux valeurs seuils de l'EQR du BEQI-FR pour chaque typologie d'estuaire (Tableau 6; Fouet et al., 2021). Les valeurs seuils associées aux états écologiques sont présentées dans le Tableau 14, selon la typologie retenue.

Tableau 13 : Valeurs de référence des trois métriques de l'indicateur BEQI-FR pour les habitats EUNIS retenus dans le cadre de la surveillance DCE des macro-invertébrés benthiques (Fouet et al., 2021).

Habitat		S	H'	AMBI
Intertidal	FiSa	13	2,2	0,1
	MuSa	26	3,7	1,4
	MEst	14	2,9	2,5
	UEst	8	1,6	2,8
Subtidal	SMuVS	10	2,5	1,9
	SSaVS	9	2,7	0,3
	IMuSa(1)	33	3,8	1,0

Seules les limites entre les classes Très Bon/Bon et Bon/Moyen sont fournies dans le Tableau 14. Les autres seuils sont similaires quelle que soit la typologie de l'estuaire : Moyen/Médiocre : 0,4 ; Médiocre/Mauvais : 0,2.

Tableau 14 : Seuils pour l'inter-calibration de l'EQR en termes de classes de qualité écologique (Fouet et al., 2021).

Seuils de l'EQR du BEQI-FR					
Typologie D		Typologie E		Typologie F	
Très bon/Bon	Bon/Moyen	Très bon/Bon	Bon/Moyen	Très bon/Bon	Bon/Moyen
0,86	0,67	0,84	0,62	0,86	0,67

2.2.6. Analyses spécifiques aux bancs de maërl

2.2.6.1. Analyse des vidéos de la campagne de prospection

Les vidéos sous-marines collectées lors de la campagne de prospection par points caméra ont été analysées en notant les informations suivantes : présence/absence, vitalité du maërl et taux de recouvrement du maërl vivant. Le taux de recouvrement du maërl vivant a été estimé selon 5 classes de pourcentage :]0-5],]5-25],]25-50],]50-75] et]75-100] %. Cette même échelle a été appliquée pour la vitalité du maërl. Ce paramètre est estimé via l'observation de la couleur des thalles qui permet de différencier maërl vivant et maërl mort.

Le substrat associé a également été relevé et, dans la mesure du possible, les espèces composant la mégafaune benthique ont été identifiées. La mégafaune peut être très riche dans les bancs de maërl et a souvent une répartition de type dispersée.

2.2.6.2. Taille des brins

La mesure de la taille des brins de maërl a été réalisée à l'aide de tamis de 10 mm, 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, et 1,25 mm. Pour éviter tout endommagement des thalles, les échantillons n'ont pas subi de congélation et ont été tamisés manuellement.

2.2.6.3. Vitalité

Les échantillons ont été décongelés puis rincés à l'eau douce. Le taux de vitalité des brins de maërl a été évalué selon le protocole détaillé ci-après. Dans un premier temps, les brins vivants d'un échantillon sont étalés en une couche régulière sur une plaque de papier millimétré et photographiés (Figure 52). Le taux de vitalité est alors obtenu par estimation directe du pourcentage de la plaque occupée par le maërl vivant, relativement à la surface totale échantillonnée sur le terrain (144 cm²). Ce taux peut éventuellement dépasser 100 % lorsque l'épaisseur du maërl vivant en place forme plusieurs couches.



Figure 52. Dispositif utilisé pour déterminer la vitalité du maërl lors de l'étude (© TBM environnement).

2.2.6.4. Photo-identification de l'état de santé des bancs

Cette section détaille le traitement des relevés photographiques réalisés sur chacun des bancs de maërl. La méthodologie d'analyse détaillée appliquée a été décrite par Bizien et *al*. (2024).

Tous les photo-quadrats acquis le long des transects ont été analysés à l'aide du logiciel ImageJ (Ferreira & Rasband, 2012) (Figure 53). Chaque photo-quadrat de 0,1 m² a été subdivisé en 225 cellules de 4,44 cm². La composante de chaque cellule a ensuite été identifiée conformément à une légende prédéfinie (Figure 54 et Figure 55). Les analyses ont été réalisées selon le mode « Avec détails ».

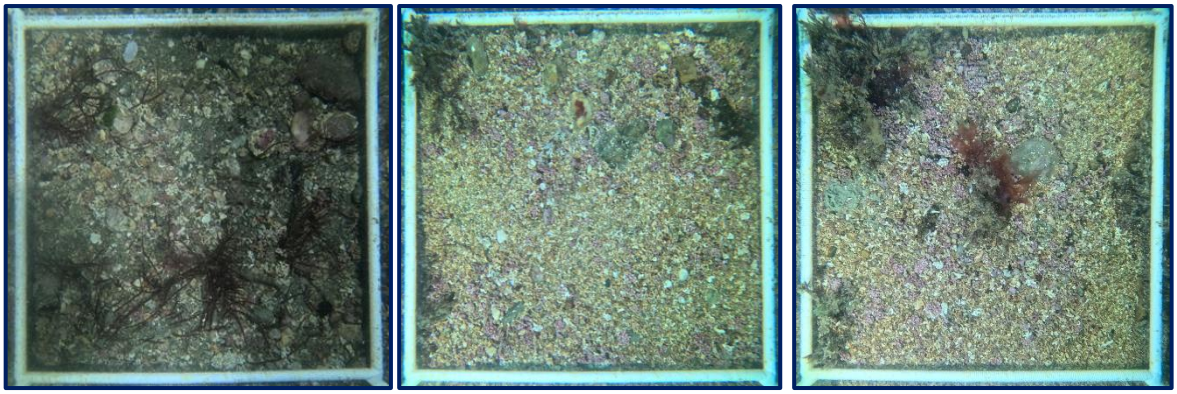


Figure 53. Exemples des photo-quadrats analysés lors du suivi 2024 (© TBM environnement).

Les taux de recouvrement moyen (moyenne des quadrats) associés à chaque catégorie ont ensuite été calculés pour chaque banc de maërl.

CATEGORIE	COULEUR HEXADECIMALE	COULEUR RGB	APERCU COULEUR
Maerl vivant	#8b0015	139,000,021	
Maerl mort	#ffbb8b	255,187,139	
Sédiment	#5d3800	093,056,000	
Faune	#7f008b	127,000,139	
Algues	#268b00	038,139,000	
Corallines encroutantes	#ff8bf3	255,139,243	
Maerl vivant x Maerl mort	#ff6900	255,105,000	
Maerl vivant x Sédiment	#ff635d	255,099,093	
Maerl mort x Sédiment	#fffdb9	255,253,185	
Coquilles vides	#b9e2ff	185,226,255	
Coquilles vides x Sédiment	#00485d	000,072,093	
Autre	#DCDCDC	220,220,220	

Figure 54. Catégories prédéfinies pour l'analyse des cellules de photo-quadrat (issu de Bizien et al., 2024).

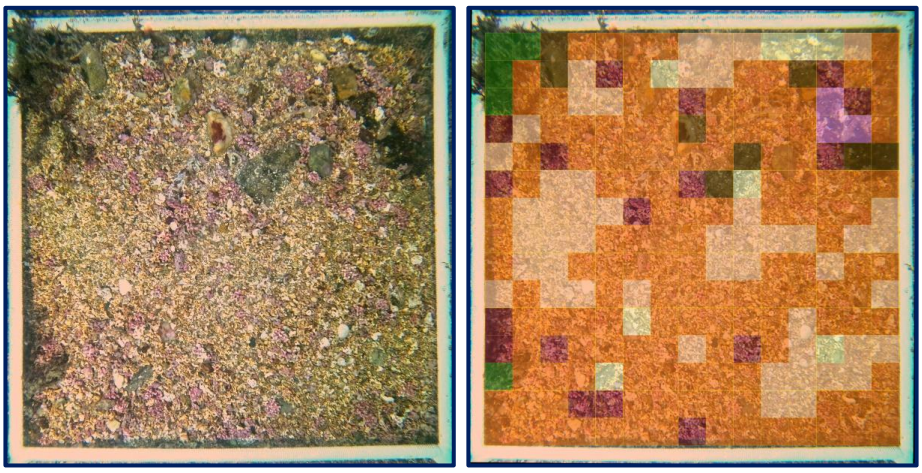


Figure 55. Exemple de traitement d'image avant et après la définition des catégories au sein de chaque cellule (transect réalisé en Baie d'Abraham à 0m) (© TBM environnement).

En outre, un indice de l'état de santé du banc de maërl a été calculé pour chacun des bancs. Cet indice est défini comme le ratio de la surface occupée par du maërl vivant par rapport à la surface totale et est calculé selon la formule suivante :

$$Indice = (\%F\ 100 + \%MV\ 100 + \%MVS\ 100 - \%R\ 100 + 1) \div 2$$

Avec %F le pourcentage de faune, %MV le pourcentage de 'maërl vivant', %MVS le pourcentage de 'maërl vivant x sédiment' et %R le pourcentage de la surface restante.

Afin d'obtenir les résultats les plus fiables possibles, cet indice a été calculé pour chaque quadrat et moyenné à l'échelle de la station. Il est compris entre 0 et 1, et a été défini selon les seuils présentés dans le Tableau 15.

Tableau 15. Valeurs seuils utilisées pour définir l'état de santé des bancs de maërl (issu de Bizien et al. (2024).

Valeurs seuils de l'indice	Etat de santé
[0 – 0,25]	Mauvais
]0,25 – 0,6]	Moyen
]0,6 – 0,8]	Bon
]0,8 – 1]	Très bon

2.2.7. Analyses spécifiques aux herbiers

2.2.7.1. Herbiers de Zostera noltei

2.2.7.1.1. Taux de recouvrement

Au laboratoire, les fichiers des clichés photographiques sans macro-algues ont été renommés par leur code point : code station (initiales de la station) – année – lettre – chiffre.

Afin de renforcer la fiabilité des estimations visuelles des taux de recouvrement et de limiter la subjectivité des opérateurs, les clichés photographiques ont été analysés à l'aide du logiciel de traitement d'image ImageJ. Toutefois, pour les classes extrêmes (0 % et 100 %), les estimations visuelles effectuées sur le terrain ont été jugées suffisamment précises.

Le taux de recouvrement moyen des zostères dans l'herbier a été calculé en faisant la moyenne des recouvrements estimés à partir des 30 quadrats photographiés.

2.2.7.1.2. Macro-algues

Dès le retour du terrain, les fichiers des clichés photographiques ont été renommés par leur code point : code station (initiales de la station) – année – lettre – chiffre. Les échantillons d'algues ont été triés en distinguant les algues rouges, vertes et brunes et congelés à -20 °C. Puis, les échantillons ont été séchés à l'étuve (48 h minimum à 60 °C), pesés pour estimer la biomasse sèche, puis passés au four (4 h à 450 °C) pour calculer la biomasse sèche sans cendre.

2.2.7.2. Herbiers de Zostera marina

2.2.7.2.1. Densité et biométrie (échantillon de matte)

Dans un premier temps, le nombre de pieds collectés lors du prélèvement de la matte (2 quadrats) et le nombre de feuille de chaque pied ont été comptabilisés. Puis, sur chaque pied, les feuilles ont été numérotées de la plus jeune à la plus âgée.

La feuille la plus jeune correspond à la feuille la plus interne, la plus claire, la moins épiphytée et la moins atteinte par la maladie du dépérissement. La feuille la plus âgée correspond à la feuille la plus longue, sous réserve qu'elle soit entière, la plus externe, la plus foncée, la plus épiphytée et la plus atteinte par la maladie.

Par la suite, sur chaque feuille, plusieurs métriques ont été mesurées : la longueur de la gaine (cm), la longueur du limbe (cm) et la largeur de la feuille (mm). L'état de l'apex (cassé ou intact) a également été renseigné.

2.2.7.2.2. Biomasses (échantillon de matte)

Après les mesures, les gaines, les limbes et les parties sous-terraines (racines et rhizomes) ont été séparées. Les gaines des limbes ont été rincées au jet pour détacher les épibiontes. Ensuite, pour chaque échantillon (quadrat), les limbes, les gaines et les parties souterraines (rhizomes et racines) ont été pesés séparément."

Tous les organes du pied ont ensuite été placées à l'étuve pendant 48 h à 60 °C, afin d'obtenir le poids sec de l'ensemble des limbes, gaines et parties sous-terraines.

2.2.7.2.3. Macro-algues (échantillon de matte)

Les macro-algues collectées lors du prélèvement de la matte ont été séparées selon leur catégorie : algues vertes-Chlorophyta, brunes-Ochrophyta, rouges-Rhodophyta) et leur quadrat de prélèvement. Ensuite, les échantillons ont été étuvés à 60°C pendant 48h, et leur poids sec mesuré.

2.2.7.2.4. Degré d'atteinte par la maladie du dépérissement (échantillon de 10 pieds)

Parmi les 10 pieds prélevés dans chaque station (ZM_1 à ZM_3), 5 ont été sélectionnés de manière aléatoire pour évaluer leur niveau d'affection par la maladie du dépérissement. Le pourcentage de couverture des limbes par des zones noires, voire blanches, a été déterminé pour chaque feuille (Figure 56).

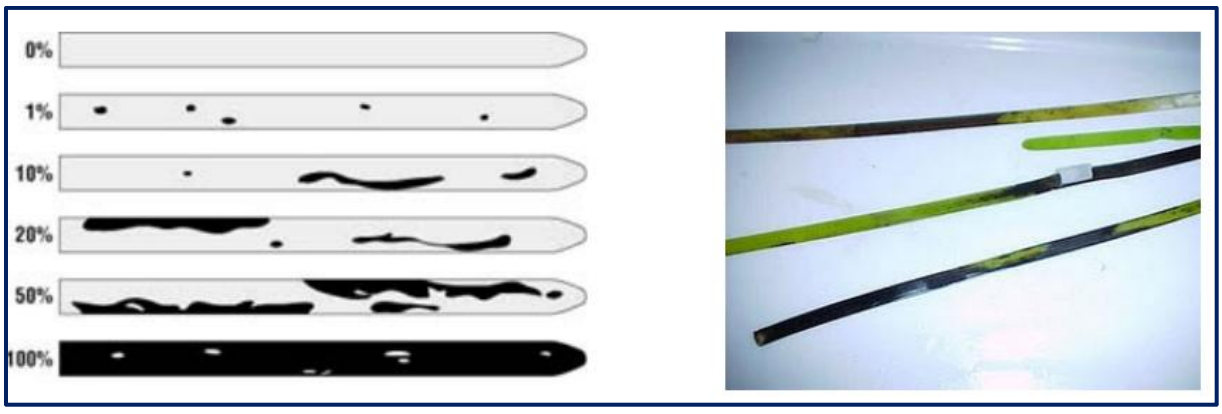


Figure 56. Evaluation de la maladie du dépérissement selon l'échelle de (Burdick et al., 1993).

2.2.7.2.5. Epibiontes (échantillon de 10 pieds)

L'objectif de cette étape est d'estimer la biomasse d'épibiontes (faune et flore, ainsi que pontes d'invertébrés), à partir des 10 pieds prélevés sur chacune des stations (ZM_1 à ZM_3).

Sur chaque échantillon de 10 pieds, la longueur (cm) et la largeur (mm) du limbe de chaque feuille ont été mesurées. Puis, les épibiontes des limbes ont été râclés, recueillis sur une feuille d'aluminium et étuvés pendant 48 h à 60 °C, afin d'obtenir leur poids sec. Les limbes des 10 pieds ont également subi le même traitement pour l'obtention de leur poids sec.

Ensuite, les épibiontes ont été placés 4 h au four à 450 °C pour la mesure du poids de cendres et le calcul du PSSC (poids sec libre de cendres).

2.2.8. Analyses spécifiques aux macroalgues intertidales

2.2.8.1. Indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans rocheux intertidaux

L'indice de qualité calculé dans cette étude est issu du protocole DCE rocheux intertidal (LEBHAM/IUEM/UBO, Ar Gall et Le Duff, 2007). Cet indice résulte de la somme de trois sous-indices :

-La couverture végétale globale (C : noté sur 40 points) : contribution de chaque ceinture à la couverture végétale de la station d'étude,

-La richesse spécifique des espèces caractéristiques de chaque ceinture (N : noté sur 30 points),

-Le couvert des espèces opportunistes (O : noté sur 30 points).

2.2.8.1.1. Couverture végétale globale (C)

Pour le calcul de ce sous-indice, seules les ceintures présentes sur la zone d'étude ont été prises en compte. Un nombre de points a été attribué en fonction de la couverture algale de chaque ceinture. Celui-ci a été pondéré selon l'importance de la surface de chaque ceinture sur la zone d'étude. En effet, chaque ceinture est classée selon ce critère (la ceinture la plus étendue présente le rang 1 et la moins étendue le rang 3) (Tableau 16). Ceci permet ainsi de tenir compte de l'importance relative du couvert végétal de chaque ceinture. Puis, l'ensemble des points de chaque ceinture a été cumulé pour obtenir la valeur globale sur l'estran. Une règle de trois peut être appliquée quand les 5 ceintures ne sont pas présentes. Enfin, la valeur globale a été ramenée sur 40 points.

Tableau 16 : Notation du couvert végétal de chaque ceinture selon son rang (Ar Gall et Le Duff, 2007).

Rang 1		**Rang 2**		**Rang 3**	
Valeur	**Pourcentage**	**Valeur**	**Pourcentage**	**Valeur**	**Pourcentage**
9	75-100	8	75-100	7	75-100
7	50-75	7	50-75	6	50-75
6	25-50	6	25-50	5	25-50
5	10-25	5	10-25	3	10-25
4	5-10	3	5-10	2	5-10
2	2,5-5	2	2,5-5	1	2,5-5
0	0-2,5	0	0-2,5	0	0-2,5

2.2.8.1.2. Richesse spécifique des espèces caractéristiques (N)

Pour le calcul de ce sous-indice, seules les espèces figurant dans les listes des espèces caractéristiques de l'estran par ceinture et présentant une couverture moyenne par ceinture supérieure à 2,5 % ont été prises en compte (Tableau 17).

La valeur du sous-indice correspond à la somme des valeurs obtenues pour chacune des ceintures (Tableau 18), divisée par le nombre de ceinture pour obtenir une valeur de ce sous-indice sur 30 points.

Tableau 17 : Liste des espèces caractéristiques par ceinture (Ar Gall et Le Duff, 2007).

Pelvetia canaliculata	***Fucus vesiculosus***	***Fucus serratus***
Ascophyllum nodosum	*Ascophyllum nodosum*	*Chondrus crispus*
Catenella repens	*Cladophora rupestris*	*Cladophora rupestris*
Fucus spiralis	*Corallina spp.*	*Corallina spp.*
Hildenbrandia rubra	*Fucus serratus*	*Cryptopleura ramosa*
Lichina pygmaea	*Fucus vesiculosus*	*Fucus serratus*
Pelvetia canaliculata	*Gelidium spinosum*	*Gelidium spinosum*
Verrucaria maura	*Gelidium pusillum*	*Gelidium pusillum*
	Lithophyllum incrustans	*Lithophyllum incrustans*
	Phymatolithon lenormandii	*Phymatolithon lenormandii*
	Lomentaria articulata	*Lomentaria articulata*
	Mastocarpus stellatus	*Mastocarpus stellatus*
	Plumaria plumosa	*Osmundea pinnatifida*
	Rhodothamniella floridula	*Palmaria palmata*
		Plumaria plumosa
		Rhodothamniella floridula

Tableau 18 : Notation pour le nombre d'espèces caractéristiques par ceinture.

Espèces caractéristiques			
Valeur	***Pelvetia canaliculata***	***Fucus vesiculosus***	***Fucus serratus***
30	≥ 4	≥ 7	≥ 8
20	3	5-6	6-7
10	2	3-4	4-5
5	1	1-2	1-3
0	0	0	0

2.2.8.1.3. Couvert des espèces opportunistes (O)

Comme pour les espèces caractéristiques, seules les espèces figurant dans la liste des espèces opportunistes ont été considérées (Tableau 19). La valeur du sous-indice correspond à la somme des valeurs obtenues pour chaque ceinture selon le Tableau 20. Le résultat final correspond à la somme des valeurs de chaque ceinture et à l'application d'une règle de trois pour l'obtention d'une valeur sur 30 points peut être appliquer si des ceintures sont absentes.

Tableau 19 : Liste des taxons opportunistes.

Groupe	Liste
Phaeophyceae	Ectocarpales
Chlorophyceae	*Enteromorpha* spp.
	Ulva spp.
Rhodophyceae	*Ceramium* spp.
	Polysiphonia spp.
	Boergeseniella spp.
Microalgues coloniales	Diatomées

Tableau 20 : Notation du couvert en espèces opportunistes.

Valeur	Pourcentage
6	< 5
4	5-25
2	25-50
1	50-75
0	75-100

La valeur finale de l'indice a été calculée en sommant les notes obtenues pour les 3 sous-indices (C/40, O/30 et N/30). Celle-ci a ensuite été comparée aux seuils CFR définis au préalable au niveau européen permettant ainsi d'estimer la qualité de la masse d'eau vis-à-vis de cet indicateur (Tableau 21).

Tableau 21 : Valeur finale de l'indice de qualité.

Valeur finale	Qualification
80-100	Très bon
60-79	Bon
40-59	Moyen
20-39	Médiocre
0-19	Mauvais

2.2.9. Analyses spécifiques aux macroalgues subtidales

L'application du protocole DCE-2 « Macroalgues subtidales » se distingue en plusieurs volets.

2.2.9.1. Etagement et espèces structurantes

Deux métriques sont à étudier : les limites d'extension des ceintures algales et la densité des algues structurantes.

Pour la mesure de la première métrique, les relevés se font le long d'un transect (sans utilisation de quadrat). Le transect est positionné dans la partie qui présente à la fois :

1- La dénivellation la plus rapide et un transect pas trop long,
2- Le nombre maximum de ceintures, donc l'apparition la plus tardive possible du fond sédimentaire.

Après un repérage de surface (au sondeur, compas de relevé et d'un GPS), le transect est posé puis balisé. On dispose alors de deux repères de surface : bouées en début et fin de transect. Ensuite, la présence et la dominance des différentes espèces permettent de définir des « niveaux » qui vont de l'infralittoral au circalittoral du large (Tableau 22 et

Tableau 23).

Pour la métrique densité des algues structurantes, elle est basée sur la densité des algues structurantes mesurées au sein des 10 quadrats « Q faune et flore » réalisés au -3m. De plus, les séries de 5 quadrats «algues arbustives» réalisés à intervalle bathymétrique régulier permettent d'étudier plus finement la composition et la densité de la strate arbustive et d'en suivre l'évolution dans le temps. Ce protocole est basé sur l'utilisation de quadrats de 0,25 m² positionnés dans la ceinture du niveau 2 en fonction de la profondeur limite de l'infralittoral supérieur (Niveau N2) (Tableau 24). Les espèces à dénombrer sont présentées dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Liste des espèces définissant l'étagement.

Ecorégions		
Pays de Loire-Manche occidentale	**Manche orientale**	**Pays Basque**
Cystoseira spp *Halidrys siliquosa* jeunes laminaires indéterminées. *Laminaria digitata* *Laminaria hyperborea* *Laminaria ochroleuca* *Saccorhiza polyschides* *Padina pavonica* *Saccharina latissima* *Sargassum muticum* *Solieria chordalis*	jeunes laminaires indéterminées.*Laminaria digitata* *Laminaria hyperborea* *Laminaria ochroleuca* *Saccorhiza polyschides*	*Cystoseira spp.* jeunes laminaires indéterminées. *Laminaria ochroleuca* *Saccorhiza polyschides*

Tableau 23 : Caractéristiques des différents « niveaux ».

Ceinture algale	Milieu peu turbide		Milieu très turbide
	Site exposé	*Site abrité*	
Frange infralittorale (facultative) =Niveau 1	Présence de *Laminaria digitata*	Présence de *Laminaria digitata* ou *Padina pavonica*	Présence de *Padina pavonica*
Infralittoral supérieur =Niveau 2	"Forêt de laminaires denses" : Laminaires (*Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca* et *Saccorhiza polyschides*) densité ≥ 3/m²	Champs de *Cystoseira spp.* et *Halidrys siliquosa* ≥ 3ind/m²)	*Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa*, parfois associées avec *Laminaria hyperborea*, et/ou *Saccorhiza polyschides* (≥ 3ind/m²). Sous strate composée d'algues rouges sciaphiles
Infralittoral inférieur =Niveau 3	"Forêt de laminaires clairsemées" : Laminaires (*Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca* et *Saccorhiza polyschides*) densité <3/m²	Champs de *Solieria chordalis* <3ind/m²)	Rares *Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa* éparses <3ind/m²). Abondance d'algues rouges sciaphiles *Solieria chordalis* et de la faune fixée
Circalittoral côtier =Niveau 4	Absence de laminaires et présence d'algues sciaphiles (*Dictyopteris polypodioides*, *Rhodymenia pseudopalmata*…), prédominance de la faune fixée	Absence de *Solieria chordalis* et présence d'algues sciaphiles (*Dictyopteris polypodioides*, *Rhodymenia pseudopalmata*…), prédominance de la faune fixée	Dominance de la faune fixée, algues foliacées rares
Circalittoral du large =Niveau 5	Algues dressées absentes. Apparition de faune sciaphile	Algues dressées absentes. Apparition de faune sciaphile	Dominance de la faune fixée, algues dressées absentes

Tableau 24 : Echantillonnage à réaliser pour l'étude de la structure des populations d'algues arbustives en fonction de la profondeur de l'infralittoral supérieur.

Profondeur de la limite inférieure de l'infralittoral supérieur	"Quadrats strate arbustive" (Q-) à échantillonner
<-5,5 C.M	5Q tous les 1m à partir du -1m C.M.
≥-5,5m C.M et < -18m C.M.	5Q tous les 2,5m à partir du -3m C.M.
≥-18m C.M	5Q tous les 5m à partir du -3m C.M.

2.2.9.2. Composition spécifique

Pour la mesure de cette métrique, les relevés sont réalisés par comptage des pieds au sein de 10 quadrats de 0,25 m² positionnés de manière aléatoire dans la ceinture du niveau 2, niveau 3 ou niveau 4 (tout en évitant les failles, les pentes abruptes et le sédiment). Une liste des espèces algales caractéristiques a été établie pour chaque écorégion française. Cette liste est basée sur les études antérieures réalisées dans le cadre du REBENT et de la DCE. Elle se base sur des séries temporelles obtenues sur de nombreux sites. La liste des espèces prises en considération dans le cadre de cette étude est celle de l'écorégion : Manche occidentale – Bretagne – Pays de la Loire (Tableau 25 pour le niveau 2 et Tableau 26 pour le niveau 3). Il n'y a pas de liste pour la ceinture de Niveau 4 puisque pour le moment cette ceinture n'est pas intégrée dans le calcul de l'indicateur DCE-2 (EQR). L'acquisition de données au sein de cette ceinture initiée en 2014 vise à permettre son évaluation prochainement (Derrien-Courtel et Le Gal, 2022).

Tableau 25 : Espèces caractéristiques du niveau 1-2 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne- Pays de la Loire.

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	*Dictyopteris polypodioides* *Dictyota dichotoma* *Halopteris filicina* *Laminaria hyperborea*	*Cystoseira spp.* *Dictyopteris polypodioides* *Dictyota dichotoma* *Halidrys siliquosa* *Padina pavonica* *Sargassum muticum*
Rhodophycées	*Acrosorium venulosum* Algues calcaires dressées *Bonnemaisonia asparagoides* *Calliblepharis ciliata* *Callophyllis laciniata* *Cryptopleura ramosa* *Delesseria sanguinea* *Dilsea carnosa* *Drachiella spectabilis* *Erythroglossum laciniatum* *Halurus equisetifolius* *Heterosiphonia plumosa* *Kallymenia reniformis* *Meredithia microphylla* *Phyllophora crispa* *Phymatolithon lenormandii* *Plocamium cartilagineum* *Rhodymenia pseudopalmata* *Sphaerococcus coronopifolius*	*Apoglossum ruscifolium* *Calliblepharis ciliata* *Calliblepharis jubata* *Callophyllis laciniata* *Chondria dasyphylla* *Cryptopleura ramosa* *Erythroglossum laciniatum* *Kallymenia reniformis* *Nitophyllum punctatum* *Phyllophora crispa* *Plocamium cartilagineum* *Polyneura bonnemaisonii* *Pterothamnion spp.* *Rhodophyllis spp.* *Solieria chordalis*

De même, une liste des espèces opportunistes a été établie sur la même base que précédemment (Tableau 27). Ces espèces sont comptabilisées en nombre d'individus et une note est attribuée selon leur densité totale.

Enfin, pour l'écorégion Pays de Loire-Manche occidentale et l'écorégion Manche orientale, deux algues brunes : la laminaire *Laminaria digitata* et *Padina pavonica* sont définies comme indicatrices d'un bon état écologique. Lorsque l'une ou l'autre de ces deux espèces indicatrices est présente, un point sera

ajouté à la moyenne des deux sous indices « espèces caractéristiques » et « espèces opportunistes » pour l'infralittoral supérieur uniquement.

Tableau 26 : Espèces caractéristiques du niveau 3 de l'écorégion Manche occidentale –Bretagne- Pays de la Loire.

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	*Dictyopteris polypodioides* *Dictyota dichotoma* *Halopteris filicina* *Laminaria hyperborea*	*Dictyopteris polypodioides* *Sargassum muticum*
Rhodophycées	*Acrosorium venulosum* *Bonnemaisonia asparagoides* *Calliblepharis ciliata* *Callophyllis laciniata* *Cruoria pellita* *Cryptopleura ramosa* *Delesseria sanguinea* *Heterosiphonia plumosa* *Kallymenia reniformis* *Meredithia microphylla* *Phyllophora crispa* *Phymatolithon lenormandii* *Plocamium cartilagineum* *Polyneura bonnemaisonii*	*Apoglossum ruscifolium* *Bonnemaisonia asparagoides* *Calliblepharis ciliata* *Callophyllis laciniata* *Chylocladia verticillata* *Cryptopleura ramosa* *Erythroglossum laciniatum* *Heterosiphonia plumosa* *Nitophyllum punctatum* *Phyllophora crispa* *Phymatolithon lenormandii* *Plocamium cartilagineum* *Polyneura bonnemaisonii* *Pterothamnion plumula* *Rhodophyllis divaricata* *Solieria chordalis*

Tableau 27 : Espèces invasives et/ou opportunistes caractéristiques.

Groupe taxonomique	Espèces	Remarque
Chlorophycées	*Codium spp.*	Considérées comme opportunistes pour l'écorégion pays basque uniquement
	Cladophora spp.	
	Enteromorpha spp.	
	Ulva spp.	
Microalgues coloniales	Diatomées (filamenteuses)	
Phéophycées	*Desmarestia ligulata*	
	Ectocarpales	
	Hincksia spp.	
Rhodophycées	*Ceramium spp.*	
	Hypoglossum hypoglossoides	
	Heterosiphonia japonica	
	Polysiphonia spp. (hormis *P. lanosa* et *P. elongata*)	

2.2.9.3. Richesse spécifique totale

La richesse spécifique totale est déterminée sur 2,5 m² (soit 10 quadrats) pour l'étage infralittoral supérieur (niveaux 1-2) et sur 2 m² (soit 8 quadrats) pour l'étage infralittoral inférieur (niveau 3) et sur 2,5 m² (soit 10 quadrats) pour l'étage circalittoral côtier. La diversité floristique correspond au nombre total de taxons recensés au sein de la surface d'échantillonnage correspondant au niveau.

2.2.9.4. Stipes de Laminaria hyperborea – épibioses

Il s'agit d'effectuer ces relevés sur 10 stipes représentatifs, choisis de manière aléatoire dans chacun des niveaux (10 stipes dans les niveaux 1-2 et 10 stipes dans le niveau 3), si cette laminaire y est dominante et bien représentée. Dans les relevés, aucun pied n'a été observé.



Figure 57 : Photo d'épiphytes sur des stipes de Laminaria hyperborea.

2.2.9.5. Calcul de l'indice de qualité et de l'EQR

Une fois l'ensemble de ces données collectées, il est possible alors d'utiliser un indice de Qualité et un EQR (ou Ecological Quality Ratio) pour positionner le site étudié par rapport à des sites de références et ainsi d'évaluer l'état de qualité du site.

Pour le calcul de l'indice de qualité, des modalités de calculs vont différer en fonction des masses d'eau. Ainsi, Les masses d'eaux côtières de la façade Manche Atlantique retenues représentent 13 types différents. Mais pour les besoins d'application de ce protocole, il a été nécessaire de répartir ces 13 types au sein de 3 supertypes :

- Supertype A : côte rocheuse peu turbide (C1, C2, C14 et C15)
- Supertype B : côte sablo-vaseuse peu turbide (C3, C4, C7, C9, C10, C11, C13 et C17)
- Supertype C : côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide (C12).

Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales

La note ceinture algale est calculée en effectuant le rapport entre la profondeur limite inférieure d'un niveau et la valeur de référence correspondante (Tableau 28). On multiplie ce résultat par 30 pour obtenir la note sur 30 points.

Tableau 28 : Valeurs de référence pour les limites d'extension.

Supertype	Valeur de référence niveau 1-2	Valeur de référence niveau 3
A : Côte rocheuse peu turbide	-28,45m	-32,22m
B : Côte sablo-vaseuse peu turbide	-12,47m	-14,73m
C : Côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide	-4,19m	-8,08m

Composition et densité des espèces définissant l'étagement (niveau 1-2)

Pour les espèces définissant l'étagement, une note est définie en fonction du nombre de pied mesuré dans les quadrats (Tableau 29).

Tableau 29 : Notation en fonction des densités des espèces définissant l'étagement.

Densité des espèces définissant l'étagement (nb ind / m²)		Note
Supertype A et B	Supertype C	
<10	<15	0
[10 ; 20[	[15 ; 30[	5
[20 ; 35[	[30 ; 45[	10
[35 ; 60[	[45 ; 60[	15
≥60	≥60	20

Espèces caractéristiques

A chaque niveau, un comptage des espèces caractéristiques est réalisé, ce qui permet de déterminer le nombre d'espèces caractéristiques bien représentées (Fréquences d'occurrence > 10%) dans chaque niveau. Le barème permet, en fonction du supertype de la masse d'eau, d'attribuer une note (Tableau 30).

Tableau 30 : Notation en fonction des la richesse spécifique des espèces caractéristiques.

	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 2	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 3	note
Supertype A ou B	<9	<5	0
	[9-12[	[5-8[	5
	[12-15[	[8-11[	10
	[15-18[	[11-14[	15
	≥18	≥14	20
Supertype C	<5	<5	0
	[5-8[	[5-8[	5
	[8-11[	[8-11[	10
	[11-14[	[11-14[	15
	≥14	≥14	20

Espèces opportunistes

Pour les espèces opportunistes, un barème est également utilisé (Tableau 31).

Tableau 31 : Notation en fonction de la densité des espèces opportunistes

Densité d'espèces opportunistes (nd ind / m²)	Note
≥30	0
[20 ; 30[	5
[12 ; 20[	10
[7 ;12[	15
[0 ; 7[	20

Richesse spécifique

Dans chaque quadrat, la diversité algale est mesurée en listant les espèces présentes. Le Tableau 32 indique les notes associées à cette diversité.

Tableau 32 : Notation en fonction de la richesse totale obtenue sur les quadrats.

	Niveaux 1-2		
	Supertype A	Supertype B ou C	Note
Nombre de taxons recensés sur 10 quadrats	<15	<20	0
	[15 ; 20[	[20 ; 30[	5
	[20 ; 30[	[30 ; 40[	10
	[30 ; 40[	[40 ; 45[	15
	≥40	≥45	20

	Niveau 3		
	Supertype A	Supertype B ou C	Note
Nombre de taxons recensés sur 8 quadrats	<8	<15	0
	[8 ; 12[	[15 ; 25[	5
	[12 ; 16[	[25 ; 30[	10
	[16 ; 20[	[30 ; 35[	15
	≥20	≥35	20

Stipes de Laminaria hyperborea – épibioses

Pour chaque niveau, cette note est obtenue en calculant la moyenne de deux sous-indices qui sont la longueur moyenne des stipes et la surface moyenne de la totalité des épibioses. Une note est attribuée pour chaque sous-indice en utilisant une grille de notation qui prend en compte le niveau étudié (Tableau 33).

Tableau 33 Notation pour les paramètres mesurés sur les stipes de Laminaria hyperborea.

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	Note
Surface moyenne des épibioses par ml de stipe épiphyté (cm²/m)	[0 ; 100[	[0 ; 50[	0
	[100 ; 400[	[50 ; 100[	5
	[400 ; 700[	[100 ; 150[	10
	[700 ; 1000[	[150 ; 200[	15
	≥1000	≥200	20

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	Note
Longueur moyenne des stipes (cm)	[0 ; 25[	[0 ; 3[	0
	[25 ; 45[	[3 ; 7[	5
	[45 ; 65[	[7 ; 11[	10
	[65 ; 85[	[11 ; 15[	15
	≥85	≥15	20

Calcul de l'indice de qualité du site

L'indice de qualité du site est obtenu en calculant la moyenne (rapportée sur 100 points) des notes obtenues pour chacun des niveaux. Dans la mesure où l'un des paramètres ne peut être noté (ex

: absence de *Laminaria hyperborea*), la note moyenne de chaque niveau est pondérée pour ne pas pénaliser l'indice de qualité global du site.

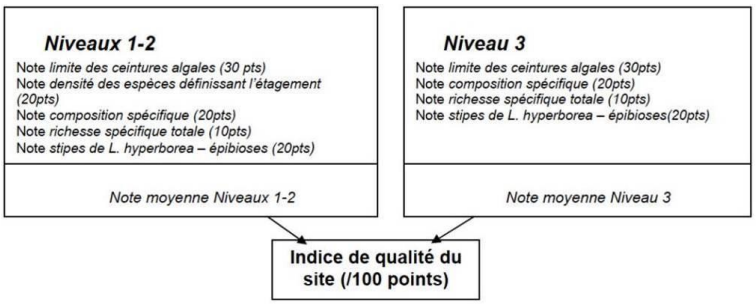


Figure 58 : Calcul de l'indice de qualité.

Calcul de l'EQR

L'EQR ou Ecological Quality Ratio se calcule en faisant le rapport entre l'indice de qualité d'un site et l'indice de qualité (ou médiane des indices de qualité) du (des) site(s) de référence. Pour chaque « supertype », un ou plusieurs sites illustrant des conditions dites de référence ont été définis (Tableau 34). Pour la détermination du supertype, nous nous sommes basés sur le découpage des masses d'eau DCE et sur leur typologie. Le Tableau 35 indique les différentes classes de l'EQR.

Tableau 34 : Site de références en fonction des supertypes.

Supertype A	Supertype B	Supertype C
La Barrière (Sept îles) Ar Forc'h Vihan (Ouessant) Les Bluiniers (Glénan)	Les Pierres Noires (Quiberon) Les Haies de la Conchée (Saint Malo) Chausey	Ile Ronde (Rade de Brest)

Tableau 35 : Classes pour l'indice EQR.

EQR	[0 ; 0,25[	Très mauvais
	[0,25 ; 0,45[	Mauvais
	[0;45 ; 0,65[	Moyen
	[0,65 ; 0,85[	Bon
	[0,85 ; 1]	Très bon

2.3.Typologie des habitats

Il existe plusieurs typologies d'habitats comme la classification EUNIS (European Nature Information System) ou la typologie NatHab-Atlantique du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) (Michez et al., 2019). Afin de faciliter la gestion des données concernant les habitats naturels

dans les systèmes d'information sur la nature, le MNHN fournit un référentiel national des habitats HABREF sous forme informatique sur son site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN).

La typologie retenue pour lister les habitats benthiques de l'étude est la typologie NatHab-Atlantique (Michez et al., 2019). Ce référentiel national définit un langage commun pour les habitats, facilitant la mise en œuvre des politiques publiques de conservation et permet d'inventorier les habitats présents en France métropolitaine. Son utilisation est préconisée pour l'ensemble des programmes ayant trait à la conservation des habitats marins à l'échelle nationale.

2.4. Etat écologique des habitats

2.4.1. Habitats et espèces à enjeu de conservation

Selon les données faunistiques recueillies, les habitats et les espèces présentant un enjeu de conservation ont été identifiés. Dans un premier temps, les documents réglementaires, tels que les conventions internationales, les textes communautaires et la législation nationale, qui définissent le statut de protection ou de conservation des espèces et des habitats, ont été consultés (voir Tableau 36).

Dans un second temps, des critères d'évaluation supplémentaires ont été utilisés pour préciser les enjeux de conservation de la zone étudiée. Ainsi, une responsabilité de conservation d'un habitat ou d'une espèce a été suggérée lorsque ces derniers sont rares, associés à une fonction écologique spécifique ou lorsqu'ils favorisent la diversité du site.

Tableau 36. Documents consultés afin d'identifier les habitats et espèces à enjeu de conservation de la zone d'étude.

Instruments juridiques relatifs à la conservation de la faune marine	Outils mis en place (listes, espaces naturels)	Echelle d'application	Type d'engagement	Source bibliographique
Conventions internationales				
Convention OSPAR	*Liste OSPAR des espèces et habitats menacés et/ou en déclin*	Région Atlantique Nord-Est	De principe	(OSPAR, 2008)
Conventions européennes				
Convention de Berne	*Liste en Annexe III – espèces de faune protégées*	Europe	De principe	(Conseil de l'Europe, 1979)
Directives environnementales européennes				
NATURA 2000 (Directive Habitats-faune-Flore - 92/43/CEE, réseau Natura 2000)	*Zones spéciales de conservation (ZSC)*	Union européenne	Obligation de résultat	https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/natura-2000-zones-speciales-de-conservation-zsc/
Textes de Lois nationaux et locaux				
Loi Littoral	*Texte de loi*	France	Contraignant	www.legifrance.gouv.fr
Code l'environnement	*Texte de loi*	France	Contraignant	www.legifrance.gouv.fr
Code de l'urbanisme	*Texte de loi*	France	Contraignant	www.legifrance.gouv.fr
Inventaires patrimoniaux				
Inventaire ZNIEFF *(Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et floristique)*	*Liste des ZNIEFF*	Territoire français	-	https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/listeZnieff

2.4.2. Espèces exotiques envahissantes

Le Golfe du Morbihan est un milieu semi-fermé favorisant l'établissement des espèces exotiques (venant de l'extérieur) (Le Roux, 2008). Il existe trois raisons principales à cela. Tout d'abord, les zones de transition terre-mer abritées sont généralement le siège d'un trafic maritime intense, vecteur majeur d'espèces en provenance d'autres bassins océaniques. En outre, ces zones sont généralement propices à la pratique de l'aquaculture et de la conchyliculture, principaux agents de dispersion des espèces marines. Enfin, l'instabilité physico-chimique de ces milieux, en termes de températures, de salinité et de teneurs en matière organique, peut permettre l'installation de nouveaux taxons aux seuils de tolérance élevés. En effet, les espèces exotiques sont souvent plus tolérantes ou opportunistes que les espèces natives qui sont généralement plus sensibles (Afli et Chenier, 2002). Dans la majorité des cas, ces espèces demeurent secondaires et ne modifient pas l'équilibre de l'écosystème. Néanmoins, il peut arriver qu'une espèce invasive soit favorisée par les teneurs élevées en matière organique et modifie l'équilibre du milieu en supplantant les populations natives. Les espèces introduites observées durant les différents suivis ont été listées et leurs effectifs comptabilisés. Pour chaque espèce, s'il est disponible, un historique de sa colonisation au sein du Golfe du Morbihan et sur le secteur concerné a étéprésenté.

2.4.3. Etat de conservation

L'état de conservation des habitats a été évalué à l'échelle des stations de suivi, en s'appuyant sur plusieurs critères définis par Lepareur (2011), parmi lesquels :

- L'évolution de la superficie de l'habitat biocénotique dans le temps (régression, stabilité ou expansion) ;
- La présence d'une structure et de fonctions écologiques assurant sa pérennité ;
- La présence d'espèces caractéristiques de l'habitat ;
- La nature ainsi que l'intensité des pressions et menaces qui s'exercent sur ce dernier.

Ces différents paramètres ont été décrits à l'aide de critères spécifiques (surface, substrat, composition faunistique et floristique) illustrés par diverses métriques, à la fois qualitatives et quantitatives. Ces dernières ont été recueillies sur le terrain en 2024 ou à partir de données bibliographiques, notamment pour les paramètres de menaces et de pressions (TBM environnement, 2024).

Chaque métrique a été évaluée de manière qualitative en fonction de son évolution dans le temps, soit par comparaison avec des données historiques, soit en analysant sa cohérence écologique avec l'habitat ciblé (par exemple : type de sédiment, teneur en matière organique, composition faunistique). Un score compris entre 1 et 4 a été attribué à chaque évaluation. Dans la mesure du possible, les données collectées ont été comparées aux données des suivis pérennes réalisés dans le golfe sur les différents habitats biocénotiques. Ces derniers sont présentés sur la Figure 59.

Afin de définir l'état de conservation global des habitats, les scores attribués à chaque métrique ont été additionnés, puis divisés par le nombre total de métriques. Le score moyen ainsi obtenu a ensuite été traduit en modalité qualitative afin de définir l'état de conservation de l'habitat.

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi d'évaluer l'état de conservation des habitats à partir d'une **grille de notation par critère**. Cette approche a été privilégiée en alternative à la méthode

classique du **"one out, all out"**, qui considère que la note globale de l'habitat est égale à celle du critère le plus dégradé. Bien que rigoureuse, cette méthode peut se révéler excessivement restrictive et peu représentative de la complexité et de la résilience des milieux, en particulier lorsqu'un seul critère ponctuel influe sur l'ensemble du diagnostic.

La méthode actuelle est une alternative plus nuancée qui prend en compte l'ensemble des dimensions de l'habitat, sans survaloriser un indicateur isolé. Celle-ci permet notamment de représenter une dégradation localisée ou temporaire sans qu'elle n'affecte le diagnostic de l'habitat et peut détecter des tendances progressives, souvent masquées par l'évaluation binaire du « one out, all out ».

Cependant, la méthode par moyenne non pondérée comporte aussi des limites. En effet, **en l'absence de pondération différenciée entre les critères**, des scores faibles sur des aspects critiques peuvent être compensés par de bons résultats sur d'autres critères moins déterminants. Cette compensation peut conduire à une **surestimation de l'état global**, classé comme favorable alors que certains compartiments clés sont en réalité dégradés.

Conscients de cette limite, nous considérons cette méthode comme une **base de travail évolutive**, permettant une première approche intégrée et facilement reproductible pour décrire l'état des habitats. À terme, l'objectif serait de faire évoluer cette méthode vers un système de **pondération différenciée**, fondée sur l'importance écologique relative de chaque critère.

Tableau 37. Critères de notation des métriques et scores attribués.

Notation	Définition	Score
Favorable (F)	La métrique est conforme ou très proche de la valeur de référence.	1
Légèrement dégradée (LD)	La métrique montre une déviation modérée par rapport à la référence, mais reste dans des limites acceptables pour l'écosystème.	2
Dégradée (D)	La métrique montre une déviation significative par rapport à la référence, avec des impacts visibles sur l'écosystème.	3
Mauvaise (M)	La métrique est fortement dégradée ou hors des seuils critiques.	4

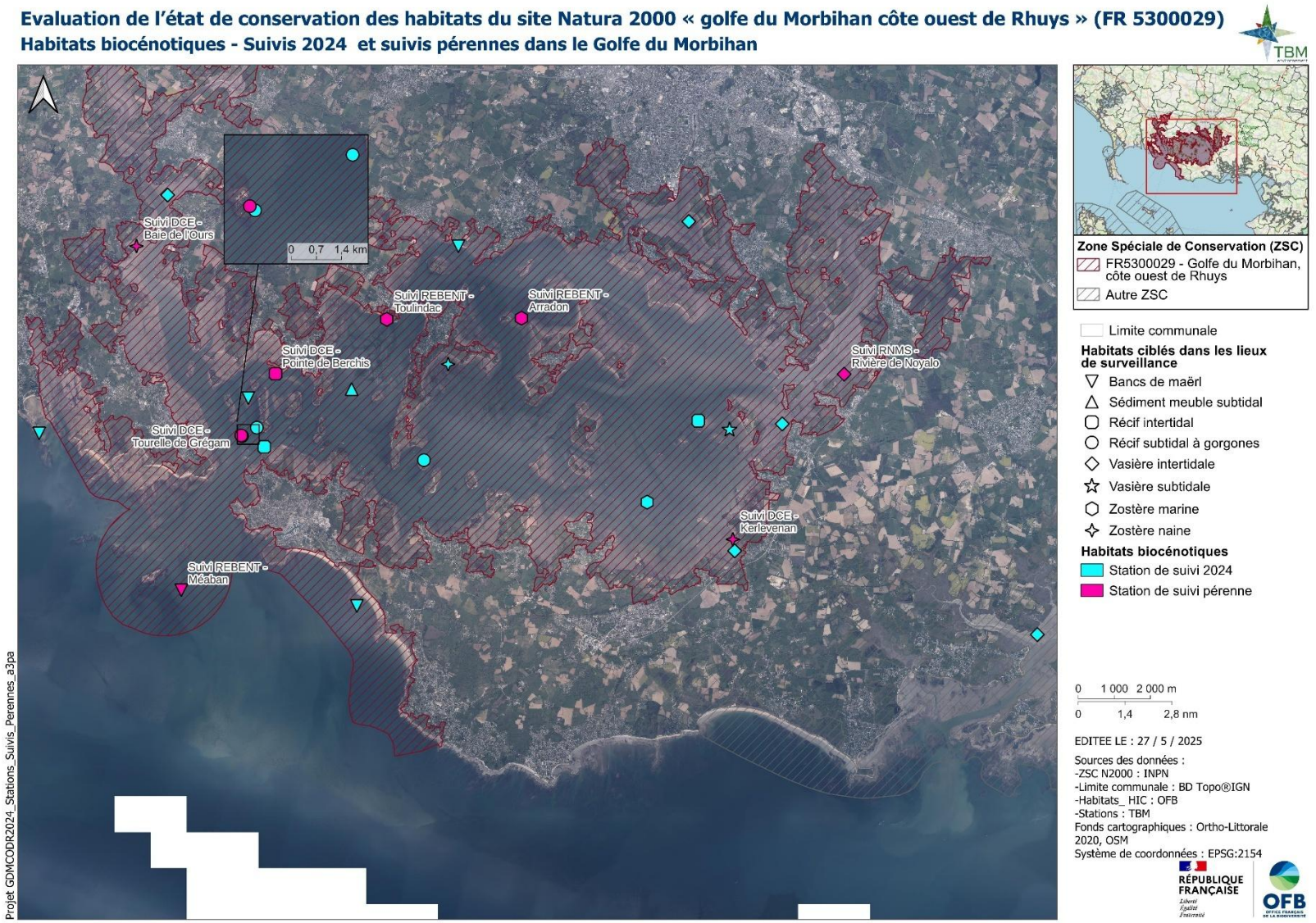


Figure 59. Localisation des stations de suivis 2024 et des suivis pérennes (REBENT, DCE) au sein du site NATURA 2000 Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys – TBM environnement.

3. Résultats

3.1. Suivi des vasières intertidales

3.1.1. Masses d'eau côtière

Cette section expose les résultats des suivis menés aux seins des vasières de Ker Georget et de Tascon, conformément aux protocoles DCE et RNF. Les valeurs obtenues pour chacune des variables étudiées (p.ex., abondance, granulométrie, richesse spécifique) sont comparées entre les deux protocoles en vue de leur future inter-calibration.

3.1.1.1. Granulométrie

- Protocole DCE :

Les fractions granulométriques obtenues sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE, sont présentées sur les Figure 60, Figure 66 et Figure 67.

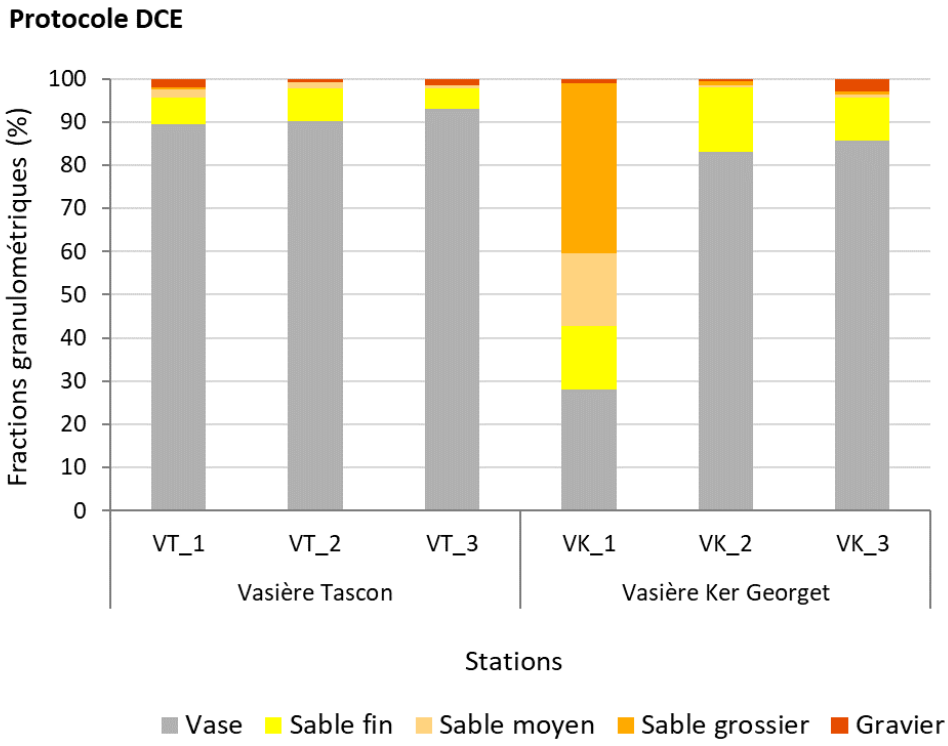


Figure 60. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE.

Les fractions granulométriques obtenues sur la vasière de Tascon sont homogènes entre les trois stations d'échantillonnage. Ces dernières abritent plus de 89 % de vases et correspondent à un faciès vaseux. Les sables fins constituent la seconde fraction dominante, comprise entre 4,8 % (VT3) et 7,5 % (VT2). Les fractions de sables moyens à grossiers sont très minoritaires (inférieures à 2 %). Enfin, quelques graviers (< 2 %), correspondant à des débris coquilliers, sont observés sur chacune des stations. Les photographies des fonds sédimentaires des stations sont présentées sur la Figure 61.

La campagne de prospection de la vasière intertidale de Tascon a révélé la présence d'un herbier de *Zostera noltei* sur la zone d'échantillonnage prévue initialement. À la suite de cette découverte, et après consultation de la cartographie des herbiers du Golfe réalisée en 2023, une nouvelle zone d'échantillonnage, supposée exempte d'herbiers, a été définie et validée par les services de l'OFB.



Figure 61. Fonds sédimentaires sur les stations de la vasière de Tascon (© TBM environnement).

Néanmoins, malgré ces précautions, des pieds de *Zostera noltei* ont été observés sur les stations VT1 à VT3 lors des échantillonnages, comme l'illustre la photographie ci-dessous (Figure 62). Les prélèvements ont été réalisés en début de printemps, au moment où la biomasse des feuilles de *Zostera noltei* commence progressivement à augmenter (Auby, 1991). Par conséquent, le recouvrement et la fragmentation de l'herbier n'ont pas pu être interprétés sur la base des photographies.



Figure 62. Présence de jeunes pieds de Zostera noltei sur la station VT1 de la vasière de Tascon (© TBM environnement).

La vasière de Ker Georget est caractérisée par des faciès sédimentaires plus hétérogènes. Si les stations VK_2 et VK_3 sont dominées par les vases (respectivement 83 et 86 %), la station VK_1 abrite davantage de fractions sableuses, notamment des sables grossiers (39 %). Sa fraction de vase étant de 28 %, elle correspond à des sables hétérogènes envasés. Les photographies des fonds sédimentaires des stations sont présentées sur la Figure 63.

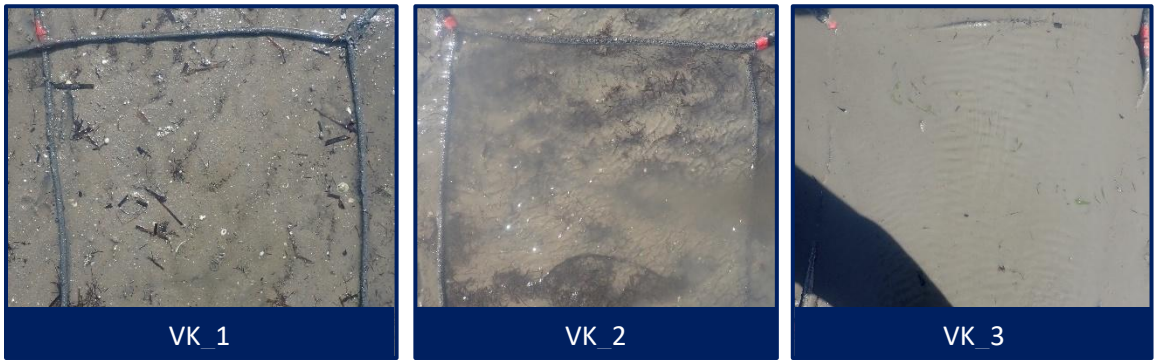


Figure 63. Fonds sédimentaires sur les stations de la vasière de Ker Georget (© TBM environnement).

La station VK1 est située au nord de la vasière de Ker Georget, près des berges (Figure 64). D'après les photographies prises lors de la cartographie des habitats du Golfe du Morbihan, au cours de l'été 2024, la station VK1 se trouve à proximité de berges couvertes de plantes halophiles, notamment des spartines. De plus, la vasière est parsemée de débris végétaux. Grâce à leurs systèmes racinaires, ces végétaux piègent les sédiments et favorisent souvent l'accumulation de sable. Aussi, la forte proportion de sable observée sur la station VK1 peut être liée à sa proximité avec des berges couvertes de végétation supralittorale.



Figure 64. Berges situées à proximité de la station VK1 en août 2024, lors de la cartographie des habitats du Golfe du Morbihan (© TBM environnement).

▶ Protocole RNF :

Les fractions granulométriques obtenues sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF, sont présentées sur les Figure 65, Figure 66 et Figure 67.

Les fractions granulométriques obtenues conformément au protocole RNF sont cohérentes avec les données collectées selon le protocole DCE (Figure 65, Figure 66 et Figure 67). Ainsi, il est confirmé que la vasière de Tascon arbore un faciès vaseux homogène tandis que la vasière de Ker Georget est associée à une plus forte hétérogénéité sédimentaire. Les fractions sableuses sont en effet largement dominantes et représentent 79 %, devant la fraction de vase qui atteint seulement 17 %. Les graviers sont minoritaires (5 %). Selon ce protocole, l'habitat sédimentaire observé sur la station de Ker Georget correspond à des sables hétérogènes envasés.

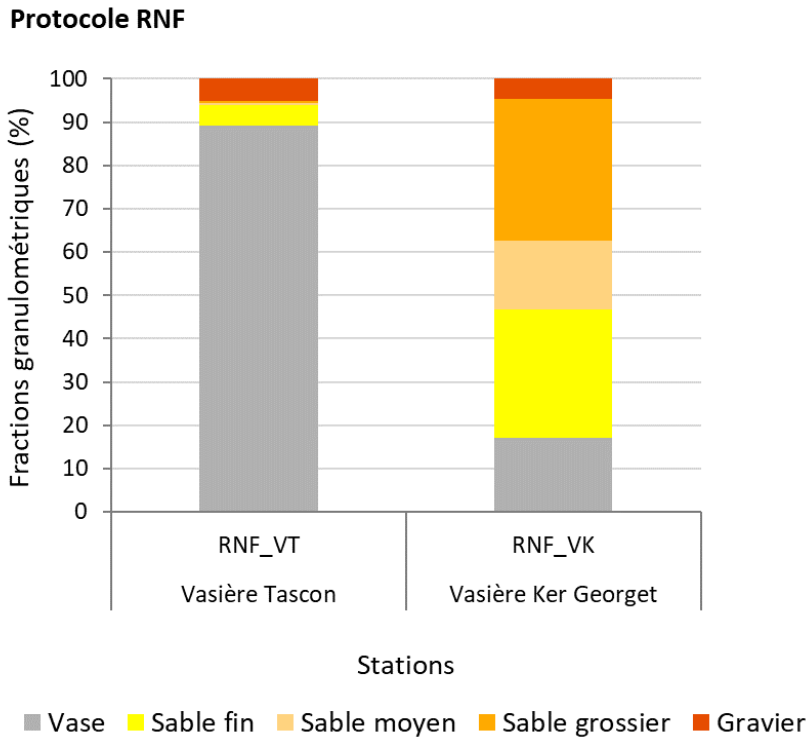


Figure 65. Fractions granulométriques (%) des vasières de Tascon et de Ker Georget, échantillonnées selon le protocole RNF.

Le Tableau 38 compare les habitats sédimentaires identifiés sur les vasières selon le protocole d'échantillonnage mis en œuvre. Sur la vasière de Ker Georget, le protocole RNF semble plus sensible à l'hétérogénéité sédimentaire qu'il met en évidence sur l'ensemble du site d'étude.

En conclusion, le protocole RNF exprime les données à l'échelle de la vasière, tandis que le protocole DCE les exprime à l'échelle des stations. Dans le cas d'une hétérogénéité sédimentaire de la zone, le protocole RNF ne permet pas de localiser précisément la source de variation, contrairement au protocole DCE. En particulier, le protocole RNF ne permet pas de déterminer si une station se situe en limite d'habitat.

Tableau 38. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques, selon le protocole d'échantillonnage appliqué (DCE ou RNF).

		Habitat sédimentaire	
Vasières	Stations	Protocole DCE	Protocole RNF
Tascon	VT1	Vases	Vases
	VT2	Vases	
	VT3	Vases	
Ker Georget	VK1	Sables hétérogènes envasés	Sables hétérogènes envasés
	VK2	Vases	
	VK3	Vases	

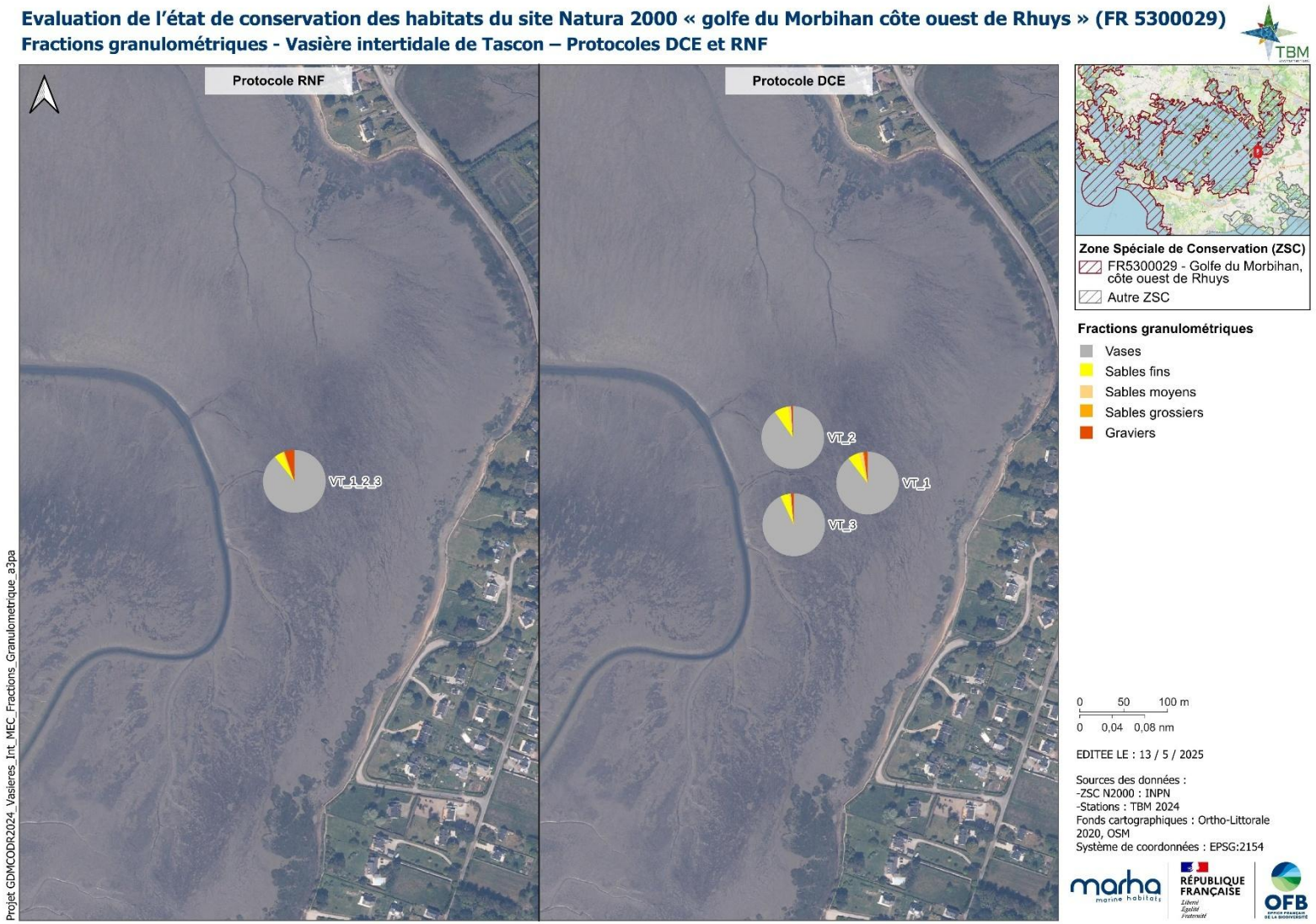


Figure 66. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Tascon selon le protocole DCE et le protocole RNF – TBM environnement, 2024.

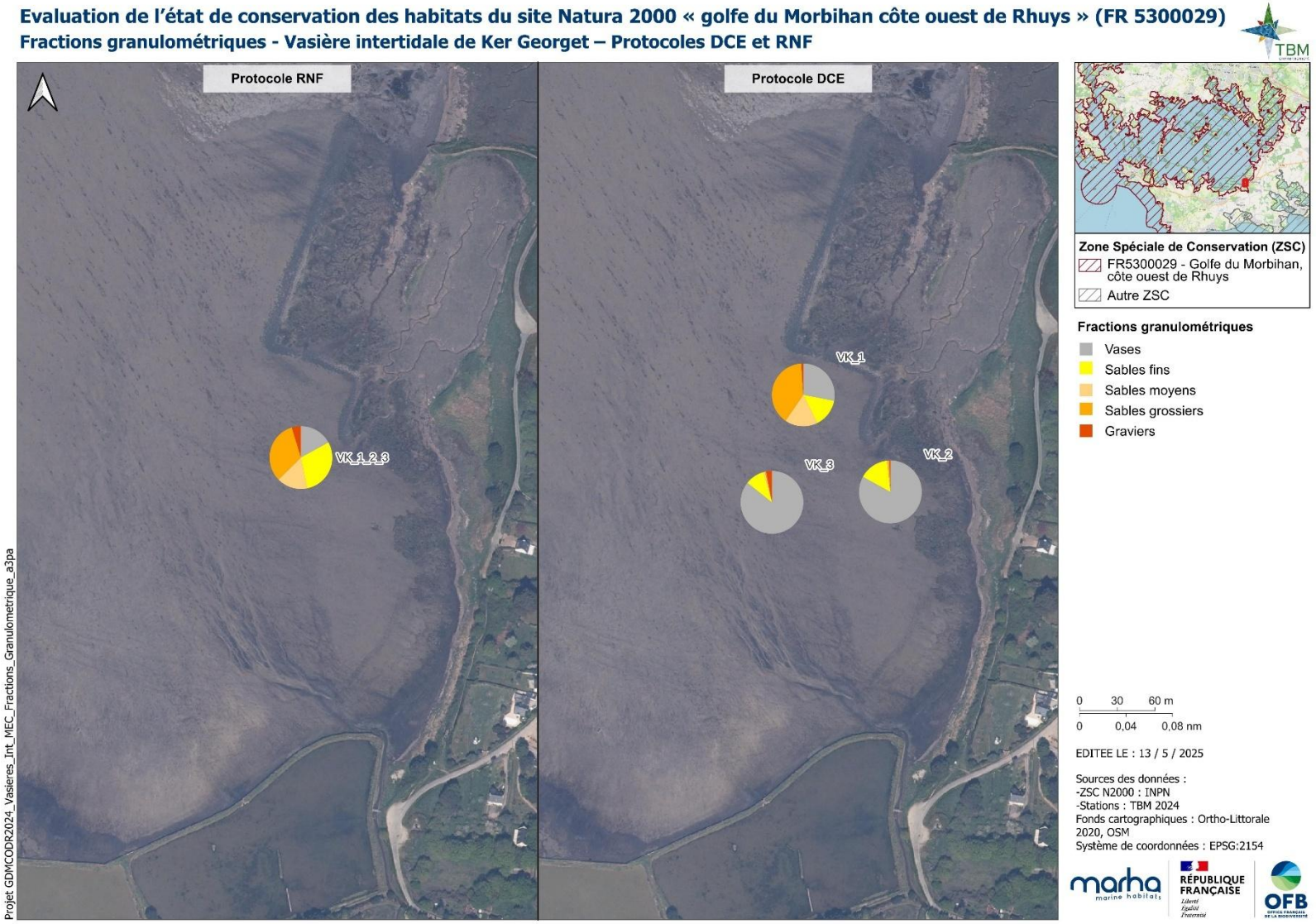


Figure 67. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

3.1.1.2. Matière organique

Les Figure 68, Figure 69 et Figure 70 présentent la teneur en matière organique (%) du sédiment échantillonné sur les vasières de Tascon et de Ker Georget. Celle-ci est comprise entre 5,5 % et 6,5 % sur la vasière de Tascon et entre 1,9 et 5,7 % sur Ker Georget.

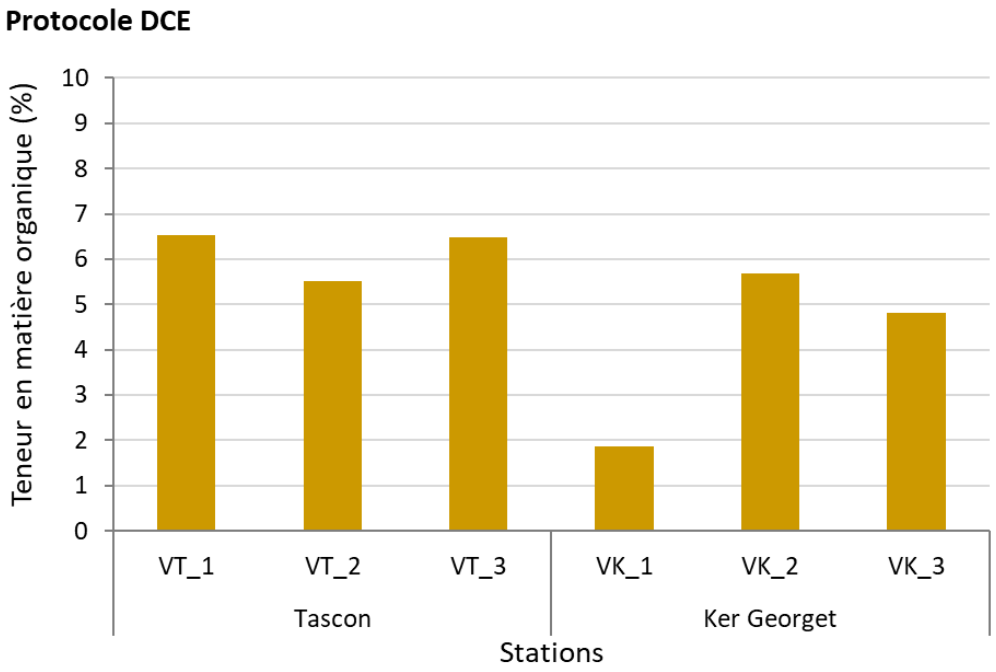


Figure 68. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE.

Les teneurs en matière organique sédimentaire (%) des vasières de Tascon et de Ker Georget sont interprétées en termes d'enrichissement du milieu, conformément à la méthode proposée par Licari (1998) (Tableau 39). Les valeurs de référence ont été définies par Licari pour un échantillon sédimentaire contenant plus de 60 % de vase.

L'enrichissement du sédiment est qualifié de faible sur la totalité des stations échantillonnées au sein des deux vasières.

Tableau 39. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget.

Vasière	Stations	Teneur en matière organique (%)	Enrichissement du sédiment
Tascon	VT1	6,5	Faible
	VT2	5,5	Faible
	VT3	6,5	Faible
Ker Georget	VK1	1,9	Faible
	VK2	5,7	Faible
	VK3	4,8	Faible



Figure 69. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Tascon, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024.

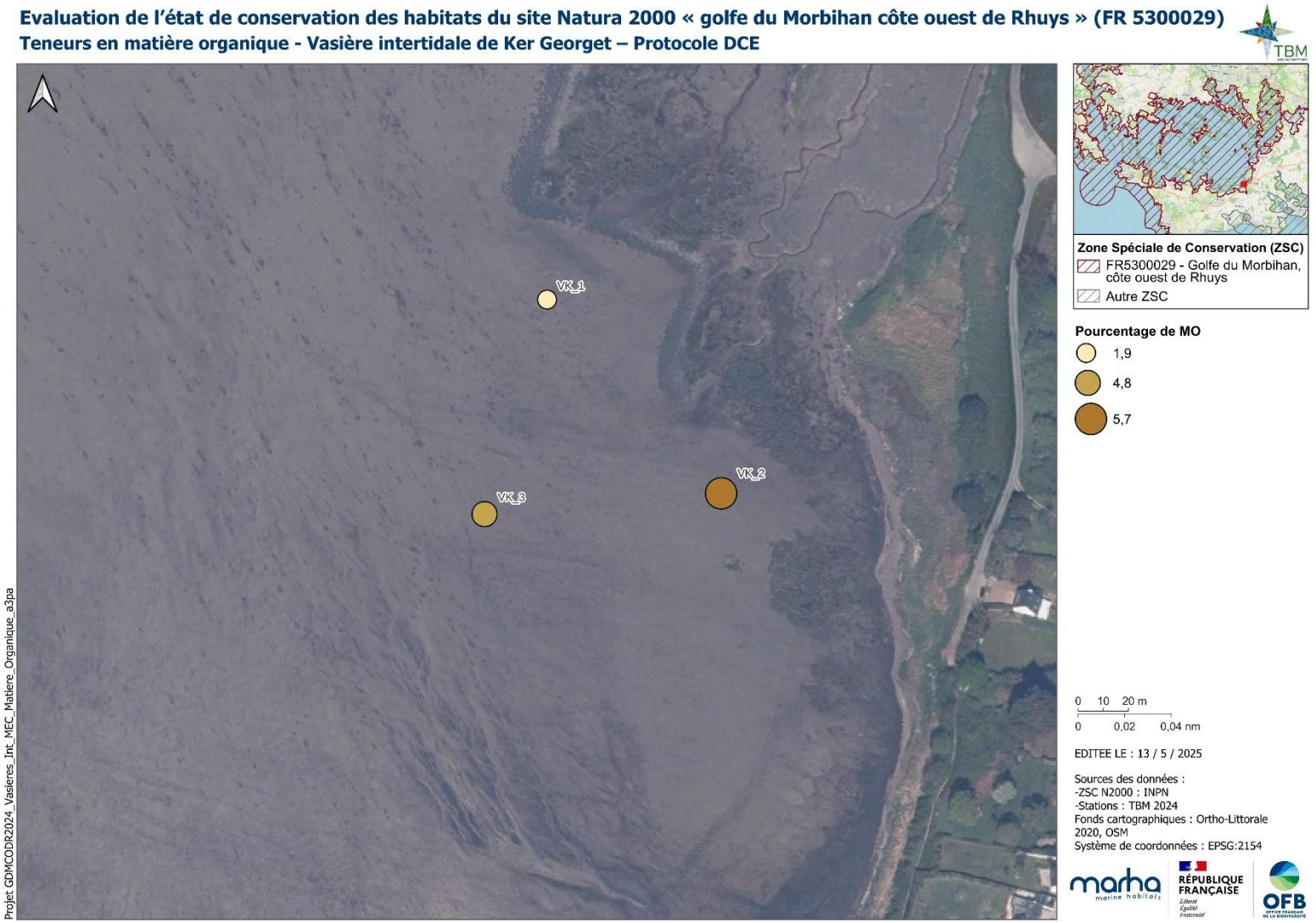


Figure 70. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Ker Georget, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024.

3.1.1.3. Peuplements benthiques

3.1.1.3.1. Abondances

- Protocole DCE :

Sur la vasière de Tascon, 26 taxons ont été identifiés (*a minima* jusqu'au genre) parmi un total de 1257 individus échantillonnés selon le protocole DCE. Les abondances totales (somme des réplicats) relevées sur les trois stations de la vasière de Tascon sont de 395 ind/0,09 m² (VT2), 422 ind/0,09 m² (VT3) et de 440 ind/0,09 m² (VT1) (Figure 71). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 4540 ± 2453 ind/m² (VT2) et 5057 ± 3177 ind/m² (VT1) (Figure 72 et Figure 79). Ces données, et notamment les valeurs d'écarts-types élevées, mettent en évidence une forte hétérogénéité intra-station. En effet, les abondances des oligochètes, dominants sur la vasière, varient fortement entre les trois réplicats d'une station ce qui suggère que les individus se distribuent de façon hétérogène, en constituant des patchs.

Sur la vasière de Ker Georget, 25 taxons ont été identifiés sur un total de 3685 individus. Les abondances totales observées sur les trois stations de la vasière de Ker Georget sont de 1070 ind/0,09 m² (VK1), 1473 ind/0,09 m² (VK2) et 1142 ind/0,09 m² (VK3) (Figure 71). Les abondances moyennes sont comprises entre 12 298 ± 1533 ind/m² (VK1) et 16 931 ± 11 184 ind/m² (VK2) (Figure 73 et Figure 80). Ces valeurs sont en moyenne 3 fois plus élevées que sur la vasière de Tascon et soulignent une forte hétérogénéité intra-station sur VK2 et VK3 (cf. écarts-types). À nouveau, cette variabilité semble découler de la répartition spatiale hétérogène des taxons dominants tels que les oligochètes ainsi que le crustacé amphipode *Corophium volutator*.

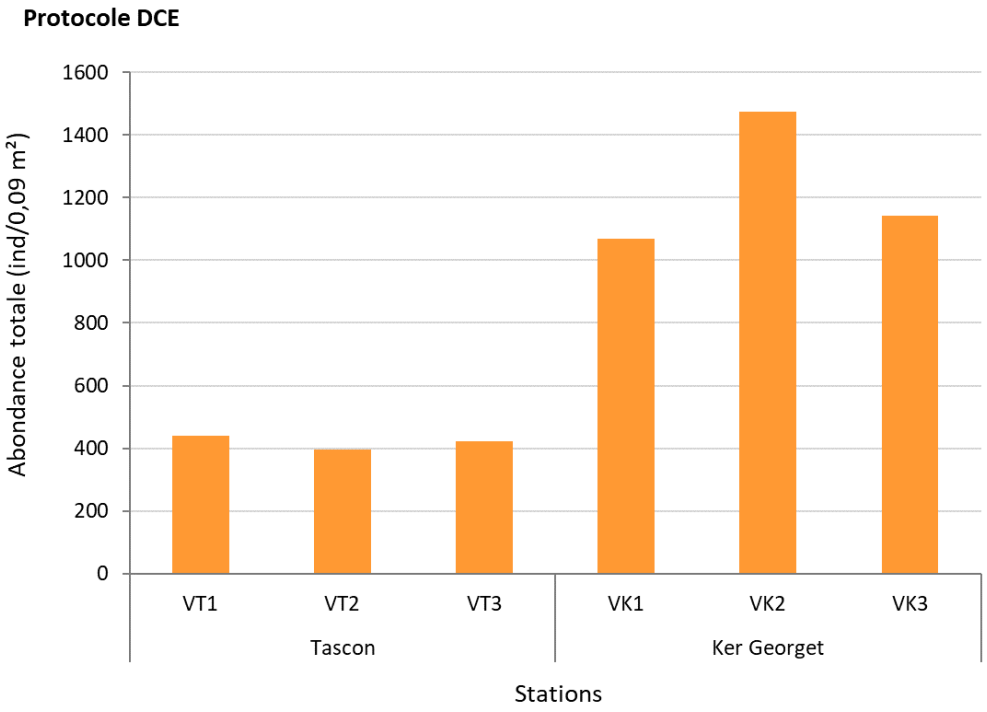


Figure 71. Abondances totales (ind/0,09 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE.

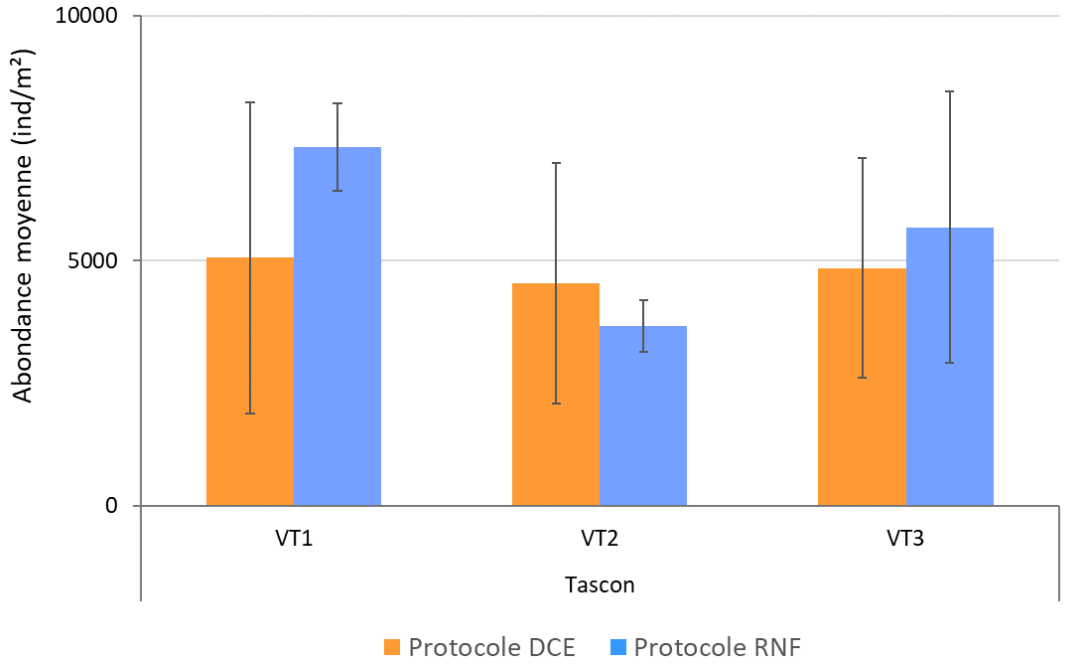


Figure 72. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques de la vasière de Tascon, selon les protocoles RNF et DCE.

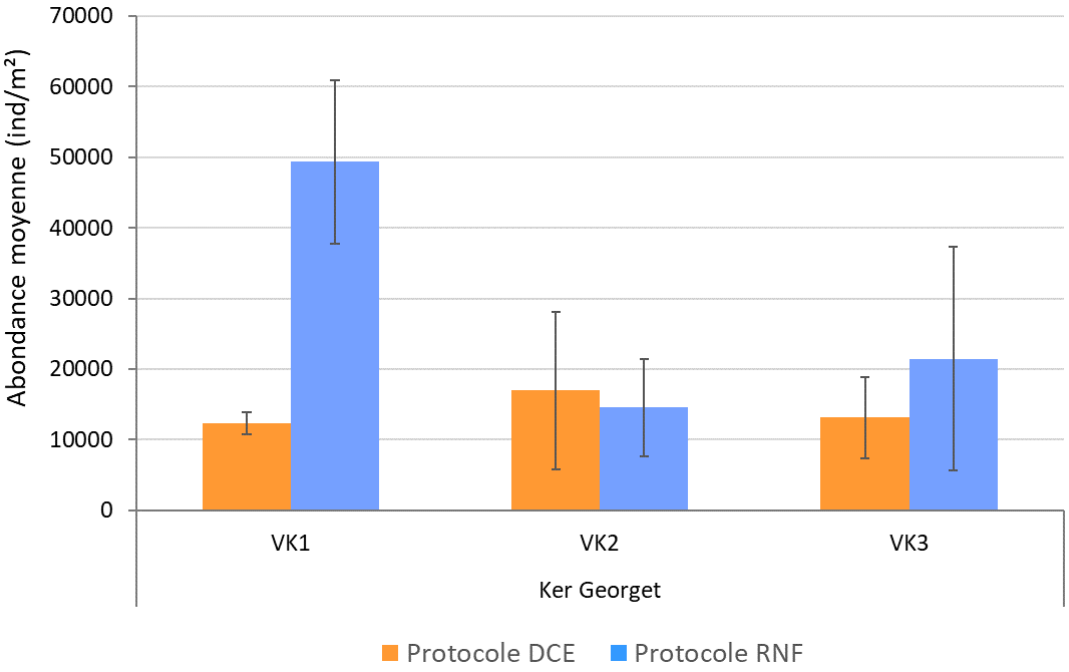


Figure 73. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques de la vasière de Ker Georget, selon les protocoles RNF et DCE.

Selon le protocole DCE, les annélides constituent le groupe taxonomique le plus abondant sur les deux vasières et sur toutes les stations échantillonnées (Figure 74 et Figure 83). Ils représentent 88,0 % et 74,5 % des organismes sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, respectivement. Les mollusques constituent le second groupe dominant sur Tascon (13,2 %), suivis par les arthropodes (8,4

%). Sur Ker Georget, le second groupe le plus abondant est celui des arthropodes (8,4 %), puis des mollusques (2,9 %). Les groupes « autres » et les échinodermes (présents seulement sur Tascon) sont minoritaires sur les deux vasières (< 5 %). La station VT2 se distingue des autres stations en raison de ses plus fortes densités de mollusques et d'arthropodes, principalement causées par les effectifs de l'hydrobie saumâtre *Peringia ulvae* (gastéropode) et de l'amphipode *Grandidierella japonica*.

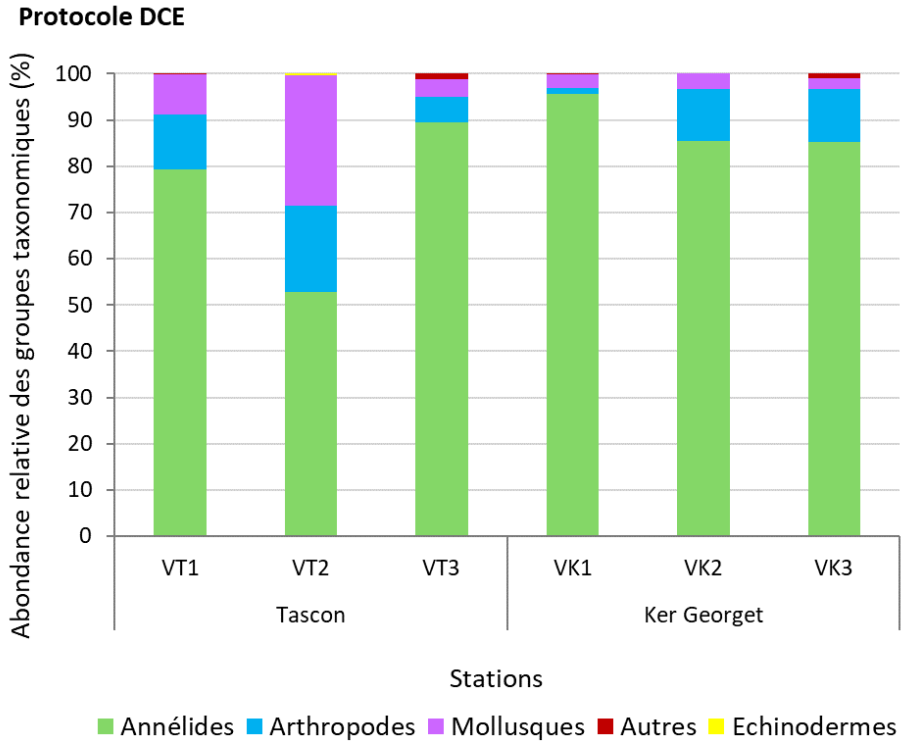


Figure 74. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, selon le protocole DCE.

▶ Protocole RNF :

Sur la vasière de Tascon, 29 taxons ont été identifiés (*a minima* jusqu'au genre) sur un total de 850 individus. Les abondances totales (somme des réplicats) relevées sur les trois stations de la vasière de Tascon sont comprises entre 187 ind/0,05 m² (VT2) et 373 ind/0,05 m² (VT1) (Figure 75). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 3666 ± 534 ind/m² (VT2) et 7313 ± 893 ind/m² (VT1) (Figure 72 et Figure 79). La station VT3 est associée à un écart-type relativement élevé, signe d'une hétérogénéité intra-station. Cette dernière découle de la distribution inégale des oligochètes, prévalents sur VT3.

Sur la vasière de Ker Georget, 28 taxons ont été identifiés sur un total de 4353 individus. Les abondances totales observées sur les trois stations de la vasière de Ker Georget varient entre 742 ind/0,05 m² (VK2) et 2518 ind/0,05 m² (VK1) (Figure 75). Les abondances moyennes sont comprises entre 14 549 ± 6878 ind/m² (VK2) et 49 372 ± 11 601 ind/m² (VK1) (Figure 73 et Figure 80). La station VK1 abrite un peuplement nettement plus dense que ses stations voisines en raison des très fortes concentrations d'oligochètes (respectivement 612, 758 et 891 individus/0,05 m² sur les réplicats 1 à 3).

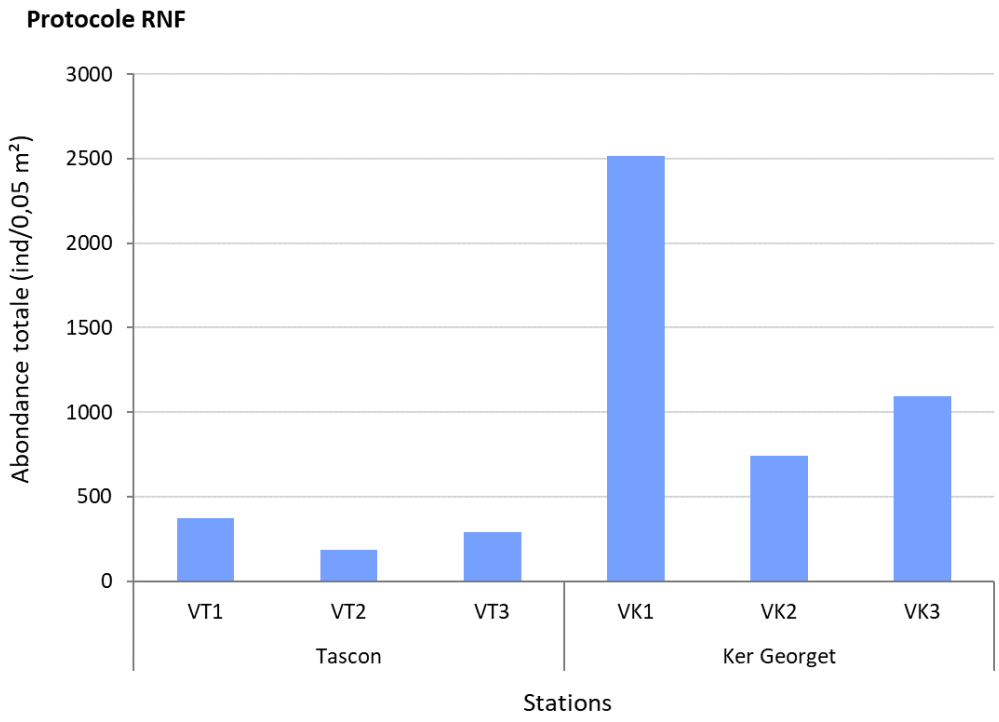


Figure 75. Abondances totales (ind/0,05 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF.

Selon le protocole RNF, les annélides constituent le groupe taxonomique le plus abondant sur les deux vasières et sur toutes les stations échantillonnées (Figure 76, Figure 83 et Figure 85). Ils représentent 92,5 % et 77,2 % des organismes sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, respectivement. Sur Ker Georget, les autres groupes taxonomiques les plus abondants sont, dans l'ordre, les mollusques (4,5 %) et les arthropodes (2,9 %). Sur Tascon, les arthropodes dominent les effectifs (11,7 %) suivis par les mollusques (10,9 %). Le groupe « autres », rassemblant némertes et cnidaires, est minoritaire sur les deux vasières (0,5 % sur Ker Georget et 2,1 % sur Tascon). Aucun échinoderme n'a été échantillonné avec le protocole RNF.

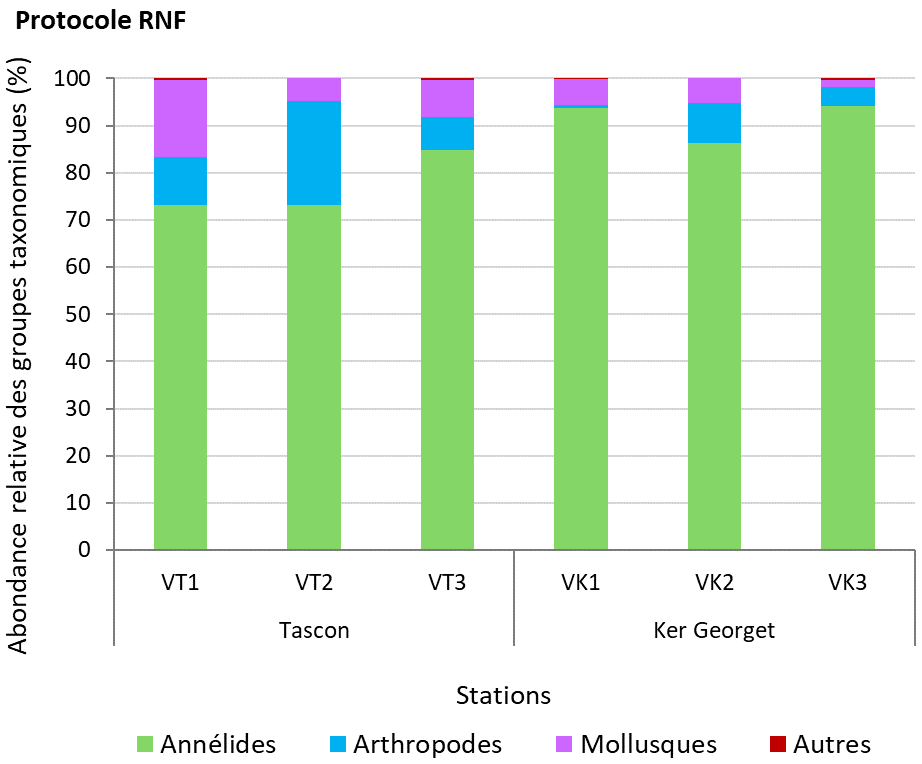


Figure 76. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, selon le protocole RNF.

De manière générale, la vasière de Tascon abrite des peuplements moins denses que la vasière de Ker Georget. Ces écarts sont principalement causés par les plus fortes densités d'oligochètes sur la vasière de Ker Georget.

Les Figure 77 et Figure 78, ainsi que le Tableau 40 présentent les abondances totales des oligochètes au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, en fonction du protocole d'échantillonnage appliqué. Ces résultats suggèrent que la majeure partie des écarts d'abondance moyenne observés entre les deux protocoles découle de la répartition spatiale hétérogène des oligochètes au sein des stations d'échantillonnage. La présence des oligochètes est indicatrice d'une hausse anormale de l'enrichissement en matière organique. Ces derniers sont particulièrement abondants dans les réplicats de la station VK1, prélevés selon le protocole RNF. Sur le reste des stations, les différences entre les deux protocoles sont moins marquées. Les valeurs d'abondances déterminées selon les deux protocoles ne sont pas statistiquement différentes (Test de Student ; t = -1,2 ; df = 5 ; p = 0,27 donc au-dessus du seuil de significativité de 5 %).

Concernant les abondances relatives des groupes taxonomiques, ces dernières semblent également souligner une hétérogénéité spatiale dans la réparation des organismes. Ainsi, sur la station VT2, les mollusques (cf. Hydrobie saumâtre *Peringia ulvae*) sont plus fortement représentés avec le protocole DCE qu'avec le protocole RNF.

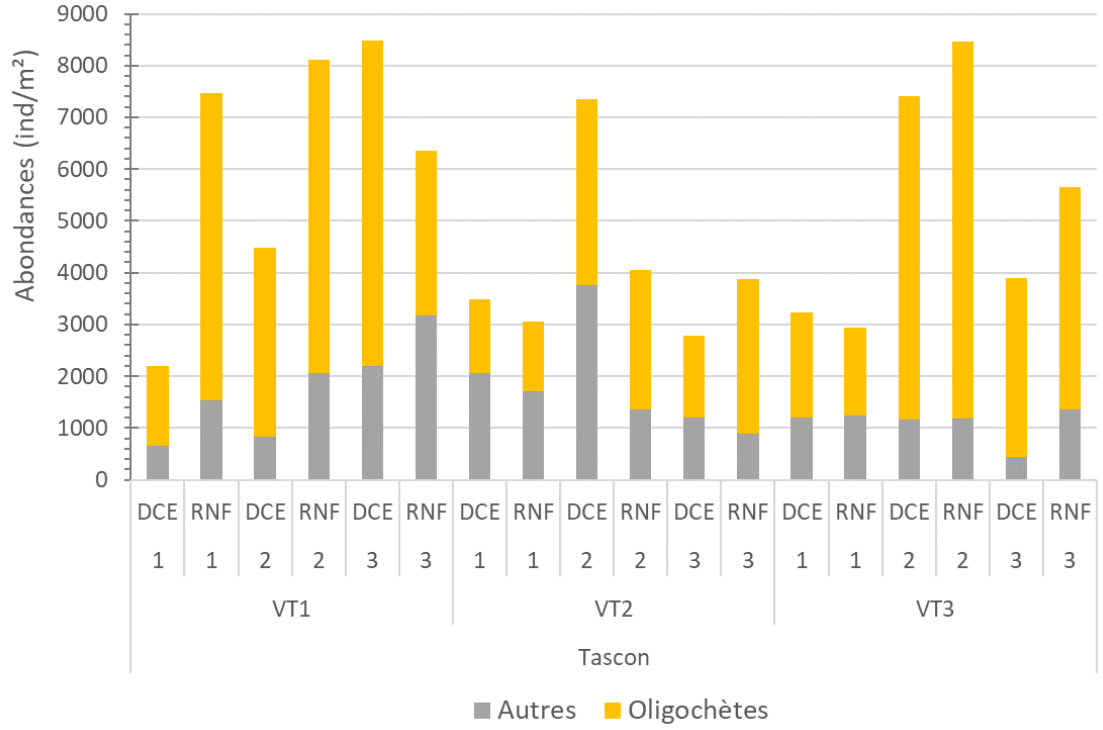


Figure 77. Abondances (ind/m²) des oligochètes relativement aux autres taxons au sein des réplicats échantillonnés sur la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF.

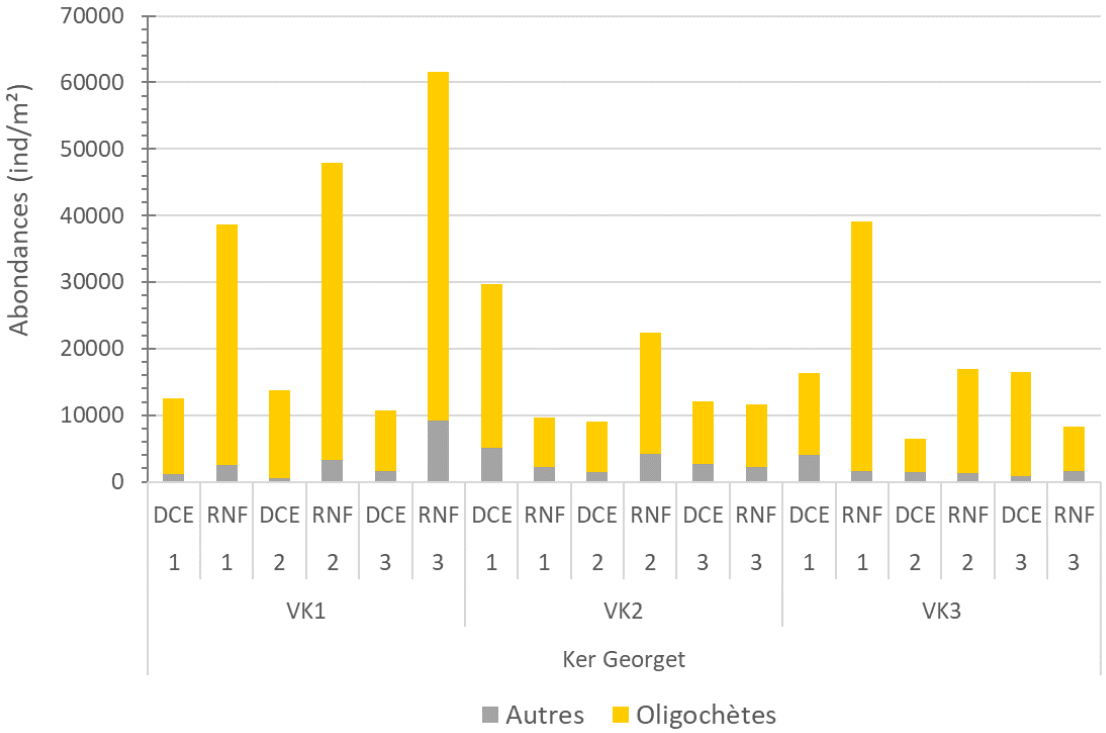


Figure 78. Abondances (ind/m²) des oligochètes relativement aux autres taxons, au sein des réplicats échantillonnés sur la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF.

Tableau 40. Répartition des oligochètes et des autres taxons au sein des vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget selon le protocole utilisé.

		DCE		RNF	
Vasière	Station	Taxons autres (%)	Oligochètes (%)	Taxons autres (%)	Oligochètes (%)
Tascon	VT1	27,2	38,5	46,7	42,7
	VT2	51,9	22,1	27,2	19,2
	VT3	20,9	39,4	26,0	37,4
Ker Georget	VK1	17,6	31,0	53,3	58,4
	VK2	49,1	38,4	30,7	15,3
	VK3	33,3	30,6	16,0	26,2

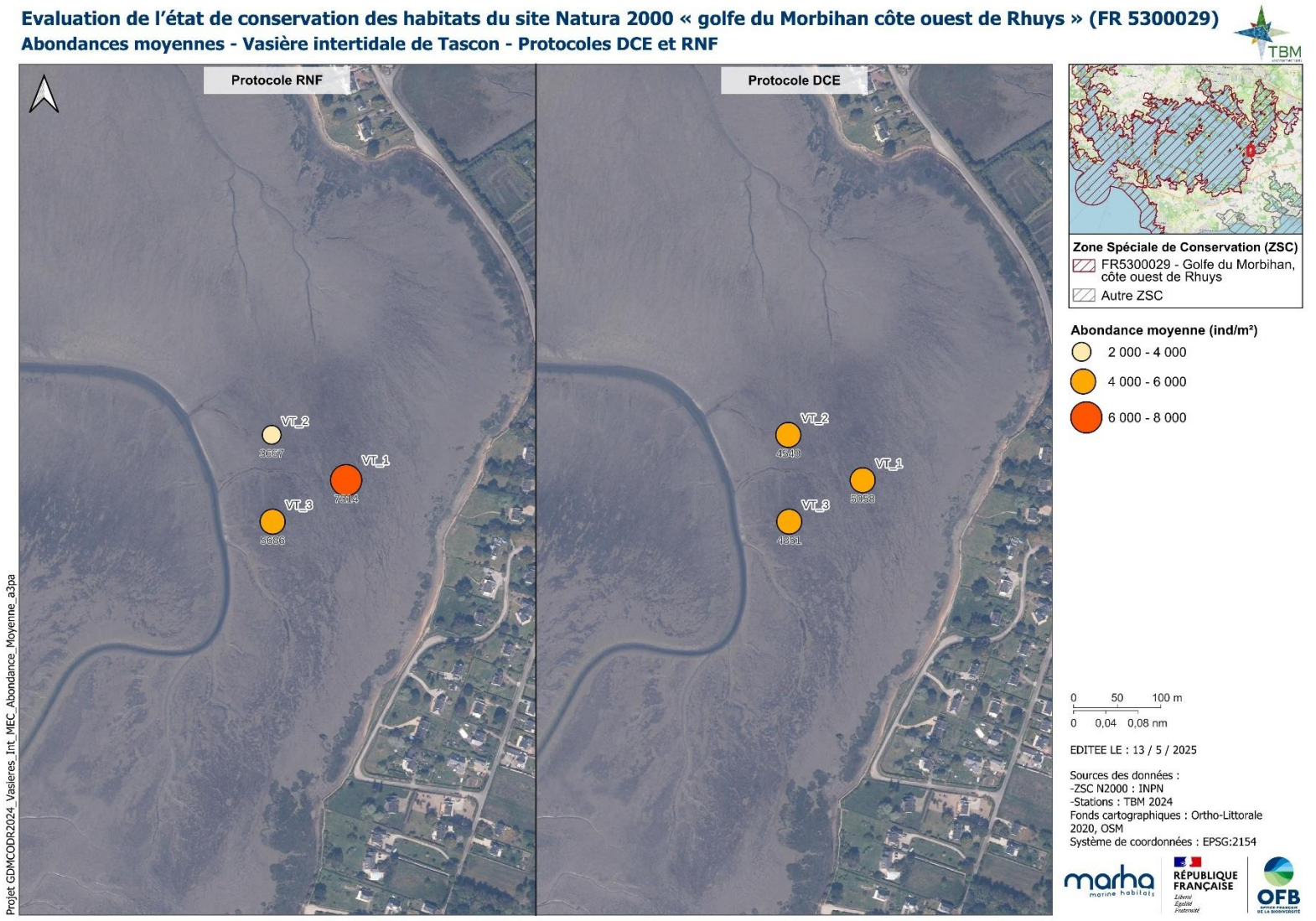


Figure 79. Abondances moyennes des peuplements benthiques de la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

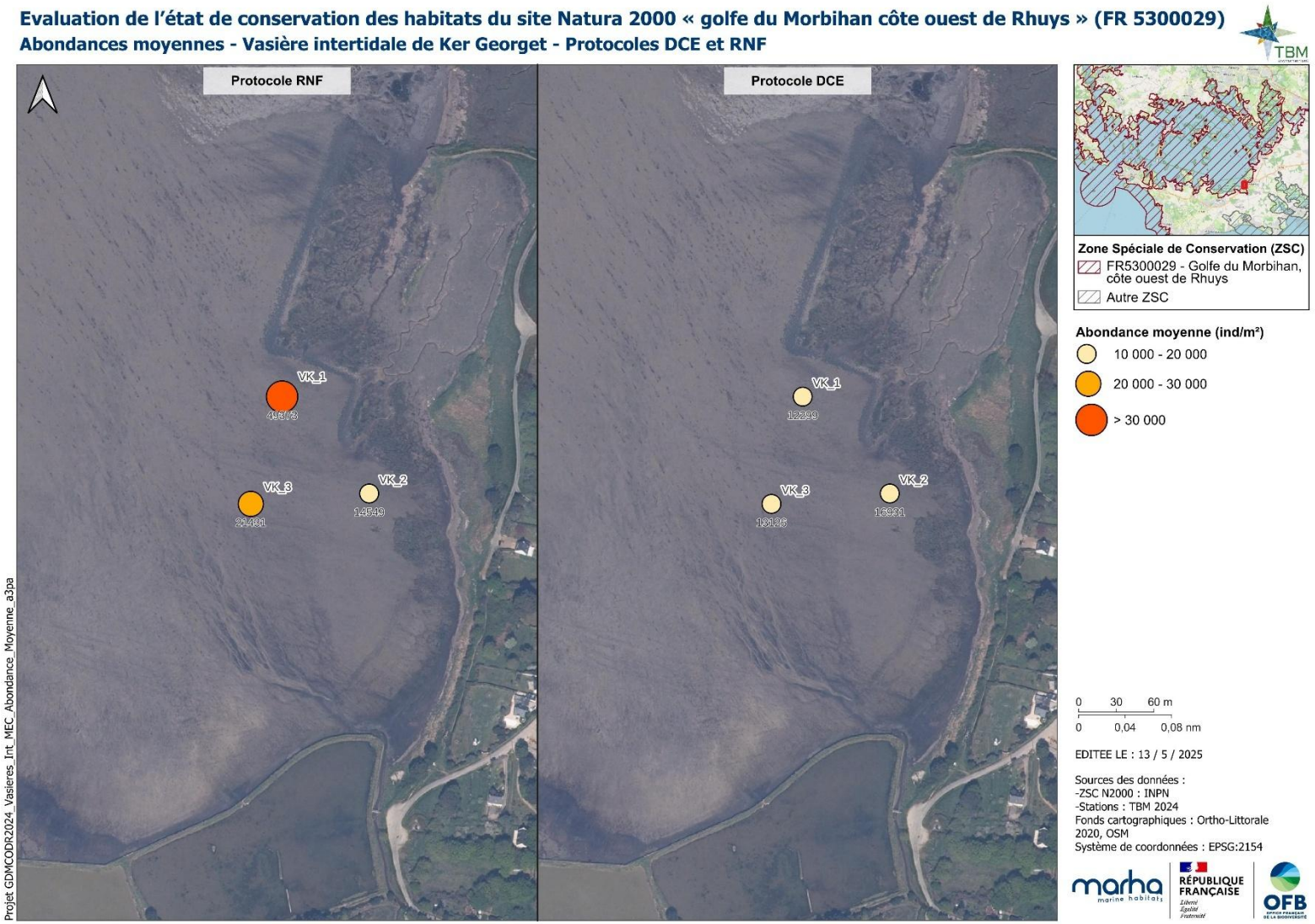


Figure 80. Abondances moyennes des peuplements benthiques de la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024.

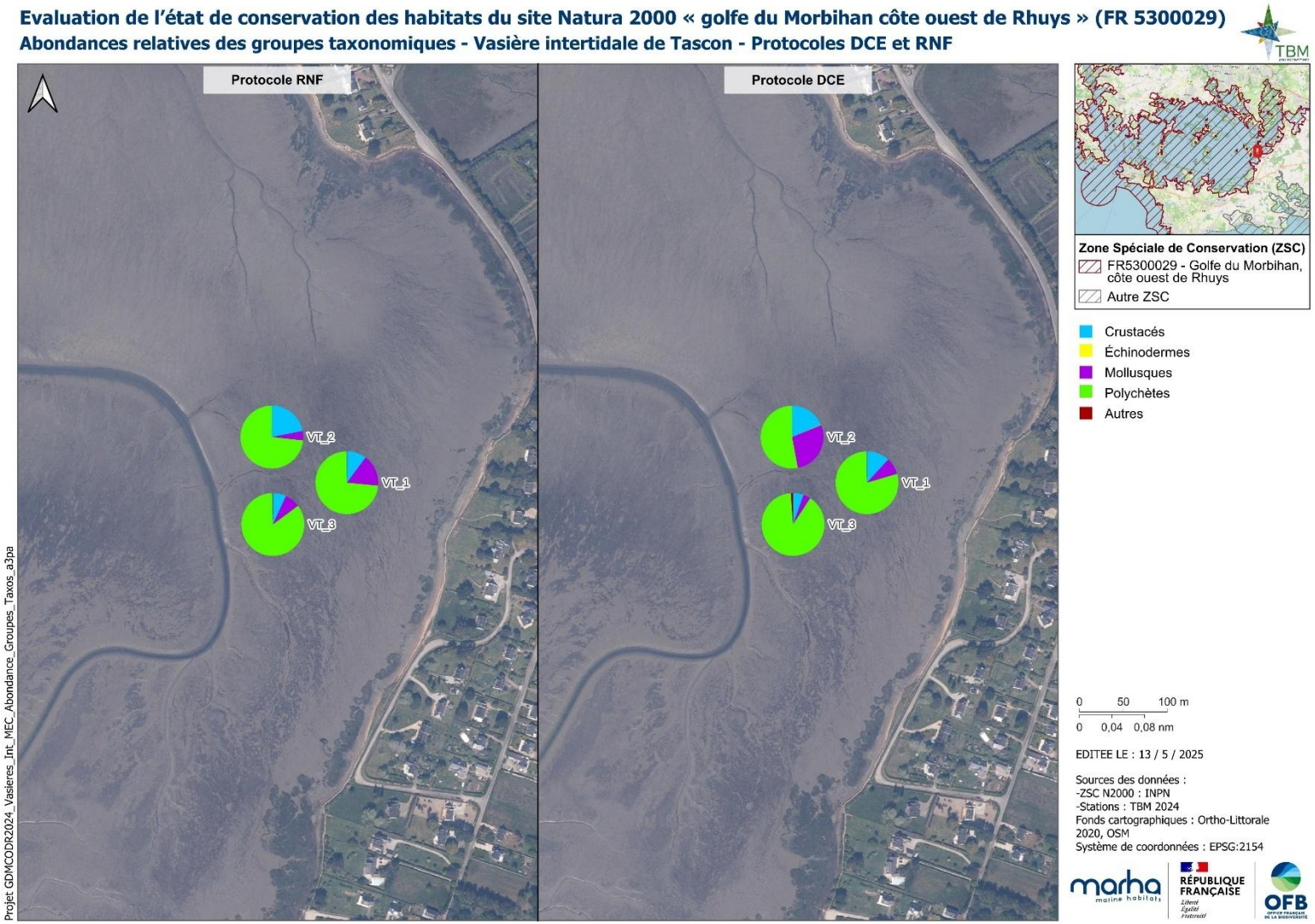


Figure 81. Abondance relative des groupes taxonomiques sur la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024.

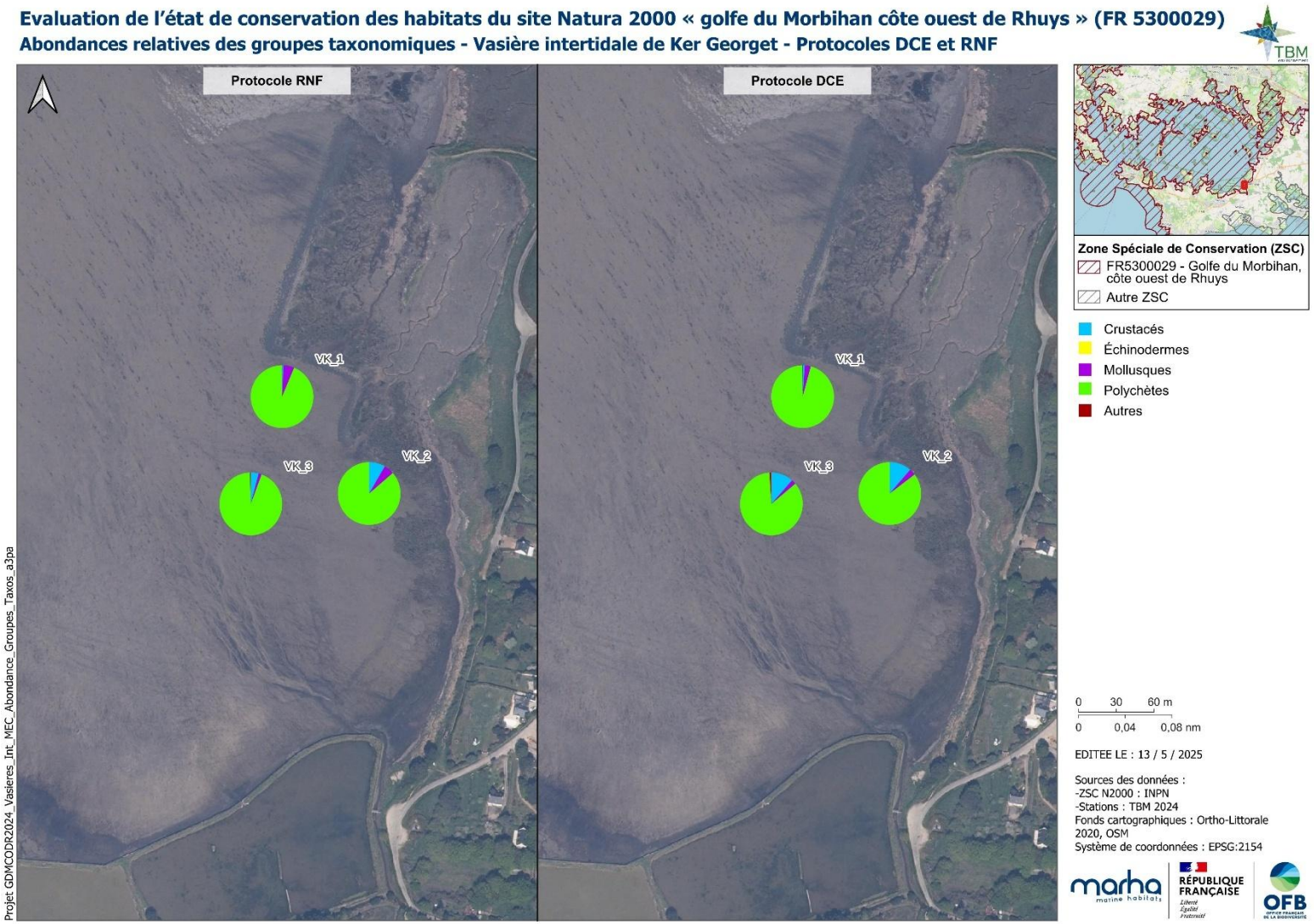


Figure 82. Abondance relative des groupes taxonomiques sur la vasière de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024.

3.1.1.3.2. Richesses spécifiques

- Protocole DCE :

La vasière de Tascon abrite 26 taxons distincts comprenant : 6 espèces d'annélides, 5 espèces d'arthropodes, 12 espèces de mollusques, 1 espèce d'échinoderme et 2 espèces de cnidaires. Les richesses spécifiques totales relevées sur les stations sont comprises entre 15 taxons (VT1) et 19 taxons (VT2) (Figure 83). Les richesses spécifiques moyennes varient de 10 ± 4 à 13 ± 2 taxons (Figure 84 et Figure 89).

Sur la vasière de Ker Georget, 25 taxons ont été identifiés. Parmi eux, 11 appartiennent au groupe des annélides, 5 aux arthropodes, 8 aux mollusques et 1 au groupe des *chironomidae*. Les richesses spécifiques totales (somme des réplicats) relevées sur les stations sont comprises entre 14 taxons (VK2 et VK3) et 16 taxons (VK1) (Figure 83). Les richesses spécifiques moyennes (moyenne des réplicats) varient de 9 ± 1 à 10 ± 2 taxons (Figure 84 et Figure 90).

Selon le protocole DCE, les mollusques constituent le groupe taxonomique le plus diversifié sur la vasière de Tascon (46,2 % des espèces) (Figure 85 et Figure 91). Ils sont suivis par les annélides (23,1 %) puis par les arthropodes (19,2 %). Les groupes des échinodermes et autres sont minoritaires (3,8 % et 7,7 %, respectivement). Sur la vasière de Ker Georget, le groupe le plus diversifié est celui des annélides (44,0 %), suivi des mollusques (32,0 %), des arthropodes (20,0 %) et du groupe autres (4,0 %) (Figure 92).

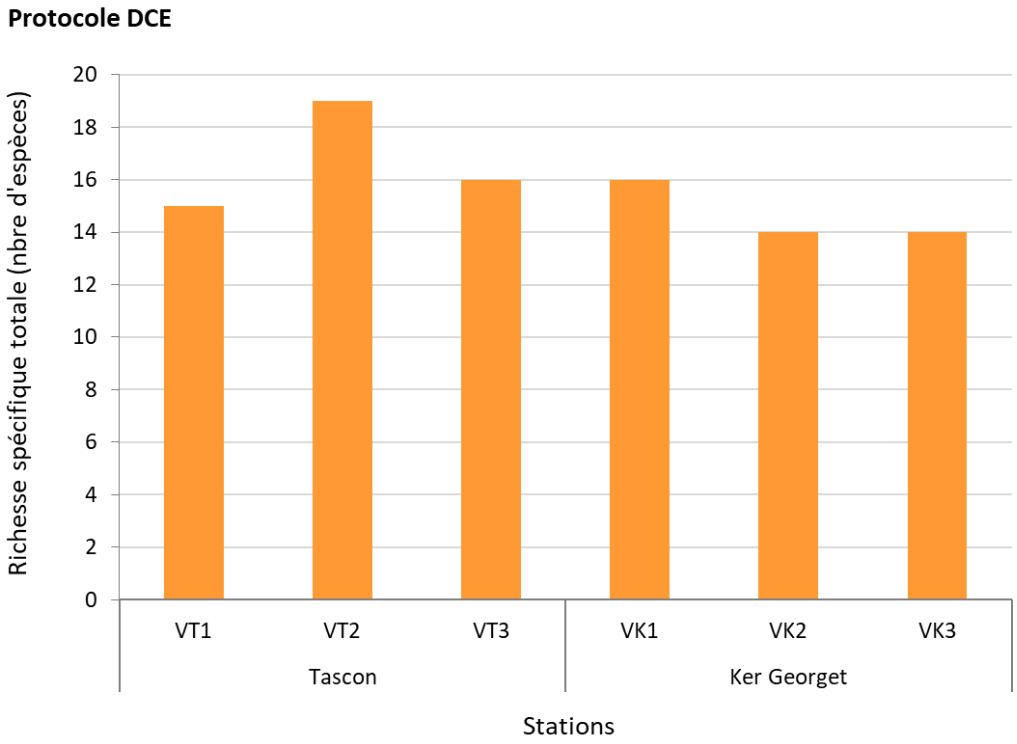


Figure 83. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE.

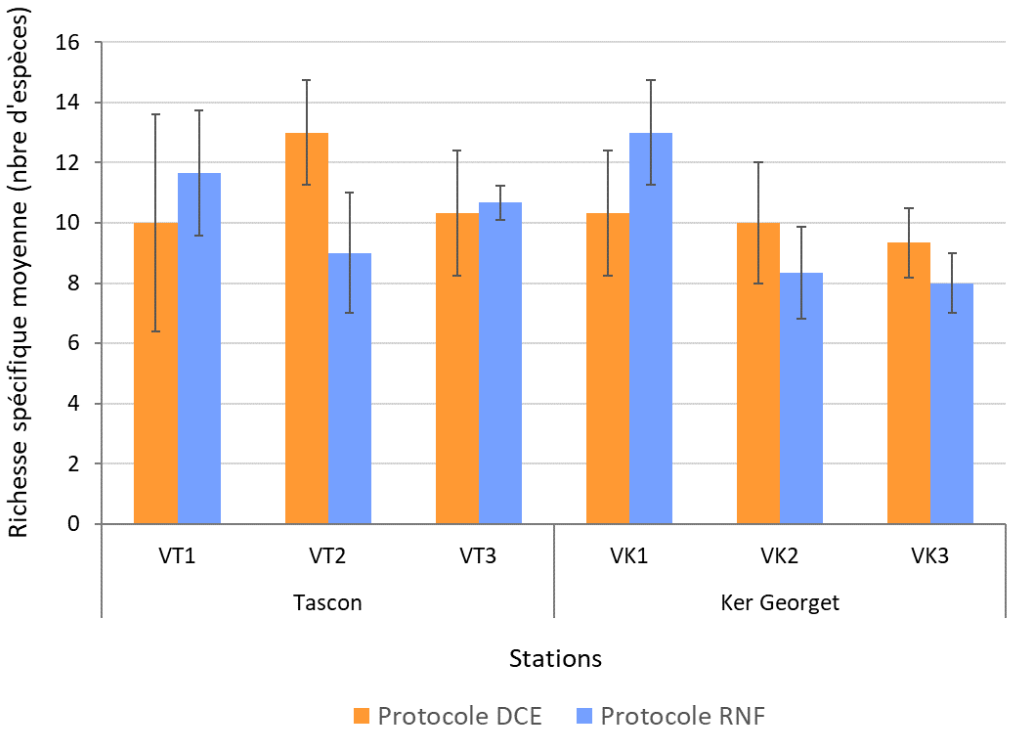


Figure 84. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF. Attention, les données présentées n'ont pas été standardisées.

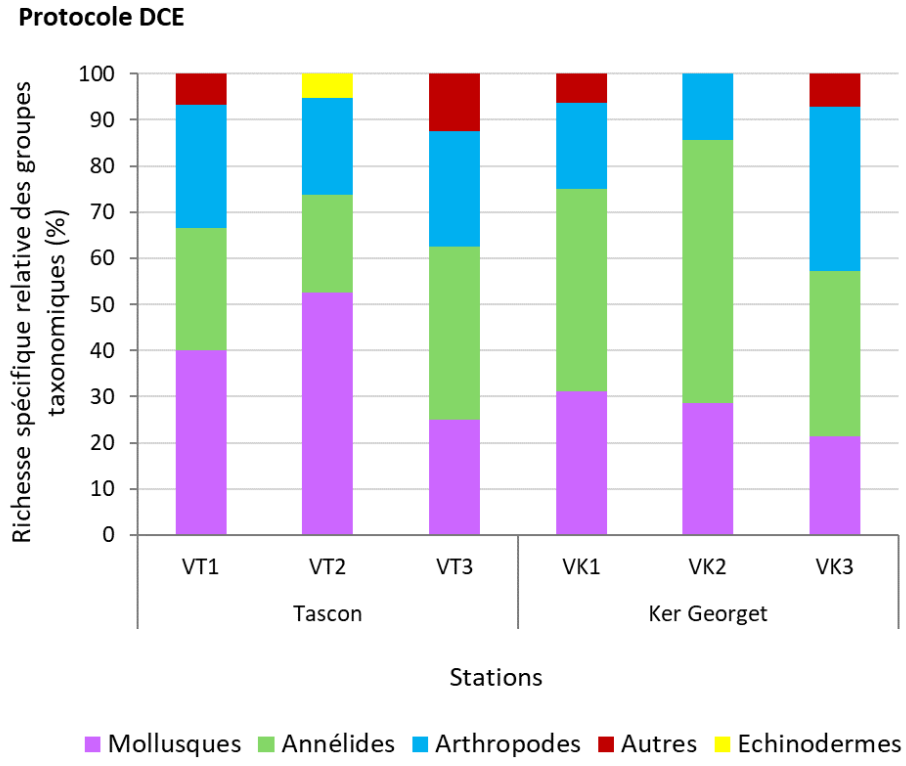


Figure 85. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE.

▶ Protocole RNF :

La vasière de Tascon abrite 29 taxons distincts comprenant : 10 espèces d'annélides, 7 espèces d'arthropodes, 10 espèces de mollusques, des némertes et des cnidaires. Les richesses spécifiques totales relevées sur les stations sont comprises entre 14 taxons (VT2) et 22 taxons (VT1) (Figure 86). Les richesses spécifiques moyennes varient de 9 ± 2 à 12 ± 2 taxons (Figure 84 et Figure 89).

Sur la vasière de Ker Georget, 28 taxons ont été identifiés. Parmi eux, 14 appartiennent au groupe des annélides, 6 aux arthropodes, 6 aux mollusques , 1 au groupe des *chironomidae* et 1 au groupe des némertes. Les richesses spécifiques totales relevées sur les stations sont comprises entre 14 taxons (VK3) et 21 taxons (VK1) (Figure 86). Les richesses spécifiques moyennes varient de 8 ± 1 à 13 ± 2 taxons (Figure 84 et Figure 94).

Selon le protocole RNF, les annélides constituent le groupe taxonomique le plus diversifié sur la vasière de Ker Georget (50 %) (Figure 87 et Figure 92). Viennent ensuite les mollusques et les arthropodes, représentant 21,4 % des espèces, puis le groupe « autres » (7,1 %). Sur la vasière de Tascon, mollusques et annélides représentent tous deux 34,5 % des espèces. Le second groupe le plus diversifié est celui des arthropodes (24,1 %) puis le groupe autres (6,9 %) (Figure 91).

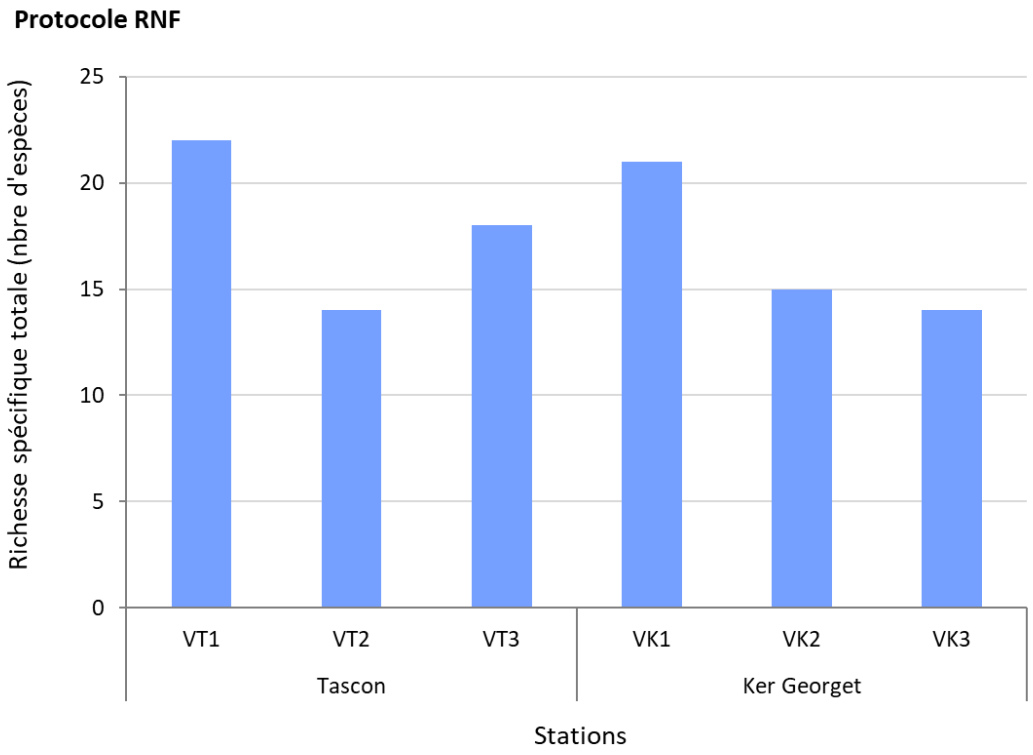


Figure 86. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF.

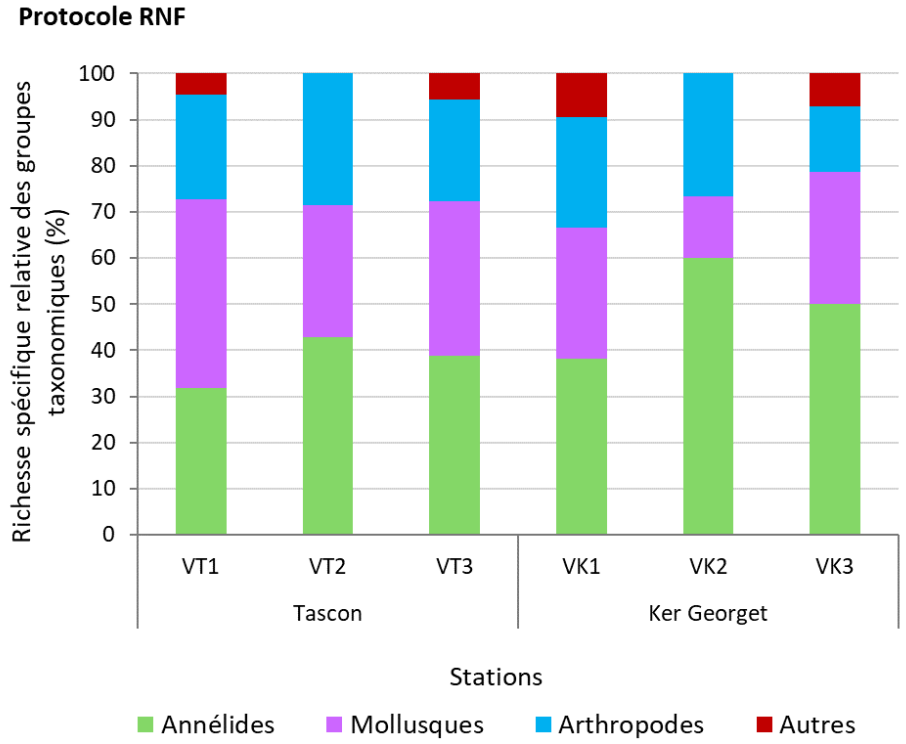


Figure 87. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF.

▶ Données de richesse standardisées par l'ES(50) :

La surface d'échantillonnage est un paramètre susceptible d'affecter le nombre d'espèces capturées. Une plus grande surface d'échantillonnage peut favoriser la capture d'un plus grand nombre d'espèces, notamment les espèces rares.

La comparaison des richesses spécifiques brutes (Figure 84) ne met pas en évidence de différence statistique significative entre les protocoles DCE et RNF (Test de Wilcoxon, V = 11,5, p = 0, 92 donc en-dessous du seuil de significativité de 5 %).

Néanmoins, l'indice ES(50) a été calculé pour chaque station afin de comparer la richesse spécifique pour un même nombre d'individus échantillonnés, et de neutraliser les différences méthodologiques (Figure 88).

Les ES(50) moyens obtenus sur chaque station en fonction du protocole d'échantillonnage sont présentés sur la Figure 135. Ces derniers ont été comparés avec un test de Student. Le test statistique indique une différence significative entre les deux protocoles (Test de Wilcoxon, V = 21 ; p-value = 0,03).

Les richesses brutes sont similaires, car elles comptabilisent simplement le nombre d'espèces détectées, sans tenir compte de la répartition des individus ou de la surface échantillonnée. En revanche, l'ES(50) est standardisé par rapport à un nombre fixe d'individus (50), et tient compte de la répartition des abondances. Ainsi, même si les richesses brutes sont identiques, les différences dans la répartition des individus ou dans l'efficacité à détecter des espèces rares peuvent conduire à des différences dans l'ES(50).

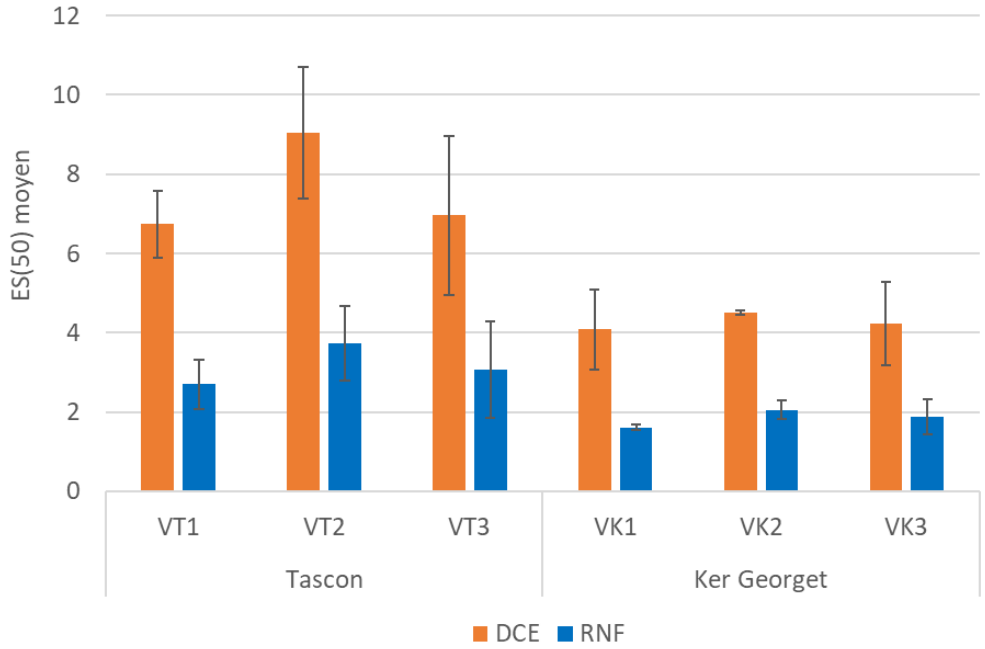


Figure 88. ES(50) moyens des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF.

Les vasières de Tascon et de Ker Georget abritent une diversité spécifique relativement similaire. Néanmoins, les écarts-types suggèrent que les taxons sont répartis de façon hétérogène au sein de chaque station. En effet, entre les stations d'une même vasière, un écart de 8 taxons peut être observé (entre VT2 et VT1 selon le protocole RNF). Selon les deux protocoles, les mollusques constituent le groupe le plus diversifié sur la vasière de Tascon, tandis que Ker Georget abrite davantage d'espèces d'annélides.

Les richesses spécifiques brutes obtenues avec les protocoles DCE et RNF ne sont pas statistiquement différentes (Test de Wilcoxon, V = 11,5, p = 0, 92 donc au-dessus du seuil de significativité de 5 %).

Les valeurs standardisées de l'ES(50) sont toutefois statistiquement différentes (Test de Wilcoxon, V = 21 ; p-value = 0,03). Les deux protocoles semblent différer dans leur capacité à échantillonner les espèces rares et peu abondantes. Le protocole DCE semble échantillonner davantage ces espèces rares.

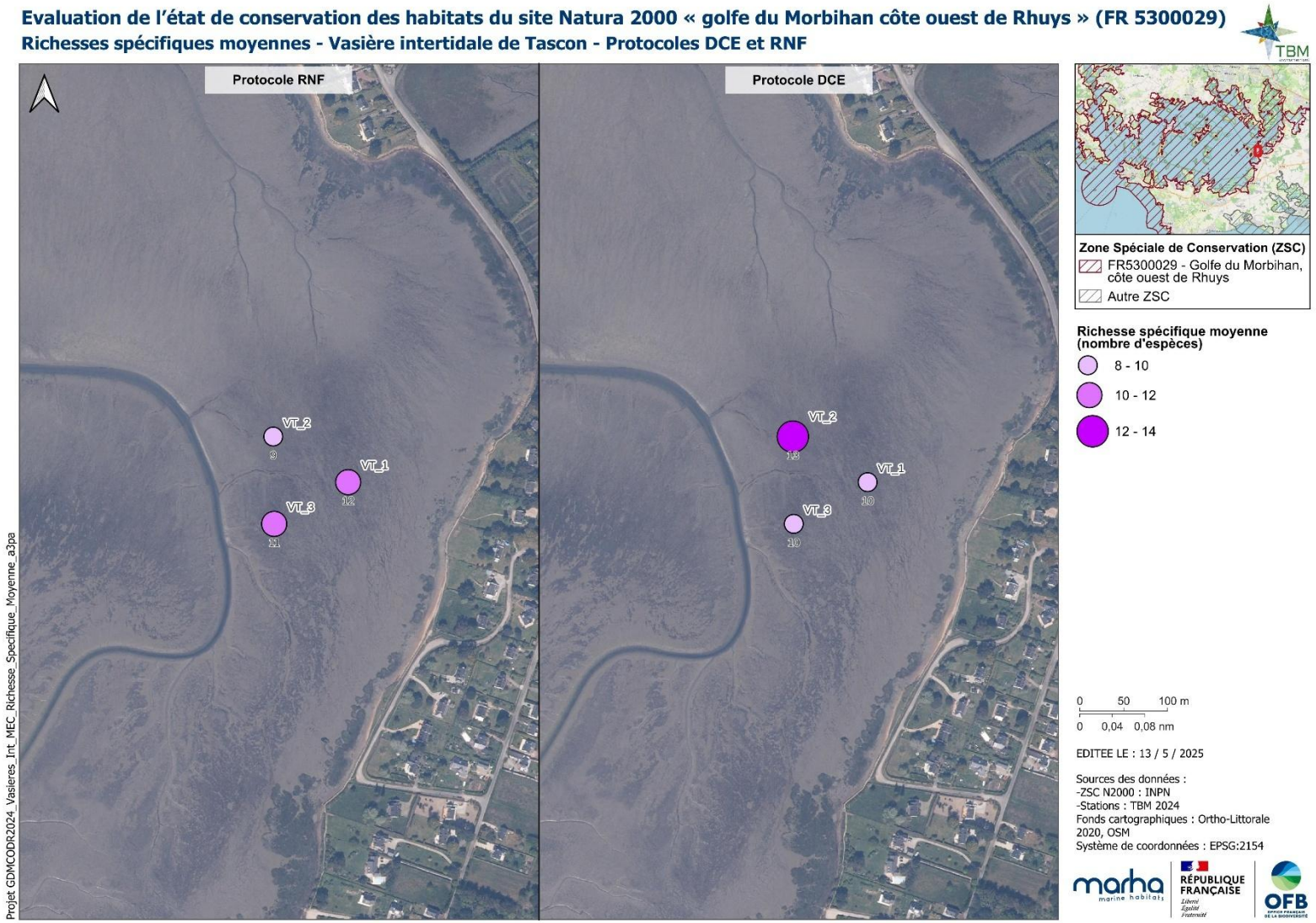


Figure 89. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

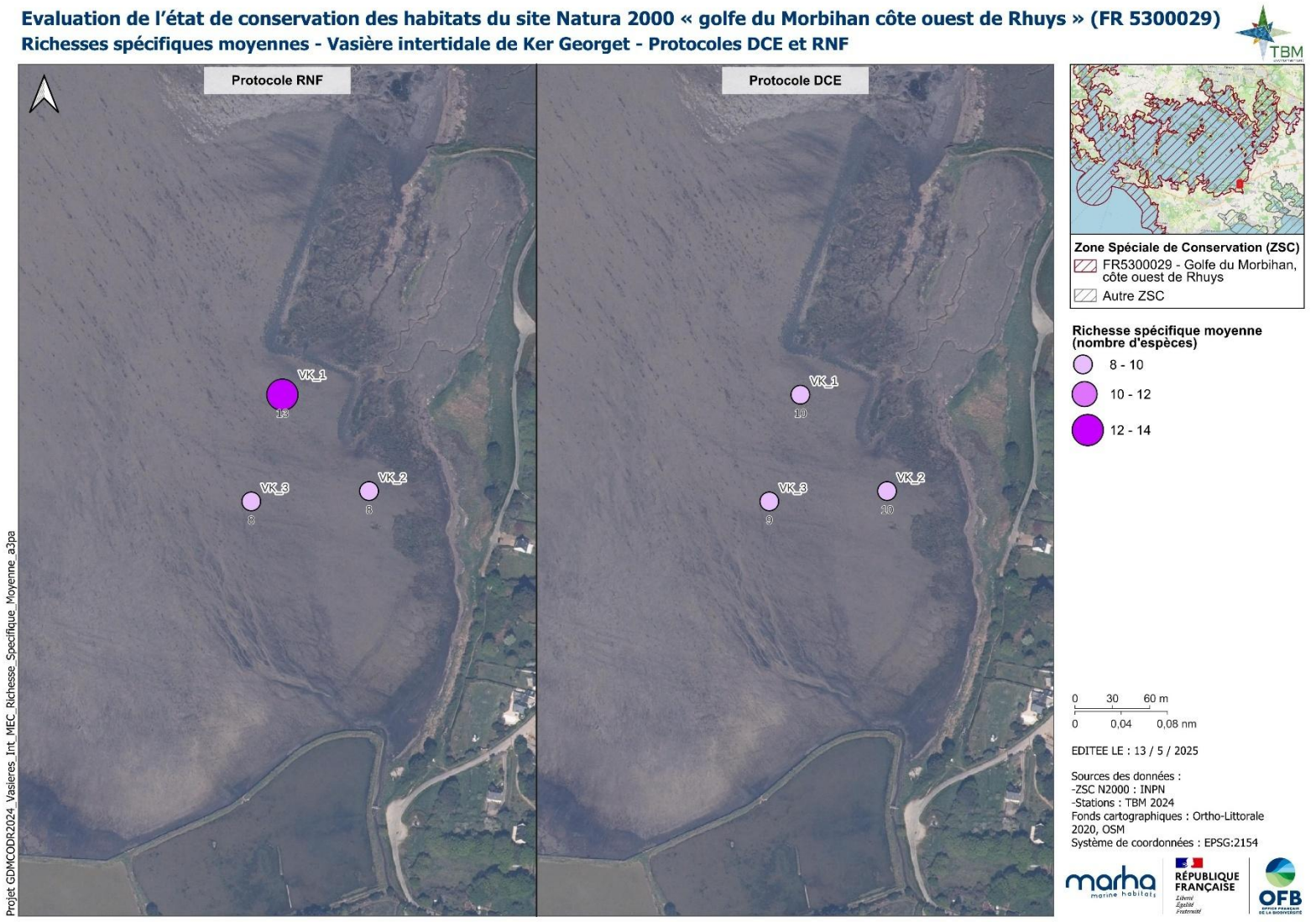


Figure 90. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024.

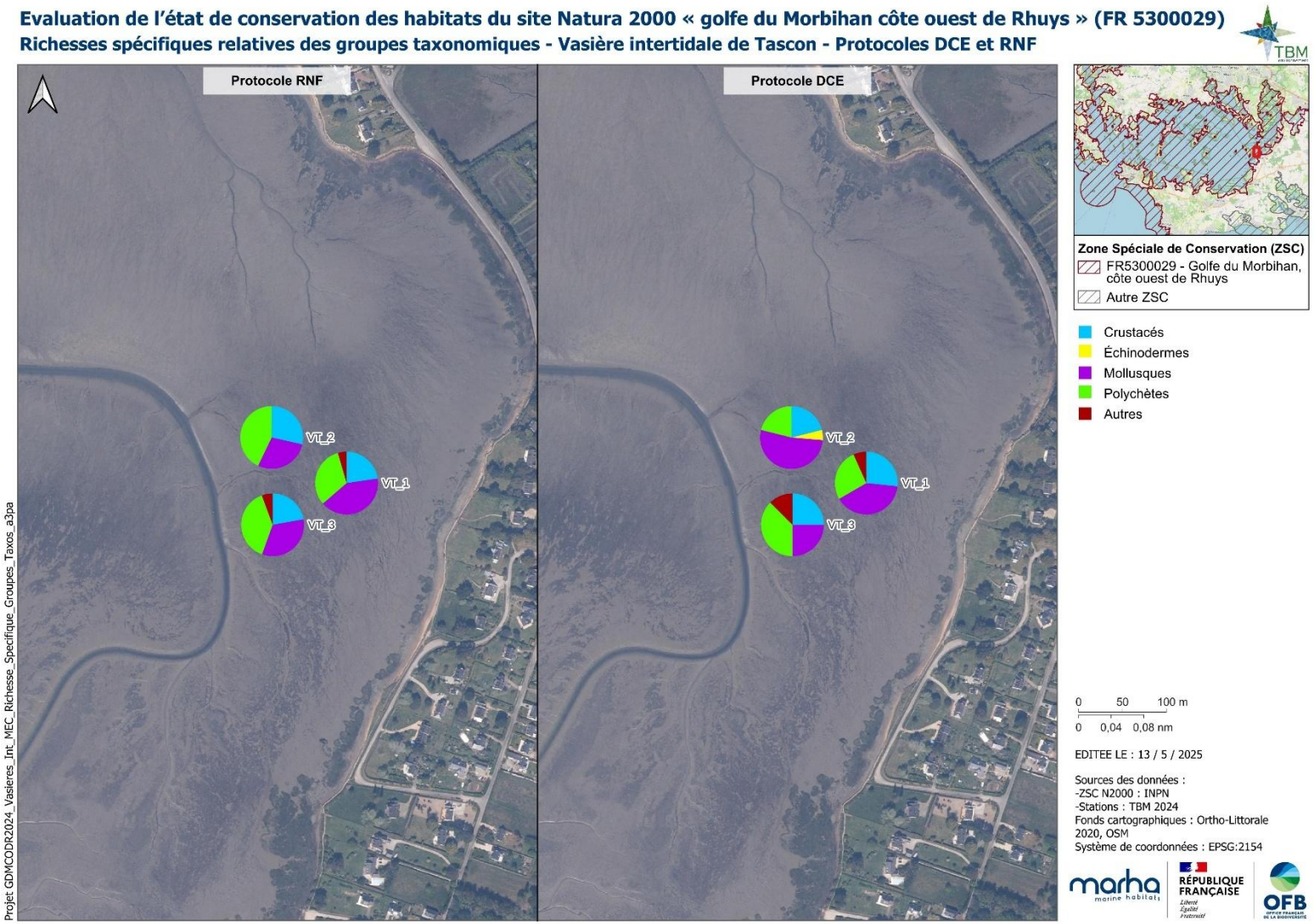


Figure 91. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024.

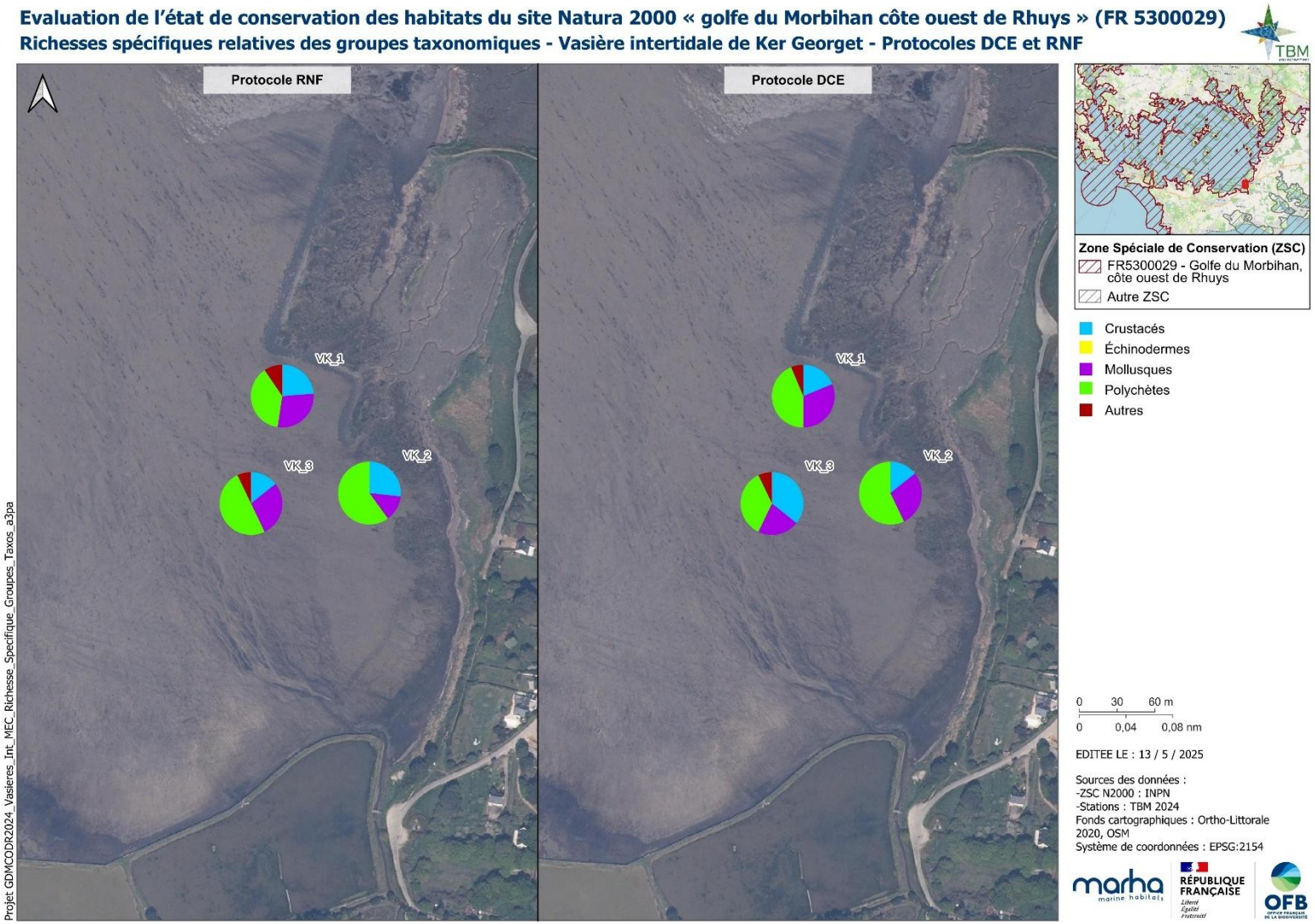


Figure 92. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques de la vasière intertidale de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

3.1.1.3.3. Indices de diversité

- Protocole DCE :

Sur la vasière de Tascon, l'indice moyen de Shannon-Wiener varie entre 1,3 (VT3) et 2,2 (VT2) et décrit des peuplements peu diversifiés à diversifiés (Figure 93). Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,4 (VT3) et 0,6 (VT2) et caractérisent un peuplement plutôt équilibré (Figure 94).

Sur la vasière de Ker Georget, les valeurs de l'indice de Shannon-Wiener sont plus faibles et varient entre 0,7 (VK1) et 1,0 (VK2). Les peuplements sont qualifiés de très peu diversifiés (Figure 93). Les indices moyens de Piélou oscillent entre 0,2 (VK1) et 0,3 (VK2). Ces faibles valeurs sont le signe d'un déséquilibre du peuplement causé par la présence de taxons dominants, en l'occurrence les oligochètes.

- Protocole RNF :

Sur la vasière de Tascon, l'indice moyen de Shannon-Wiener varie entre 1,6 (VT3) et 1,9 (VT2) et décrit un peuplement peu diversifié (Figure 93). Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,5 (VT3) et 0,6 (VT2) et caractérisent un peuplement plutôt équilibré (Figure 94).

Sur la vasière de Ker Georget, les valeurs sont plus faibles et varient entre 0,7 (VK1) et 1,2 (VK2) Les peuplements sont qualifiés de très peu diversifiés à peu diversifiés. Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,2 (VK1) et 0,4 (VK2) (Figure 94). Ces faibles valeurs témoignent de la dominance numérique des oligochètes au sein des stations.

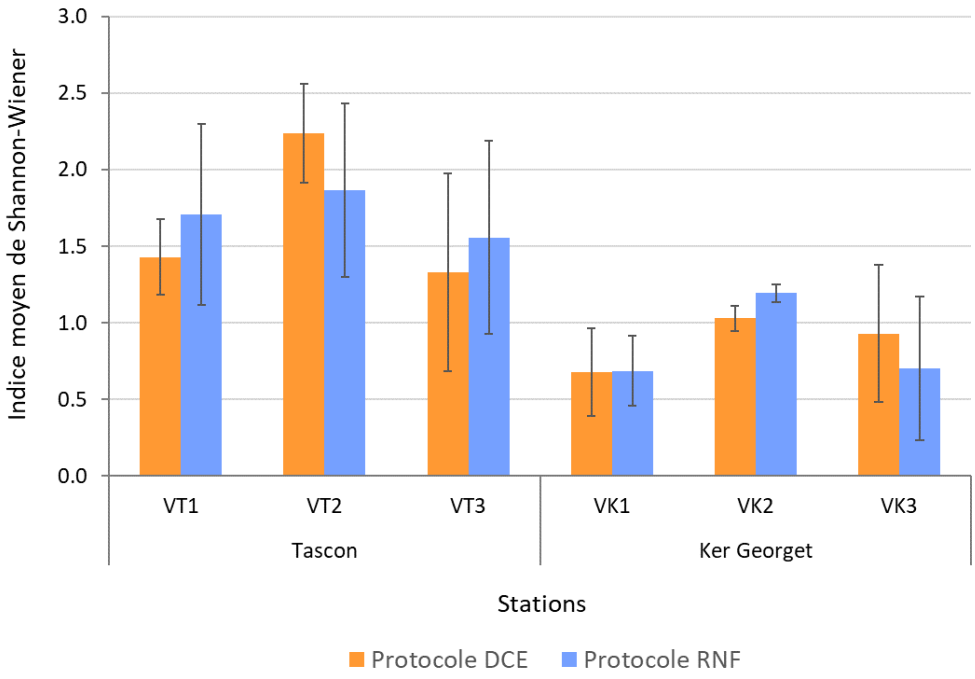


Figure 93. Indice de Shannon-Weaver moyen des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF.

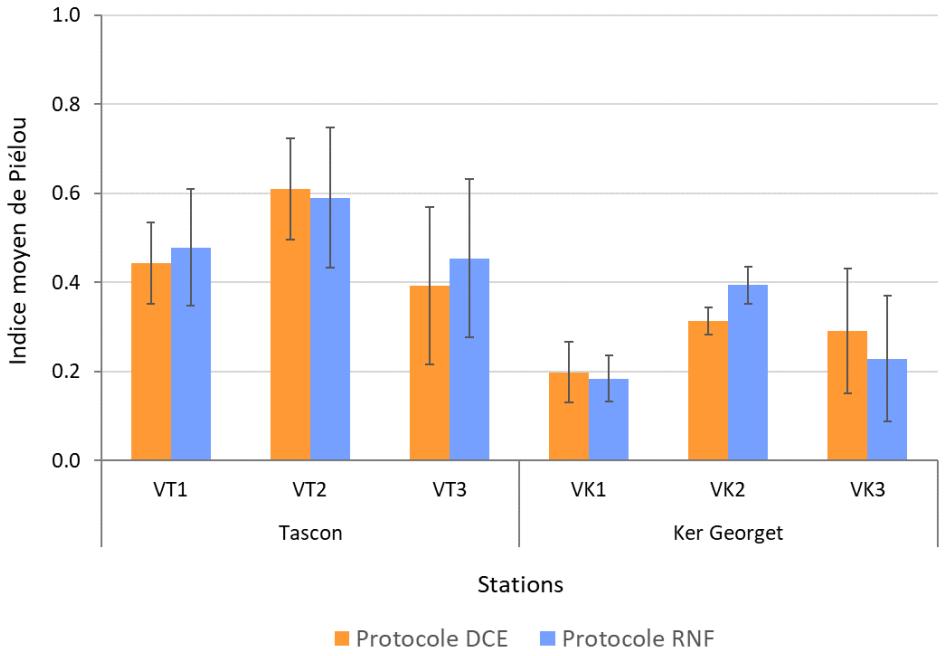


Figure 94. Indice de Piélou moyen des peuplements benthiques des vasières de Tascon et de Ker Georget, selon les protocoles DCE et RNF.

De façon générale, les données collectées selon les protocoles RNF et DCE permettent de qualifier les peuplements des vasières selon des valeurs d'indices de diversité proches. La vasière de Ker Georget est moins diversifiée que celle de Tascon mais abrite des densités d'organismes plus élevées, notamment des densités élevées d'oligochètes.

3.1.1.3.4. Comparaison des protocoles DCE et RNF

Le Tableau 41 récapitule l'ensemble des paramètres univariés moyens (abondance, richesse spécifique et indices de diversité) mesurés sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, en fonction du protocole appliqué (DCE ou RNF).

Les valeurs de richesse spécifique et les indices de diversité sont très similaires au sein d'une même vasière, quel que soit le protocole appliqué. En revanche, les valeurs d'abondance montrent davantage de variabilité, particulièrement sur la vasière de Ker Georget, où l'abondance relevée avec le protocole RNF est deux fois plus élevée qu'avec le protocole DCE. Cette différence s'explique par les effectifs élevés d'oligochètes collectés avec le protocole RNF sur la station VK1, représentant une valeur extrême due à l'agrégation des individus.

En conclusion, les variations de surface d'échantillonnage entre les deux protocoles entrainent peu de différences significatives dans les paramètres descriptifs univariés et caractérisent des peuplements similaires. Néanmoins, les valeurs d'ES(50) ont présenté des différences significatives témoignant d'une variation dans l'échantillonnage des espèces rares.

Tableau 41. Récapitulatif des paramètres univariés des vasières de Tascon et de Ker Georget, en fonction du protocole appliqué.

Vasières	Abondance moyenne (ind/m²)		Richesse spécifique moyenne		Indice de diversité de Shannon-Wiener moyen		Indice d'équitabilité de Piélou	
	DCE	RNF	DCE	RNF	DCE	RNF	DCE	RNF
Tascon	4816	5556	11	10	1,7	1,7	0,5	0,5
Ker Georget	14 119	28 451	10	10	0,9	0,9	0,3	0,3

3.1.1.3.5. Analyses multivariées : structure des peuplements

La structure des communautés benthiques des vasières intertidales a été étudiée au travers de classifications ascendantes hiérarchiques (CAH), de *multidimensional scaling* (MDS) et d'analyses SIMPER. Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées. De plus, les densités ont subi une transformation log(x+1), permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

Dans un premier temps, les stations ont été distinguées dépendamment du protocole d'échantillonnage utilisé (Figure 95). Les résultats de la CAH ne mettent aucune différence en évidence entre les peuplements recueillis selon le protocole RNF ou le protocole DCE. Ces derniers sont plutôt structurés par un facteur géographique. En effet, les vasières de Ker Georget et de Tascon abritent deux peuplements benthiques statistiquement distincts (Figure 96 et Figure 97). En revanche, au sein de chaque vasière, les assemblages faunistiques sont homogènes.

Les résultats des analyses SIMPER menées sur les peuplements des vasières de Tascon et de Ker Georget sont présentés dans le Tableau 42. Comme souligné précédemment, les deux vasières sont dominées par les oligochètes.

La vasière de Tascon abrite également l'amphipode détritivore *Grandidierella japonica*. Ce dernier est généralement présent parmi les algues et les éponges des milieux vaseux. La seconde espèce caractéristique est l'idotée *Idotea chelipes*, généralement inféodée aux algues intertidales en eaux saumâtres. Enfin, cette vasière abrite l'espèce de polychète *Streblospio benedictii* affine des faciès vaseux. Les autres espèces présentes ont également un préférendum pour les milieux envasés (p.ex. *Heteromastus filiformis*, *Nephtys hombergii*, *Nucula nitidosa*).

Le peuplement de la vasière de Ker Georget est quant à lui caractérisé par le bivalve *Abra segmentum* et le crustacé *Corophium volutator*. Ce dernier est commun dans les habitats vaseux intertidaux soumis à des dessalures. Les autres espèces recensées sont également affines des milieux vaseux (p.ex. *Hediste diversicolor*, *Heteromastus filiformis*). *Hediste diversicolor* est typique des sédiments vaseux soumis à de fortes variations de salinité.

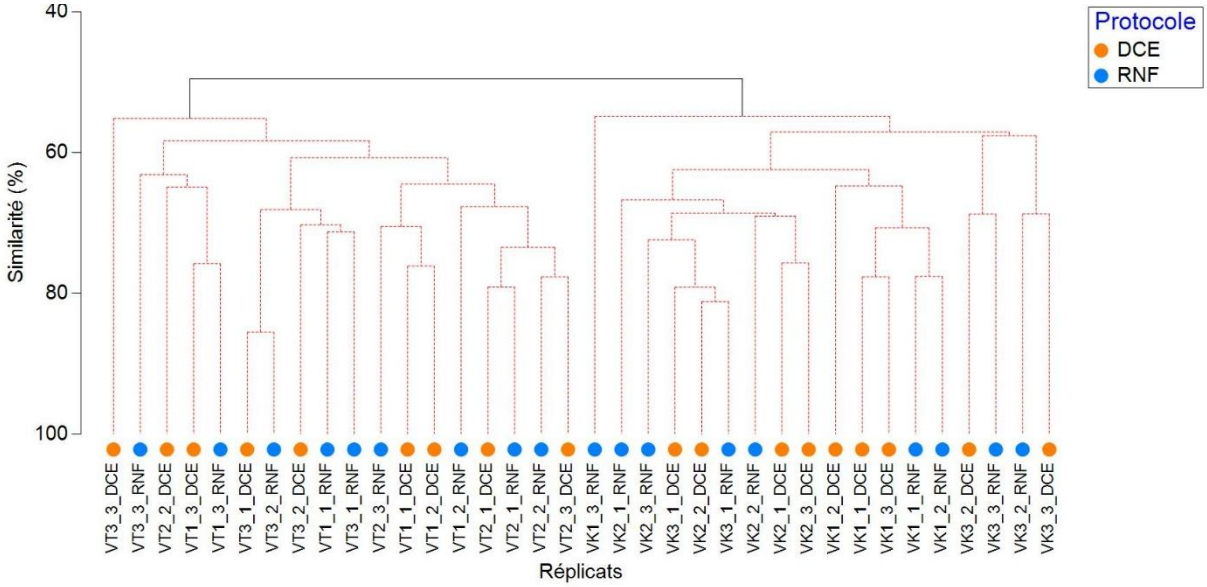


Figure 95. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction du protocole d'échantillonnage utilisé (RNF ou DCE). Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).

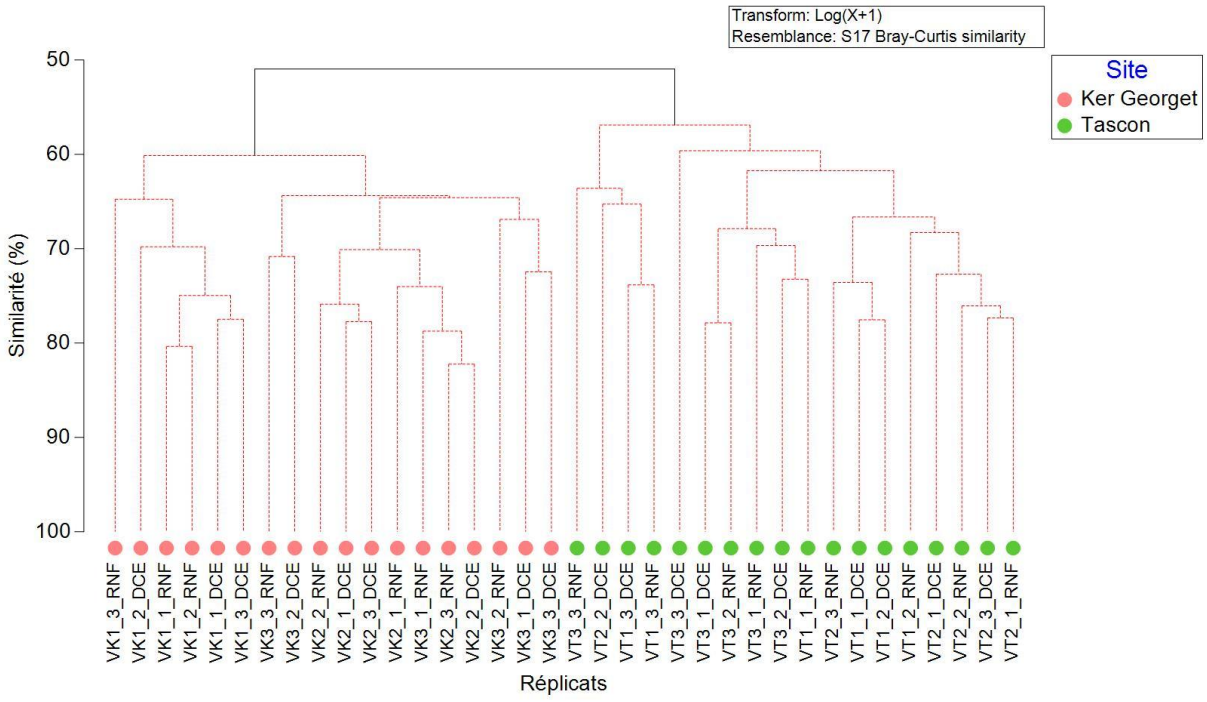


Figure 96. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction de la vasière échantillonnée. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).

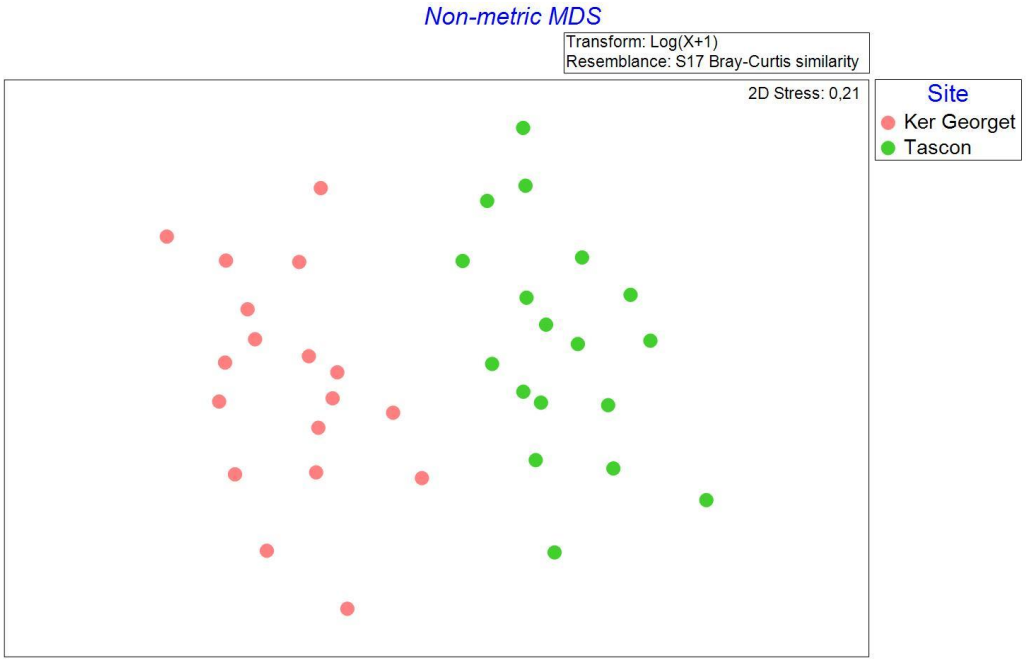


Figure 97. MDS effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques des vasières intertidales. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés.

Tableau 42. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons des vasières de Tascon et de Ker Georget.

Vasière	Espèces caractéristiques	Groupe taxonomique	Similarité moyenne (%)	Contribution (%)	Cumul des contributions (%)
Tascon	*Oligochaeta*	Annélide	61,9	39,6	39,6
	Grandidierella japonica	Arthropode		16,3	55,9
	Idotea chelipes	Arthropode		9,3	65,1
	Streblospio benedicti	Annélide		7,9	73,1
Ker Georget	*Oligochaeta*	Annélide	64,3	45,5	45,5
	Abra segmentum	Mollusque		12,9	58,4
	Corophium volutator	Arthropode		12,8	71,2

3.1.1.3.6. Typologie des habitats

Sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, les prélèvements benthiques ont été effectués au niveau de l'étage médiolittoral.

Vasière de Tascon

Sur la vasière de Tascon, la présence de pieds de zostère naine a été observée, suggérant l'existence d'un herbier (Figure 989). Toutefois, les prélèvements ayant été réalisés au début de la période de croissance des feuilles, il n'a pas été possible de déterminer le degré de fragmentation ni l'étendue du recouvrement de l'herbier. Néanmoins la vasière semble abriter une mosaïque de deux habitats.

L'échantillonnage de l'amphipode détritivore *Grandidierella japonica* est généralement indicateur de la présence de débris végétaux. Par ailleurs, la présence de l'isopode *Idotea chelipes* et de l'amphipode *Corophium volutator,* inféodés aux zones estuariennes, aux étangs saumâtres et plus généralement aux habitats vaseux soumis à dessalure, suggère que le milieu subit des variations de salinité (Le Mao et al., 2020). En outre, le fait que la vasière soit davantage dominée par les oligochètes plutôt que par les bivalves, est généralement caractéristique d'un apport en eau douce (La Rivière et al., 2022).

Aussi, le premier habitat identifié selon la typologie NatHab-Atl (Michez et al., 2019) est :

A6-3.1.2 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/oligochètes.

Cet habitat correspond à une vasière de rivage calme potentiellement sous influence d'eau douce (La Rivière et al., 2022) . Les sédiments peuvent être des vases pures ou des vases sableuses. L'endofaune est peu diversifiée mais très dense et caractérisée par des polychètes, des bivalves et des oligochètes.

Le second habitat observé est :

A6-4.2 Herbiers à *Zostera noltei* sur vases médiolittorales en milieu à salinité variable.

Son pourcentage de recouvrement peut difficilement être déterminé dans la mesure où l'herbier est en pleine hausse de biomasse. Les données issues de la cartographie des herbiers du Golfe du Morbihan, menée entre 2022 et 2023, suggèrent un recouvrement supérieur à 50 % dans la zone.

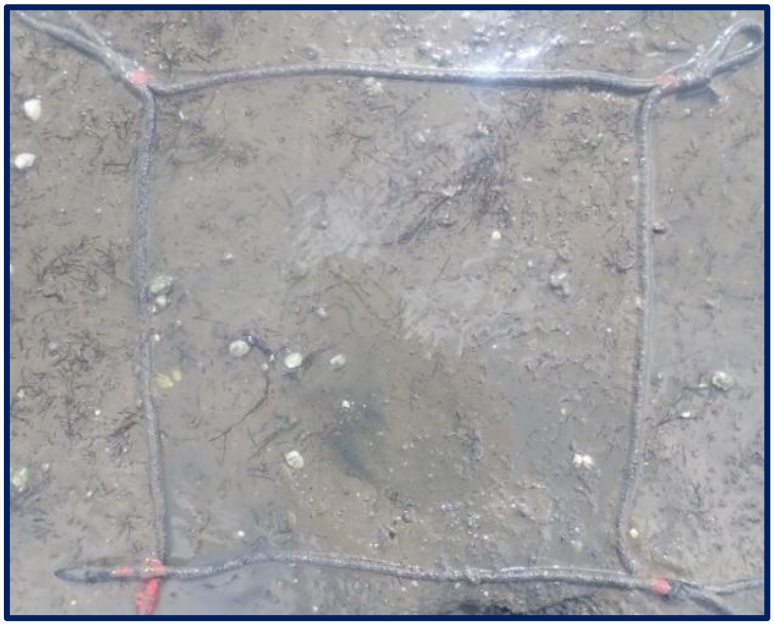


Figure 98. Présence de pieds de Zostera noltei sur la vasière de Tascon (© TBM environnement).

Vasière de Ker Georget

La vasière de Ker Georget est caractérisée par un assemblage d'espèces légèrement différent. Bien qu'*Idotea chelipes* et *Grandidierella japonica* soient toujours présents, leurs effectifs y sont moins élevés. En revanche, les densités de *Corophium volutator* et du bivalve *Abra segmentum* y sont supérieures. De nouvelles espèces apparaissent également, telles que *Arenicola marina, Hediste diversicolor, Spiophanes bombyx, Eteone foliosa* et *Lumbrineris cingulata.*

Cette communauté, bien qu'elle inclue des espèces euryhalines, accueille aussi des taxons dont la tolérance aux dessalures reste incertaine. La localisation de la vasière semble ainsi correspondre à une zone de transition entre les masses d'eaux de transition et les masses d'eau côtière.

L'habitat identifié selon la typologie NatHab-Atl (Michez et al., 2019) est :

A6-3.1.1 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/bivalves.

3.1.1.3.7. Indices biotiques

Les vasières intertidales de Ker Georget et de Tascon sont actuellement classées comme des masses d'eau côtières. Cependant, l'analyse faunistique a mis en évidence la présence de taxons adaptés aux variations de salinité. Ainsi, les habitats recensés correspondent à des milieux soumis à des fluctuations de salinité, et sont ainsi définis davantage comme des masses d'eau de transition. En conséquence, deux indices biotiques ont été calculés : l'AMBI et le BEQUI-FR, spécifiquement adapté aux masses d'eau de transition.

3.1.1.3.7.1. AMBI

▶ Protocole DCE :

Les Figure 99 et Figure 101 détaillent la répartition des groupes écologiques dans les stations de Tascon et de Ker Georget tandis que le Tableau 43 présente les valeurs de l'indice AMBI et l'état écologique correspondant.

Sur la vasière de Tascon, la grande majorité des organismes identifiés sur les trois stations appartiennent au groupe écologique V (de 48 % sur VT2 à 81 % sur VT3). Ce dernier se compose de déposivores opportunistes de premier ordre, qui prolifèrent dans les sédiments réduits. La prévalence de ce groupe est attribuable aux fortes densités d'oligochètes. Leur présence est indicatrice d'une hausse anormale de l'enrichissement en matière organique. Le groupe III est également fortement représenté sur VT2 et se compose d'espèces opportunistes naturellement présentes dans les vases. Si les groupes II et IV sont minoritaires, certaines espèces du groupe I sont présentes (4 % sur VT3 à 16 % sur VT2), ce qui indique que le milieu est peu pollué.

Sur la vasière de Ker Georget, deux groupes dominent, le groupe V (de 82 % sur VK2 à 91 % sur VK1) et le groupe III. Les espèces caractéristiques du groupe V sont à nouveau les oligochètes. Les groupes I, II et IV sont quasiment absents.

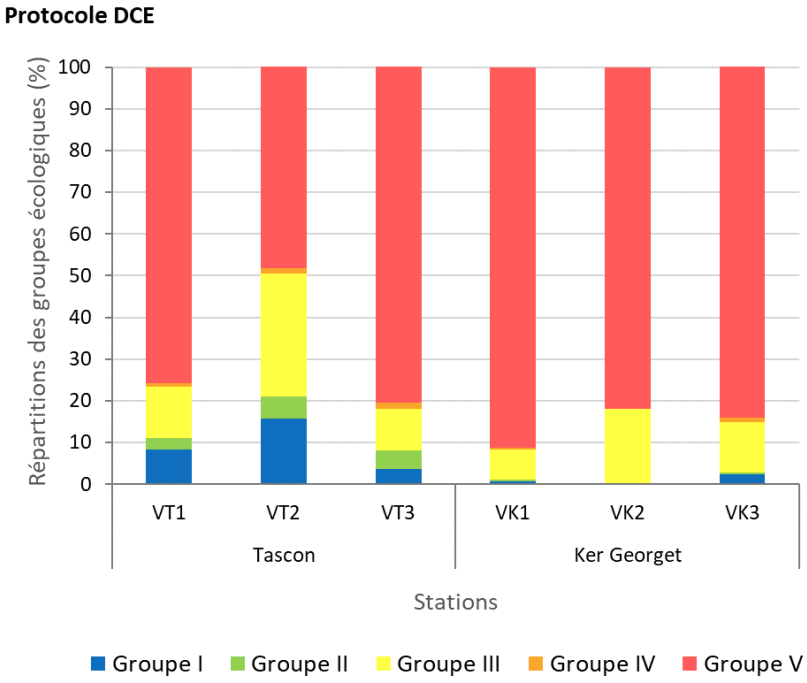


Figure 99. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget selon le protocole DCE.

▶ Protocole RNF :

La répartition des groupes écologiques obtenue selon la méthodologie RNF est quasiment identique à celle du protocole DCE (Figure 102 et Figure 100). Selon le protocole RNF, le groupe V est toutefois légèrement plus abondant sur Ker Georget (de 80 % sur VK2 à 93 % sur VK3). Sur Tascon, la station VT2 abrite davantage d'espèces du groupe V.

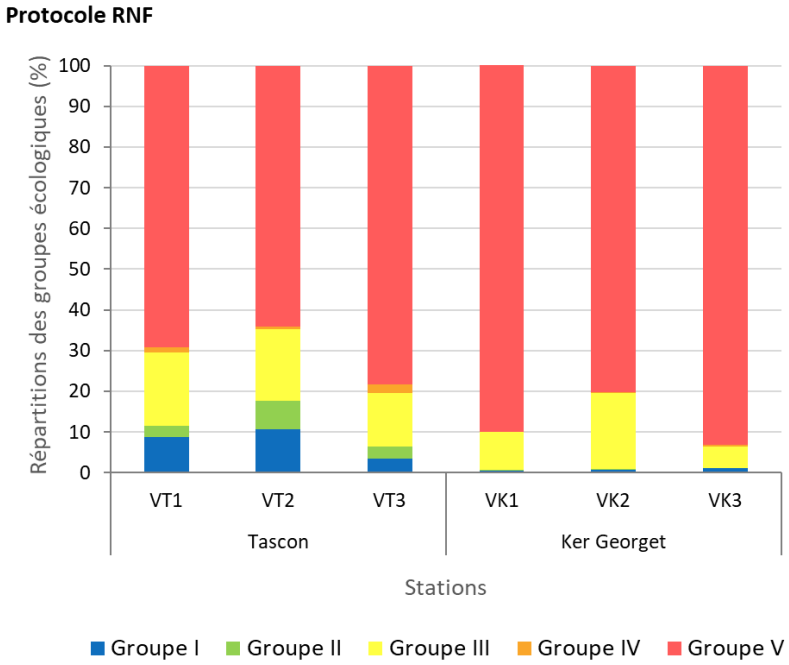


Figure 100. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget selon le protocole RNF.

Ces légères variations entre les deux protocoles se répercutent sur l'estimation de la valeur de l'indice AMBI et sont à l'origine des différences d'états écologiques (Tableau 55). Ainsi, sur la vasière de Tascon et selon le protocole DCE, l'indice AMBI varie entre 5,4 et 5,7 et décrit un état écologique mauvais à médiocre. Sur la vasière de Ker Georget, l'AMBI est compris entre 3,8 et 5,2 et décrit un milieu moyen à médiocre. Avec le protocole RNF, la vasière de Tascon a un état écologique médiocre (AMBI de 4,4 à 4,8) et la vasière de Ker Georget un état mauvais à médiocre (5,4 à 5,7).

Comme le confirment les données collectées, les vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget sont riches en matière organique et abritent une faune abondante. La présence des oligochètes est indicatrice d'une hausse anormale de l'enrichissement en matière organique. Dans les vases cohésives, l'oxygène pénètre peu en profondeur et une strate anoxique se développe à quelques millimètres sous la surface des sédiments. Les espèces qui peuvent s'y développer sont ainsi caractéristiques des sédiments réduits, et appartiennent principalement aux groupes écologiques III à V, comme les oligochètes (V).

L'indice AMBI varie à la fois entre les deux vasières étudiées et selon les protocoles utilisés. Toutefois, étant principalement sensible à l'enrichissement en matière organique, il ne permet pas d'évaluer précisément l'état écologique global d'une vasière. En effet, l'AMBI ne tient pas compte des teneurs naturellement élevées en matière organique propres à ces milieux.

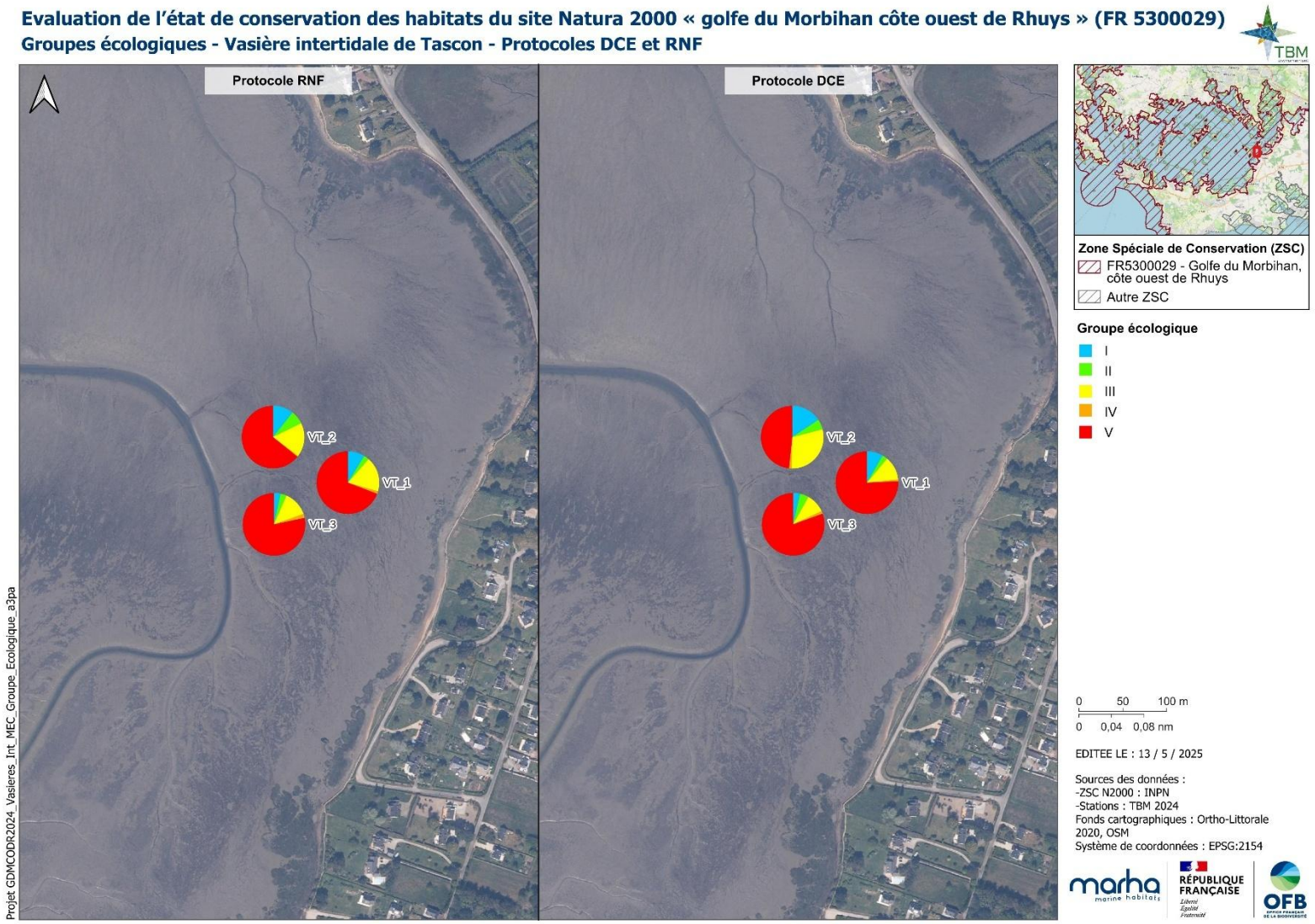


Figure 101. Répartition des groupes écologiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Tascon, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

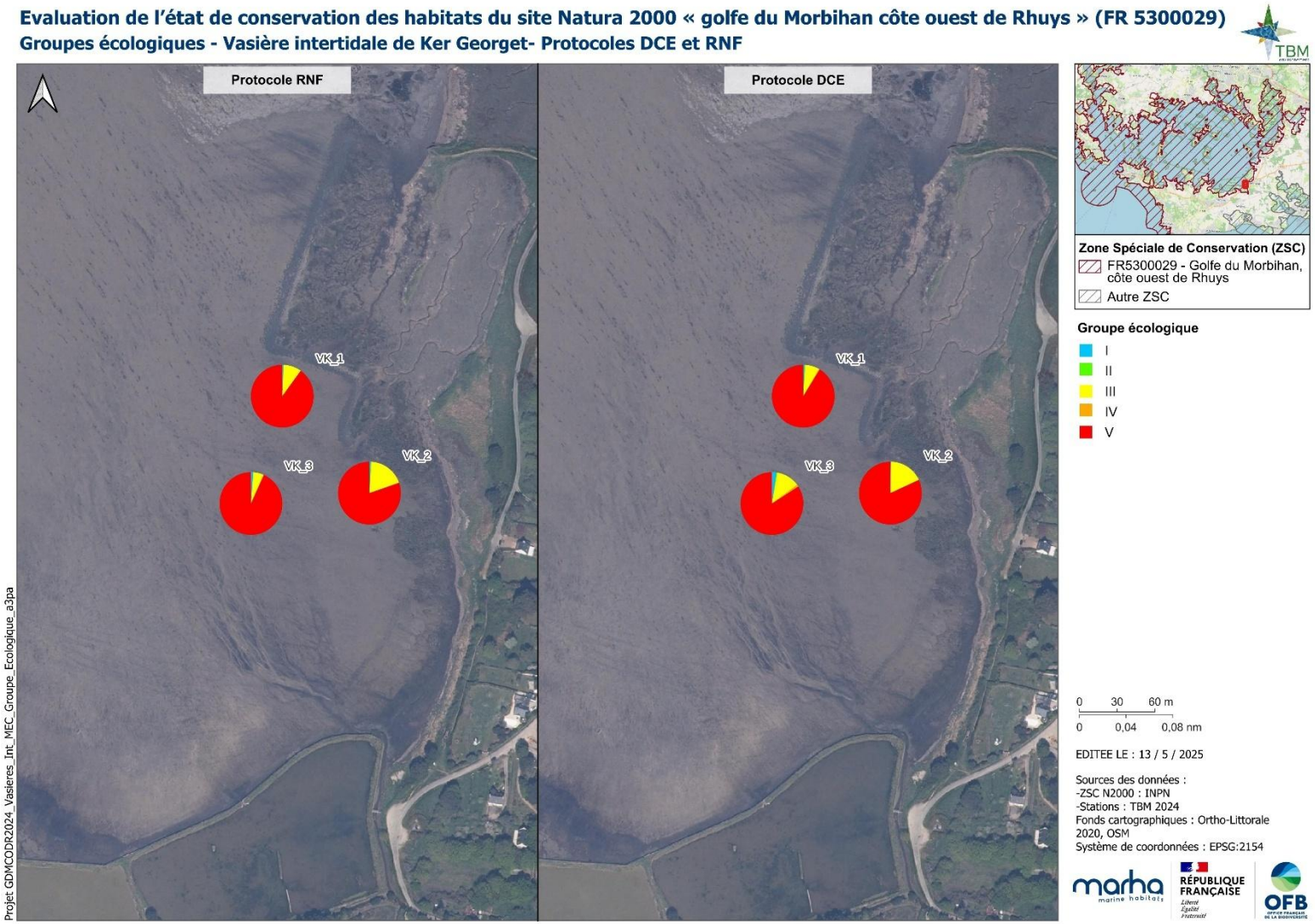


Figure 102. Répartition des groupes écologiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Ker Georget selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

Tableau 43. Valeurs de l'AMBI et état écologique des vasières de Tascon et de Ker Georget en fonction du protocole appliqué (DCE et RNF).

		DCE			RNF		
Localisation	Stations	AMBI moyen	Etat écologique	Classification de la pollution	AMBI moyen	Etat écologique	Classification de la pollution
Tascon	VT1	5,7	Mauvais	Azoïque	4,8	Médiocre	Gravement pollué
	VT2	5,4	Médiocre	Gravement pollué	4,4	Médiocre	Gravement pollué
	VT3	5,4	Médiocre	Gravement pollué	5,0	Médiocre	Gravement pollué
Ker Georget	VK1	4,9	Médiocre	Gravement pollué	5,7	Mauvais	Azoïque
	VK2	3,8	Moyen	Modérément pollué	5,4	Médiocre	Gravement pollué
	VK3	5,2	Médiocre	Gravement pollué	5,6	Mauvais	Azoïque

3.1.1.3.7.2. BEQI-FR

▶ Protocole DCE :

Les valeurs de l'indice BEQI-FR ainsi que la valeur d'EQR moyen retenue pour la comparaison aux valeurs seuils sont présentées dans le Tableau 44. L'indice BEQI-FR de la vasière de Tascon varie entre 0,62 et 0,82 et décrit un état écologique bon. Sur la vasière de Ker Georget, l'indice varie de 0,57 à 0,69 et décrit un état écologique moyen.

Tableau 44. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE.

Vasière	Référence habitat	Stations	H'_{obs}	S_{obs}	$AMBI_{obs}$	H'_{ref}	S_{ref}	$AMBI_{ref}$	BEQI-FR	EQR moyen	Etat écologique
Tascon	Mest	VT1	1,4	15	5,7	2,9	14,0	2,5	0,62	0,70	Bon
		VT2	2,2	19	5,4				0,82		
		VT3	1,3	16	5,4				0,65		
Ker Georget		VK1	0,7	16	4,9				0,61	0,62	Moyen
		VK2	1,0	14	3,8				0,69		
		VK3	0,9	14	5,2				0,57		

▶ Protocole RNF :

Les valeurs de l'indice BEQI-FR ainsi que la valeur d'EQR moyen retenue pour la comparaison aux valeurs seuils sont présentées dans le Tableau 45. L'indice BEQI-FR de la vasière de Tascon varie entre 0,66 et 0,81 et décrit un état écologique bon. Sur la vasière de Ker Georget, l'indice varie de 0,55 à 0,73 et décrit un état écologique moyen.

Tableau 45. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole RNF.

Vasière	Référence habitat	Stations	H'_{obs}	S_{obs}	$AMBI_{obs}$	H'_{ref}	S_{ref}	$AMBI_{ref}$	BEQI-FR	EQR moyen	Etat écologique
Tascon	Mest	VT1	1,7	22	5,7	2,9	14,0	2,5	0,81	0,73	Bon
		VT2	1,9	14	5,4				0,66		
		VT3	1,6	18	5,4				0,72		
Ker Georget		VK1	0,7	21	4,9				0,73	0,67	Moyen
		VK2	1,2	15	3,8				0,73		
		VK3	0,7	14	5,2				0,55		

Les indices BEQI-FR moyens décrivent des états écologiques distincts entre les deux vasières. La vasière de Tascon est associée à un état écologique bon tandis que la vasière de Ker Georget est associée à un état écologique moyen. Les états écologiques ne varient pas selon le protocole utilisé (RNF ou DCE).

3.1.1.3.8. Comparaison aux données des suivis antérieurs

Etude de (Denis, 1983) *: La macrofaune benthique des vasières du bassin oriental du Golfe du Morbihan*

Dans son étude de 1983, Denis décrit les peuplements benthiques de la vasière intertidale de l'île de Bailleron, située à l'ouest de l'île de Tascon. L'échantillonnage, réalisé sur 36 stations à l'aide de carottes, révèle une densité moyenne de 3781 ind/m². Ces données sont comparables aux abondances moyennes relevées sur la vasière de Tascon en 2024, lesquelles sont comprises entre 4540 ± 2453 ind/m² et 5057 ± 3177 ind/m². En revanche, les abondances relevées sur la vasière de Ker Georget, au sud de l'île de Tascon, sont nettement plus élevées (de l'ordre de 15 000 ind/m²).

Denis identifie 9 espèces caractéristiques, présentes sur chaque station étudiée et formant le peuplement de base. Parmi elles, figurent le bivalve *Abra ovata*, le polychète *Nephtys hombergii* ainsi que les oligochètes, également présents sur les vasières de Tascon et de Ker Georget. L'auteur distingue par ailleurs différents sous-peuplements en fonction de la bathymétrie. Au niveau de l'étage médiolittoral, il décrit un sous-peuplement à *Peringia ulvae* atteignant de fortes densités (6 100 ind/m²) dans une vase molle, fine et enrichie en matière organique. Les espèces associées sont les oligochètes (64 ind/m²), les polychètes *Nephtys hombergii* (568 ind/m²) et *Pygospio elegans* (86 ind/m²), le bivalve *Abra ovata* (168 ind/m²), le gastéropode *Littorina littorea*, ou encore l'échinoderme *Amphipholis squamata* (61 ind/m²).

L'auteur conclut que les peuplements benthiques des vasières intertidales abritent davantage de décomposeurs de la matière organiques que les peuplements infralittoraux.

Etude de Pinsivy et al. (2024): Suivi des communautés benthiques intertidales de l'estuaire de la rivière de Noyalo – Réserve Naturelle Nationale des marais de Séné

En 2024, une étude visant à établir un diagnostic de l'état écologique de l'estuaire de Noyalo a été réalisée, à partir des prélèvements de la faune invertébrée benthique échantillonnée entre 2003 et 2023. La vasière V10, localisée en aval de l'estuaire près de Corn er Vechen, est la plus proche de la vasière de Tascon.

Les résultats montrent une dominance des populations de l'hydrobie *Peringia ulvae* (1884 ind/m²) et du bivalve *Abra segmentum* (364 ind/m²) sur V10. D'autres espèces, comme les bivalves *Cerastoderma edule*, *Scrobicularia plana* et *Ruditapes philippinarum*, ainsi que les polychètes *Nephtys hombergii* et *Hediste diversicolor*, y sont également observées, bien que leurs densités soient généralement inférieures à 100 ind/m². Les oligochètes apparaissent ponctuellement avec des pics d'abondance. La richesse spécifique moyenne, évaluée à 14,3 espèces sur 20 ans, a cependant fortement chuté lors des trois derniers suivis, atteignant seulement 6, 7 et 4 espèces en 2020, 2022 et 2023 respectivement.

La composition faunistique de V10 présente quelques similitudes avec les peuplements des vasières de Ker Georget et de Tascon (étude de 2024). La vasière de Tascon se distingue toutefois par un pic d'abondance des oligochètes (29 360 ind/m²) et des densités notables de *Peringia ulvae* (2660 ind/m²) et *Abra segmentum* (1260 ind/m²). En outre, cette vasière est caractérisée par la présence d'amphipodes détritivores (*Corophium volutator* et *Grandidierella japonica*). Sa richesse spécifique y est également plus élevée, avec une moyenne de 10 à 13 taxons, contre une moyenne plus faible sur V10. L'habitat identifié sur les vasières de Tascon et de Ker Georget semble être le même que dans

l'estuaire de Noyalo : A-6.3.1.2 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/bivalves.

Au fur et à mesure des suivis, les effectifs des espèces opportunistes ont fortement diminué, jusqu'à une disparition quasi-totale en 2019. Depuis 2015, les effectifs sont dominés par les espèces du groupe III, naturellement présentes dans les estuaires et tolérantes à une hypertrophisation du milieu. Par ailleurs, depuis 2020, l'indice BEQI-FR indique un état écologique moyen, engendré par une diminution de la richesse spécifique sur la station. Auparavant, l'indice classait la vasière en très bon état écologique. La vasière de Tascon, localisée au sud de Noyalo, est classée en bon état écologique tandis que Ker Georget est en état écologique moyen, ce qui est cohérent avec l'état écologique définit sur V10 depuis 2020.

3.1.1.3.9. Habitats et espèces à enjeu de conservation

Aucune espèce à enjeu n'a été identifiée au sein des prélèvements faunistiques. Cependant, les vasières intertidales sont inscrites sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

3.1.1.3.10. Espèces exotiques envahissantes

Les vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget abritent quatre espèces introduites et invasives : la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la nasse néritoïde *Tritia neritea*, l'amphipode *Grandidierella japonica* et l'amphipode *Ampithoe valida* (Figure 103). Les densités des espèces sont présentées dans le Tableau 46.

Tableau 46. Abondance des espèces exotiques sur les vasières de Tascon et de Ker Georget.

	DCE (ind/0,03 m²)						RNF (ind/0,02 m²)					
Espèces invasives	VK1	VK2	VK3	VT1	VT2	VT3	VK1	VK2	VK3	VT1	VT2	VT3
Grandidierella japonica	8	3	24	31	50	13	11	3	8	28	18	8
Ruditapes philippinarum	1	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-
Tritia neritea	-	2	1	4	1	-	1		4	2	-	-
Ampithoe valida				1		1				1		

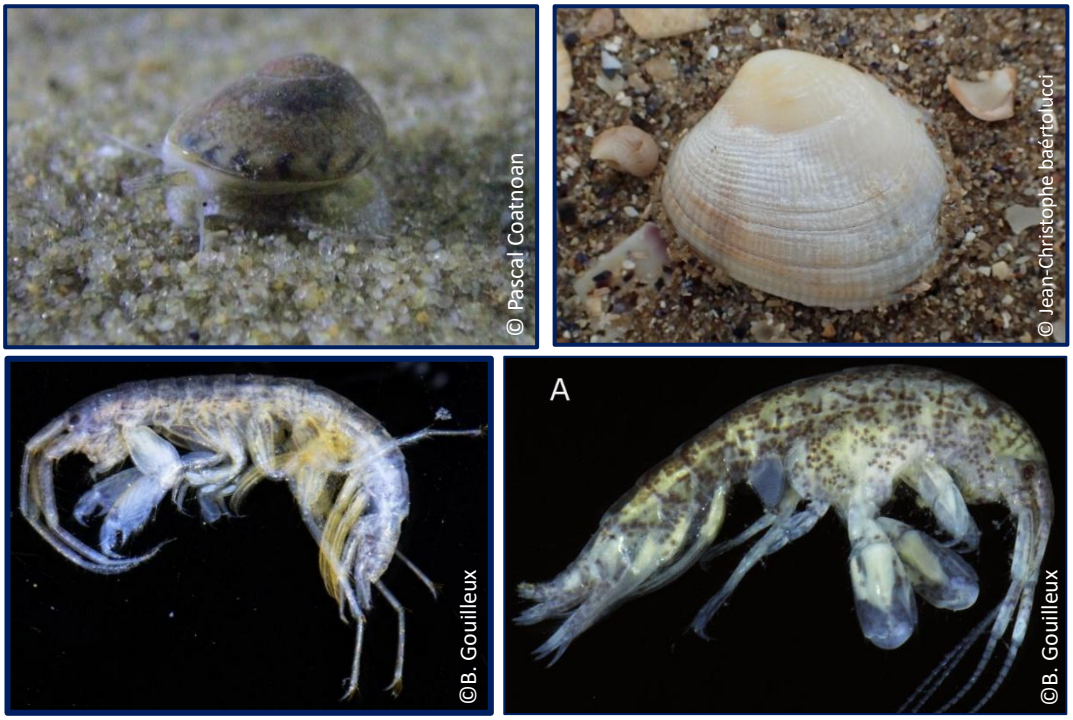


Figure 103. À gauche Tritia neritea, à droite Ruditapes philippinarum et en bas Grandidierella japonica et Ampithoe valida.

3.1.2. Masses d'eau de transition

Cette section expose les résultats des suivis menés aux seins des vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, conformément aux protocoles DCE et RNF. Les valeurs obtenues pour chacune des variables étudiées (p.ex., abondance, granulométrie, richesse spécifique) sont comparées entre les deux protocoles en vue de leur future inter-calibration.

3.1.2.1. Granulométrie

- Protocole DCE :

Les fractions granulométriques obtenues sur les trois vasières selon le protocole DCE, sont présentées sur les Figure 104, Figure 112, Figure 113 et Figure 114.

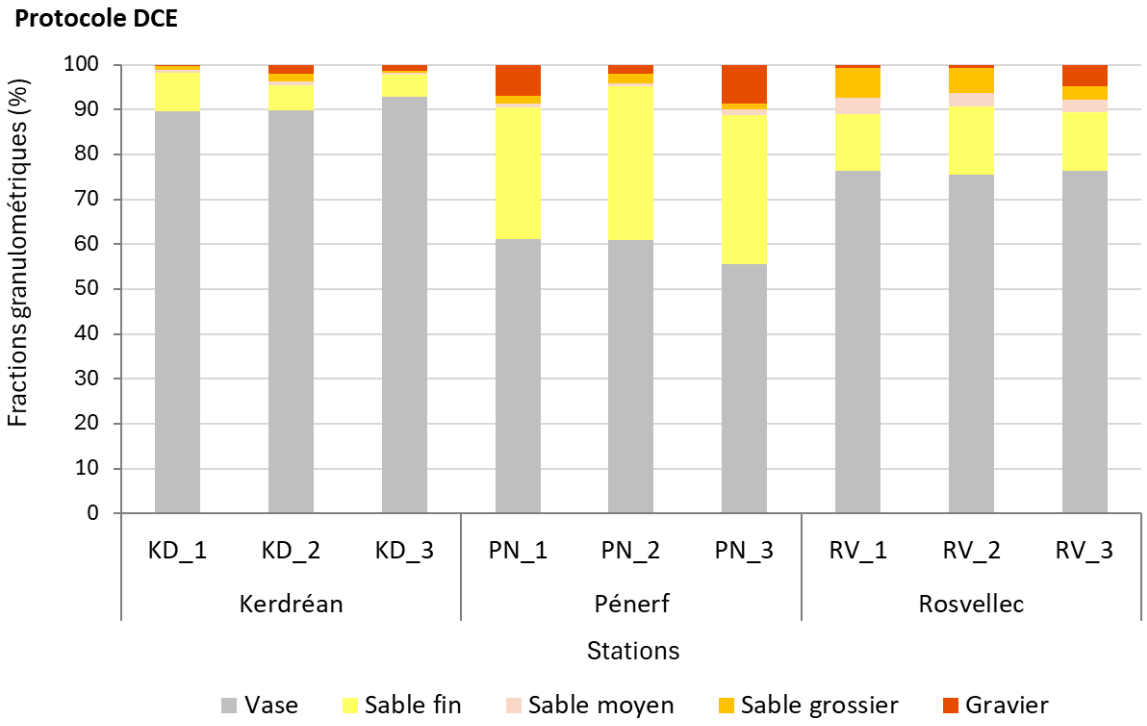


Figure 104. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées selon le protocole DCE sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec.

Vasière de Kerdréan

Les fractions granulométriques obtenues sur la vasière de Kerdréan sont homogènes entre les trois stations d'échantillonnage. Ces dernières abritent plus de 89 % de vases et correspondent à un faciès vaseux. Les sables fins constituent la seconde fraction dominante, comprise entre 4,9 % (KD_3) et 8,5 % (KD_1). Les fractions de sables moyens à grossiers sont très minoritaires (inférieures à 2 %). Enfin, quelques graviers (< 2 %), correspondant à des débris coquilliers, sont observés sur chacune des stations. Les photographies des fonds sédimentaires des stations et les photographies en plans larges sont présentées sur les Figure 105 et Figure 106.

Des pieds de *Zostera noltei* ont été observés sur la station KD_2 (Figure 105). Plus généralement, la présence d'un herbier dense à *Zostera noltei* a été mise en évidence en amont de la vasière de Kerdréan (direction est). Compte tenu de la configuration du site, de la localisation des stations KD_1 et KD_3, ainsi que de la distance minimale de 300 mètres à respecter entre les stations, il n'a pas été possible de repositionner la station KD_2 en dehors de l'herbier.



Figure 105. Substrat des stations de la vasière de Kerdréan (© TBM environnement).



Figure 106. Vasière de Kerdréan. Photo du dessus : vue en direction de l'est, photo du bas : vue ouest (© TBM environnement).

<u>Vasière de Pénerf</u>

La vasière de Pénerf abrite également des faciès sédimentaires homogènes. Toutefois, la portion de vase y est plus faible que sur Kerdréan et varie entre 55,6 % (PN_3) et 61,2 % (PN_1). La fraction de sables fins est en revanche plus élevée et varie entre 29,5 % (PN_1) et 34,3 % (PN_2). L'habitat sédimentaire observé correspond à des vases sableuses. Des débris coquilliers sont également présents

et représentent entre 2 % et 8,6 % des fractions sédimentaires. Les photographies des fonds sédimentaires des stations et des photographies en plans larges sont présentées sur la Figure 107 et Figure 108.



Figure 107. Substrat des stations de la vasière de Pénerf (© TBM environnement).



Figure 108. Vasière de Pénerf. Photo du dessus : vue en direction du sud-ouest, photo du bas : vue nord (© TBM environnement).

Vasière de Rosvellec

La vasière de Rosvellec abrite 75,6 % à 76,4 % de vase et 16,6 % à 15,1 % de sables fins. La fraction de sable grossier est plus élevée que sur les deux autres vasières et varie entre 4,8 % et 6,5 %. Des débris coquilliers sont également présents. La vasière de Rosvellec abrite un faciès sédimentaire vaseux. Les photographies des fonds sédimentaires des stations et des photographies en plans larges sont présentées sur les Figure 109 et Figure 110.

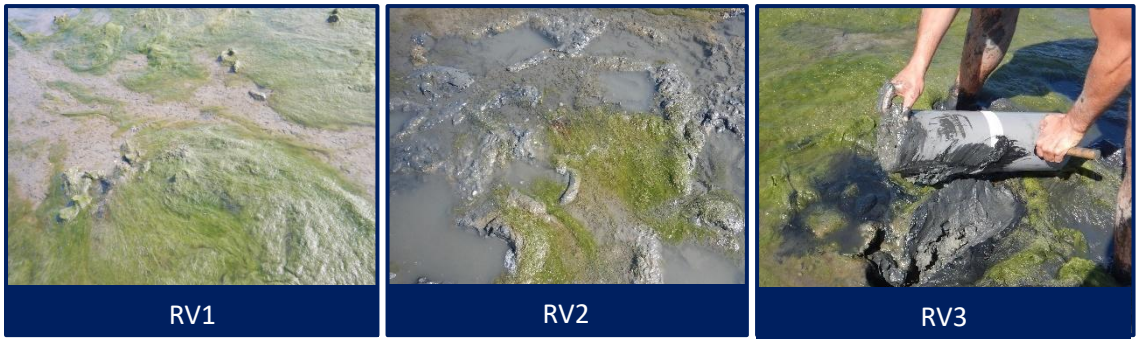


Figure 109. Substrat des stations de la vasière de Rosvellec (© TBM environnement).



Figure 110. Vasière de Rosvellec. Photo du dessus : vue en direction du nord, photo du bas : vue est (© TBM environnement).

- Protocole RNF :

Les fractions granulométriques obtenues sur les trois vasières, selon le protocole RNF, sont présentées sur les Figure 111, Figure 112, Figure 113 et Figure 114.

Les fractions granulométriques obtenues conformément au protocole RNF sont cohérentes avec les données collectées selon le protocole DCE. La vasière de Kerdréan est dominée par des vases (89,8 %) et comporte une fraction de sables fins (2,7 %) et de débris coquilliers (5,3 %). La vasière de Pénerf comporte moins de vase (61,9 %) et davantage de sables fins (27,5 %). Enfin, la vasière de Rosvellec est marquée par une plus forte hétérogénéité sédimentaire et par une plus forte portion de sables grossiers (5,8 %).

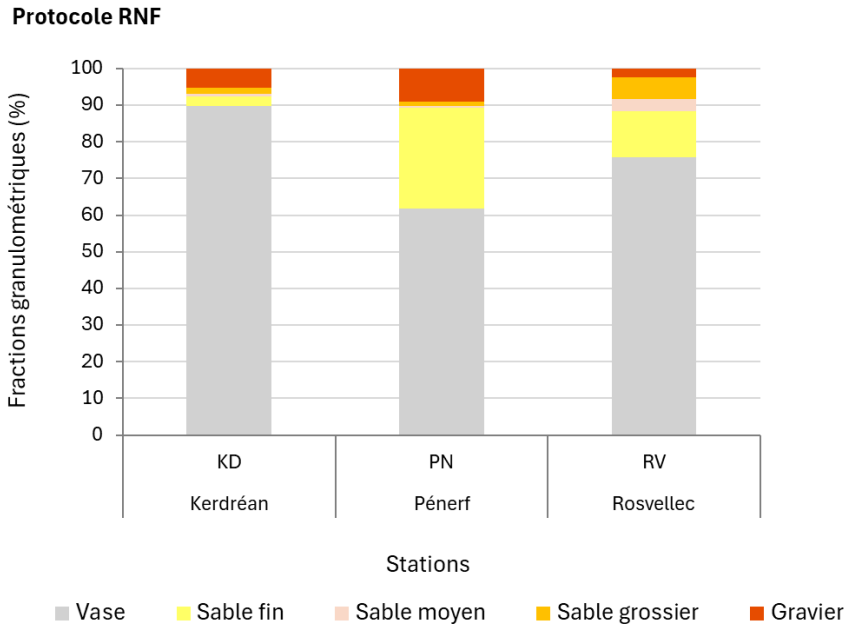


Figure 111. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées selon le protocole RNF sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec.

Le

Tableau 47 compare les habitats sédimentaires identifiés sur les vasières selon le protocole d'échantillonnage mis en œuvre.

En conclusion, lorsque les faciès sédimentaires sont homogènes sur une même vasière, les deux protocoles permettent de définir des habitats sédimentaires similaires.

Tableau 47. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques dépendamment du protocole d'échantillonnage appliqué (DCE ou RNF).

		Habitat sédimentaire	
Vasière	Station	Protocole DCE	Protocole RNF
Kerdréan	KD_1	Vases	Vases
	KD_2	Vases	
	KD_3	Vases	
Pénerf	PN_1	Vases sableuses	Vases sableuses
	PN_2	Vases sableuses	
	PN_3	Vases sableuses	
Rosvellec	RV_1	Vases	Vases
	RV_2	Vases	
	RV_3	Vases	

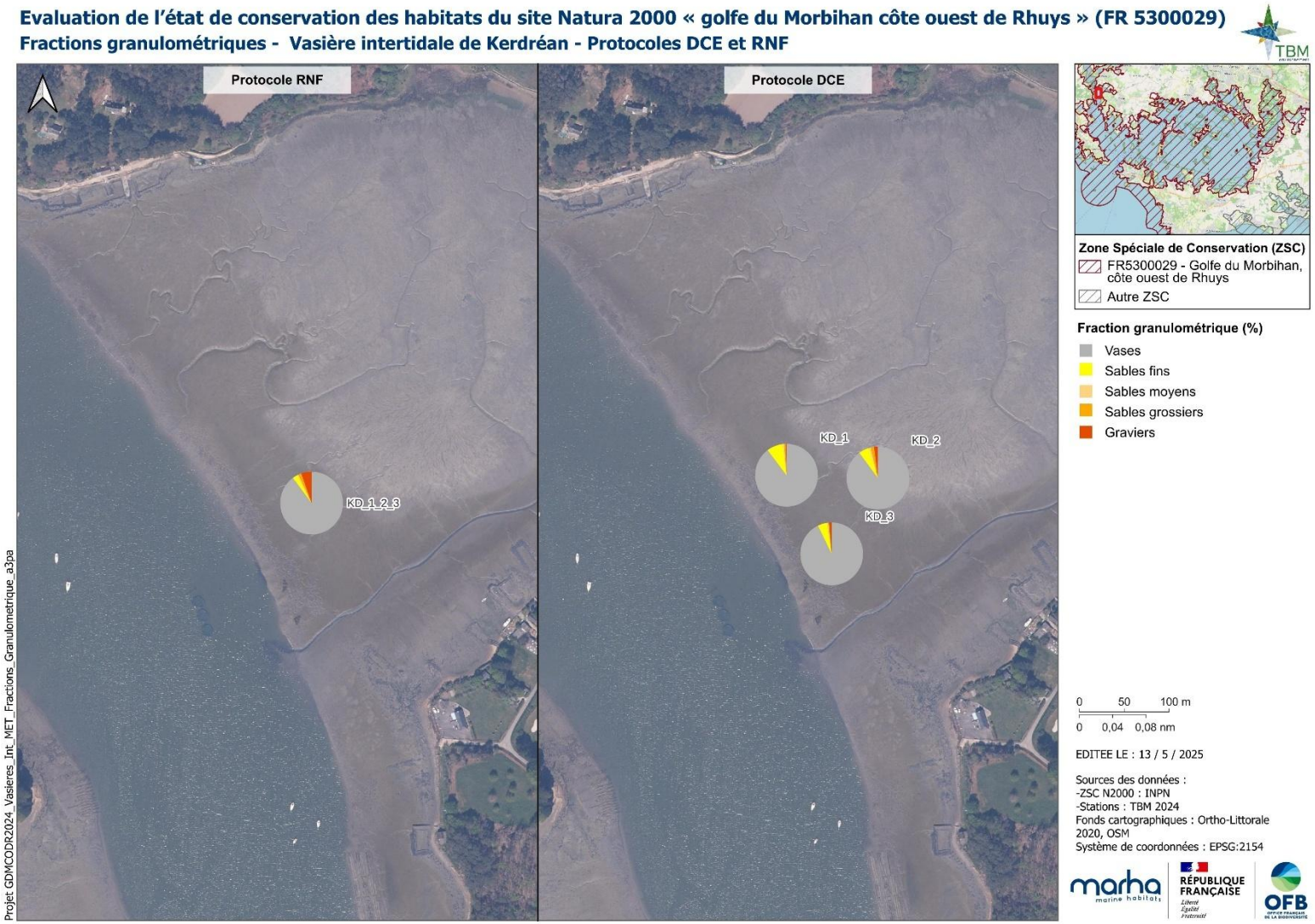


Figure 112. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Kerdréan selon le protocole DCE et le protocole RNF– TBM environnement, 2024.

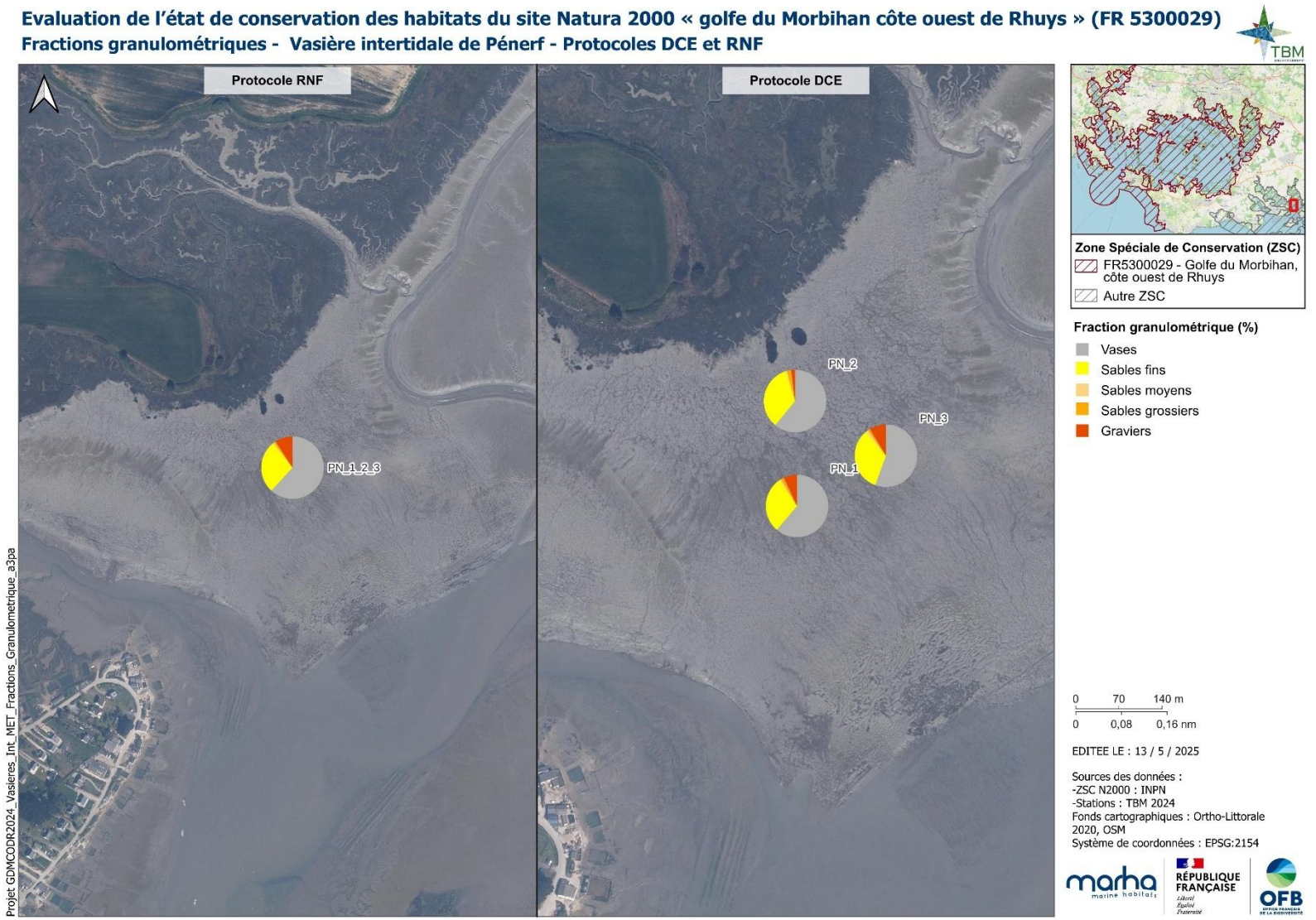


Figure 113. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Pénerf selon le protocole DCE et le protocole RNF – TBM environnement, 2024.

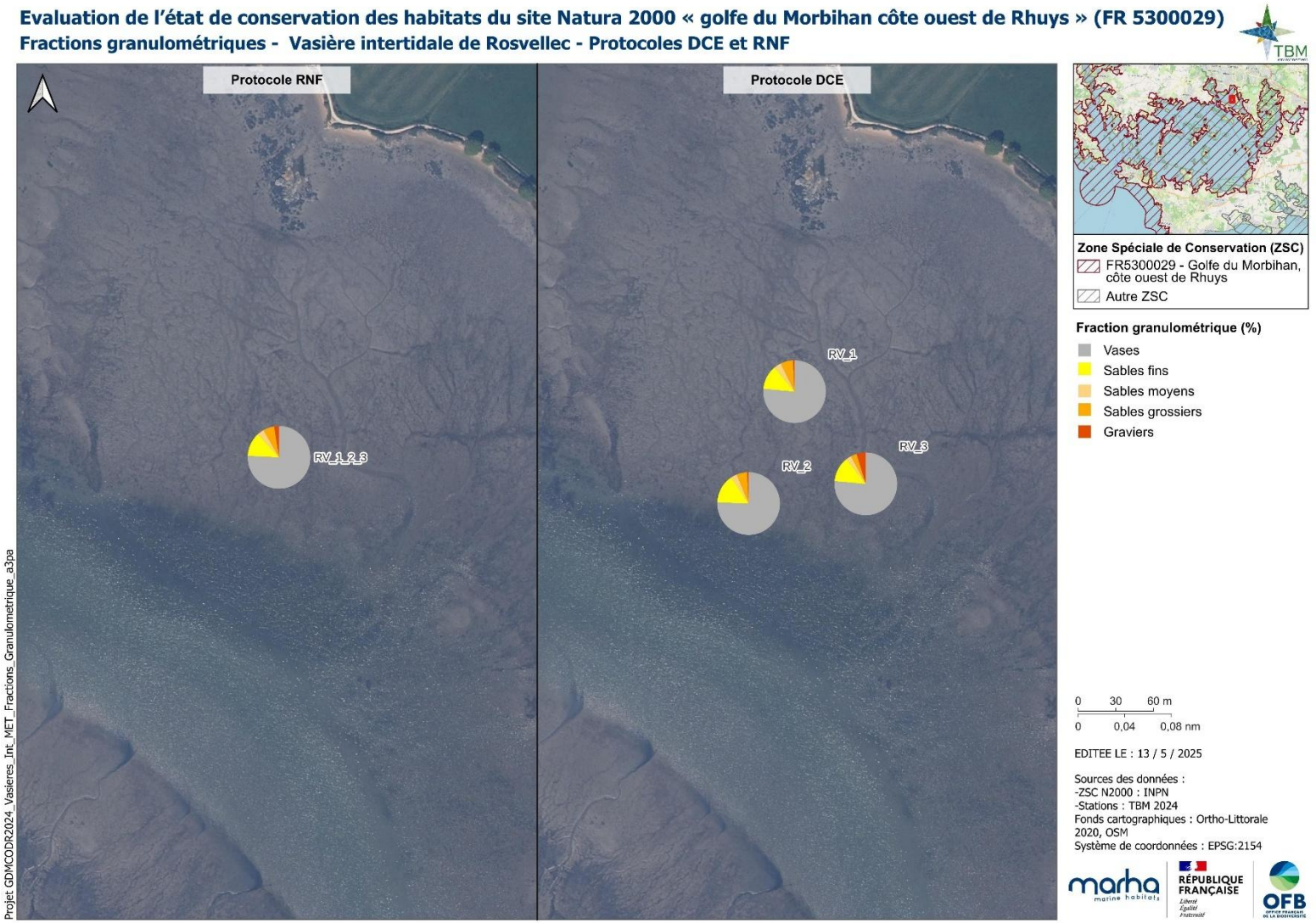


Figure 114. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière de Rosvellec selon le protocole DCE et le protocole RNF – TBM environnement, 2024.

3.1.2.2. Matière organique

Les Figure 115, Figure 116, Figure 117 et Figure 118 présentent la teneur en matière organique (%) du sédiment échantillonné sur les vasières des masses d'eau de transition. Celle-ci est comprise entre 6,8 % sur la station PN_1 de la vasière de Pénerf et 11,4 % sur la station KD_1 de Kerdréan.

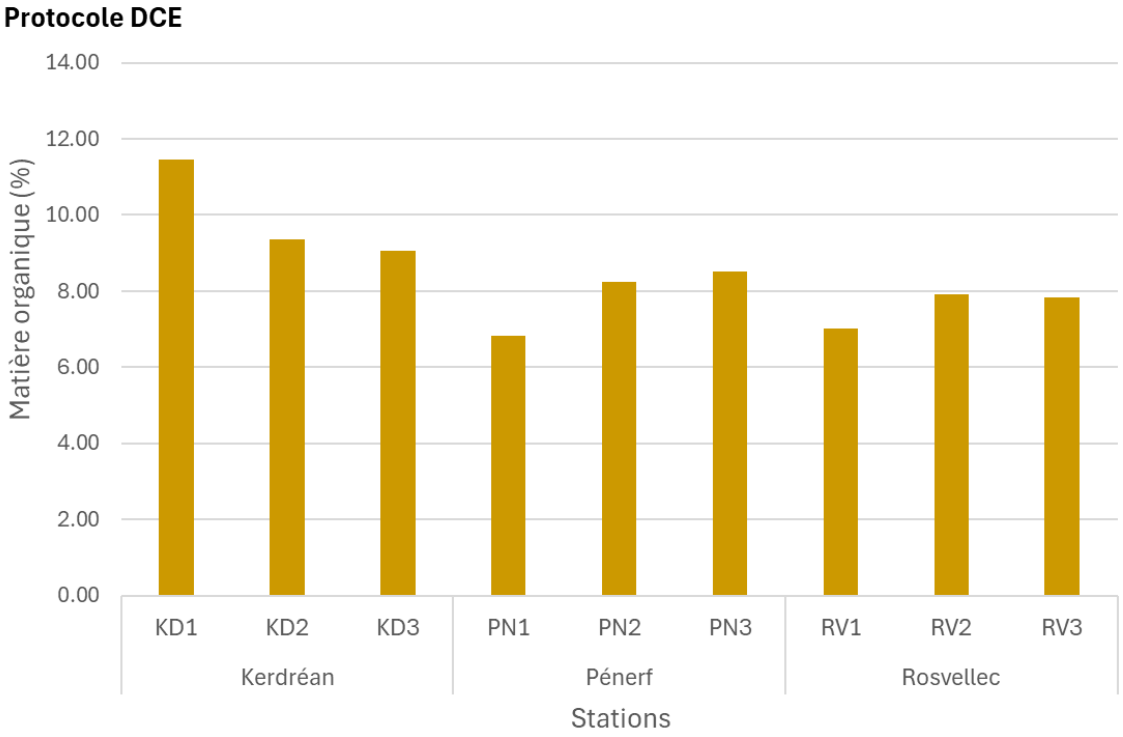


Figure 115. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les vasières de Tascon et de Ker Georget, selon le protocole DCE.

Les teneurs en matière organique sédimentaire (%) des vasières sont interprétées en termes d'enrichissement du milieu, conformément à la méthode proposée par Licari (1998) (Tableau 48). Les valeurs de référence ont été définies par Licari pour un échantillon sédimentaire contenant plus de 60 % de vase.

L'enrichissement du sédiment est qualifié de moyen à fort sur la vasière de Kerdréan, de moyen à faible sur Pénerf et moyen sur Rosvellec. La rivière d'Auray, dont fait partie la baie de Kerdréan, est un estuaire débouchant dans le golfe du Morbihan. Cet estuaire est potentiellement exposé à des contaminations d'origine humaine et agricole, susceptibles d'expliquer les teneurs élevées en matière organique (fumier, lisier, compost) relevées dans le sédiment. D'après l'enquête sanitaire réalisée pour évaluer la qualité des zones de production conchylicole (Tréguier, 2024), la baie de Kerdréan est classée en zone B, tandis que Rosvellec et Pénerf sont en zone A (données collectées dans le lot 2). Cela indique que le seuil de mise en alerte pour contamination microbiologique est plus élevé en baie de Kerdréan, révélant ainsi un milieu globalement plus riche en matière organique.

Tableau 48. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec.

Vasière	Station	Teneur en matière organique (%)	Enrichissement du sédiment
Kerdréan	KD_1	11,44	Fort
	KD_2	9,37	Moyen
	KD_3	9,06	Moyen
Pénerf	PN_1	6,84	Faible
	PN_2	8,24	Moyen
	PN_3	8,51	Moyen
Rosvellec	RV_1	7,01	Moyen
	RV_2	7,91	Moyen
	RV_3	7,83	Moyen



Figure 116. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Kerdréan, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024.

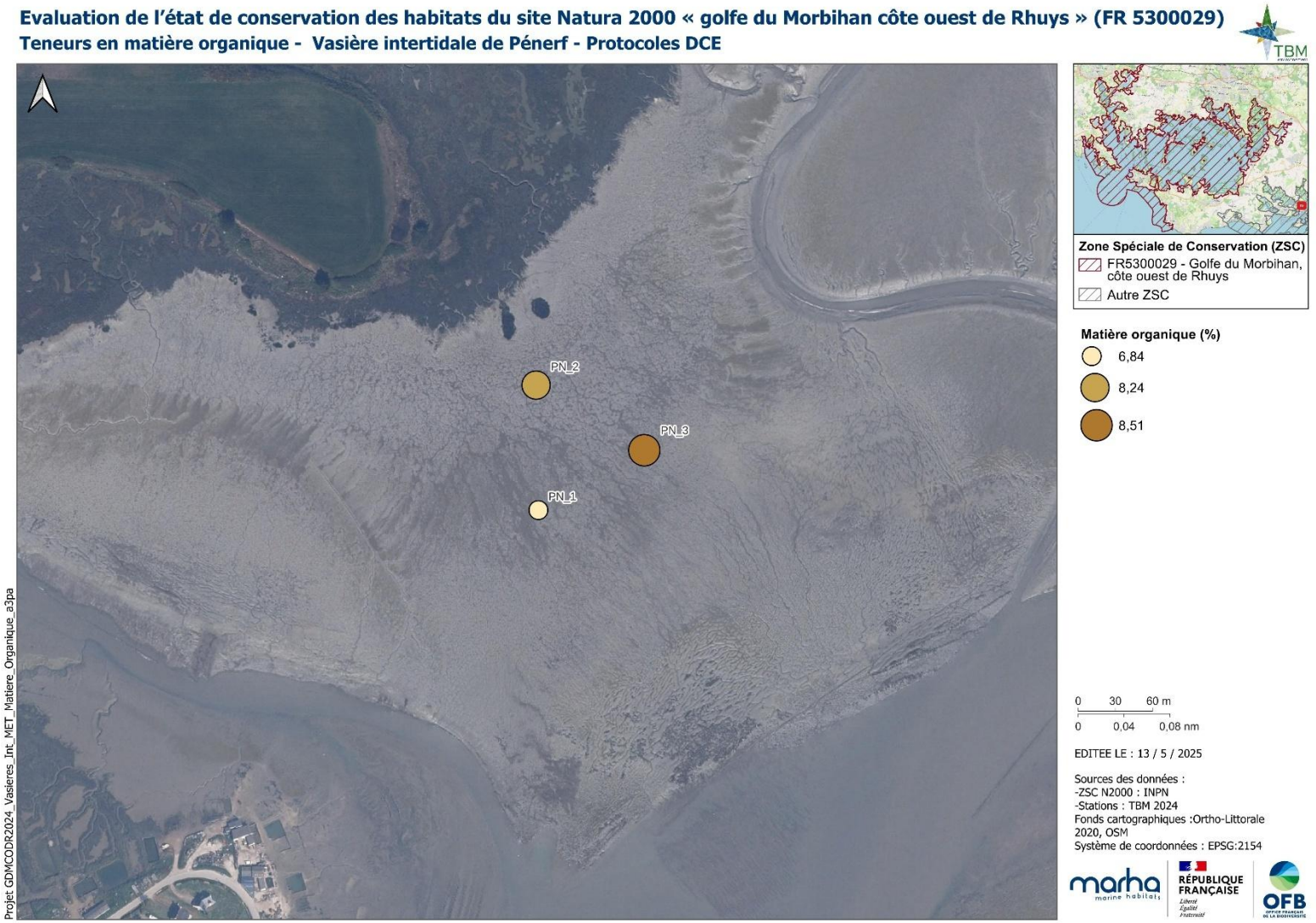


Figure 117. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Pénerf, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024.

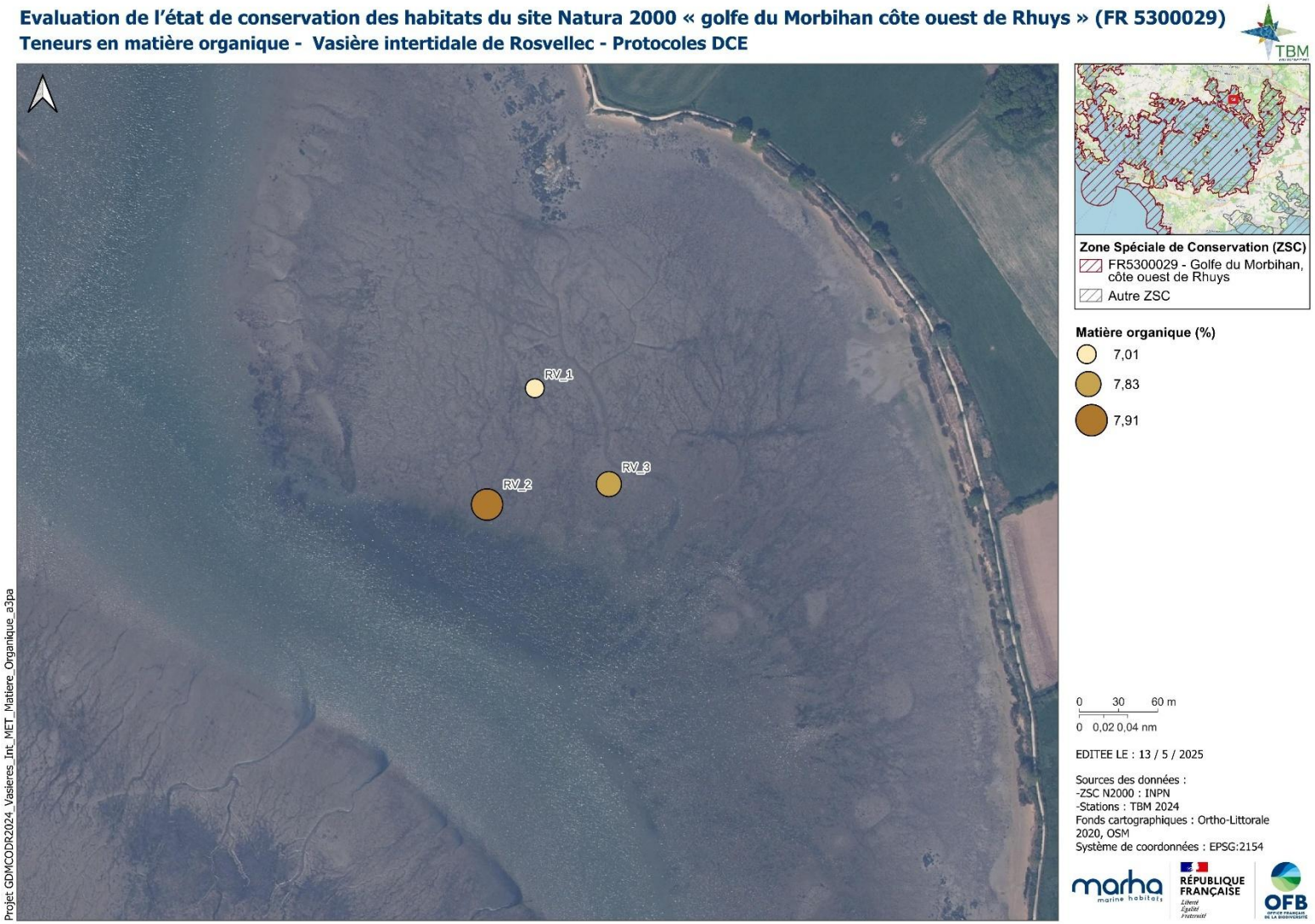


Figure 118. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière intertidale de Rosvellec, selon le protocole DCE – TBM environnement, 2024.

3.1.2.3. Peuplements benthiques

3.1.2.3.1. Abondances

- Protocole DCE :

Vasière de Kerdréan

Sur la vasière de Kerdréan, 23 taxons ont été identifiés (*a minima* jusqu'au genre) parmi les 388 individus échantillonnés selon le protocole DCE. Les abondances totales (somme des réplicats) relevées sur les trois stations de la vasière sont de 144 ind/0,09 m² (KD_1) et de 122 ind/0,09 m² (KD_2 et KD_3) (Figure 119). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 1655 ± 576 ind/m² (KD_1), 1402 ± 163 ind/m² (KD_2) et 1402 ± 665 ind/m² (KD_3) (Figure 120). Les variabilités intra-station et inter-stations sont relativement faibles et décrivent un milieu homogène.

Vasière de Pénerf

Sur la vasière de Pénerf, 30 taxons ont été identifiés sur un total de 565 individus. Les abondances totales (somme des réplicats) sont de 94 ind/0,09 m² (PN_3), 238 ind/0,09 m² (PN_1) et de 327 ind/0,09 m² (PN_2) (Figure 119). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 1080 ± 621 ind/m² (PN_3) et 3759 ± 780 ind/m² (PN_2) (Figure 120). Ces valeurs sont environ 1,7 fois plus élevées que sur la vasière de Kerdréan. La variabilité intra-station (cf. écart-types) est élevée, à l'instar de la variabilité inter-stations. Cette variabilité semble découler de la répartition spatiale hétérogène des taxons dominants tels que l'amphipode *Grandidierella japonica*, les oligochètes et le bivalve *Scrobicularia plana*.

Vasière de Rosvellec

Sur la vasière de Rosvellec, 16 taxons ont été identifiés sur un total de 150 individus. Les abondances totales (somme des réplicats) sont de 24 ind/0,09 m² (RV_1), 32 ind/0,09 m² (RV_2) et de 94 ind/0,09 m² (RV_3) (Figure 119). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 276 ± 215 ind/m² (RV_1) et 1080 ± 768 ind/m² (RV_3) (Figure 120). La vasière de Rosvellec abrite les abondances les plus faibles des trois vasières et apparait comme un milieu hétérogène, dont la variabilité des abondances est directement reliée aux effectifs du polychète *Nephtys hombergii*. Ce dernier est particulièrement abondant sur la station RV_3.

Les valeurs d'abondance moyenne relevées sur les trois vasières selon les protocoles DCE et RNF sont présentées sur les Figure 124, Figure 125 et Figure 126.

Les Figure 121, Figure 127, Figure 128 Figure 129 présentent les proportions relatives des groupes taxonomiques sur les trois vasières échantillonnées. Selon le protocole DCE, les annélides constituent le groupe taxonomique le plus abondant sur les vasières de Kerdréan et de Rosvellec, où ils représentent entre 43,4 % (KD_2) et 91,7 % (RV_1) des organismes échantillonnés. Les crustacés forment le second groupe le plus abondant (8 % à 31 % des organismes). En vasière de Pénerf, les crustacés forment le groupe le plus abondant (27, 8 % à 57,9 %) devant les annélides. Les mollusques sont également présents sur les trois vasières, notamment sur Pénerf avec les effectifs élevés du bivalve *Scrobicularia plana*. Le groupe autres (némertes et *Phoronis* sp.) n'est représenté que sur Pénerf.

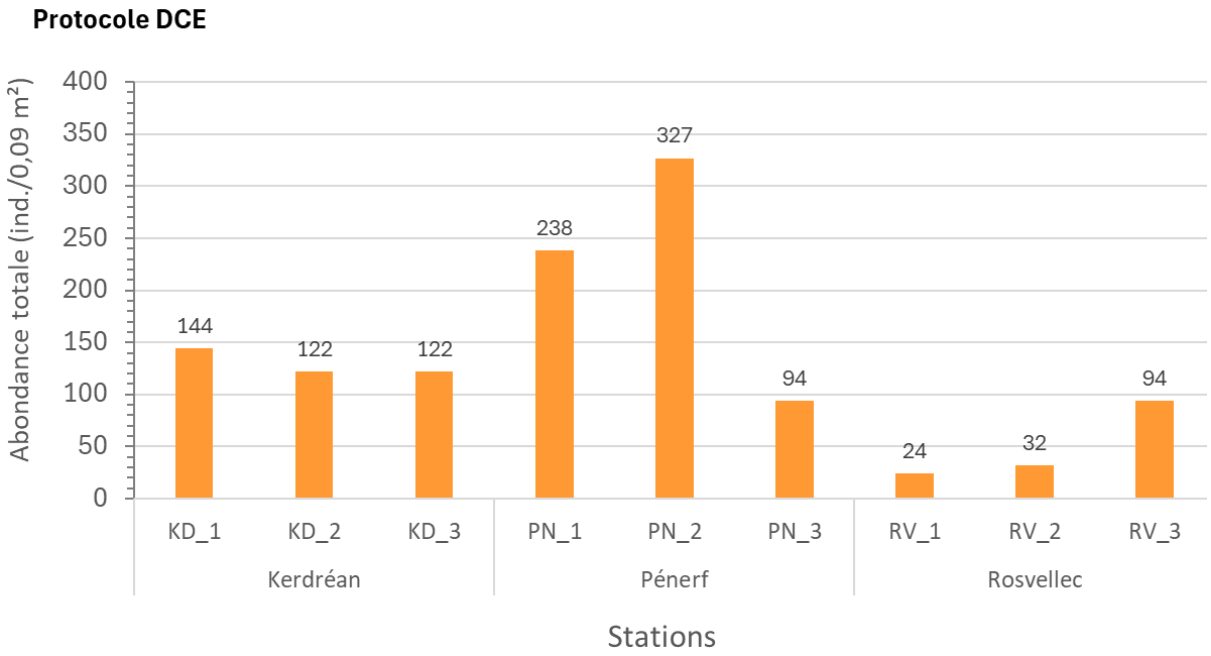


Figure 119. Abondances totales (ind/0,09 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE.

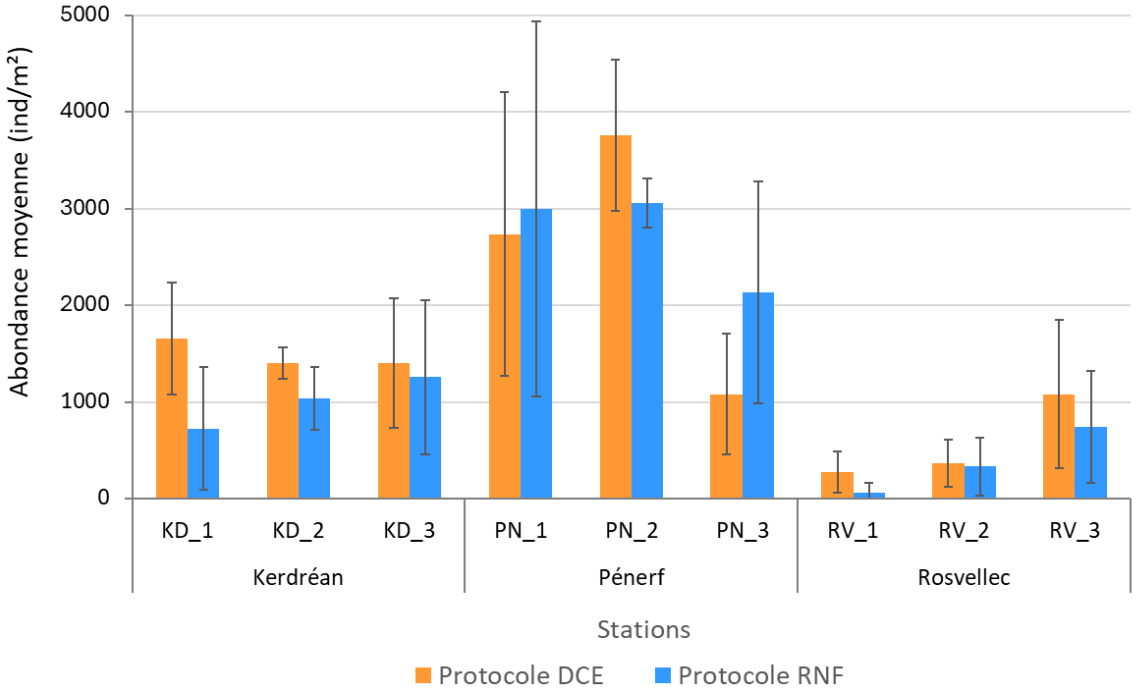


Figure 120. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF.

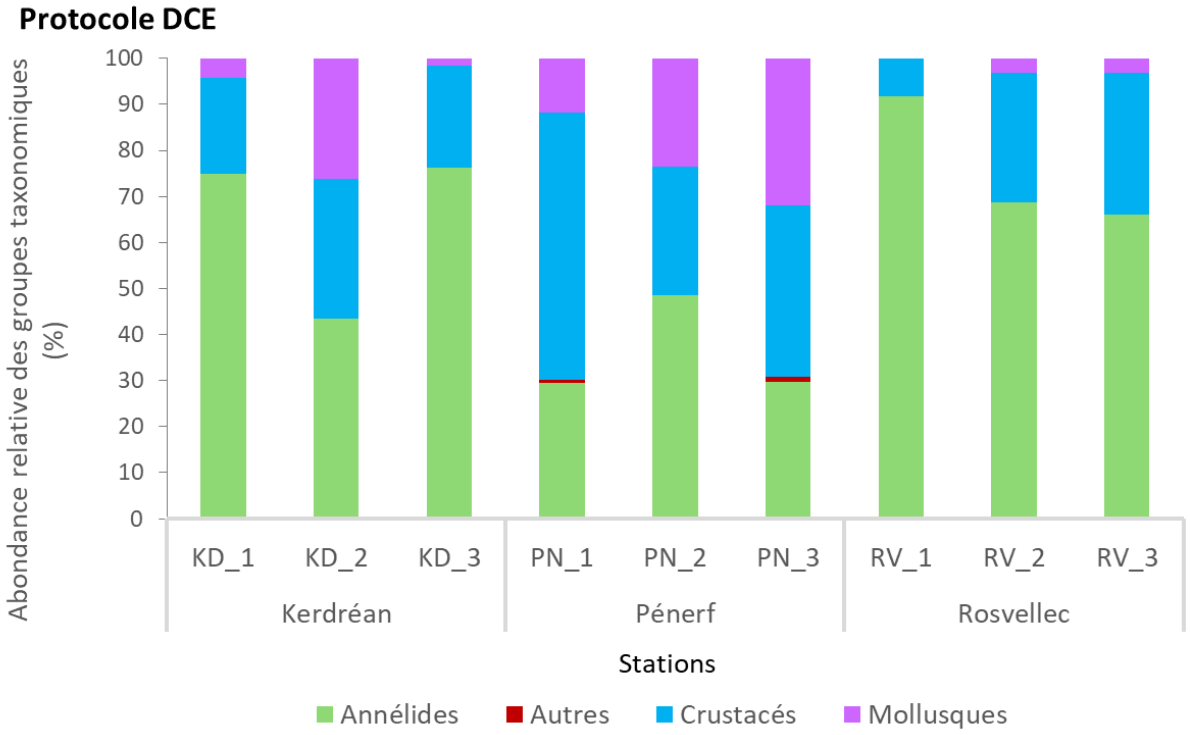


Figure 121. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et de Rosvellec, selon le protocole DCE.

▶ Protocole RNF :

Vasière de Kerdréan

Sur la vasière de Kerdréan, 18 taxons ont été identifiés (*a minima* jusqu'au genre) parmi les 154 individus échantillonnés selon le protocole RNF. Les abondances totales (somme des réplicats) relevées sur les trois stations de la vasière vont de 37 ind/0,09 m² (KD_1) à 64 ind/0,09 m² (KD_3) (Figure 122). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 726 ± 634 ind/m² (KD_1) et 1255 ± 799 ind/m² (KD_3) (Figure 120). Les variabilités intra-station et inter-stations sont relativement faibles et décrivent un milieu plutôt homogène.

Vasière de Pénerf

Sur la vasière de Pénerf, 27 taxons ont été identifiés sur un total de 418 individus. Les abondances totales (somme des réplicats) sont de 109 ind/0,09 m² (PN_3), 153 ind/0,09 m² (PN_1) et de 156 ind/0,09 m² (PN_2) (Figure 122). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 2137 ± 1147 ind/m² (PN_3) et 3059 ± 256 ind/m² (PN_2) (Figure 120). Ces valeurs sont environ 2,7 fois plus élevées que sur la vasière de Kerdréan. La vasière de Pénerf est marquée par une forte variabilité entre les réplicats de chaque station (cf. écarts-types élevés). Cette variabilité semble découler de la répartition spatiale hétérogène des taxons dominants tels que l'amphipode *Grandidierella japonica*, les oligochètes et le polychète *Hediste diversicolor*.

Vasière de Rosvellec

Sur la vasière de Rosvellec, 8 taxons ont été identifiés sur un total de 58 individus. Les abondances totales (somme des réplicats) sont de 3 ind/0,09 m² (RV_1), 17 ind/0,09 m² (RV_2) et de 38 ind/0,09 m² (RV_3) (Figure 164). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 59 ± 102 ind/m² (RV_1) et 745 ± 577 ind/m² (RV_3) (Figure 120). La vasière de Rosvellec abrite les abondances les plus faibles des trois vasières et apparait comme un milieu hétérogène, dont la variabilité des abondances est directement reliée aux effectifs du polychète dominant, *Nephtys hombergii*. Ce dernier est particulièrement abondant sur la station RV_3.

Les valeurs d'abondance moyenne relevées sur les trois vasières selon les protocoles DCE et RNF sont présentées sur les Figure 124, Figure 125 et Figure 126.

Les Figure 123, Figure 127, Figure 128 Figure 129 présentent les proportions relatives des groupes taxonomiques sur les trois vasières échantillonnées. Selon le protocole RNF, les annélides constituent le groupe taxonomique le plus abondant sur les vasières de Rosvellec (88 à 100 % des effectifs) et de Kerdréan (30 à 86 % des effectifs). Les stations KD_2 et KD_3 comportent davantage de crustacés (24 % et 42 % respectivement) et de mollusques (43 % sur KD_2). Ces fractions sont reliées à la présence de deux espèces dominantes appartenant à ces deux groupes : la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* sur KD_2 et l'amphipode *Gammarus* sp sur KD_3. Les groupes des mollusques et des crustacés sont également très présents sur Pénerf du fait des espèces dominantes : *Scrobicularia plana* (bivalve) et *Grandidierella japonica* (amphipode). Enfin, les groupes des échinodermes et autres sont minoritaires.

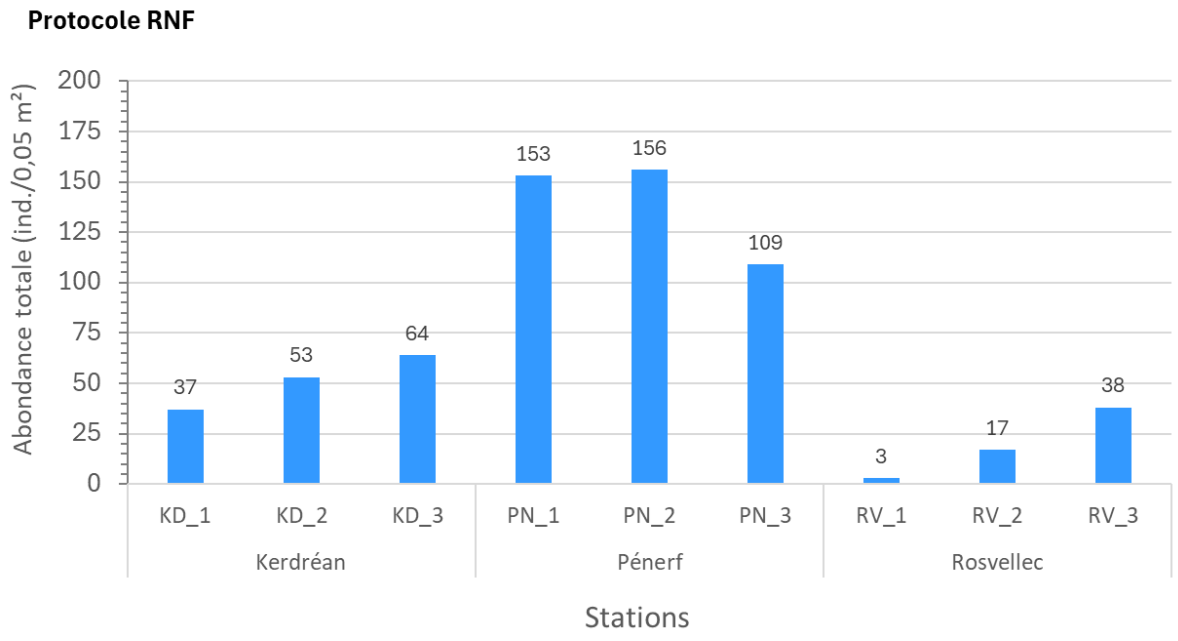


Figure 122. Abondances totales (ind/0,05 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF.

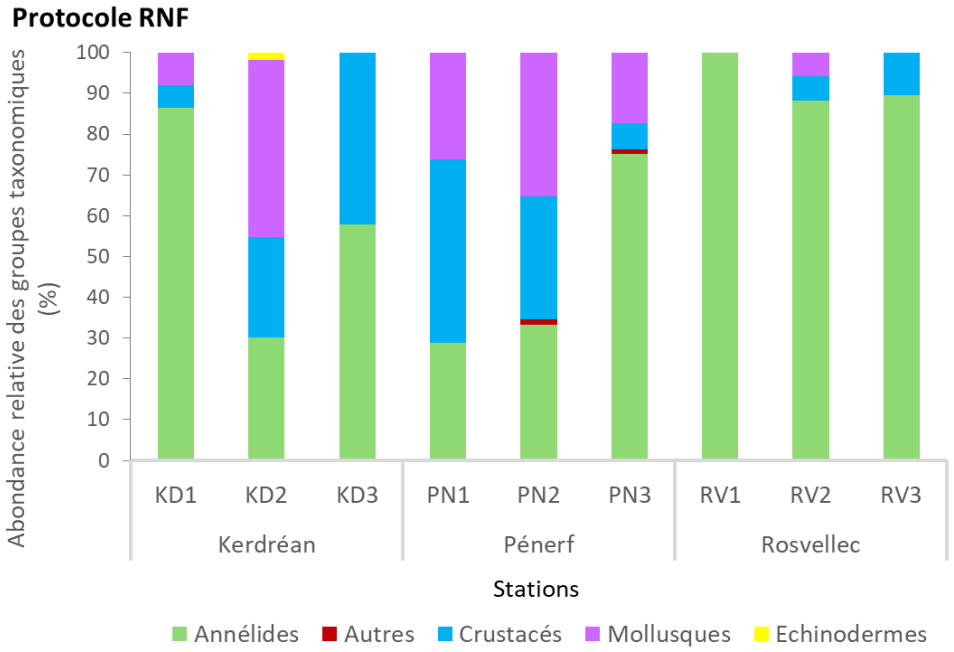


Figure 123. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Ker Georget et de Tascon, selon le protocole RNF.

De manière générale, la vasière de Pénerf abrite le peuplement le plus dense tandis que la vasière de Rosvellec abrite les abondances les plus faibles. La vasière de Pénerf est composée d'un peuplement plus de 4 fois plus dense que la vasière de Rosvellec et 1,7 fois plus dense que celui de Kerdréan.

Les valeurs d'abondances déterminées selon les deux protocoles ne sont pas statistiquement différentes (Test de Student, t = 0,82 ; df = 8 ; p = 0,44). La p-value du test de comparaison de moyennes est en effet au-dessus du seuil de significativité de 5 %.

Sur les trois vasières, les annélides et les crustacés forment les groupes taxonomiques les plus abondants. Les mollusques sont plus abondants sur les vasières de Kerdréan et de Pénerf.

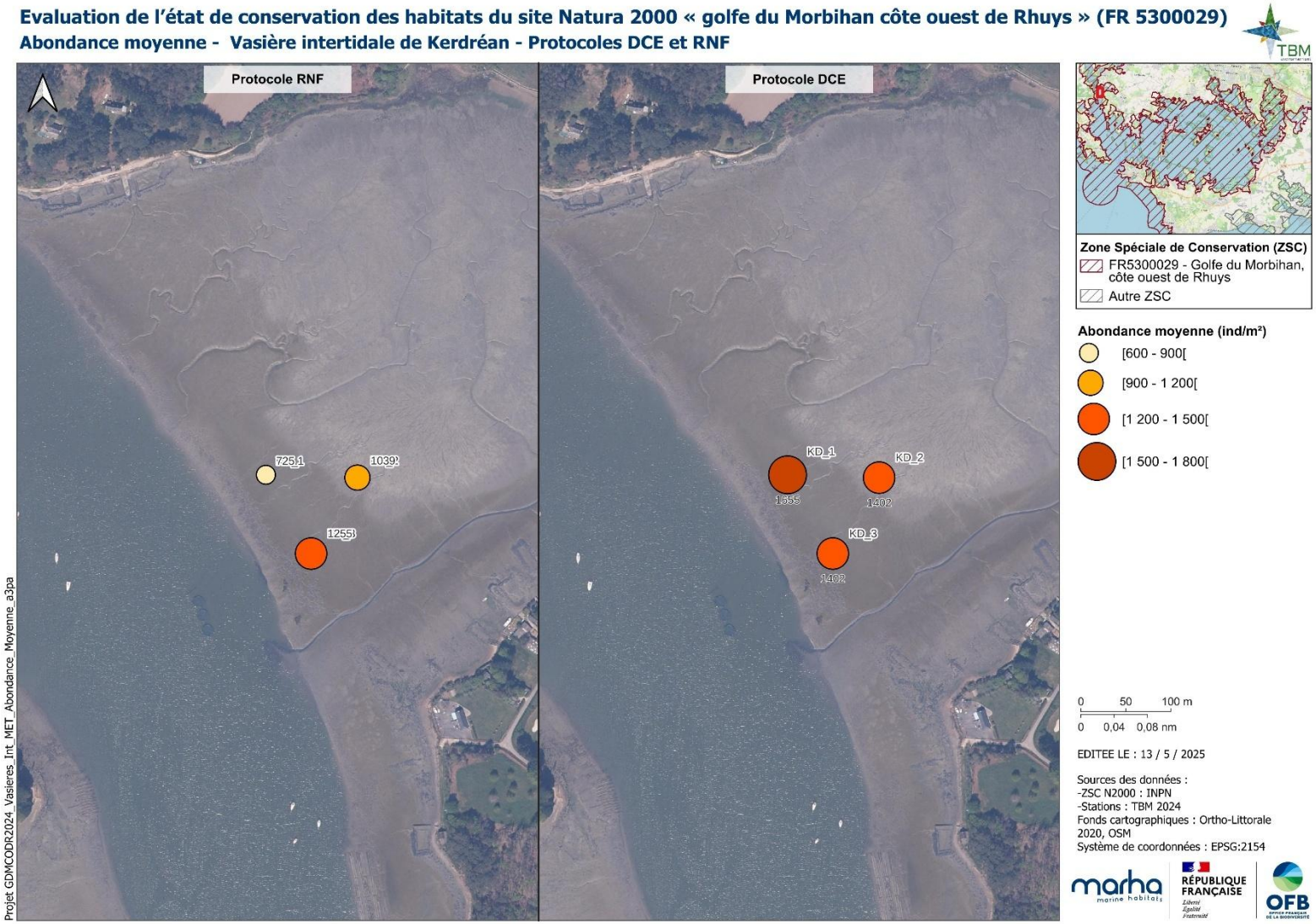


Figure 124. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

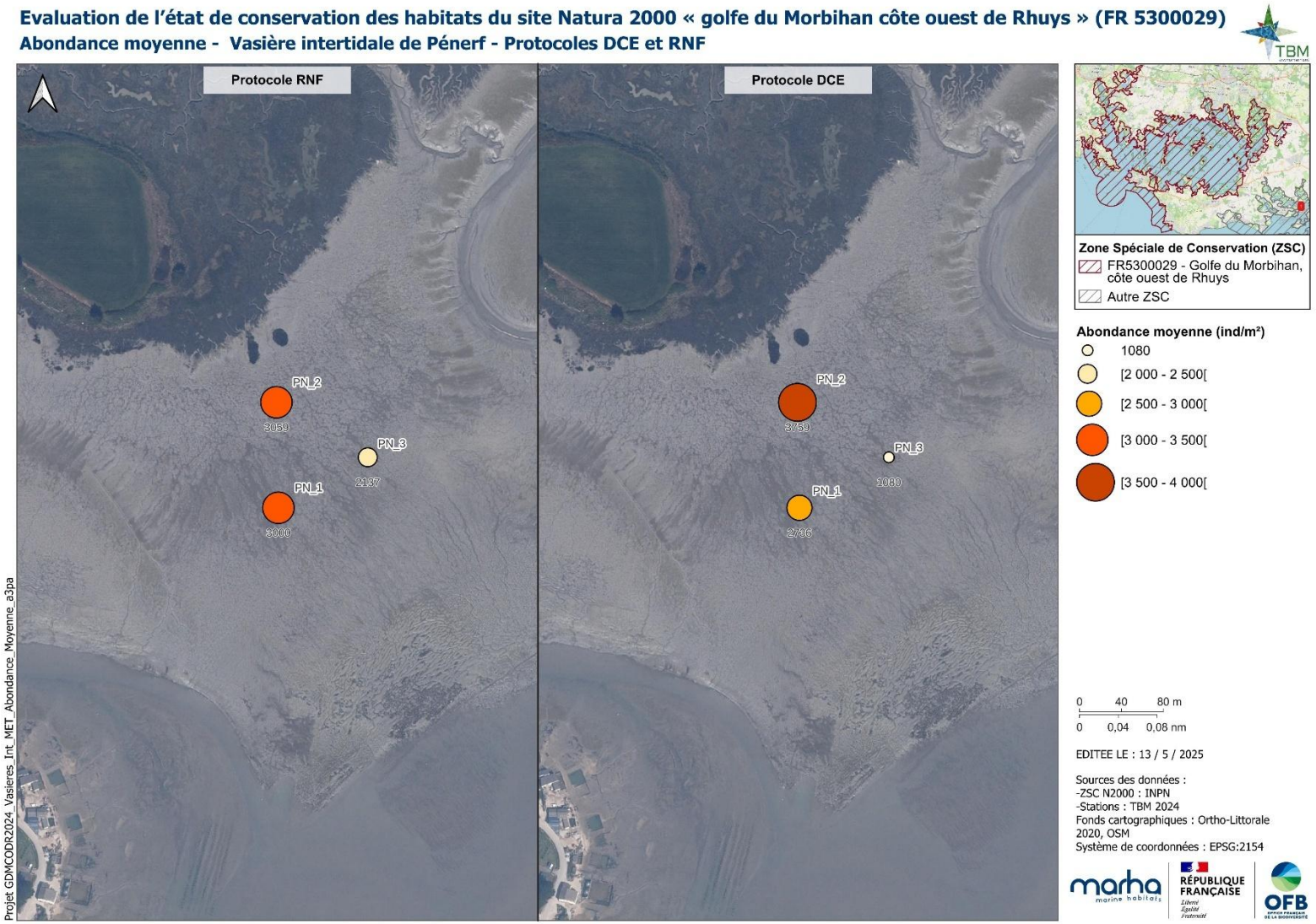


Figure 125. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

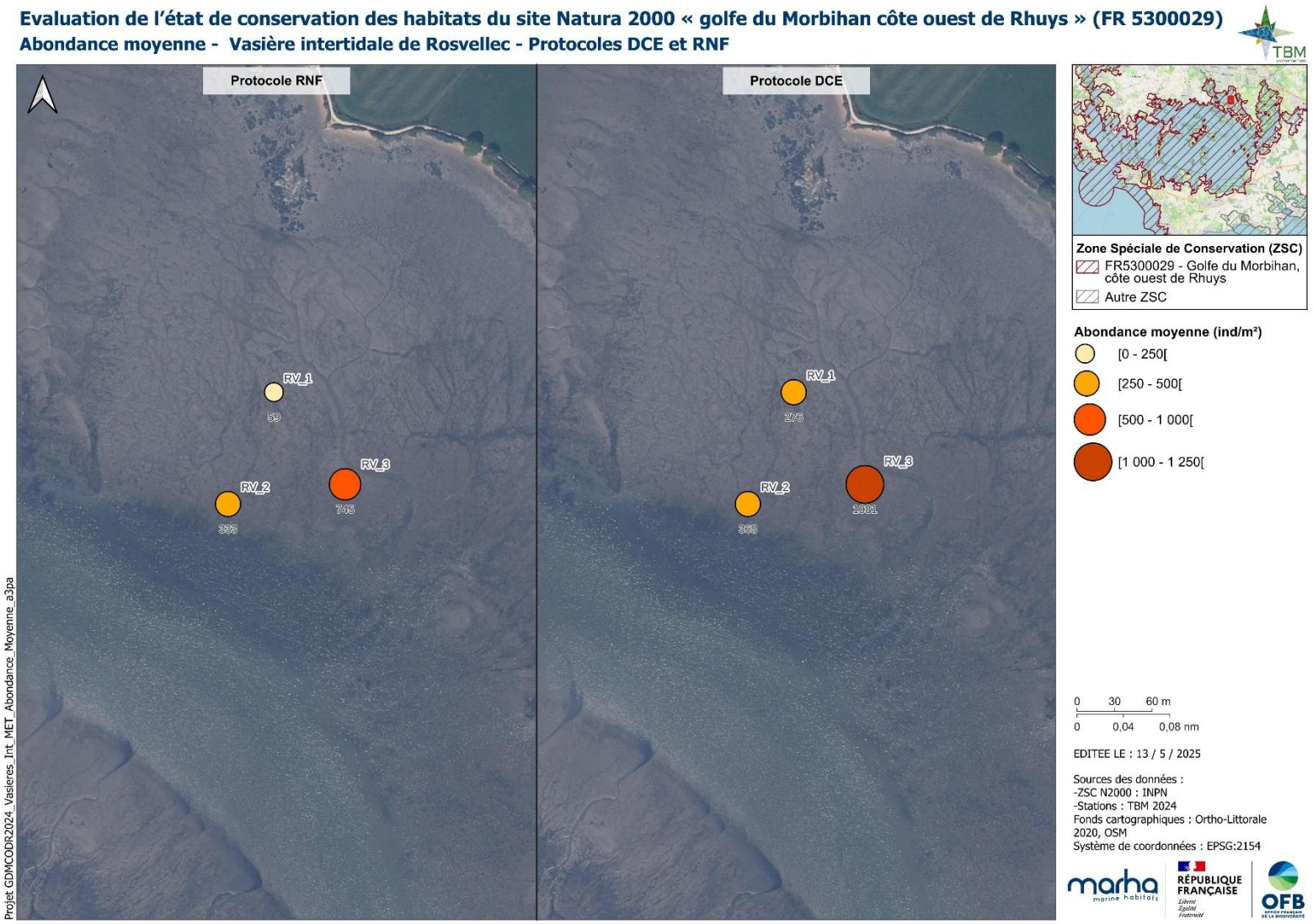


Figure 126. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

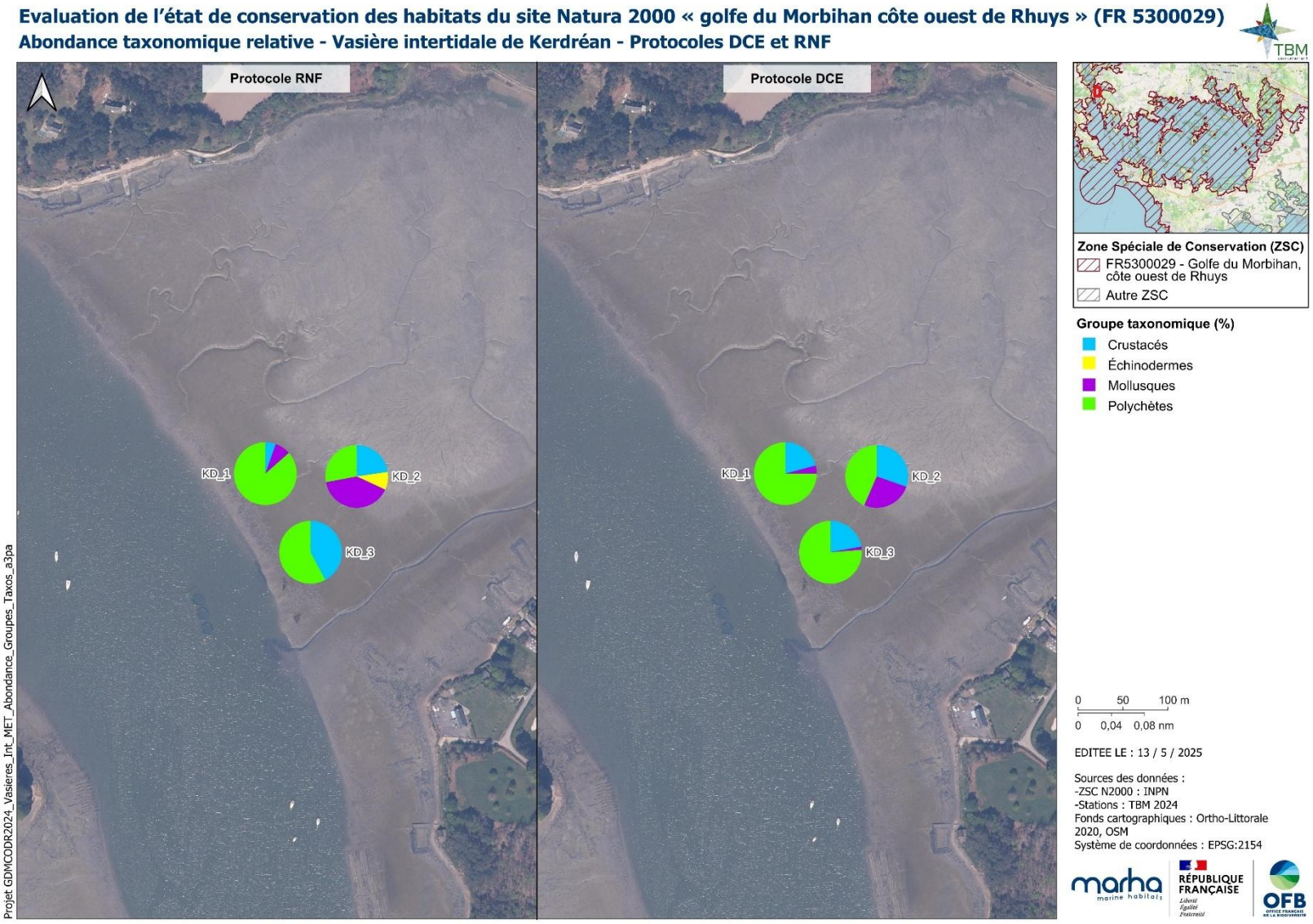


Figure 127. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024.

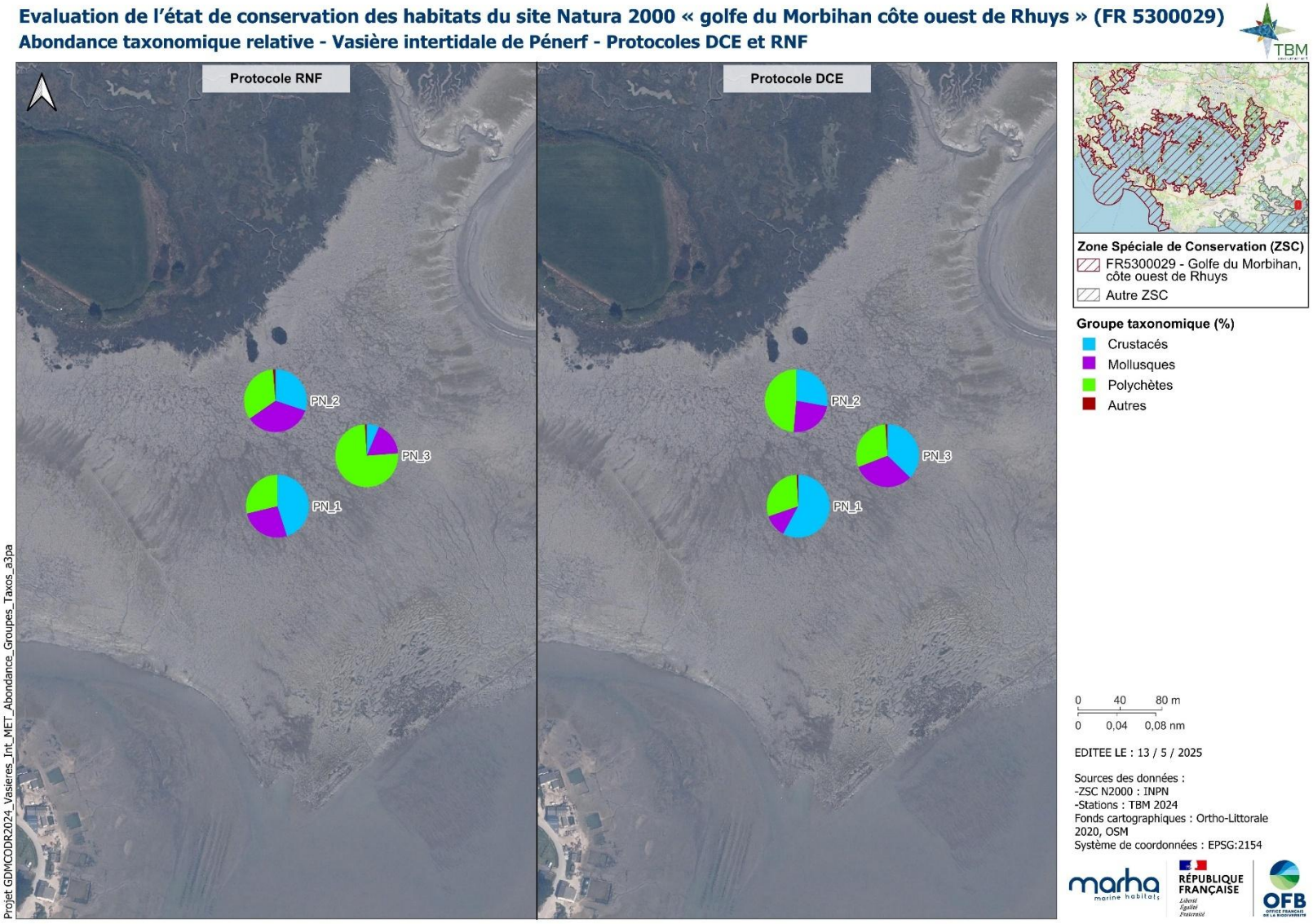


Figure 128. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF– TBM environnement, 2024.

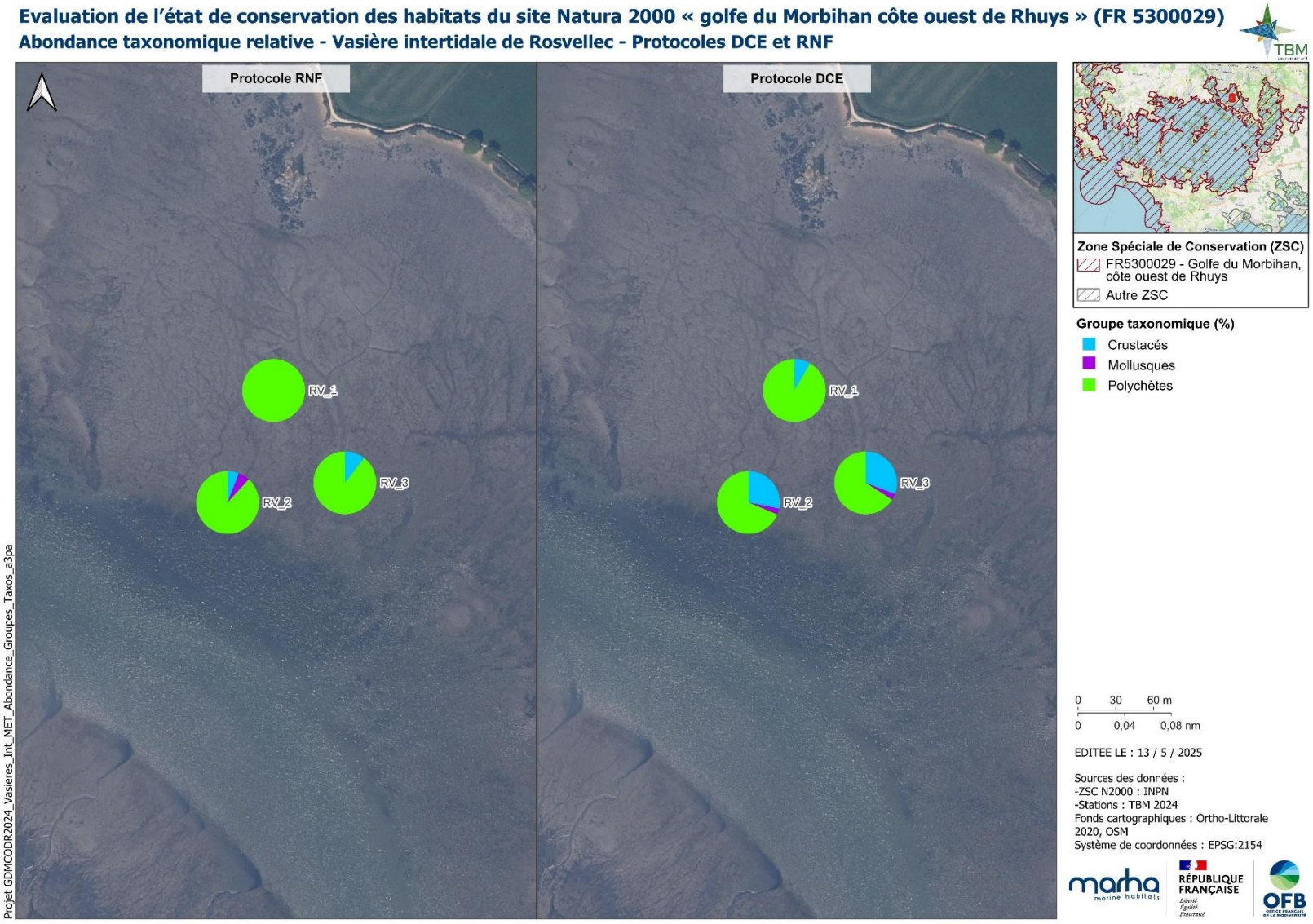


Figure 129. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

3.1.2.3.1. Richesses spécifiques

- Protocole DCE :

Vasière de Kerdréan

La vasière de Kerdréan abrite 18 taxons distincts comprenant : 5 espèces d'annélides, 12 espèces de crustacés et 6 espèces de mollusques. Les richesses spécifiques totales relevées sur les stations sont comprises entre 12 taxons (KD_3) et 17 taxons (KD_2) (Figure 130). Les richesses spécifiques moyennes varient de 6,3 ± 2 à 11,7 ± 3 taxons (Figure 131).

Vasière de Pénerf

Sur la vasière de Pénerf, 35 taxons ont été identifiés. Parmi eux, 16 appartiennent au groupe des annélides, 9 aux crustacés, 8 aux mollusques et 2 au groupe autres (némertes et *Phoronis* sp.). Les richesses spécifiques totales (somme des réplicats) relevées sur les stations sont comprises entre 17 taxons (PN_3) et 24 taxons (PN_1) (Figure 130). Les richesses spécifiques moyennes (moyenne des réplicats) varient de 9 ± 3 à 13,7 ± 4 taxons (Figure 131).

Vasière de Rosvellec

Sur la vasière de Rosvellec, 16 taxons ont été identifiés. Parmi eux, 6 appartiennent au groupe des annélides, 8 aux crustacés et 2 aux mollusques. Les richesses spécifiques totales (somme des réplicats) relevées sur les stations sont comprises entre 3 taxons (RV_1) et 11 taxons (RV_2) (Figure 130). Les richesses spécifiques moyennes (moyenne des réplicats) varient de 1,7 ± 1 à 4,7 ± 3 taxons (Figure 131).

Les valeurs de richesse spécifique moyenne relevées sur les trois vasières selon les protocoles DCE et RNF sont présentées sur les Figure 131, Figure 136, Figure 137, Figure 138.

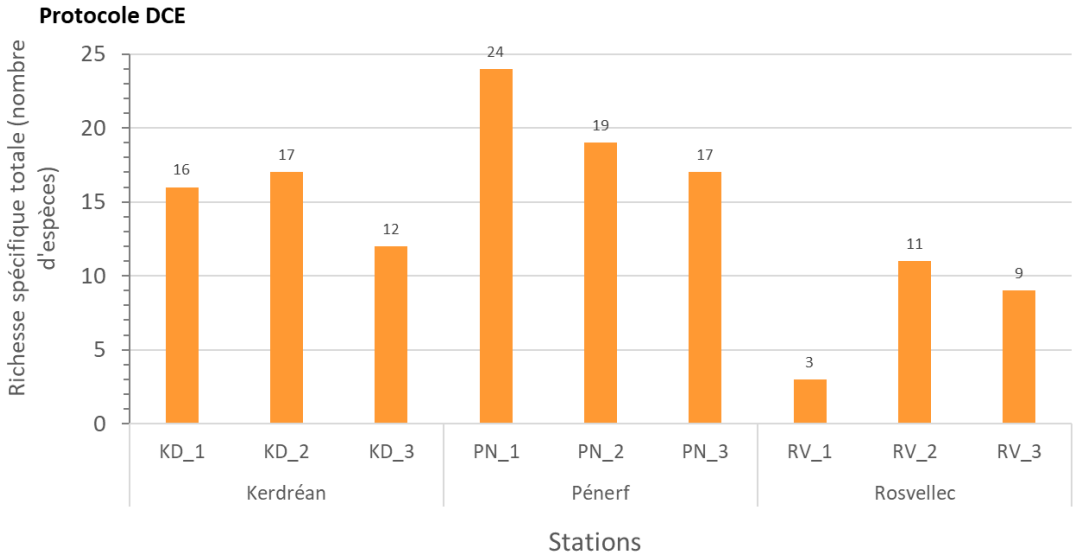


Figure 130. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE.

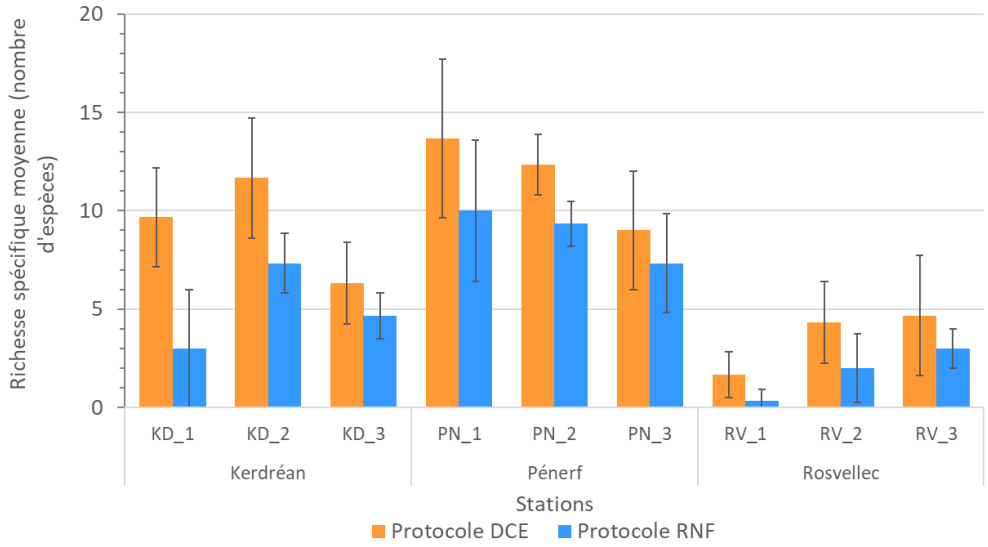


Figure 131. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF.

Les Figure 132, Figure 139, Figure 140 et Figure 141 présentent les proportions relatives des groupes taxonomiques sur les trois vasières échantillonnées. Selon le protocole DCE, les crustacés forment le groupe le plus diversifié sur les vasières de Kerdréan et de Rosvellec (allant de 50 à 58 % et de 33 à 67 %, respectivement) tandis que les annélides dominent sur Pénerf (41 à 52 %). Ces deux groupes sont suivis des mollusques, qui représentent 18 % des espèces identifiées sur les trois vasières. Ces derniers sont moins diversifiés sur la vasière de Rosvellec. Enfin, des espèces du groupe « autres » ont été identifiées sur la vasière de Pénerf.

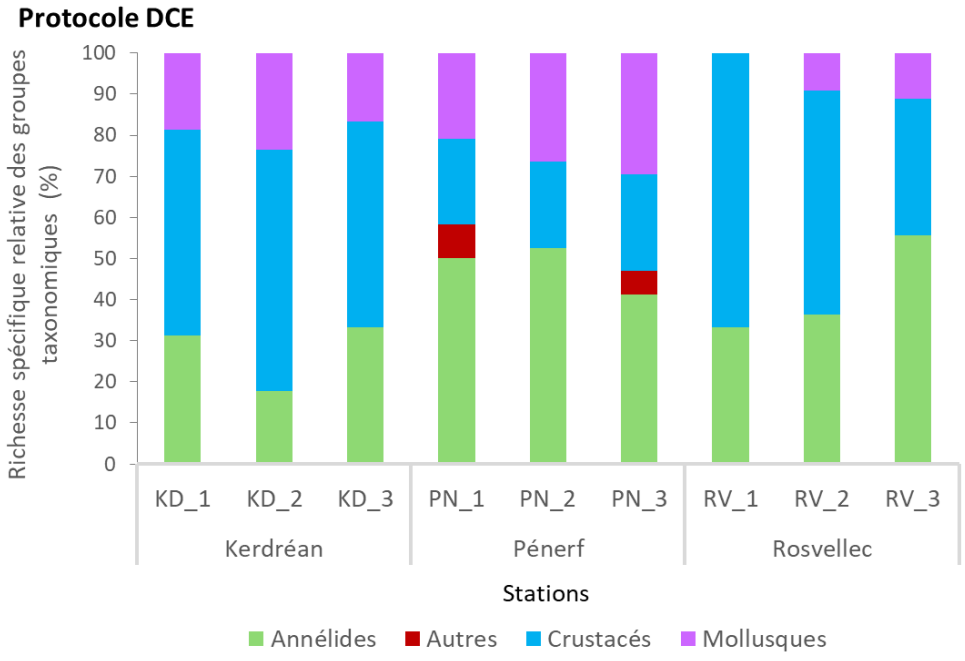


Figure 132. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec selon le protocole DCE.

- Protocole RNF :

Vasière de Kerdréan

La vasière de Kerdréan abrite 18 taxons distincts comprenant : 5 espèces d'annélides, 8 espèces de crustacés, 4 espèces de mollusques et 1 espèce d'échinoderme. Les richesses spécifiques totales relevées sur les stations sont comprises entre 1 taxons (KD_1) et 10 taxons (KD_2) (Figure 133). Les richesses spécifiques moyennes varient de 3,0 ± 3 à 7,3 ± 1,5 taxons (Figure 131).

Vasière de Pénerf

Sur la vasière de Pénerf, 27 taxons ont été identifiés. Parmi eux, 13 appartiennent au groupe des annélides, 4 aux crustacés, 7 aux mollusques et 3 au groupe autres (némertes, larves d'insecte et Plathelminthes). Les richesses spécifiques totales (somme des réplicats) relevées sur les stations sont comprises entre 1 taxons (PN_3) et 18 taxons (PN_1 et PN_2) (Figure 133). Les richesses spécifiques moyennes (moyenne des réplicats) varient de 7,3 ± 2,5 à 10,0 ± 3,6 taxons (Figure 131

Vasière de Rosvellec

Sur la vasière de Rosvellec, 8 taxons ont été identifiés. Parmi eux, 3 appartiennent au groupe des annélides, 4 aux crustacés et 1 aux mollusques. Les richesses spécifiques totales (somme des réplicats) relevées sur les stations sont comprises entre 1 taxon (RV_1) et 5 taxons (RV_2 et RV_3) (Figure 133). Les richesses spécifiques moyennes (moyenne des réplicats) varient de 0,3 ± 0,6 à 3,0 ± 1 taxons (Figure 131).

Les valeurs de richesse spécifique moyenne relevées sur les trois vasières selon les protocoles DCE et RNF sont présentées sur les Figure 131, Figure 136, Figure 137, Figure 138.

La Figure 134, Figure 139, Figure 140, Figure 141 présentent les proportions relatives des groupes taxonomiques sur les trois vasières échantillonnées. Selon le protocole RNF, les annélides forment le groupe le plus diversifié sur les vasières de Pénerf et de Rosvellec (allant de 38,4 à 50 % et de 40 à 100 %, respectivement) tandis que les crustacés dominent sur Kerdréan (28,5 à 55,5 %). Ces deux groupes sont suivis des mollusques, qui représentent 19 % des espèces identifiées sur les trois vasières. Ces derniers sont moins diversifiés sur la vasière de Rosvellec. Enfin, des espèces du groupe « autres » ont été identifiées sur la vasière de Pénerf.

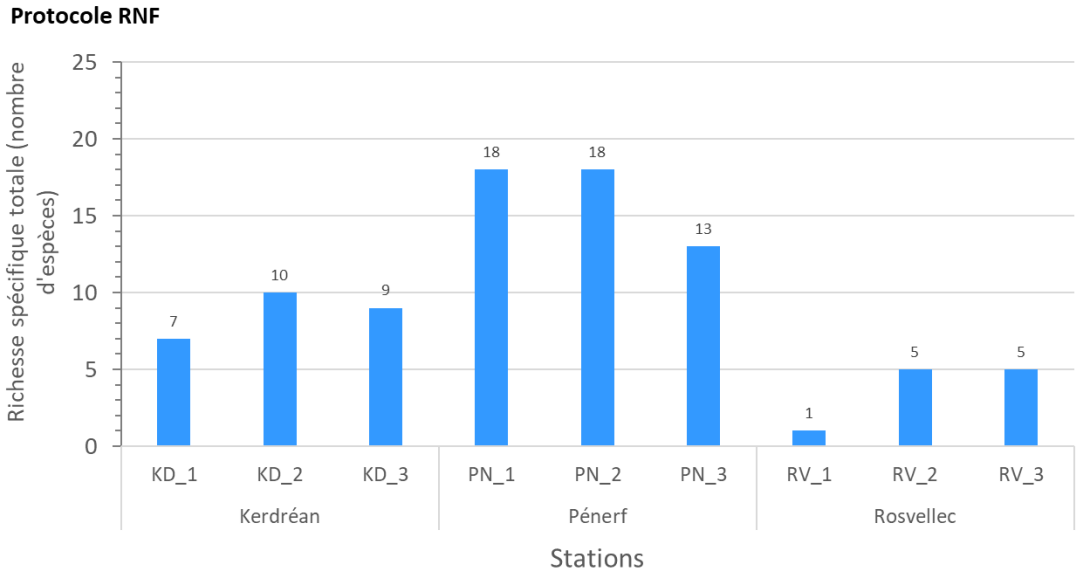


Figure 133. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF.

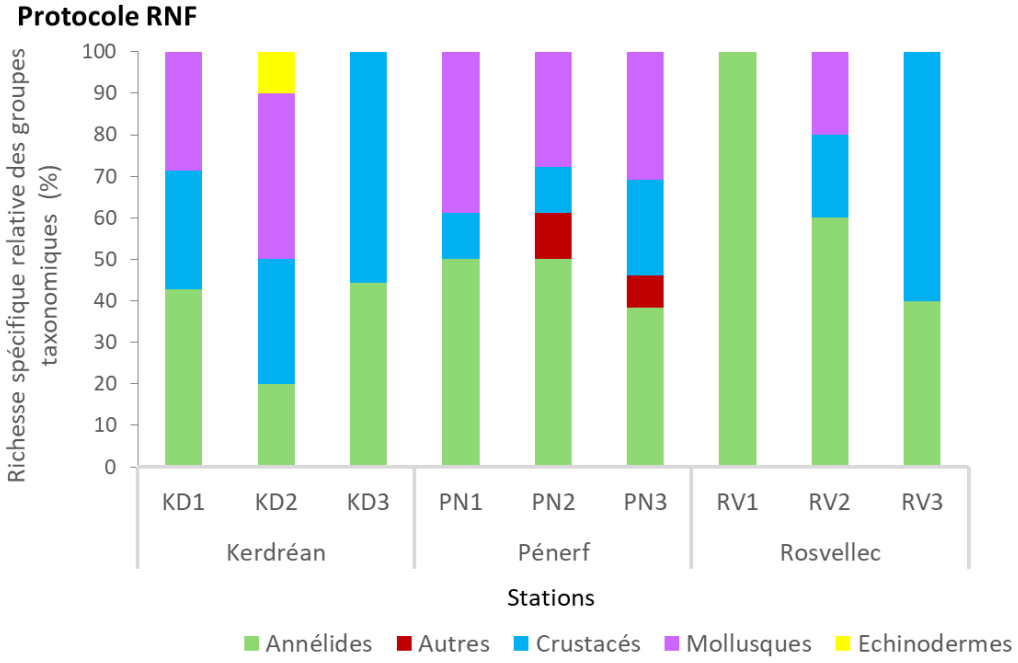


Figure 134. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec selon le protocole RNF.

▶ Données de richesse standardisées par l'ES(50) :

La surface d'échantillonnage est un paramètre susceptible d'affecter le nombre d'espèces capturées. Une plus grande surface d'échantillonnage peut favoriser la capture d'un plus grand nombre d'espèces, notamment les espèces rares.

La comparaison des richesses spécifiques brutes (Figure 84) met en évidence une différence statistique significative entre les protocoles DCE et RNF (Test de Student, t = 5,05, df =8, p = 0,001 donc

en-dessous du seuil de significativité de 5 %). Ce résultat pourrait refléter principalement un effet de surface d'échantillonnage et non la performance réelle des protocoles.

Par conséquent, l'indice ES(50) a été calculé pour chaque station afin de comparer la richesse spécifique pour un même nombre d'individus échantillonnés, et de neutraliser les différences méthodologiques.

Les ES(50) moyens obtenus sur chaque station en fonction du protocole d'échantillonnage sont présentés sur la Figure 135. Ces derniers ont été comparés avec un test de Student. Le test statistique indique une différence significative entre les deux protocoles (t = 3,9 ; df = 8 ; p-value = 0,004). Ce résultat suggère que la standardisation ES(50) ne corrige pas entièrement les différences méthodologiques (surface et profondeur). Il semblerait que le protocole DCE favorise la détection de certaines espèces (p.ex. espèces rares ou agrégées) par rapport au protocole RNF.

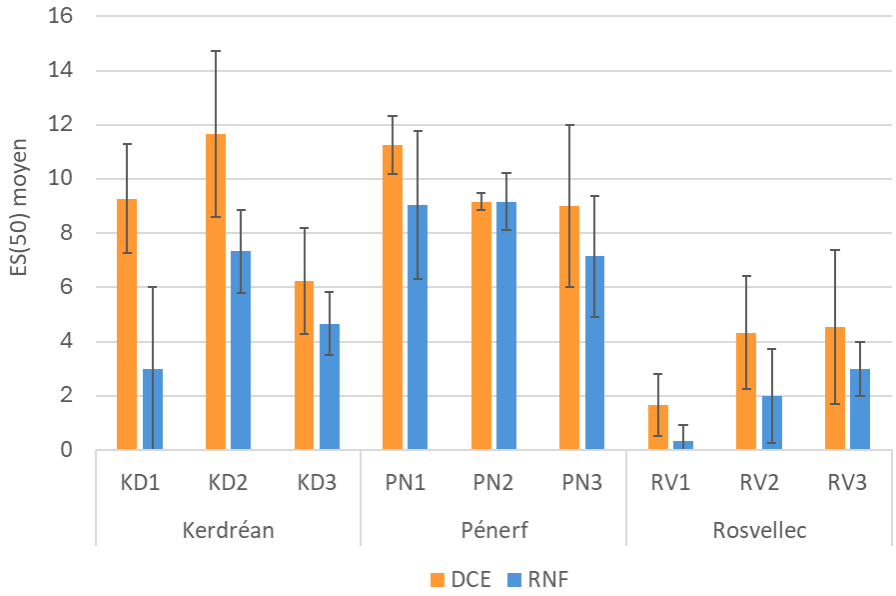


Figure 135. ES(50) moyens des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF.

Les vasières abritent une diversité spécifique variable. La vasière de Pénerf abrite le peuplement le plus diversifié, tandis que Rosvellec abrite le plus petit nombre d'espèces.

Les richesses spécifiques brutes obtenues avec les protocoles DCE et RNF sont statiquement différentes (Test de Student, t = 5,05, df =8, p = 0,001 donc en-dessous du seuil de significativité de 5 %). En particulier, les valeurs de richesse relevées avec le protocole DCE sont supérieures à celles relevées avec le protocole RNF.

Les valeurs standardisées de l'ES(50) sont également statistiquement différentes (t = 3,8 ; df = 8 ; p-value = 0,004). Les deux protocoles échantillonnent des communautés différentes en termes de diversité spécifique. Les communautés prélevées selon les deux méthodes sont comparées ci-après (section 3.1.2.3.3) en termes de composition spécifique.

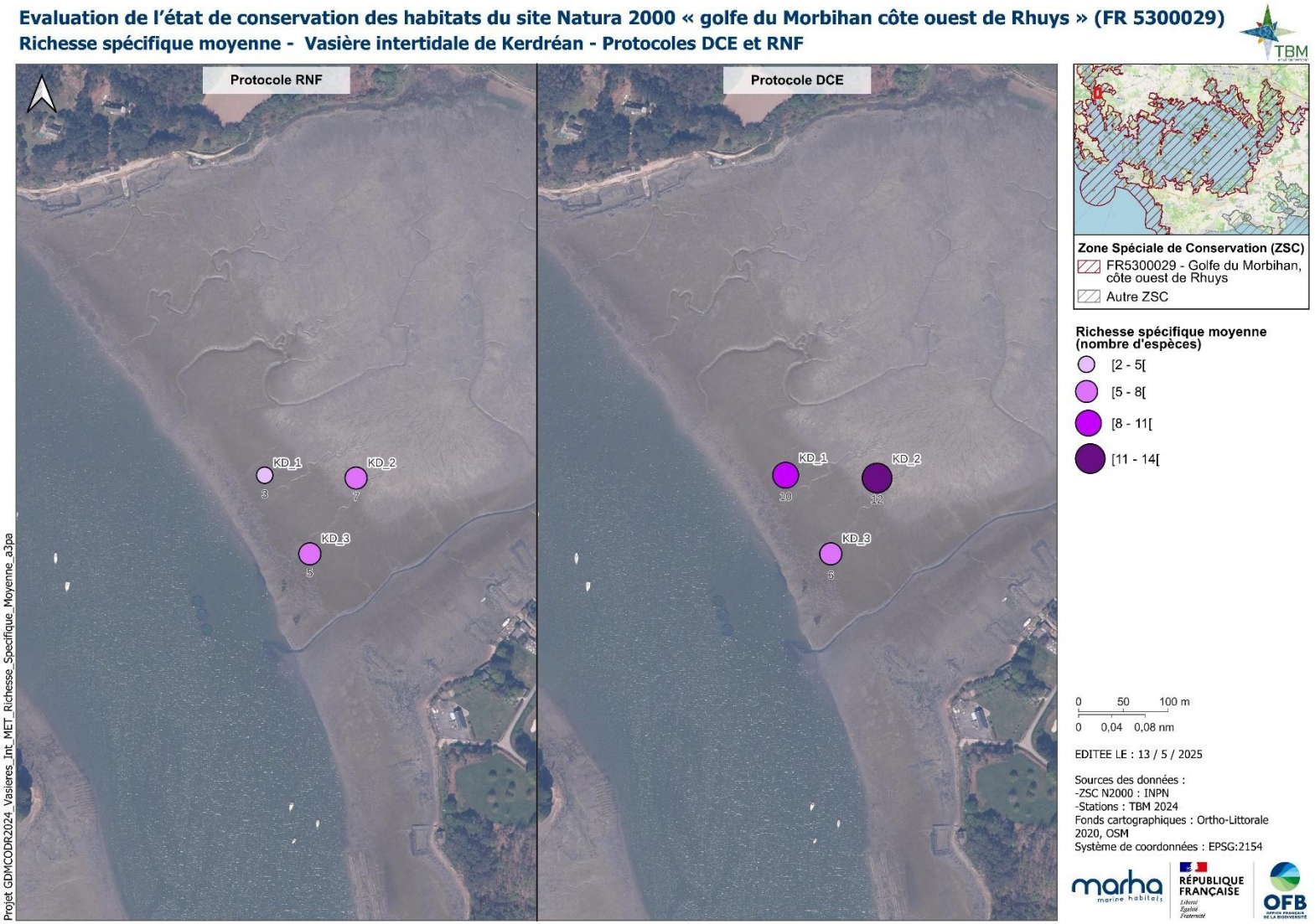


Figure 136. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

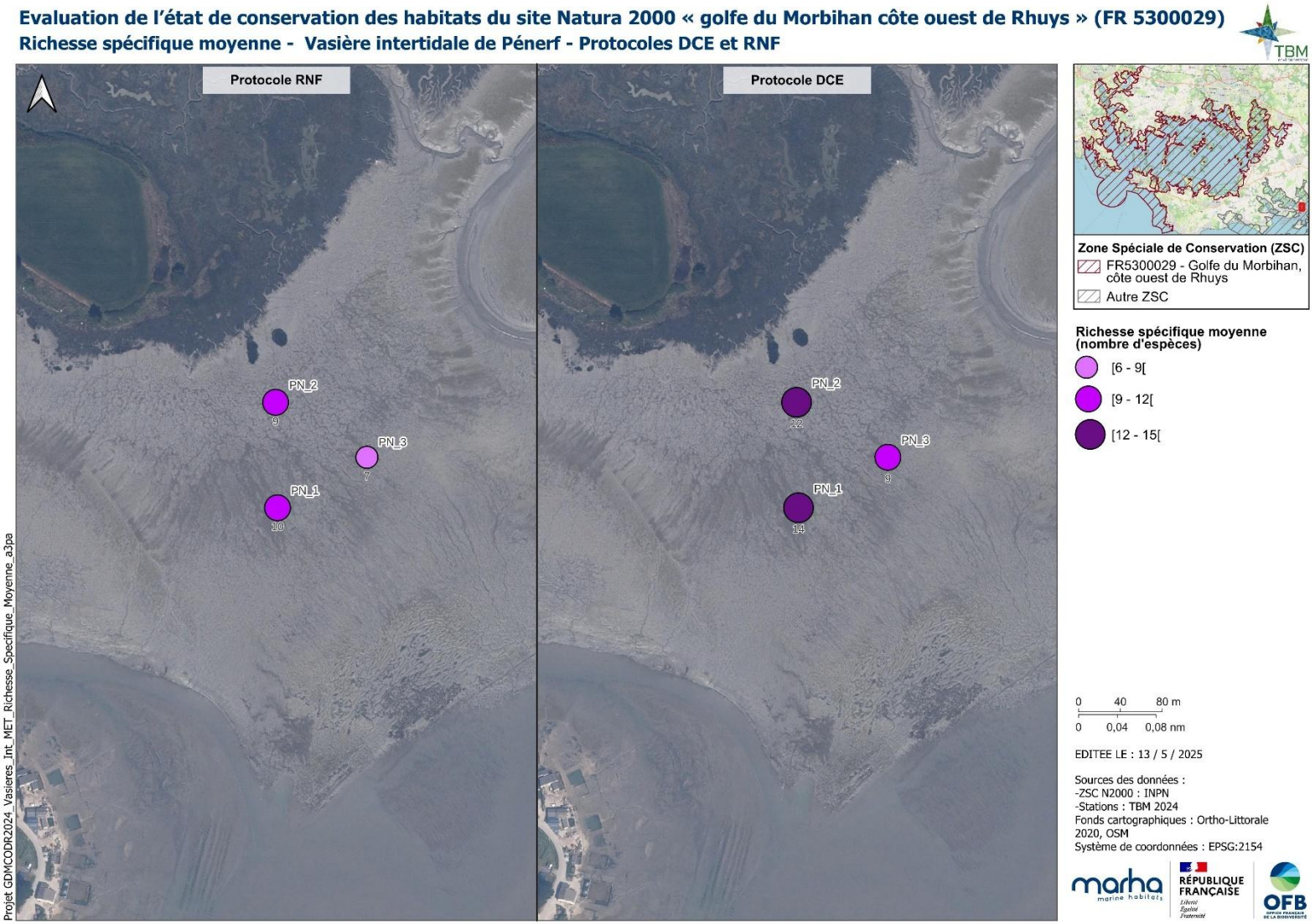


Figure 137. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

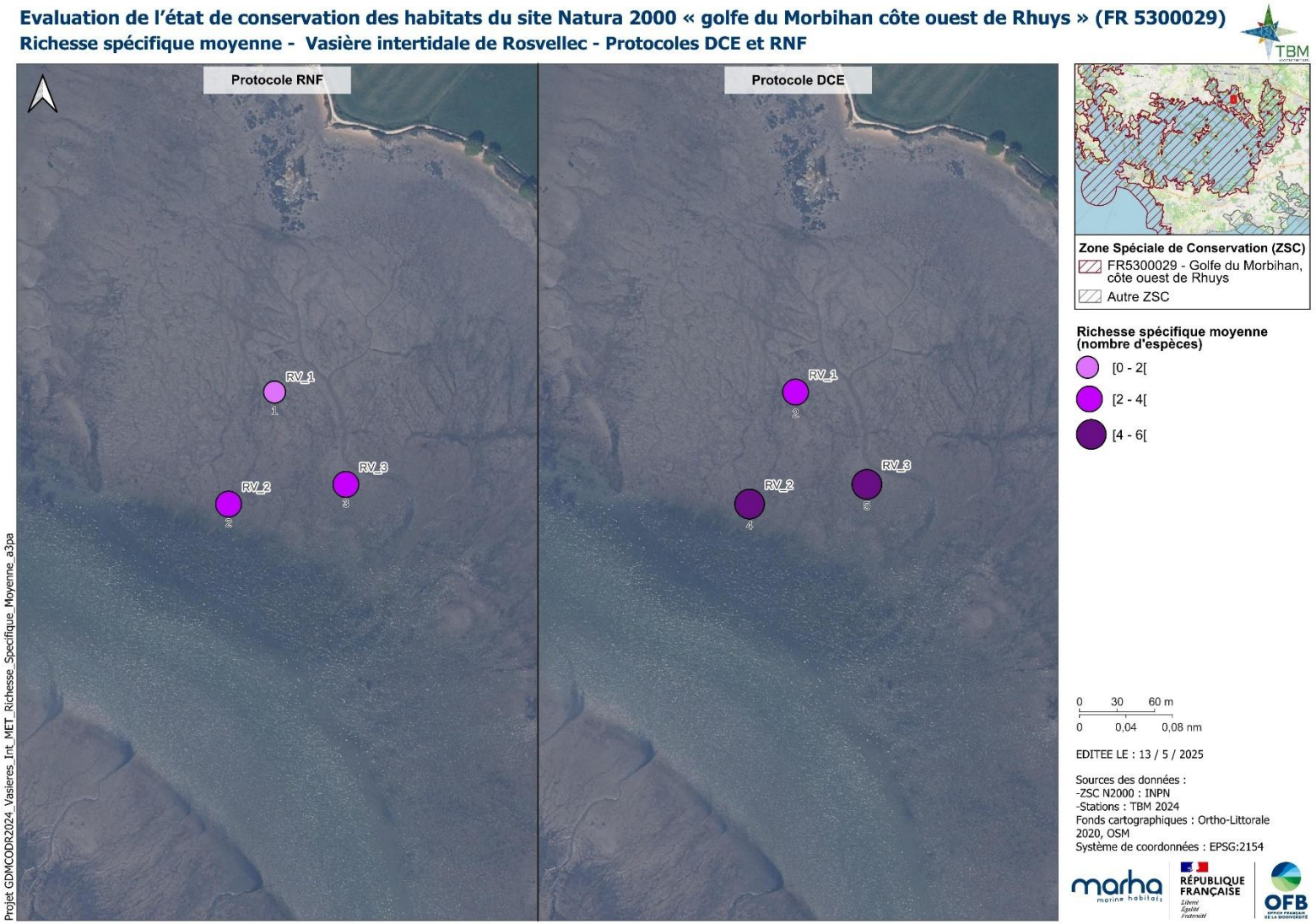


Figure 138. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

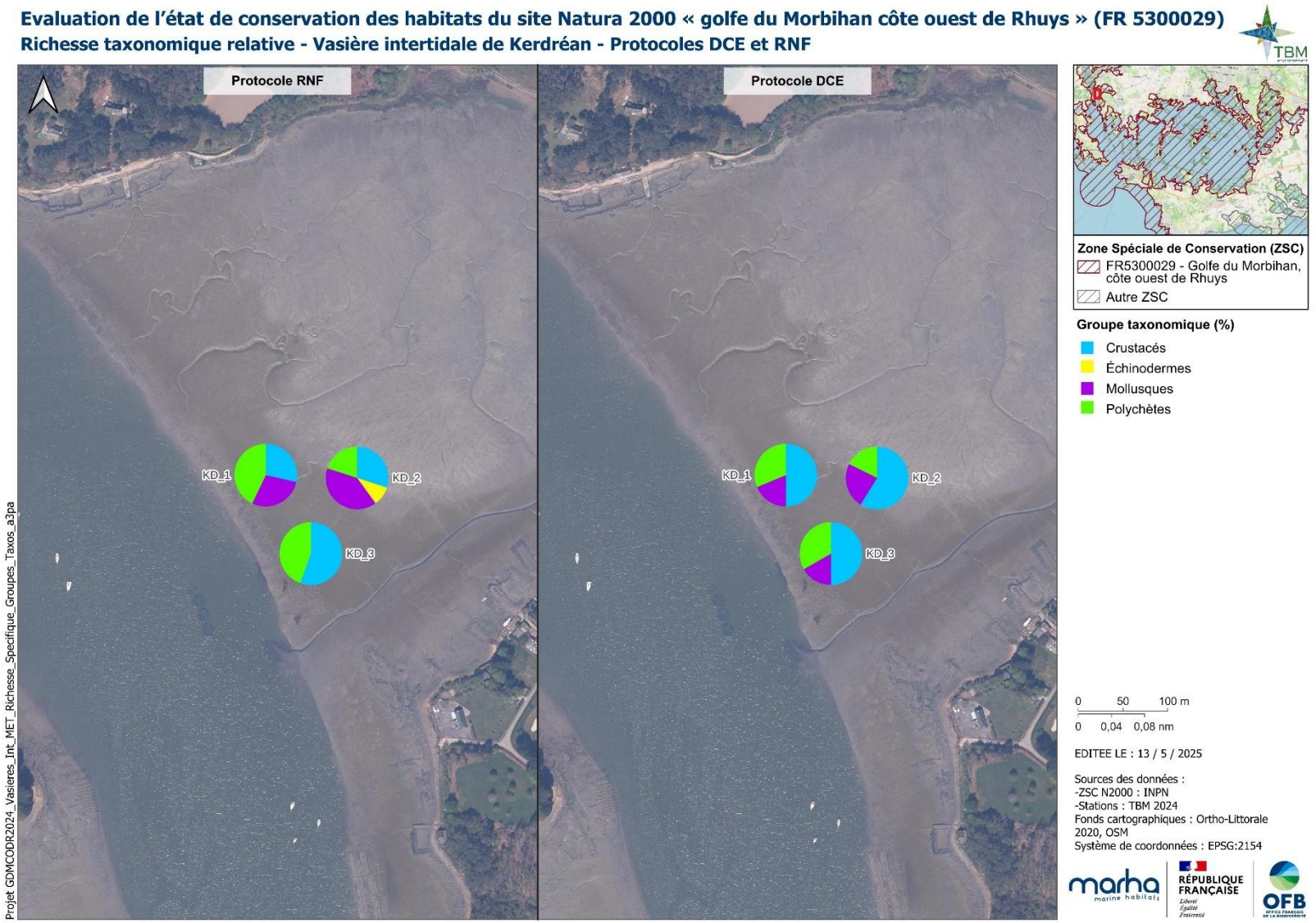


Figure 139. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

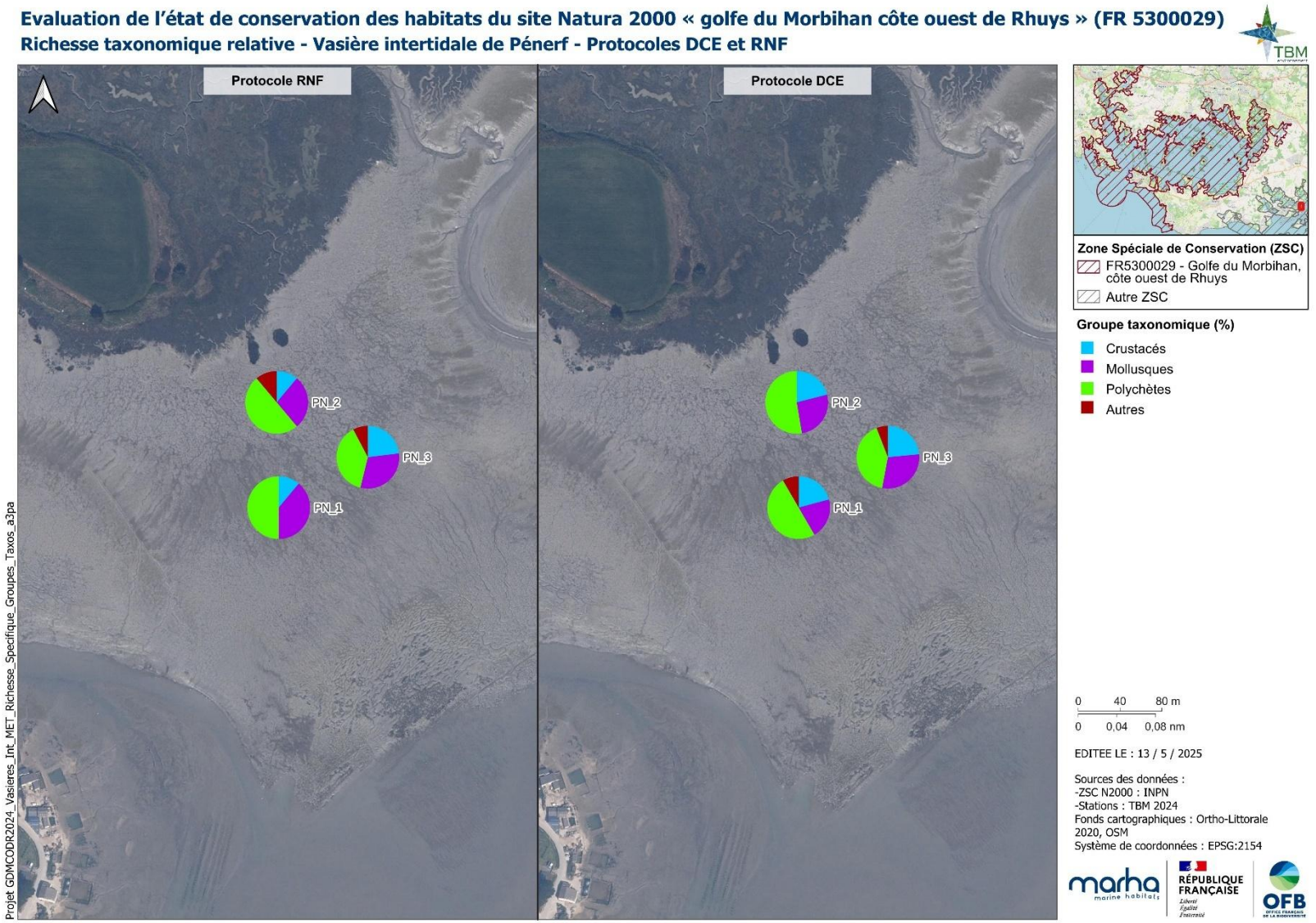


Figure 140. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

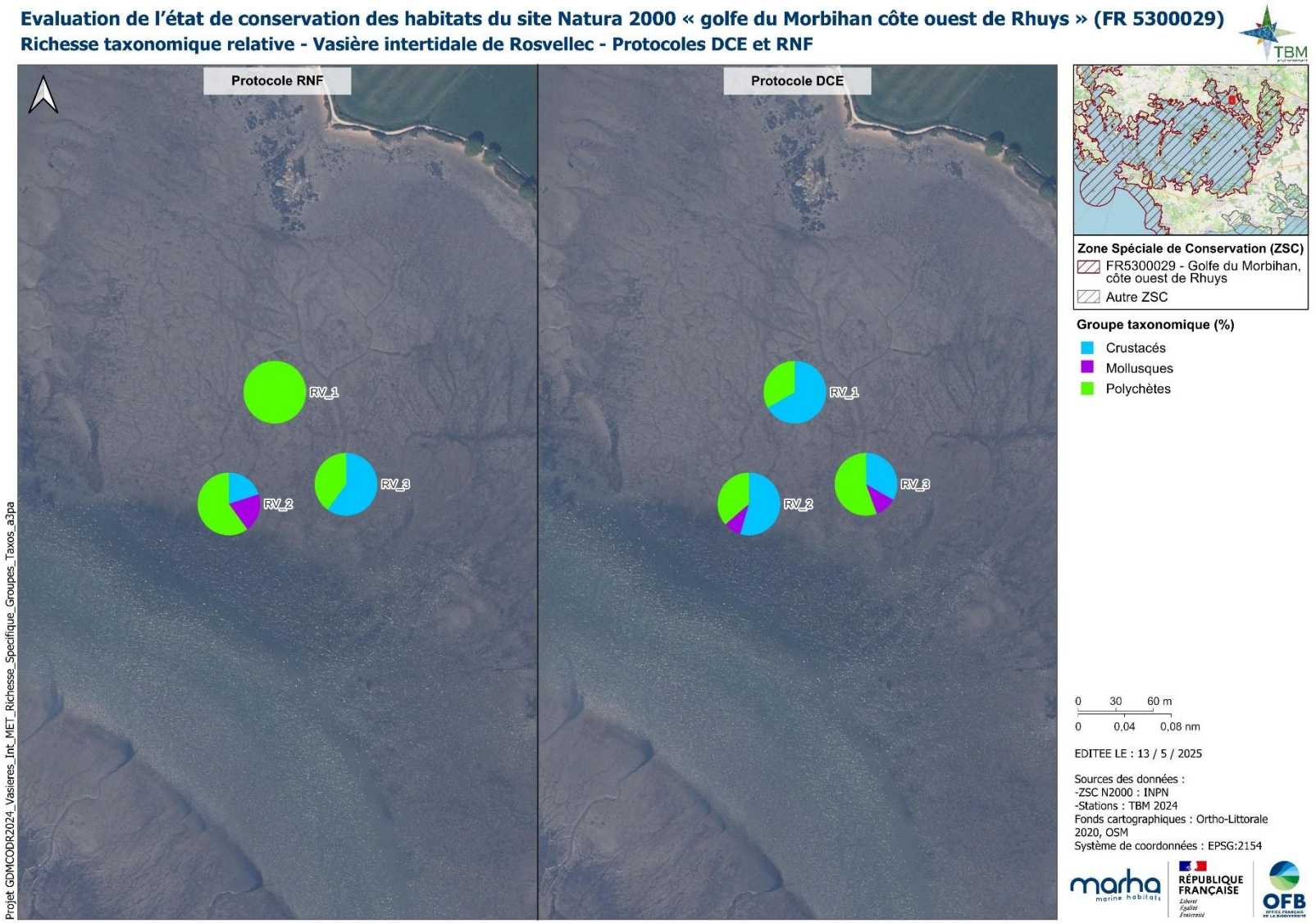


Figure 141. Richesses spécifiques relatives (%) des groupes taxonomiques sur les vasières de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

3.1.2.3.1. Indices de diversité

- Protocole DCE :

Vasière de Kerdréan

Sur la vasière de Kerdréan, l'indice moyen de Shannon-Wiener varie entre 1,8 (KD_3) et 3,1 (KD_2) et décrit des peuplements peu diversifiés à très diversifiés (Figure 142). Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,7 (KD_1 et KD_3) et 0,9 (KD_2) et caractérisent un peuplement équilibré (Figure 143).

Vasière de Pénerf

Sur la vasière de Pénerf, les valeurs de l'indice de Shannon-Wiener varient entre 2,3 (PN_3) et 2,6 (PN_2) (Figure 142). Les peuplements sont diversifiés. Les indices moyens de Piélou oscillent entre 0,7 (PN_1) et 0,8 (PN_3) (Figure 143). Ces valeurs décrivent un peuplement équilibré.

Vasière de Rosvellec

Sur la vasière de Rovsellec, les valeurs de l'indice de Shannon-Wiener varient entre 0,4 (RV_1) et 1,6 (RV_2) (Figure 142). Les peuplements sont très peu diversifiés à diversifiés. Les indices moyens de Piélou oscillent entre 0,6 (RV_3) et 0,8 (RV_2) (Figure 143). Ces valeurs décrivent un peuplement plutôt équilibré. La plus faible valeur relevée sur RV_3 est causée par la dominance du polychète *Nephtys hombergii*.

- Protocole RNF :

Vasière de Kerdréan

Sur la vasière de Kerdréan, l'indice moyen de Shannon-Wiener varie entre 0,9 (KD_1) et 2,5 (KD_2) et décrit des peuplements peu diversifiés à très diversifiés (Figure 142). Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,7 (KD_1) et 0,9 (KD_2) et caractérisent un peuplement équilibré (Figure 143).

Vasière de Pénerf

Sur la vasière de Pénerf, les valeurs de l'indice de Shannon-Wiener varient entre 1,6 (PN_3) et 2,4 (PN_1) (Figure 142). Les peuplements sont peu diversifiés à diversifiés. Les indices moyens de Piélou oscillent entre 0,6 (PN_3) et 0,8 (PN_1) (Figure 143). Ces valeurs décrivent un peuplement relativement équilibré. La station RV_3 présente une dominance du polychète *Hediste diversicolor*, ce qui explique la plus faible valeur de l'indice J'.

Vasière de Rosvellec

Sur la vasière de Rovsellec, les valeurs de l'indice de Shannon-Wiener varient entre 0,0 (RV_1) et 1,2 (RV_3) (Figure 142). Les peuplements sont très peu diversifiés à peu diversifiés. Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,0 (RV_1) et 0,7 (RV_3) (Figure 143). Ces valeurs décrivent un peuplement plutôt équilibré sur les stations RV_2 et RV_3. La station RV_1 est extrêmement peu diversifiée et ne compte qu'une espèce échantillonnée.

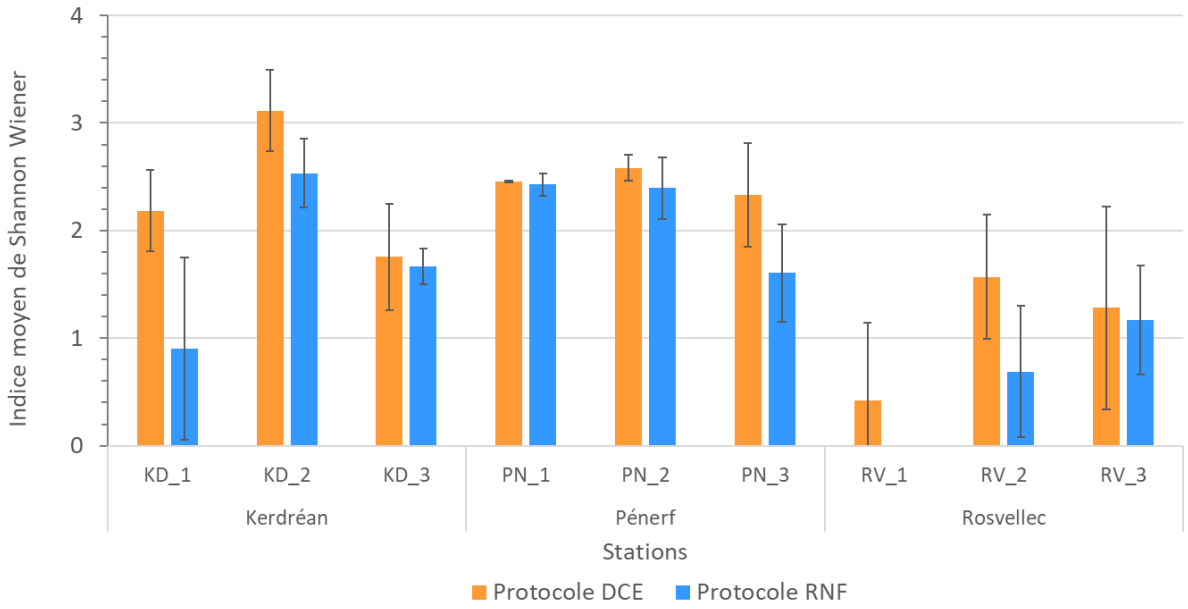


Figure 142. Indice de Shannon-Weaver moyen des peuplements benthiques des vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF.

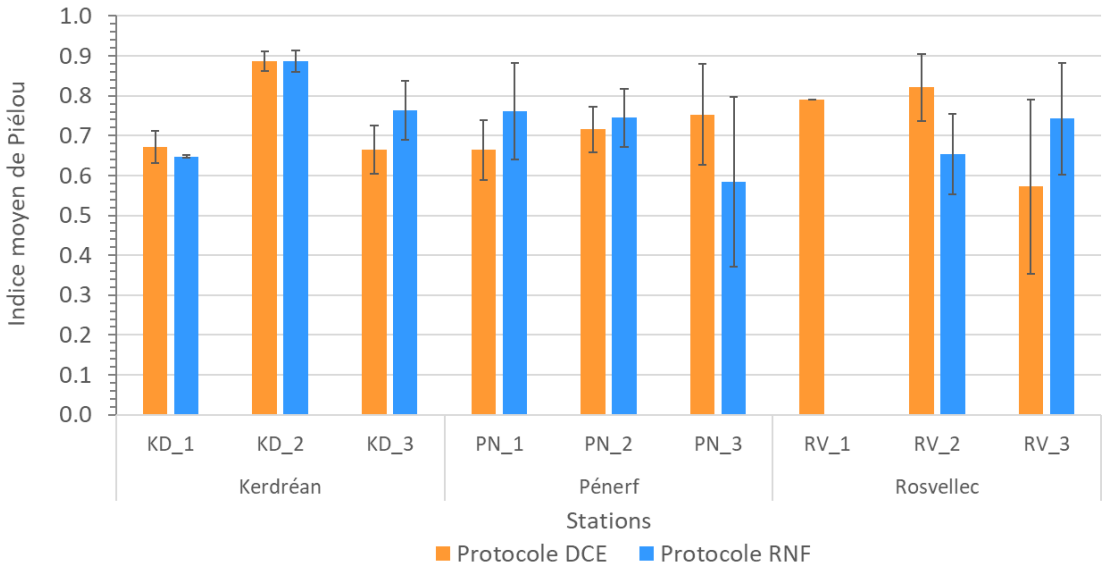


Figure 143. Indice de Piélou moyen des peuplements benthiques des vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF.

De façon générale, les indices de diversité de Shannon-Wiener décrivent des peuplements peu diversifiés sur Rosvellec et diversifiés à très diversifiés sur les deux autres vasières. L'indice de Piélou est supérieur à 0,6 sur toutes stations et décrit des peuplements relativement équilibrés.

3.1.2.3.2. Comparaison des protocoles DCE et RNF

Le Tableau 49 récapitule l'ensemble des paramètres univariés moyens (abondance, richesse spécifique et indices de diversité) mesurés sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, en fonction du protocole appliqué (DCE ou RNF).

Les valeurs d'abondance exprimées en ind/m² ne sont pas statiquement différentes entre les deux protocoles. Cependant, les valeurs de diversité spécifique obtenues avec le protocole RNF sont significativement plus faibles que celles obtenues avec le protocole DCE. En conséquence, des valeurs d'indice de diversité plus faibles sont également observées avec le protocole RNF.

Par conséquent, les variations de surface d'échantillonnage et de profondeur entre les deux protocoles semblent entrainer des différences significatives de richesse spécifique.

Tableau 49. Récapitulatif des paramètres univariés des vasières de Tascon et de Ker Georget, en fonction du protocole appliqué.

Vasières	Abondance moyenne (ind/m²)		Richesse spécifique moyenne		Indice de diversité de Shannon-Wiener		Indice d'équitabilité de Piélou		Qualité du peuplement	
	DCE	RNF	DCE	RNF	DCE	RNF	DCE	RNF	DCE	RNF
Kerdréan	1487	1007	9	5	2,4	1,7	0,7	0,8	Diversifié	Peu diversifié
Pénerf	2524	2732	12	9	2,5	2,1	0,7	0,7	Diversifié	Diversifié
Rosvellec	575	379	4	2	1,1	0,6	0,7	0,7	Peu diversifié	Très peu diversifié

3.1.2.3.3. Analyses multivariées : structure des peuplements

La structure des communautés benthiques des vasières intertidales a été étudiée au travers de classifications ascendantes hiérarchiques (CAH), de *multidimensional scaling* (MDS) et d'analyses SIMPER. Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées. De plus, les densités ont subi une transformation log(x+1), permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

Dans un premier temps, les stations ont été distinguées dépendamment du protocole d'échantillonnage utilisé (Figure 144). Les résultats de la CAH ne mettent aucune différence en évidence entre les peuplements recueillis selon le protocole RNF ou le protocole DCE. Ces derniers sont plutôt structurés par un facteur géographique. En effet, au global les vasières abritent trois peuplements benthiques statistiquement distincts (Figure 145). En revanche, au sein de chaque vasière, les assemblages faunistiques sont homogènes. Les peuplements de Rosvellec et de Kerdréan présentent plus de similitudes entre eux qu'avec le peuplement de Pénerf. Les réplicats azoïques (dépourvus de faune) sont isolés (RV2_3RNF, RV1_2RNF ; RV1_1RNf et KD1_1RNF).

Les résultats des analyses SIMPER menées sur les peuplements des trois vasières sont présentés dans le Tableau 50.

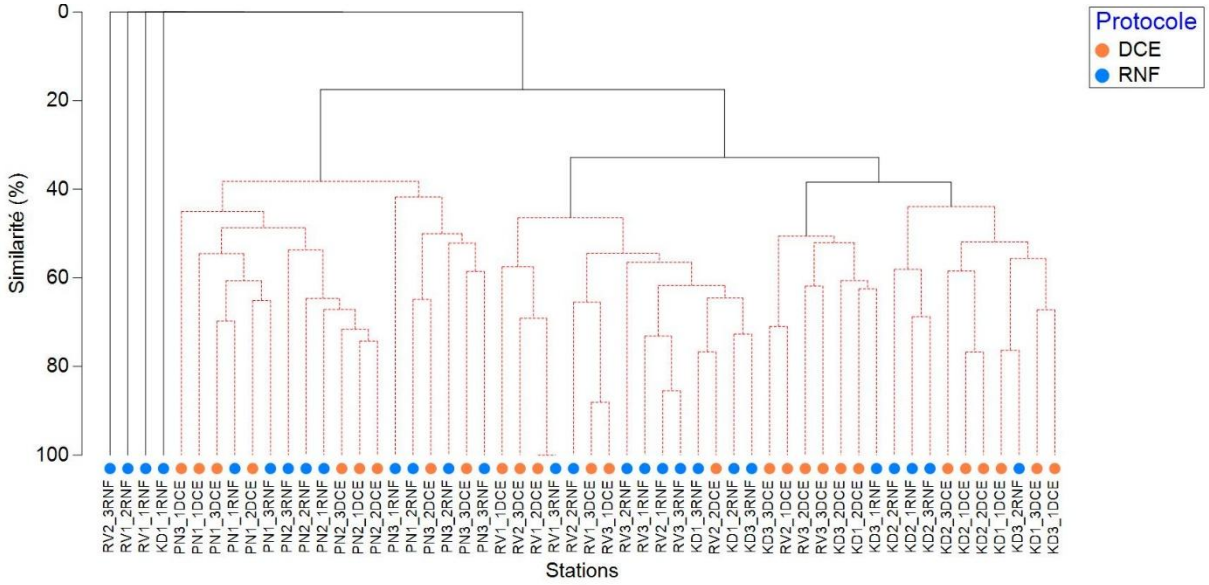


Figure 144. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction du protocole d'échantillonnage utilisé (RNF ou DCE). Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).

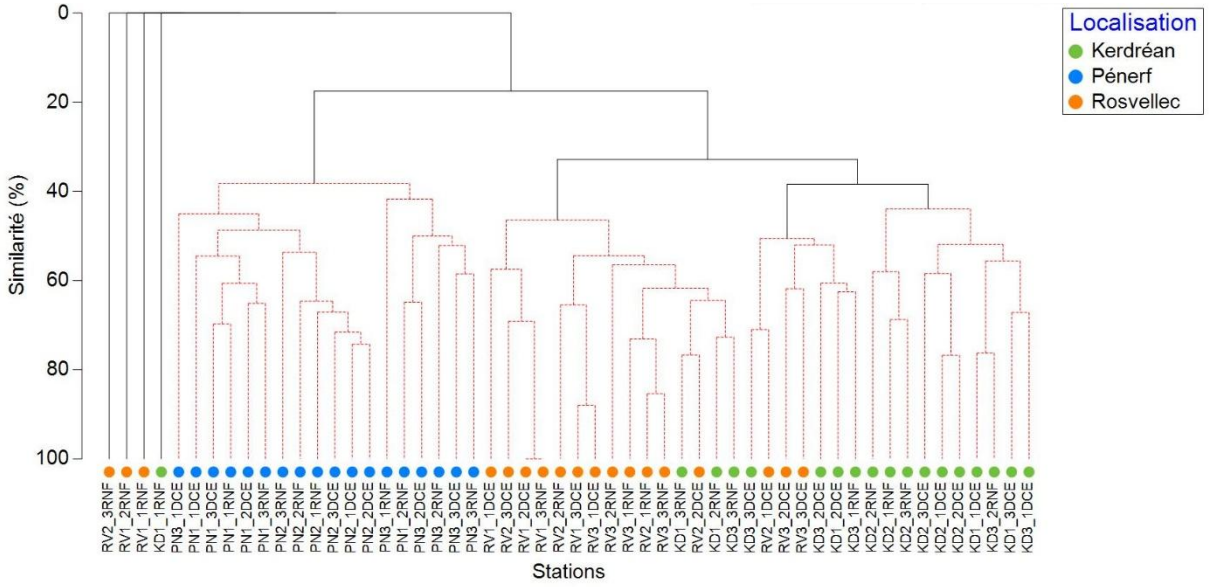


Figure 145. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances (ind/m²) des communautés benthiques intertidales en fonction de la vasière échantillonnée. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).

Le peuplement de la vasière de Kerdréan est caractérisé par le polychète *Nephtys hombergii ,* aux larges tolérances édaphiques et halines (sables graveleux à sables envasés). Le polychète *Melinna palmata* est également caractéristique mais électif constant des sables fins envasés. Enfin, la vasière est également caractérisée par l'amphipode invasif *Grandidierella japonica*.

Le peuplement de la vasière de Pénerf est quant à lui caractérisé par le polychète vasicole-sabulicole *Hediste diversicolor* et l'amphipode invasif *Grandidierella japonica*. La vasière abrite en outre

les mollusques bivalves *Scrobicularia plana* et *Cerastoderma edule,* aux tolérances édaphiques larges (des baies sableuses soumises à dessalures à des fonds de sables grossiers). Enfin, des oligochètes sont également identifiés. La vasière de Pénerf se compose de vases sableuses, ce qui permet l'établissement d'une communauté plus diversifiée.

La vasière de Rosvellec est essentiellement caractérisée par le polychète *Nephtys hombergii*, qui domine largement les effectifs.

Tableau 50. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons des vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec.

Vasière	Espèces caractéristiques	Groupe taxonomique	Similarité moyenne (%)	Contribution (%)	Cumul des contributions (%)
Kerdréan	*Nephtys hombergii*	Annélide	39,02	51,76	51,76
	Melinna palmata	Annélide		12,88	64,63
	Grandidierella japonica	Crustacé		6,03	70,66
Pénerf	*Hediste diversicolor*	Annélide	45,7	24,16	24,16
	Grandidierella japonica	Crustacé		23,22	47,38
	Scrobicularia plana	Mollusque		12,79	60,17
	Cerastoderma edule	Mollusque		9,31	69,48
	Oligochaeta	Annélide		7,36	76,84
Rosvellec	*Nephtys hombergii*	Annélide	34,5	92,24	92,24

La composition spécifique des communautés échantillonnées selon les deux protocoles n'est pas statiquement différente. Les principales différences observées entre les communautés relèvent d'un facteur géographique, lié à l'emplacement des vasières.

3.1.2.3.4. Typologie des habitats

Sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, les prélèvements benthiques ont été effectués au niveau de l'étage médiolittoral.

Vasière de Kerdréan

Sur la vasière de Kerdréan, caractérisée par un faciès vaseux, des pieds de *Zostera noltei* ont été observés sur la station KD_2. Cette station est en limite d'un herbier dense qui s'étend sur tout le fond de la baie. Les prélèvements ont été réalisés en sortie d'été, période durant laquelle l'herbier a

atteint son pic de croissance et de densité. L'échantillonnage de l'amphipode détritivore *Grandidierella japonica* est généralement indicateur de la présence de débris végétaux et est cohérent avec la présence de l'herbier. Par ailleurs, les espèces recensées présentent une tolérance aux variations de salinité ce qui confirme la classification de la baie de Kerdréan en tant que masse d'eau de transition.

Aussi, l'habitat identifié sur les station KD_1 et KD_3 selon la typologie NatHab-Atl (Michez et al., 2019) est :

A6-3.1.1 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/bivalves.

Cet habitat s'étend du domaine euhalin jusqu'en aval du domaine mésohalin. Il correspond à une vasière de rivage calme retrouvée au sein de la baie de Kerdréan et sous influence d'eau douce (La Rivière et al., 2022). La baie de Kerdréan se compose d'une première zone de vasière recouverte d'algues vertes opportunistes, exposée à de courtes périodes de dessication. Plus en amont, la vasière est exondée plus régulièrement et colonisée par un herbier dense à *Zostera noltei*. Les espèces indicatrices sont les annélides polychètes *Hediste diversicolor*, *Streblospio benedicti*, *Nephtys hombergii* et des mollusques bivalves *Scrobicularia plana*, *Cerastoderma edule*, *Abra segmentum*.

Le second habitat observé en amont de la baie de Kerdréan, sur la station KD_2 est :

A6-4.2 Herbiers à *Zostera noltei* sur vases médiolittorales en milieu à salinité variable.

Le pourcentage de recouvrement de l'herbier est estimé entre 75 et 100 % (Figure 146).



Figure 146. Herbier à Zostera noltei en baie de Kerdréan (© TBM environnement).

Vasière de Pénerf

La vasière de Pénerf abrite un peuplement plus dense et diversifié que les deux autres vasières. Les espèces indicatrices sont les mêmes qu'au sein de la vasière de Kerdréan et comprennent : les annélides *Hediste diversicolor*, *Heteromastus filiformis*, *Streblospio benedicti*, *Nephtys hombergii*, *Oligochaeta,* les mollusques bivalves *Scrobicularia plana*, *Cerastoderma edule*, *Abra segmentum*, *Limecola balthica*, ainsi que davantage de crustacés tels que : *Corophium volutator*, *Crangon crangon*, *Cyathura carinata.* Il convient également de noter les effectifs élevés de l'amphipode invasif

Grandidierella japonica. Le sous-habitat observé selon la typologie NatHab-Atl (Michez et al., 2019) est :

A6-3.1.1.6 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable à *Hediste diversicolor*, *Limecola balthica* et *Scrobicularia plana*.

Vasière de Rosvellec

La vasière de Rosvellec abrite un peuplement peu dense et diversifié, dont les effectifs sont largement dominés par le polychète *Nephtys hombergii*. L'habitat identifié est également :

A6-3.1.1 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/bivalves.

3.1.2.3.5. Indices biotiques

Les vasières intertidales de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec sont définies comme des masses d'eau de transition. En conséquence, deux indices biotiques ont été calculés : l'AMBI et le BEQUI-FR, spécifiquement adapté aux masses d'eau de transition.

3.1.2.3.5.1. AMBI

- Protocole DCE :

Les Figure 147, et les Figure 149 à Figure 151 détaillent la répartition des groupes écologiques dans les trois vasières tandis que le Tableau 51 présente les valeurs de l'indice AMBI et l'état écologique correspondant.

Vasière de Kerdréan

Sur la vasière de Kerdréan, la grande majorité des organismes identifiés sur les trois stations appartiennent au groupe écologique II (32 à 49 %) et III (25 à 57 %). Ces derniers se composent d'espèces indifférentes (II) et tolérantes (III) à l'hypertrophisation du milieu. Les espèces du groupe III sont dominantes lorsque le milieu est enrichi en matière organique et sont généralement abondantes dans les milieux vaseux. La prévalence du groupe III est liée aux effectifs élevés des polychètes *Hediste diversicolor* et *Streblospio* sp.et aux bivalves *Scrobicularia plana*, *Cerastoderma edule* et *Abra segmentum*. Le groupe I représente 11 à 21 % des espèces prélevées, tandis que le groupe V est minoritaire (3 à 5 %) (*Nebalia* sp.), et le groupe IV absent.

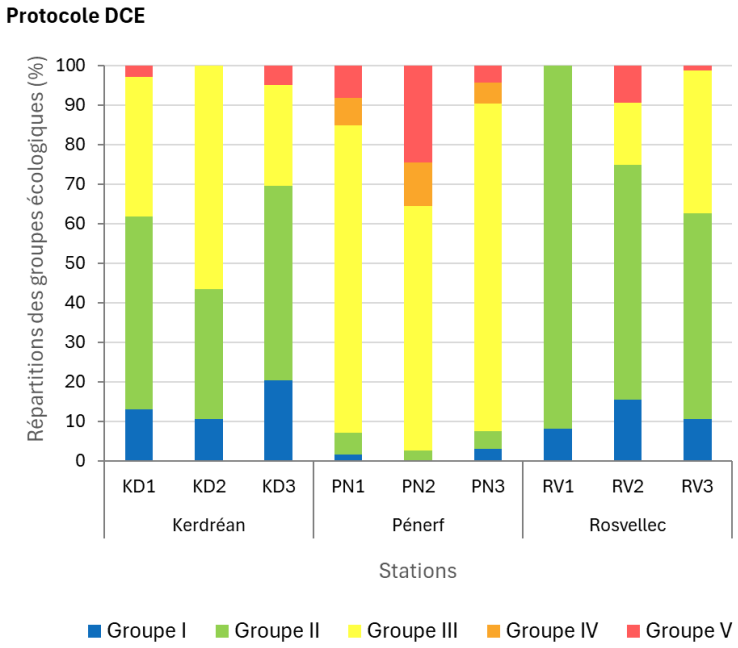


Figure 147. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE.

Vasière de Pénerf

Sur la vasière de Pénerf, le groupe III est largement dominant (62 à 83 %). Les groupes IV (5 % à 11 %) et V (4 à 25 %) sont également relativement abondants. La présence du groupe V est liée aux effectifs des oligochètes. Leur présence est indicatrice d'une hausse anormale de l'enrichissement en matière organique.

Vasière de Rosvellec

La vasière de Rosvellec est largement par les espèces du groupe II (52 à 92 %).

▶ Protocole RNF :

La répartition des groupes écologiques obtenue selon la méthodologie RNF est très similaire à celle obtenue selon le protocole DCE (Figure 148 à Figure 151). Selon le protocole RNF, le groupe V est toutefois légèrement plus abondant sur Rosvellec en raison des effectifs plus élevés des oligochètes.

Ces légères variations entre les deux protocoles se répercutent sur l'estimation de la valeur de l'indice AMBI et sont à l'origine des différences d'états écologiques (Tableau 56). Les états écologiques sont globalement qualifiés de bons avec le protocole DCE, tandis qu'ils varient de moyens à médiocres avec le protocole RNF. Ces différences sont essentiellement liées aux effectifs plus ou moins élevés des oligochètes.

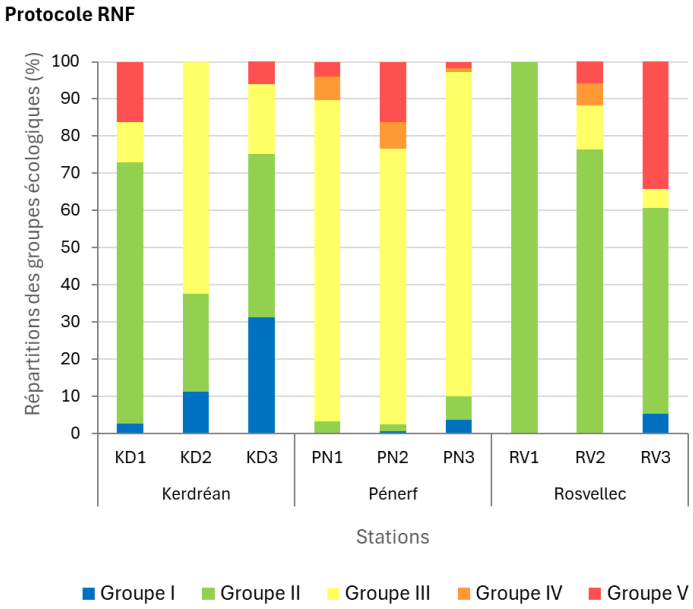


Figure 148. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF.

Tableau 51. Valeurs de l'AMBI et état écologique des vasières de Tascon et de Ker Georget en fonction du protocole appliqué (DCE et RNF).

		DCE			RNF		
Localisation	Stations	AMBI moyen	Etat écologique	Type de pollution	AMBI moyen	Etat écologique	Type de pollution
Kerdréan	KD1	1,894	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	3,894	Moyen	Modérément pollué
	KD2	2,191	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	2,279	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
	KD3	1,647	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	1,89	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
Pénerf	PN1	3,163	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	3,154	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
	PN2	3,886	Moyen	Modérément pollué	3,529	Moyen	Modérément pollué
	PN3	3,109	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	2,803	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
Rosvellec	RV1	1,333	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	5,167	Médiocre	Gravement pollué
	RV2	2,262	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	3,769	Moyen	Modérément pollué
	RV3	1,781	Bon	Légèrement pollué, état transitoire	2,818	Bon	Légèrement pollué, état transitoire

Sur les trois vasières, l'indice AMBI varie entre 1,3 et 3,8 avec le protocole DCE et entre 1,8 et 5,1 avec le protocole RNF. L'état écologique des vasières varie de bon à médiocre. Toutefois, étant principalement sensible à l'enrichissement en matière organique, l'AMBI ne permet pas d'évaluer précisément l'état écologique global d'une vasière. En effet, celui-ci ne tient pas compte du fait que les vasières présentent un enrichissement en matière organique naturellement élevé.

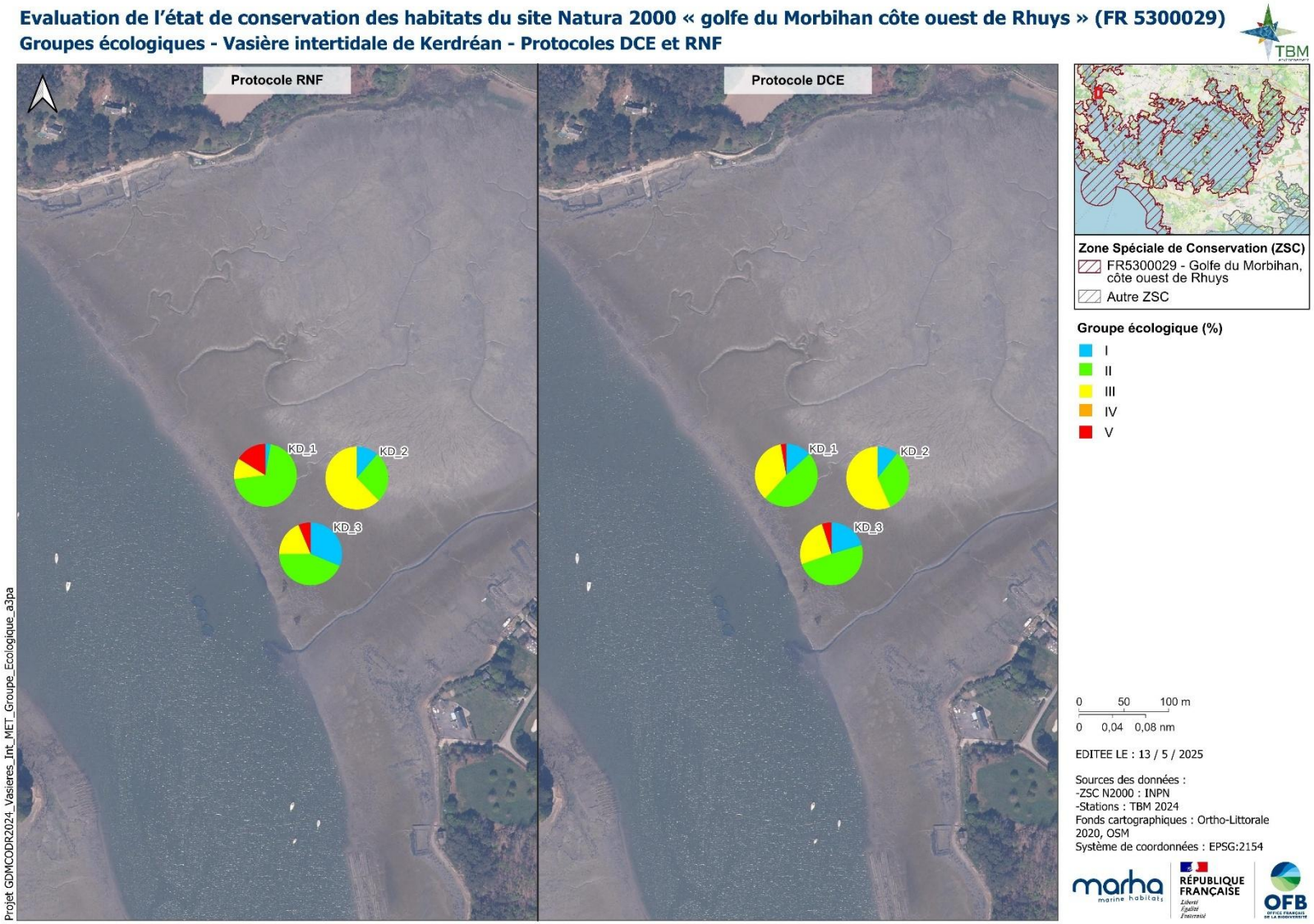


Figure 149. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Kerdréan, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

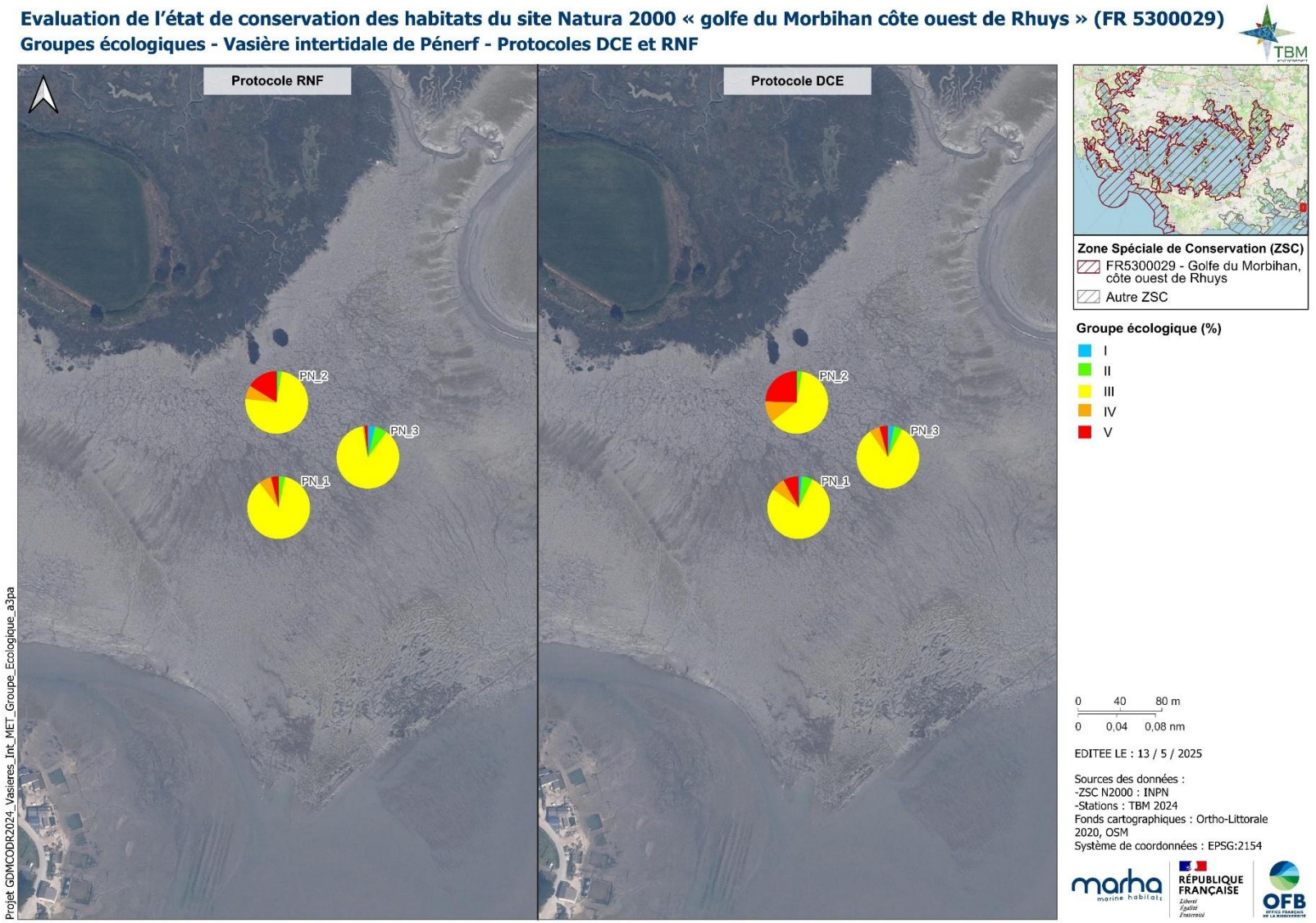


Figure 150. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Pénerf, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

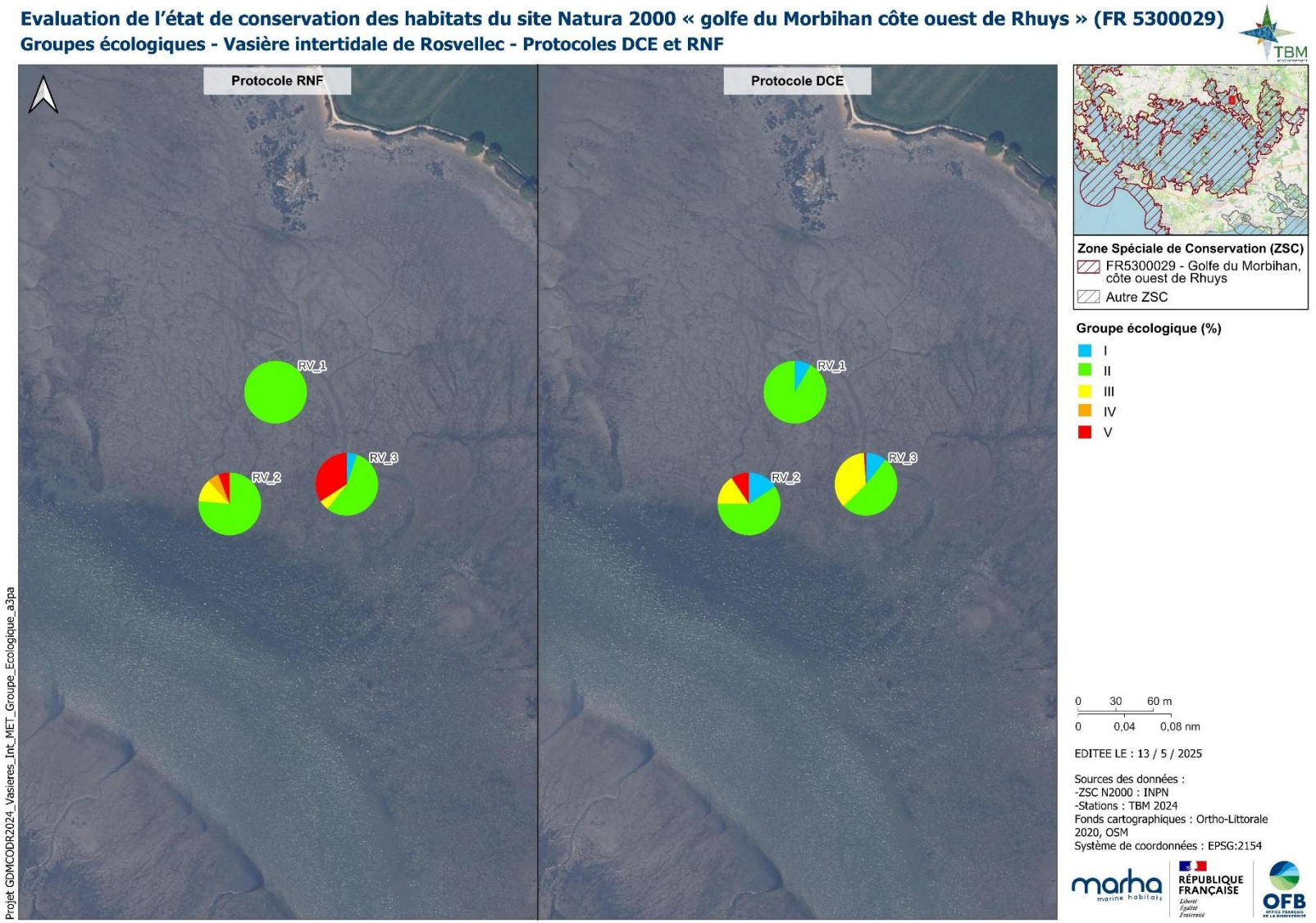


Figure 151. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les vasières de Rosvellec, selon les protocoles DCE et RNF – TBM environnement, 2024.

3.1.2.3.5.2. BEQI-FR

▶ Protocole DCE :

Les valeurs de l'indice BEQI-FR ainsi que la valeur d'EQR moyen retenue pour la comparaison aux valeurs seuils sont présentées dans le Tableau 52. Les indices BEQI-FR varient entre 0,6 et 0,8 et décrivent un état écologique bon sur Kerdréan et moyen sur Pénerf et Rosvellec.

Tableau 52. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole DCE.

Vasière	Référence habitat	Stations	H'$_{obs}$	S$_{obs}$	AMBI$_{obs}$	H'$_{ref}$	S$_{ref}$	AMBI$_{ref}$	BEQI-FR	EQR moyen	Etat écologique
Kerdréan	Mest	KD1	2,2	16	1,9	2,90	14,00	2,50	0,6	0,70	Bon
		KD2	3,1	17	2,2				0,8		
		KD3	1,8	12	1,6				0,7		
Pénerf		PN1	2,5	24	3,2				0,6	0,62	Moyen
		PN2	2,6	19	3,9				0,7		
		PN3	2,3	17	3,1				0,6		
Rosvellec		RV1	0,4	3	1,3				0,6	0,57	Moyen
		RV2	1,6	11	2,3				0,6		
		RV3	1,3	9	1,8				0,6		

▶ Protocole RNF :

Les valeurs de l'indice BEQI-FR ainsi que la valeur d'EQR moyen retenue pour la comparaison aux valeurs seuils sont présentées dans le Tableau 53. Les indices BEQI-FR varient entre 0,5 et 0,7 et décrivent un état écologique bon sur Kerdréan et moyen sur Pénerf et Rosvellec.

Tableau 53. Valeurs du BEQI-FR et état écologique des vasières intertidales de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec, selon le protocole RNF.

Vasière	Référence habitat	Stations	H'$_{obs}$	S$_{obs}$	AMBI$_{obs}$	H'$_{ref}$	S$_{ref}$	AMBI$_{ref}$	BEQI-FR	EQR moyen	Etat écologique
Kerdréan	Mest	KD1	0,9	7	3,9	2,90	14,00	2,50	0,8	0,73	Bon
		KD2	2,5	10	2,3				0,7		
		KD3	1,7	9	1,9				0,7		
Pénerf		PN1	2,4	18	3,2				0,7	0,67	Moyen
		PN2	2,4	18	3,5				0,7		
		PN3	1,6	13	2,8				0,5		
Rosvellec		RV1	0,0	1	5,2				0,5	0,55	Moyen
		RV2	0,7	5	3,8				0,5		
		RV3	1,2	5	2,8				0,5		

Les indices BEQI-FR moyen décrivent un état écologique bon sur Kerdréan et moyen sur Pénerf et Rosvellec. Les états écologiques ne varient pas selon le protocole utilisé (RNF ou DCE).

3.1.2.3.6. Habitats et espèces à enjeu de conservation

Aucune espèce à enjeu n'a été identifiée au sein des prélèvements faunistiques. Cependant, les vasières intertidales sont inscrites sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

3.1.2.3.7. Espèces exotiques envahissantes

Les vasières intertidales de Kerdréan, Pénerf et Rosvellec abritent trois espèces introduites et invasives : la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la nasse néritoïde *Tritia neritea* et les amphipodes *Grandidierella japonica* et *Ampithoe valida* (Figure 152). Les densités des espèces sont présentées dans le Tableau 54.

Tableau 54. Abondance des espèces exotiques sur les vasières de Kerdréan, de Pénerf et de Rosvellec.

	DCE (ind/0,03 m²)							RNF (ind/0,02 m²)						
Espèces invasives	KD1	KD2	KD3	PN1	PN2	PN3	RV3	KD1	KD2	KD3	PN1	PN2	PN3	RV3
Grandidierella japonica	3	5	1	132	88	31			6	2	68	46	3	1
Ruditapes philippinarum	1	7			3									
Tritia neritea		8		4					12		5	2	1	
Ampithoe valida	1	3	4					1		2				

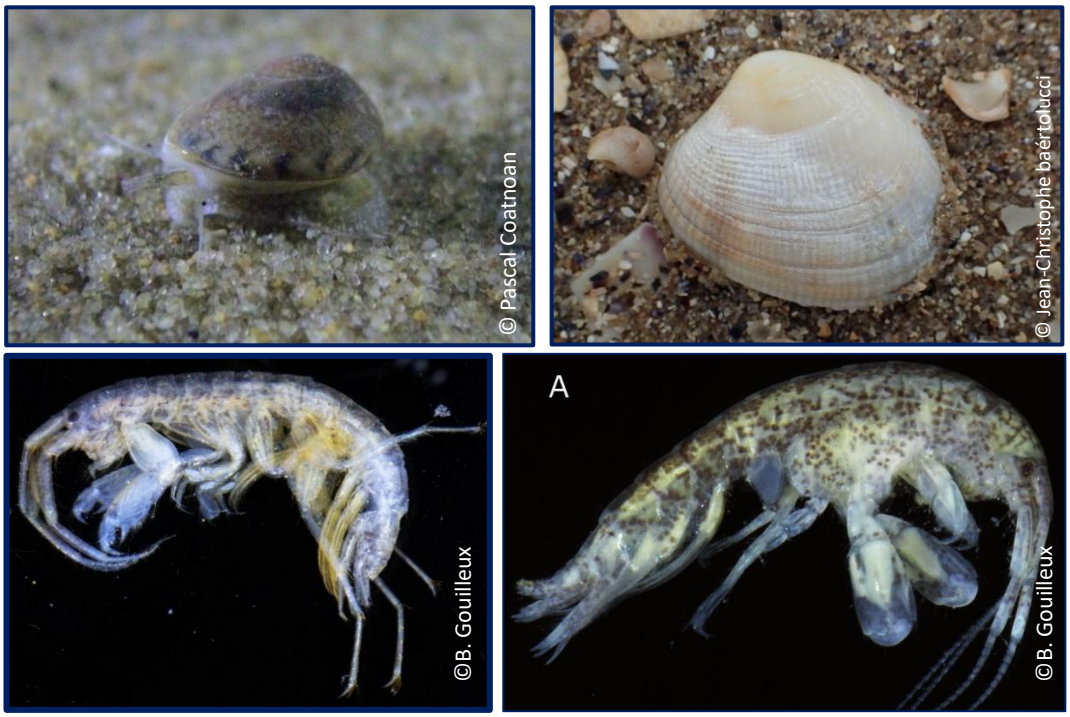


Figure 152. À gauche Tritia neritea, à droite Ruditapes philippinarum et en bas Grandidierella japonica et Ampithoe valida.

3.1.3. Etat de conservation

Les vasières intertidales présentent une composante physique particulièrement fluctuante, ce qui favorise l'installation d'assemblages d'espèces tolérantes et résistantes. En conséquence, ces milieux sont généralement associés à une forte stabilité biologique. Leur évolution peut cependant être marquée par deux dynamiques principales : l'envasement progressif des fonds et la dégradation de la qualité des eaux en provenance des bassins versants.

L'état de conservation des vasières intertidales est évalué selon les descripteurs propres à l'habitat 3 – Substrats meubles médiolittoraux 1130-2 (vases), proposés par Lepareur (2011) (Tableau 55).

Vasière de Tascon

La vasière de Tascon abrite un cortège faunistique typique des vasières médiolittorales, peu diversifié mais dense. Les espèces sensibles à l'enrichissement en matière organique sont toutefois peu présentes tandis que les espèces opportunistes sont majoritaires, notamment les oligochètes. Leur présence est indicatrice d'une hausse anormale de l'enrichissement en matière organique. Le BEQI-FR décrit toutefois un état écologique bon. La vasière est localisée à proximité de l'embouchure de la rivière de Noyalo et des communes de Saint Armel et de Le Hézo. La somme totale des scores des 16 métriques évaluées est de 27 (10 favorables, 1 légèrement dégradé, 5 dégradés).

➔ Le score moyen obtenu sur la vasière intertidale de Tascon est de 1,7, arrondi à 2, et décrit un état de conservation **légèrement dégradé.** En effet, la vasière présente un enrichissement organique, décrit par la dominance des oligochètes, la répartition des groupes écologiques et les indices biotiques. Ce dernier peut découler de la dégradation des algues ou des débris de zostères, présents sur la vasières.

Vasière de Ker Georget

La vasière de Ker Georget abrite un cortège faunistique typique des vasières médiolittorales, peu diversifié mais dense. Les espèces sensibles à l'enrichissement en matière organique sont toutefois peu présentes tandis que les espèces opportunistes, notamment les oligochètes sont majoritaires. Leur présence est indicatrice d'une hausse anormale de l'enrichissement en matière organique. Le BEQI-FR décrit toutefois un état écologique moyen. La vasière est localisée à proximité de l'embouchure de la rivière de Noyalo et des communes de Saint Armel et de Sarzeau. La somme totale des scores des 16 métriques évaluées est de 30 (10 favorables, 1 légèrement dégradé, 5 dégradés).

➔ Le score moyen obtenu sur la vasière intertidale de Ker Georget est de 1,9, arrondi à 2, et décrit un état de conservation **légèrement dégradé**. La vasière présente un enrichissement en matière organique, décrit par la dominance des oligochètes, la répartition des groupes écologiques et les indices biotiques. Ce dernier peut découler de la dégradation des algues présentes sur la vasière.

Vasière de Kerdréan

La vasière de Kerdréan abrite un cortège faunistique typique des vasières médiolittorales, peu diversifié mais dense. Les espèces sensibles à l'enrichissement en matière organique sont présentes et les espèces opportunistes minoritaires. Le BEQI-FR décrit un état écologique bon. Localisée à proximité

de communes densément peuplées telles que le Bono, Baden et sous influence de la rivière d'Auray, la vasière peut potentiellement subir une pollution liée aux rejets urbains (eaux usées). Les algues vertes opportunistes y sont fortement représentées, avec un pourcentage de recouvrement de 50 à 75 %. Par ailleurs, la vasière de Kerdréan est localisée dans la concession de pêche professionnelle et est ainsi soumise à une pression physique. Un remaniement sédimentaire a d'ailleurs été observé lors des prospections pédestres de 2024. La somme totale des scores des 16 métriques évaluées est de 28 (10 favorables, 5 légèrement dégradés, 1 dégradé).

➔ Le score moyen obtenu est de 1,8, arrondi à 2, et décrit un état de conservation **légèrement dégradé** en raison de la prolifération d'algues vertes opportunistes.

Vasière de Pénerf

La vasière de Pénerf abrite un cortège faunistique typique des vasières médiolittorales. Les espèces sensibles à l'enrichissement en matière organique sont présentes et les espèces opportunistes minoritaires. Le BEQI-FR décrit un état écologique moyen à bon. Localisée à proximité de communes densément peuplées telles que le Tour-du-Parc et Surzur et sous influence de la rivière de Pénerf, la vasière peut potentiellement subir une pollution liée aux rejets urbains (eaux usées). Les algues vertes opportunistes recouvrent 5 à 25 % de la vasière. La somme totale des scores des 16 métriques évaluées est de 29 (9 favorables, 6 légèrement dégradés, 1 dégradé).

➔ Le score moyen obtenu est de 1,8, arrondi à 2, et décrit un état de conservation **légèrement dégradé**.

Vasière de Rosvellec

La vasière de Rosvellec abrite un cortège faunistique typique des vasières médiolittorales, peu dense et diversifié. Les espèces sensibles à l'enrichissement en matière organique sont présentes et les espèces opportunistes minoritaires. Le BEQI-FR décrit un état écologique moyen à bon. La vasière subit les rejets urbains de la rivière de Vannes. Les algues vertes opportunistes sont très développées et recouvrent 75 à 100 %. La somme totale des scores des 16 métriques évaluées est de 29 (10 favorables, 5 légèrement dégradés, 0 dégradé).

→Le score moyen obtenu est de 1,8, arrondi à 2, et décrit un état de conservation **légèrement dégradé**.

L'état de conservation général des vasières intertidales de masses d'eau côtières et de transition est évalué comme **légèrement dégradé.** Cette altération résulte principalement d'apports organiques significatifs, vraisemblablement issus de la décomposition de débris végétaux, notamment d'algues vertes opportunistes. En raison de l'importance de cette pression liée à l'enrichissement organique, la mise en place d'un suivi spécifique des algues vertes colonisant les vasières est recommandée. Ce suivi, à réaliser au printemps et à la fin de l'été, devrait permettre d'évaluer à la fois la composition spécifique des algues ainsi que l'épaisseur et la biomasse de leur couverture. Par ailleurs, les espèces exotiques envahissantes peuvent être utilisées comme des indicateurs de la pression induite par l'aquaculture.

Tableau 55. Evaluation de l'état de conservation des vasières intertidales (d'après la méthode de Lepareur (2011)). Les données antérieures correspondent aux données obtenues en rivière de Noyalo (Pinsivy et al., 2024) et au niveau de Bailleron (Denis, 1983). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent les données issues de la bibliographie.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthodes de collecte (suivi 2024)	Données antérieures	Données du suivi 2024 (protocole DCE)					Argumentaire	Notation de la métrique				
						Tascon	Ker Georget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec		Tascon	Ker Goerget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec
Surface de l'habitat	**Surface**	Habitat	Surface en ha	Vérité terrain	*Non disponible*	*Non évalué*	*Non évalué*	*Non évalué*	*Non évalué*	*Non évalué*	-	-	-	-	-	-
Structure et fonctions de l'habitat	**Composition faunistique**	Faune	Espèces dominantes et caractéristiq-ues	Benne Day	***Bailleron*** *: Abra alba, Nephtys hombergii, oligochaeta, Peringia ulvae.* ***Noyalo:*** *Peringia ulvae, Abra segmentum, Cerastoderma edule, Scrobicularia plana, Ruditapes philippinarum, Hediste diversicolor*	*Oligochaeta, Grandidierella japonica, Idotea chelipes, Streblospio benedicti*	*Oligochaeta, Abra segmentum, Corophium volutator*	*Nephtys hombergii, Melinna palmata, Grandidierel-la japonica*	*Hediste diversicolor, Grandidierella japonica, Scrobicularia plana; Cerastoderm-a edule, Oligochaeta*	*Nephtys hombergii*	Les espèces sont typiques des vasières médiolittorales. La dominance des oligochètes indique un déséquilibre du milieu.	D	D	F	F	F
		Faune	Pourcentage des espèces sensibles à l'excès de matière organique (groupe I)	Benne Day	***Noyalo*** : peu d'espèces du groupe I	9 % d'espèces du groupe I	1 % d'espèces du groupe I	15 % d'espèces du groupe I	2 % d'espèces du groupe I	12 % d'espèces du groupe I	Les espèces du groupe I sont minoritaires en raison d'un enrichissement en matière organique	D	D	LD	D	LD
		Faune	Pourcentage des espèces opportunist-es (groupe V)	Benne Day	***Noyalo*** : pas d'espèces opportunistes en 2023	68 % d'espèces du groupe V	86 % d'espèces du groupe V	3 % d'espèces du groupe V	12 % d'espèces du groupe V	4 % d'espèces du groupe V	Les espèces opportunistes (oligochètes) prolifèrent sur certains sites	D	D	LD	LD	LD

Tableau 55. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (protocole DCE)					Argumentaire	Notation de la métrique				
						Tascon	Ker Goerget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec		Tascon	Ker Goerget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec
Structure et fonctions de l'habitat	**Composition faunistique**	Faune	Abondance et richesse spécifique	Benne Day	***Bailleron*** : 3781 ind/m² (à l'ouest de l'île de Tascon)	4816 ind/m² et 11 taxons	14 119 ind/m² et 10 taxons	1487 ind/m² et 9 taxons	2524 ind/m² et 12 taxons	575 ind/m² et 4 taxons	L'endofaune est peu diversifiée mais plutôt dense, ce qui est caractéristique de l'habitat	F	F	F	F	F
	Indices biotiques	Faune	AMBI	Benne Day	-	Mauvais à médiocre	Médiocre à moyen	Bon	Moyen à bon	Bon	Qualité écologique du milieu mauvaise à bonne	D	D	F	LD	LD
			BEQI-FR	Benne Day	***Noyalo*** : très bon état	Bon	Moyen	Bon	Moyen	Moyen						
	Substrat	Sédiment	Granulométrie	Benne Day	-	Vases	Sables hétérogènes envasés	Vases	Vases sableuses	Vases	Habitat sédimentaire attendu	F				
Altérations de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Habitat	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	-	Aucune structure artificielle n'a été observée à proximité des 5 stations de prélèvement					Artificialisation faible	F	F	F	F	F
	Remaniement sédiments (traces/sillons)	Sédiment	Pourcentage de sédiments remaniés	Observation - Bibliographie	-	Aucun remaniement observé – Pêche à pied interdite du 1er au 31 janvier – Zone de protection des zostères (arrêté préfectoral 63/99)	Aucun remaniement observé - Pêche à pied interdite du 1er au 31 janvier - Zone de protection des zostères (arrêté préfectoral 63/99)	Remaniement (pêche à pied) recensé lors de la phase de validation des stations – Zone de protection des zostères (arrêté préfectoral 63/99)	Aucun remaniement observé – Concessions ostréicoles, pêche interdite toute l'année à moins de 15 m	Aucun remaniement observé – Zone classée insalubre (ARS)	Remaniement observé uniquement sur la vasière de Kerdréan	F	F	LD	F	F

Tableau 55. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (protocole DCE)					Argumentaire	Notation de la métrique				
						Tascon	Ker Goerget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec		Tascon	Ker Goerget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec
Altérations de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Habitat	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	-	Aucune structure artificielle n'a été observée à proximité des 5 stations de prélèvement					Artificialisation faible	F	F	F	F	F
	Remaniement sédiments (traces/sillons)	Sédiment	Pourcentage de sédiments remaniés	Observation directe	-	Aucun remaniement observé	Aucun remaniement observé	Aucun remaniement observé au moment des prélèvements mais remaniement recensé lors de la phase de validation des stations (pêche à pied)	Aucun remaniement observé	Aucun remaniement observé	Remaniement observé uniquement sur la vasière de Kerdréan	F	F	LD	F	F
	Ré-ensablement	Sédiment	Présence/ absence de sable	Observation directe	-	Non	Non	Non	Oui	Non	Ensablement léger sur Pénerf	F	F	F	LD	F
	Sources potentielles de nuisances proches	Habitat	Présence/ absence d'urbanisme, de cours d'eau, de ports …	Imagerie satellitaire	-	Vasière située à proximité des communes de Saint-Armel et du Hézo	Vasière située à proximité des communes de Sarzeau et Saint-Armel	Vasière située à proximité des communes du Bono et de Baden, ainsi que de la rivière d'Auray	Vasière située à proximité des communes du Tour-du-Parc et de Surzur	Vasière située à proximité des communes de Vannes et de Séné, ainsi que de la rivière la Marle	Pollution d'origine anthropique possible sur les 5 vasières intertidales	LD	LD	LD	LD	LD

Tableau 55. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (protocole DCE)					Argumentaire	Notation de la métrique				
						Tascon	Ker Goerget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec		Tascon	Ker Goerget	Kerdréan	Pénerf	Rosvellec
Altérations de l'habitat (menaces et pressions)	**Algues vertes opportunistes**	Habitat	Recouvrement (%)	Observation et prélèvements	-	0%	0%	50-75 %	5-25 %	75-100 %	Forte présence sur Rosvellec	F	F	F	LD	M
	Traces d'hydrocarbures	Habitat	Pourcentage de sédiments pollués	Observation	-	Aucune trace d'hydrocarbures n'a été observée lors de la campagne de prélèvement réalisée en 2024					Aucune trace d'hydrocarbures recensée	F	F	F	F	F
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Habitat	Présence/ absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Observation	-	Aucun macrodéchet n'a été observé lors de la campagne de prélèvement réalisée en 2024					Aucun macrodéchet recensé	F	F	F	F	F
	Pollution des eaux	Site	AMBI	Carotte	-	Mauvais à médiocre	Médiocre à moyen	Bon	Moyen à bon	Bon	Indice Ambi très variable d'une vasière à l'autre	D	D	F	LD	LD

3.2.Suivi de la vasière subtidale

3.2.1. Granulométrie

Les fractions granulométriques obtenues sur la vasière de Tascon sont présentées sur les Figure 153 et Figure 155. Les stations VS_1 et VS_3 correspondent à des vases plus ou moins sableuses. Elles comportent respectivement 63,0 % et 70,0 % de vases ainsi que 32,3 % et 28,6 % de sables. Quelques débris coquilliers sont présents (correspondant à la classe graviers). La station VS_2 se démarque par sa très forte teneur en vases (95,0 %) qui la classe indéniablement comme un faciès vaseux compact. Les clichés photographiques des prélèvements sont présentés sur la Figure 154. Les habitats sédimentaires identifiés sont récapitulés dans le Tableau 56.

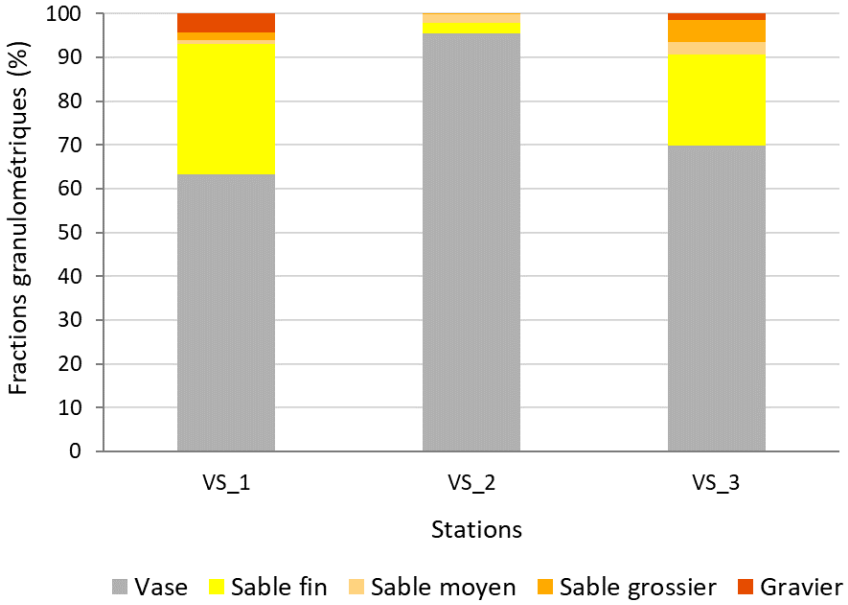


Figure 153. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon.



Figure 154. Clichés photographiques des prélèvements à la benne sur la vasière subtidale de Tascon (© TBM environnement).

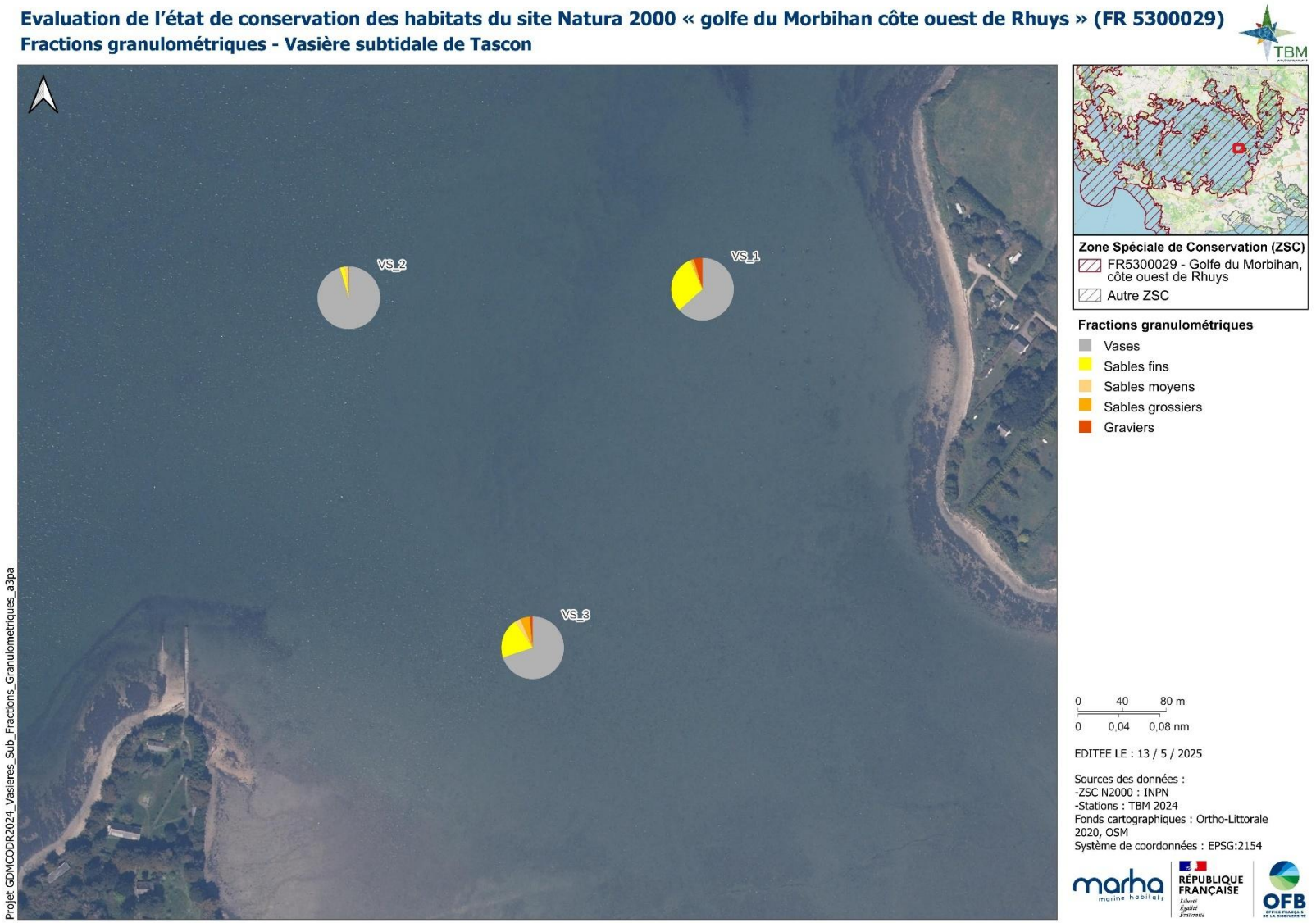


Figure 155. Fractions granulométriques des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement, 2024.

Tableau 56. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques.

Vasière	Stations	Habitat sédimentaire
Tascon	VS_1	Vases sableuses
	VS_2	Vases
	VS_3	Vases sableuses

La vasière subtidale de Tascon abrite des vases sableuses sur les stations VS_1 et VS_3 tandis que la station VS_2 correspond à des vases quasiment pures. L'ensablement des deux premières stations pourrait être dû à leur localisation : à proximité d'un herbier à *Zostera marina* et *Zostera noltei* pour VS_3 et à proximité du littoral de l'île de Tascon pour VS_1. La station VS_3 se compose de nombreux débris végétaux et de vases compactes. La proximité de l'herbier stabilise la vase qui devient alors plus cohésive.

3.2.2. Matière organique

Les Figure 156 et Figure 157 présentent la teneur en matière organique (%) des échantillons sédimentaires de la vasière de Tascon. Sur les stations VS_1 à VS_3, le taux de matière organique atteint 3 % ; 6,9 % et 6,6 % ; respectivement. La station VS_1 présente un enrichissement en matière organique deux fois moins élevé que sur les deux autres stations.

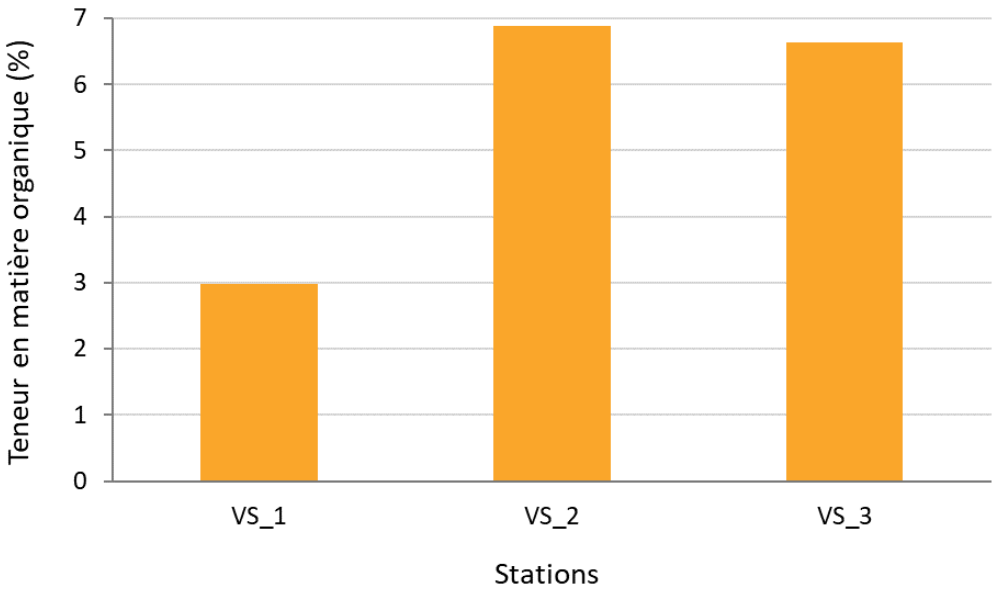


Figure 156. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon.

Les teneurs en matière organique sédimentaire (%) de la vasière de Tascon sont interprétées en termes d'enrichissement du milieu, conformément à la méthode proposée par Licari (1998) (

Tableau 57). Les valeurs de référence ont été définies par Licari pour un échantillon sédimentaire contenant plus de 60 % de vase.

L'enrichissement du sédiment est qualifié de faible sur la totalité des stations échantillonnées.

Tableau 57. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur la vasière subtidale de Tascon.

Vasière	Stations	Teneur en matière organique (%)	Enrichissement du sédiment
Tascon	VS_1	3,0	Faible
	VS_2	6,9	Faible
	VS_3	6,6	Faible

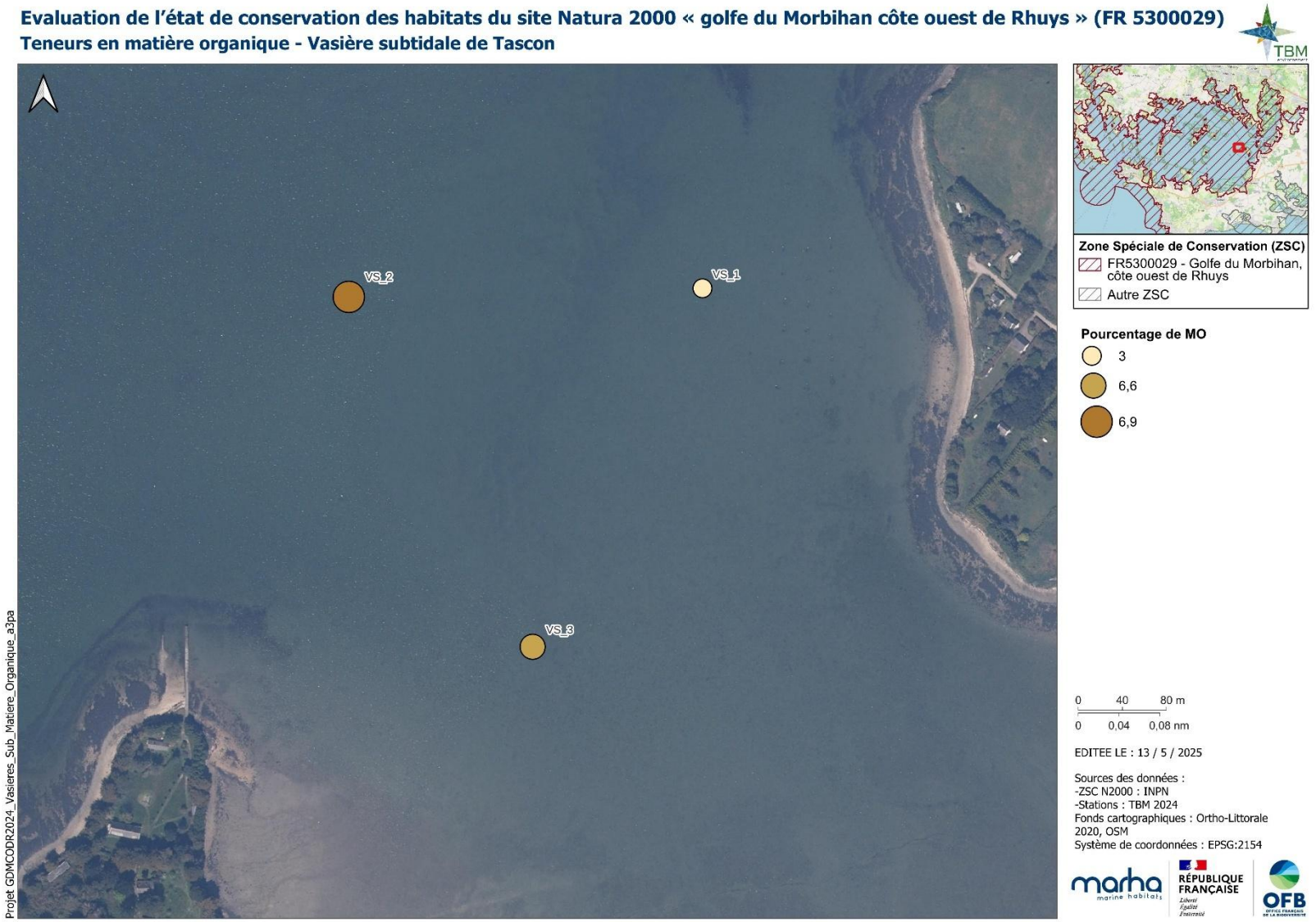


Figure 157. Teneurs en matière organique des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon– TBM environnement, 2024.

3.2.3. Peuplements benthiques

3.2.3.1. Abondances

Sur la vasière de Tascon, 76 taxons ont été identifiés (*a minima* jusqu'au genre) parmi les 1803 individus échantillonnés. Les abondances totales (somme des réplicats) relevées sur les trois stations de la vasière de Tascon sont de 428 ind/0,3 m² (VS_1), 598 ind/0,3 m² (VS_3) et de 777 ind/0,3 m² (VS_2) (Figure 158). Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 1923 ± 437 ind/m² (VS_1) et 2583 ± 276 ind/m² (VS_2) (Figure 159 et Figure 161).

Ces données mettent en évidence une répartition spatiale homogène des organismes. La station VS_1, localisée le plus à proximité du littoral de l'île de Tascon présente les plus faibles densités. La station VS_2 abrite au contraire les effectifs les plus élevés, notamment en raison des fortes concentrations du polychète *Melinna palmata* (337 ind/0,3 m²). Ce dernier est dominant sur les trois stations mais ses populations sont moins denses sur VS_1 (157 ind/0,3 m²) et VS_3 (75 ind/0,3 m²).

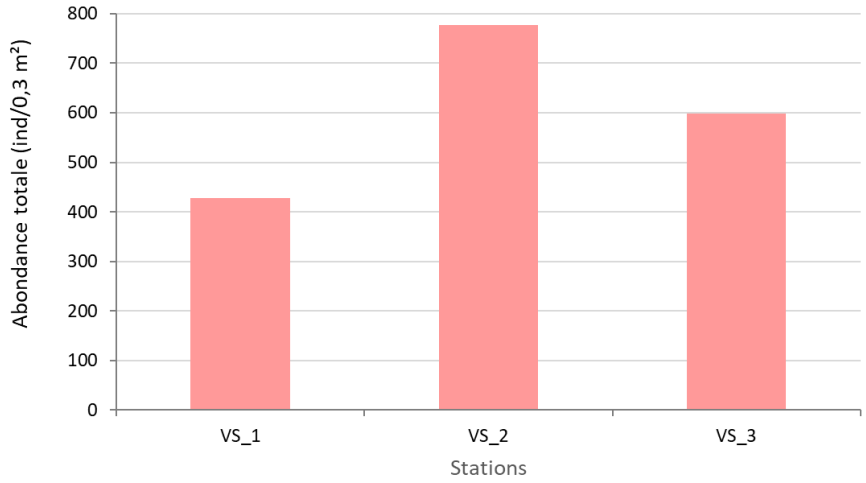


Figure 158. Abondances totales (ind/0,3 m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon.

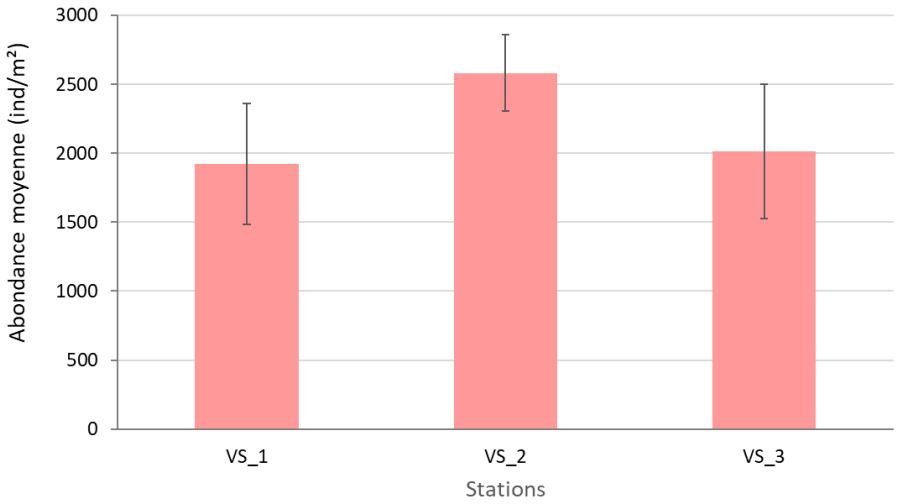


Figure 159. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon.

Les annélides constituent le groupe taxonomique le plus abondant sur les trois stations et représentent 77 % des organismes échantillonnés (Figure 160 et Figure 164). Le second groupe dominant est celui des échinodermes (9,2 %), suivi par le groupe des crustacés (6,8 %) et des mollusques (5,8 %). Le groupe autres est minoritaire (0,77 %). La station VS_3 se distingue par sa plus forte proportion de crustacés (17 %) et de mollusques (10,4 %). Ces dernières sont attribuables aux plus fortes concentrations de l'amphipode *Melita palmata* et du bivalve *Loripes lucinalis*.

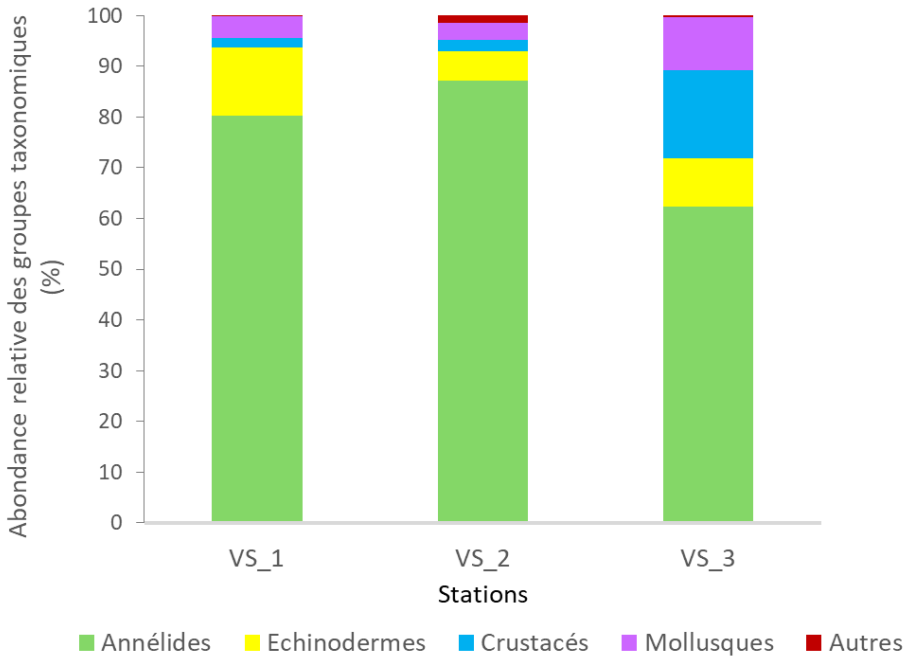


Figure 160. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur la vasière subtidale de Tascon.

3.2.3.2. Richesses spécifiques

La vasière de Tascon abrite 76 taxons distincts comprenant : 29 espèces d'annélides, 18 espèces de crustacés, 17 espèces de mollusques, 5 espèces d'échinodermes et 7 espèces du groupe autres. Les richesses spécifiques totales relevées sur les stations sont comprises entre 33 taxons (VS_1) et 44 taxons (VS_2) (Figure 162). Les richesses spécifiques moyennes varient de 20 ± 4 (VS_1) à 29 ± 3 taxons (VS_2) (Figure 163 et Figure 166). La stations VS_1 abrite une richesse spécifique inférieure aux deux autres stations (11 et 9 taxons en moins comparée à VS_2 et VS_3, respectivement). Cet écart n'est pas dû à la présence réduite d'un groupe en particulier, mais à un nombre d'espèces inférieur au sein de chaque groupe taxonomique et peut s'expliquer par la proximité d'une zone de mouillages organisée Les mouillages peuvent engendrer des pressions physiques (abrasion, écrasement, remaniement) sur les communautés benthiques et potentiellement affecter leurs effectifs et richesse spécifique.



Figure 161. Abondances moyennes des peuplements benthiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement, 2024.

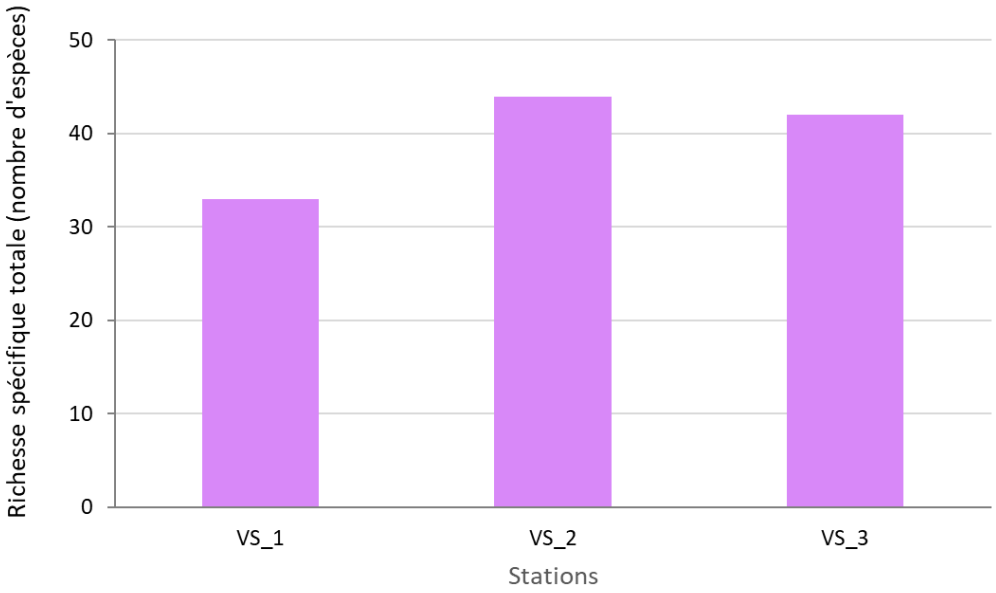


Figure 162. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon.

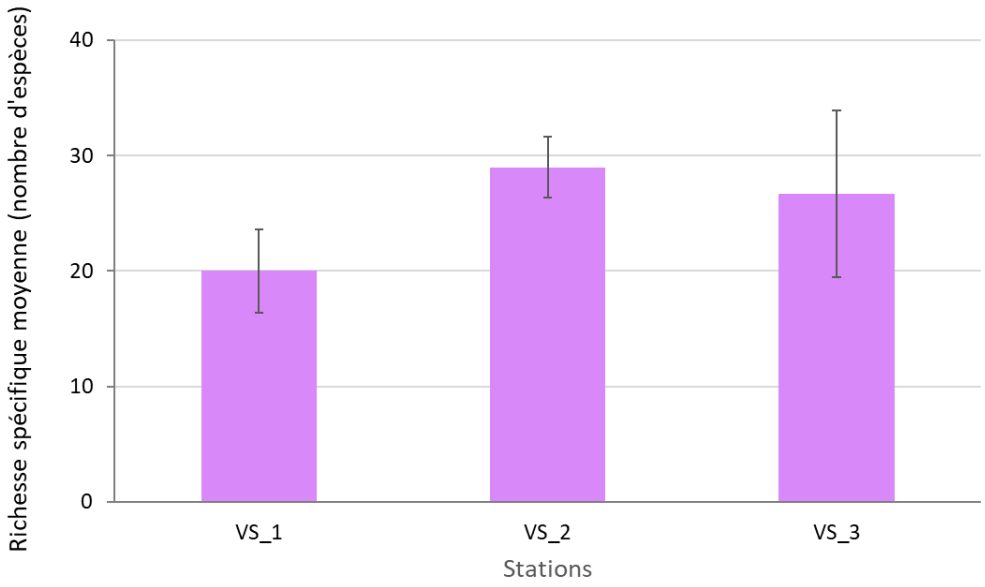


Figure 163. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon.

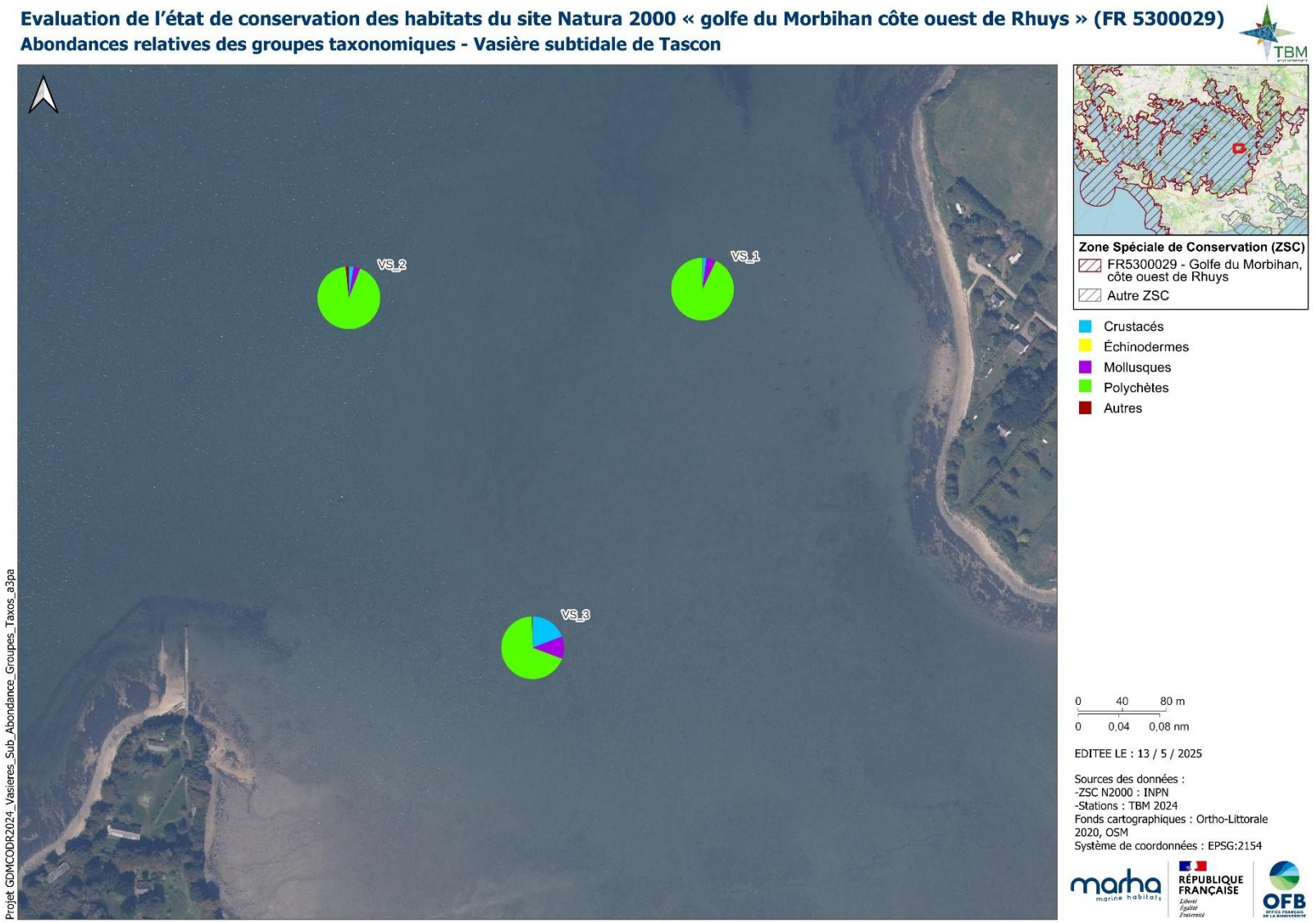


Figure 164. Abondances relatives des groupes taxonomiques sur la vasière subtidale de Tascon– TBM environnement, 2024.

Les annélides constituent le groupe taxonomique le plus diversifié sur les trois stations (38,2 % des espèces) (Figure 165 et Figure 167). Ils sont suivis par les crustacés (23,7 %) puis par les mollusques (22,4 %). Les groupes des échinodermes et autres sont minoritaires (9,2 % et 6,6 %, respectivement).

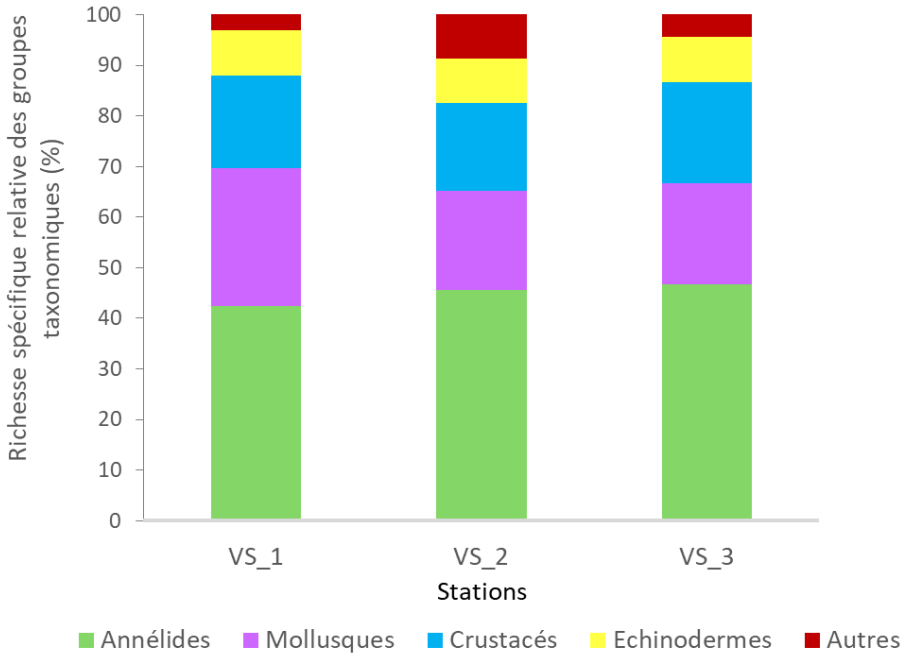


Figure 165. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon.

La vasière subtidale de Tascon présente une hétérogénéité spatiale dans les abondances des taxons. La station VS_2 abrite les effectifs les plus élevés en raison des fortes concentrations du polychète *Melinna palmata* (337 ind/0,3 m²). La station VS_3 se distingue par sa plus forte proportion de crustacés (17 %) et de mollusques (10,4 %), attribuable aux densités élevées de l'amphipode *Melita palmata* et du bivalve *Loripes lucinalis.* La richesse spécifique des stations varie également spatialement, la station VS_1 est la moins diversifiée, potentiellement en raison de sa proximité avec une zone de mouillage.



Figure 166. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon – TBM environnement, 2024.



Figure 167. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques de la vasière subtidale de Tascon– TBM environnement, 2024.

3.2.3.3. Indices de diversité

Sur la vasière de Tascon, l'indice moyen de Shannon-Wiener varie entre 3,1 (VS_1) et 3,7 (VS_3) et décrit des peuplements très diversifiés (Figure 168). Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,7 (VS_2) et 0,8 (VS_3) et caractérisent un peuplement équilibré (Figure 169). Ces deux indices décrivent des peuplements de vasières riches et caractérisés par une équirépartition des effectifs des différents taxons.

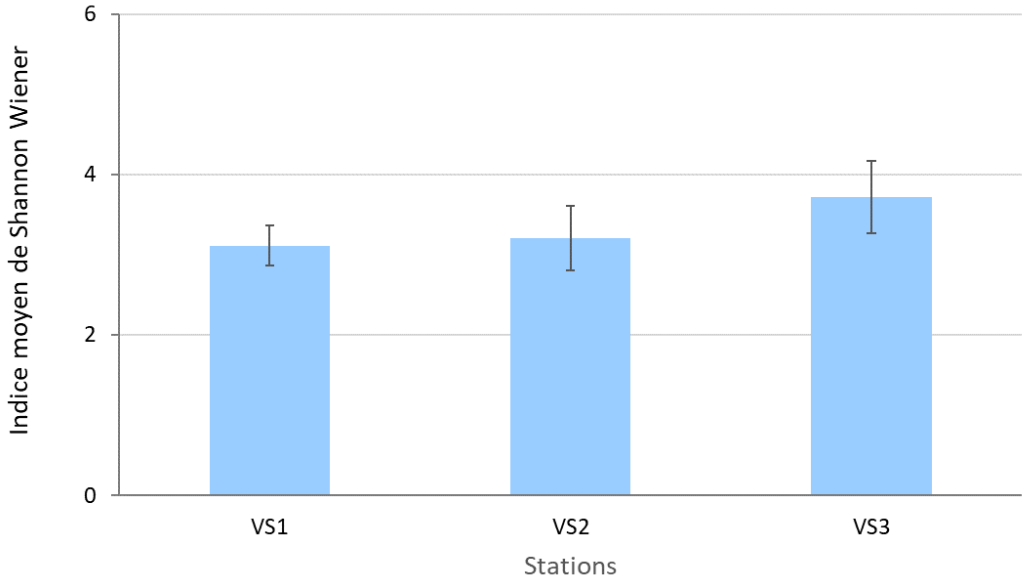


Figure 168. Indice moyen de Shannon Wiener des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon.

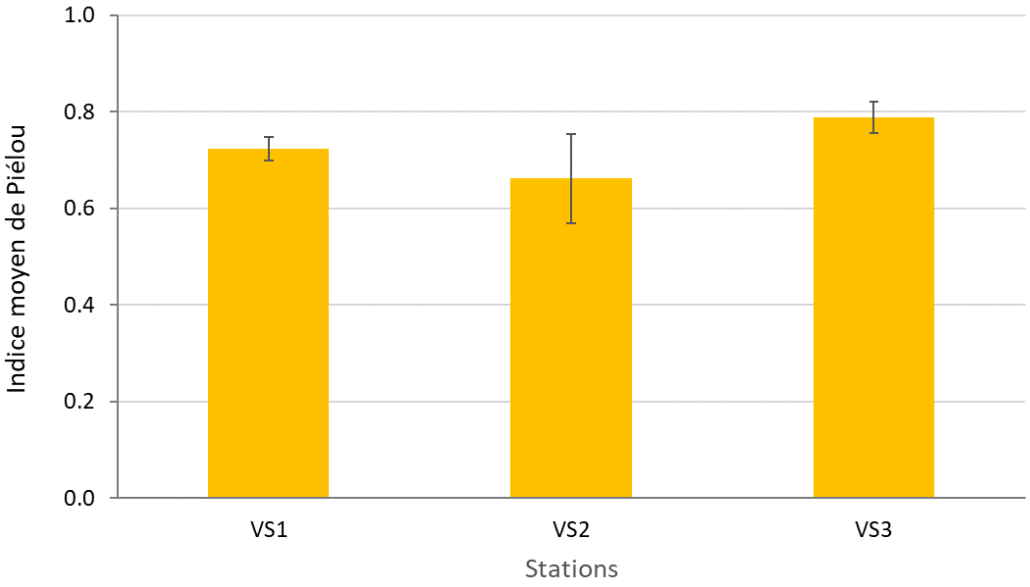


Figure 169. Indice moyen de Piélou des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon.

3.2.3.4. Analyses multivariées : structure des peuplements

La structure des communautés benthiques de la vasière de Tascon a été étudiée au travers de classifications ascendantes hiérarchiques (CAH), de *multidimensional scaling* (MDS) et d'analyses SIMPER. Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées. De plus, les densités ont subi une transformation log(x+1), permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

Les résultats de la CAH mettent en évidence une structuration spatiale des peuplements benthiques de la vasière (Figure 170). En effet, la CAH distingue 4 principaux groupements statistiquement distincts :

- le groupe 1 se compose uniquement d'un des réplicats de la station VS_3 ;
- le groupe 2.1 rassemble les réplicats de la station VS_1 ;
- le groupe 2.2.1 ceux de la station VS_2 ;
- le groupe 2.2.2 se compose de deux autres réplicats de la station VS_3.

L'analyse MDS indique davantage de similitudes entre les stations VS_2 et VS_3 qu'avec la station VS_1 (Figure 171). En outre, elle confirme, ainsi que la CAH (Figure 172), que les peuplements benthiques ne sont pas structurés selon leur habitat sédimentaire (vases ou vases sableuses). Les peuplements semblent davantage structurés selon un facteur géographique ainsi que par la nature des habitats adjacents à leur station de prélèvement ou par les pressions anthropiques (proximité d'herbiers, proximité de la côte et d'une zone de mouillage). Les résultats des analyses SIMPER menées sur les peuplements de la vasière de Tascon sont présentés dans le Tableau 58.

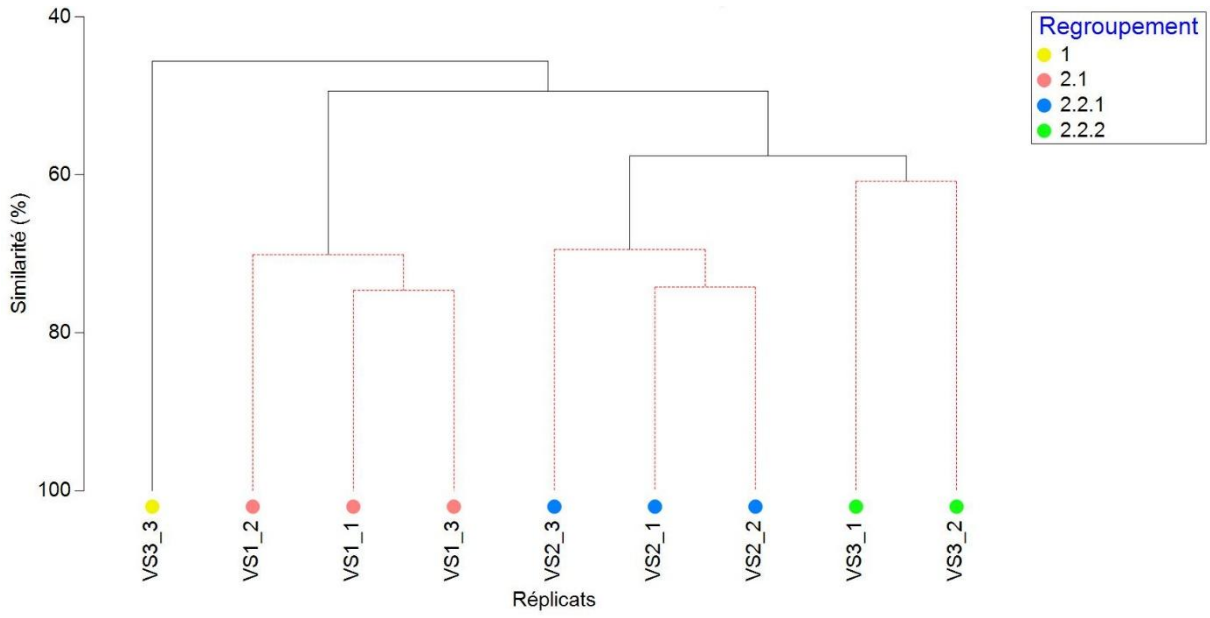


Figure 170. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).

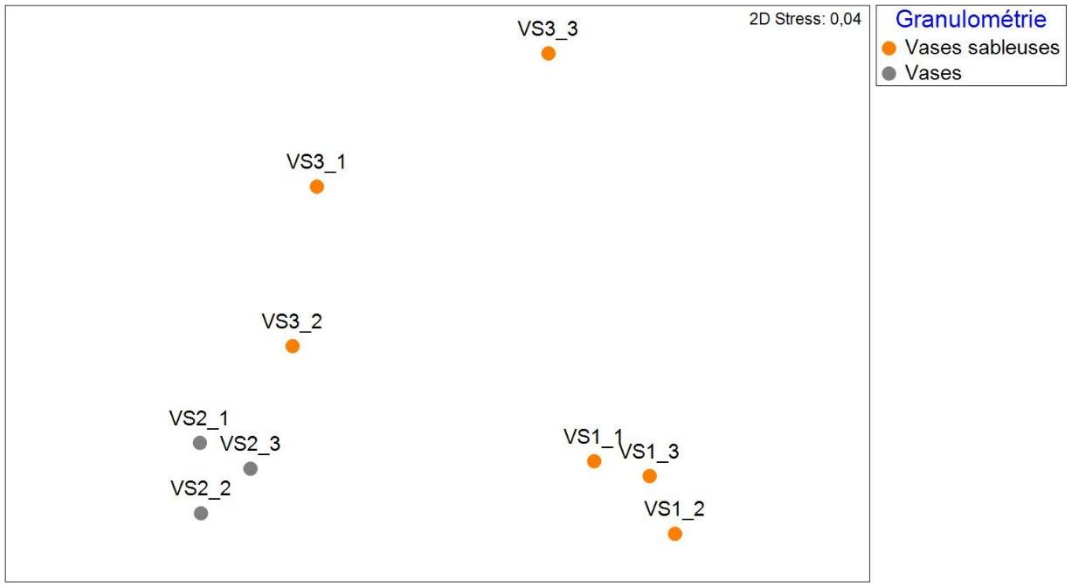


Figure 171. MDS effectués sur les abondances des communautés benthiques subtidales en fonction de l'habitat sédimentaire de la station. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés.

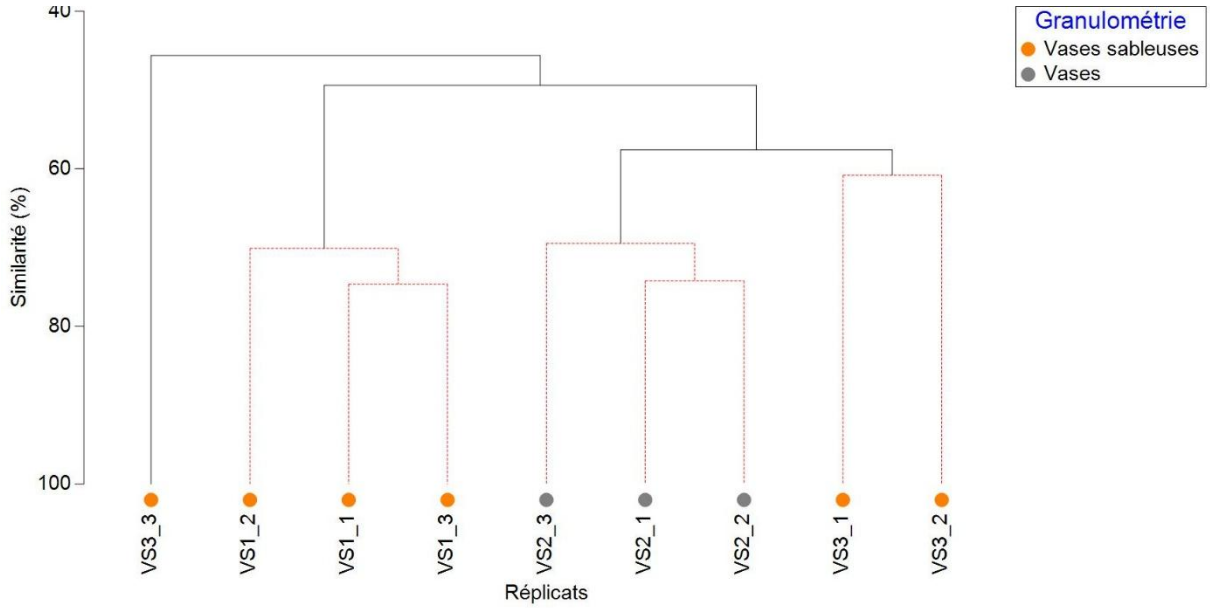


Figure 172. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales en fonction de l'habitat sédimentaire des stations. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).

La station VS_1 est caractérisée par des vases sableuses. Ses espèces caractéristiques sont principalement des polychètes tels que *Melinna palmata* et *Nephtys hombergii*. La première espèce est élective constante des sables fins envasés, tandis que la seconde a une tolérance édaphique plus large (sables plus ou moins graveleux ou plus ou moins envasés). La station VS_1 abrite également l'ophiure sabulicole et fouisseuse *Amphiura chiajei*.

La station VS_2 est également associée à une majorité de polychètes tels que *Melinna palmata*, *Maphysa belli*, *Nephtys hombergii* ou encore *Cirriformia tentaculata*. À l'exception de *Melinna palmata*

et *Cirriformia tentaculata* qui sont affines des sables envasés, les espèces présentes ont des affinités sédimentaires plus variées (vases, sables, sédiments hétérogènes, débris coquilliers).

Enfin, la station VS_3 (sur deux de ses réplicats) est caractérisée par les mêmes polychètes que la station VS_2 mais abrite en plus le bivalve *Nucula nitidosa,* caractéristique des sédiments fins, ainsi que l'holothurie *Leptosynapta inhaerens.* Cette dernière fréquente généralement les fonds de sables grossiers et de graviers. Sa présence peut être liée aux débris coquilliers mis en évidence dans les échantillons. Le réplicat 3 de la station VS_3 est isolé des autres car il n'abrite pas d'individus de *Melinna palmata*. La station VS_3 est située à la limite entre les vases et les herbiers ce qui peut expliquer l'hétérogénéité de ses réplicats et ses différences avec les deux autres stations.

Tableau 58. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons de la vasière de Tascon.

Groupe	Espèces caractéristiques	Groupe taxonomique	Similarité moyenne (%)	Contribution (%)	Cumul des contributions (%)
1	Un seul réplicat donc pas d'analyse possible				
2.1	*Melinna palmata* *Nephtys hombergii* *Euclymene oerstedii* *Amphiura chiajei* *Praxillella* sp. *Chaetozone gibber* *Amphipholis squamata*	Polychète Polychète Polychète Echinoderme Polychète Polychète Echinoderme	71,6	15,0 14,7 14,6 8,9 8,3 7,7 6,6	15,0 29,7 44,4 53,3 61,6 69,3 75,9
2.2.1	*Melinna palmata* *Marphysa belli* *Nephtys hombergii* *Cirriformia tentaculata* *Megalomma vesiculosum* *Praxillella* sp. *Eunice vittata* *Amphipholis squamata* *Amphiura chiajei*	Polychète Polychète Polychète Polychète Polychète Polychète Polychète Echinoderme Echinoderme	71,1	14,1 10,1 9,0 8,8 7,0 5,6 5,3 5,2 4,9	14,1 24,1 33,2 42,0 49,0 54,6 59,9 65,1 70,0
2.2.2	*Melinna palmata* *Marphysa belli* *Cirriformia tentaculata* *Nephtys hombergii* *Nucula nitidosa* *Leptosynapta inhaerens* *Amphiura chiajei* *Praxillela* sp. *Amphicteis gunneri*	Polychète Polychète Polychète Polychète Mollusque Echinoderme Echinoderme Polychète Polychète	60,9	12,8 11,3 10,8 8,7 7,3 6,3 5,6 5,6 4,9	12,8 24,0 34,9 43,6 50,9 57,1 62,8 68,4 73,3

3.2.3.5. Typologie des habitats

Selon la typologie NatHab-Atl, l'habitat observé sur la vasière subtidale de Tascon est :

B6-3 Vases infralittorales

Dans les vasières infralittorales, telle que la vasière de Tascon, l'envasement est dépendant du degré d'échange avec la mer. Dans la partie occidentale du Golfe du Morbihan, les échanges avec la mer sont limités et la sédimentation des particules fines facilitée. Les vases y sont stables et compactes et riches en matière organique.

Les apports élevés en matière organique peuvent contribuer à réduire le taux d'oxygène (hypoxie voire anoxie) et entrainer un remplacement de la faune normale par des espèces opportunistes. Sur la vasière de Tascon, les espèces indicatrices sont des mollusques déposivores de surface tels que *Nucula nitidosa* et *Abra alba*, ainsi que des polychètes Ampharetidés tels que *Melinna palmata* et *Amphicteis gunneri*. Des échinodermes synaptidés y sont également observés (*Leptosynapta inhaerens*) (Bensetti et al., 2004). Ces espèces n'en sont pas opportunistes.

3.2.3.6. Indices biotiques

3.2.3.6.1. AMBI

Les Figure 173 et Figure 174 détaillent la répartition des groupes écologiques dans les stations de Tascon tandis que le Tableau 59 présente les valeurs de l'indice AMBI et l'état écologique correspondant.

Sur la vasière subtidale de Tascon, les groupes écologiques les plus représentés sont les groupes I (18 à 39 %) et III (22 à 52 %). Le groupe I est composé d'espèces sensibles à une hypertrophisation du milieu. Ces dernières sont généralement dominantes lorsque les conditions du milieu sont normales. Le groupe III rassemble des espèces naturellement présentes dans les vases et tolérantes à l'hypertrophisation. En cas de prolifération, les espèces du groupe III peuvent être le signe d'un déséquilibre du système.

Les groupes II et IV sont également présents sur les trois stations. Le groupe II rassemble 20 à 25 % des espèces et le groupe IV, 7 à 13 % des espèces. Les espèces du groupe II sont intolérantes à une hypertrophisation tandis que les espèces du groupe IV prolifèrent généralement dans les sédiments réduits.

Les espèces du groupe IV sont *Chaetozone gibber* et *Cirriformia tentaculata*. Par ailleurs, l'espèce du groupe V *Capitella minima* est présente sur les trois stations et est accompagnée de *Nebalia* sp. sur la station VS_3.

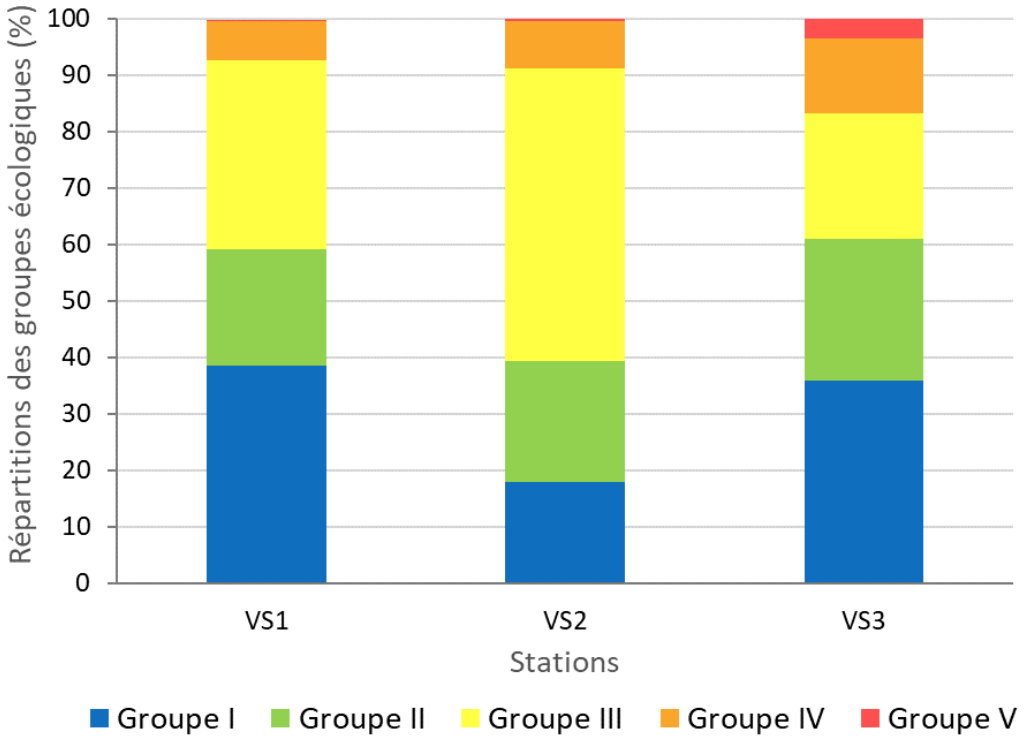


Figure 173. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon.

La station VS_1 est caractérisée à proportions quasi-équivalente par des espèces des groupes I et III. Les espèces les plus représentatives du groupe I sont les échinodermes (*Amphiura chiajei*, *Amphipholis squamata*) et le polychète *Euclymene oerstedii*. Le groupe III se compose majoritairement des polychètes *Melinna palmata* et *Praxillella* sp. La station VS_1 présente un AMBI de 1,6. Ces éléments suggèrent que le groupe I est en recul face aux espèces tolérantes à l'hypertrophisation du groupe III. Néanmoins, le milieu n'est pas encore en déséquilibre.

La station VS_2 est dominée par les espèces du groupe III et associée à une valeur d'AMBI de 2,3. Ces données mettent en évidence la dominance progressive des détritivores qui sont le premier signe d'un déséquilibre du milieu. Les espèces du groupe III sont les polychètes *Melinna palmata* et *Praxillella* sp.

La station VS_3 abrite tous les groupes écologiques en proportions relativement équivalentes. Les espèces I sont toutefois dominantes (p.ex. *Amphiura chiajei*, *Euclymene oerstedii*, *Nucula nitidosa*) et témoignent d'une absence de pollution.

Tableau 59. Valeurs de l'AMBI et du M-AMBI et état écologique de la vasière subtidale de Tascon.

Localisation	Stations	AMBI moyen	Etat écologique	Classification de la pollution
Tascon	VS_1	1,6	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
	VS_2	2,3	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
	VS_3	1,8	Bon	Légèrement pollué, état transitoire

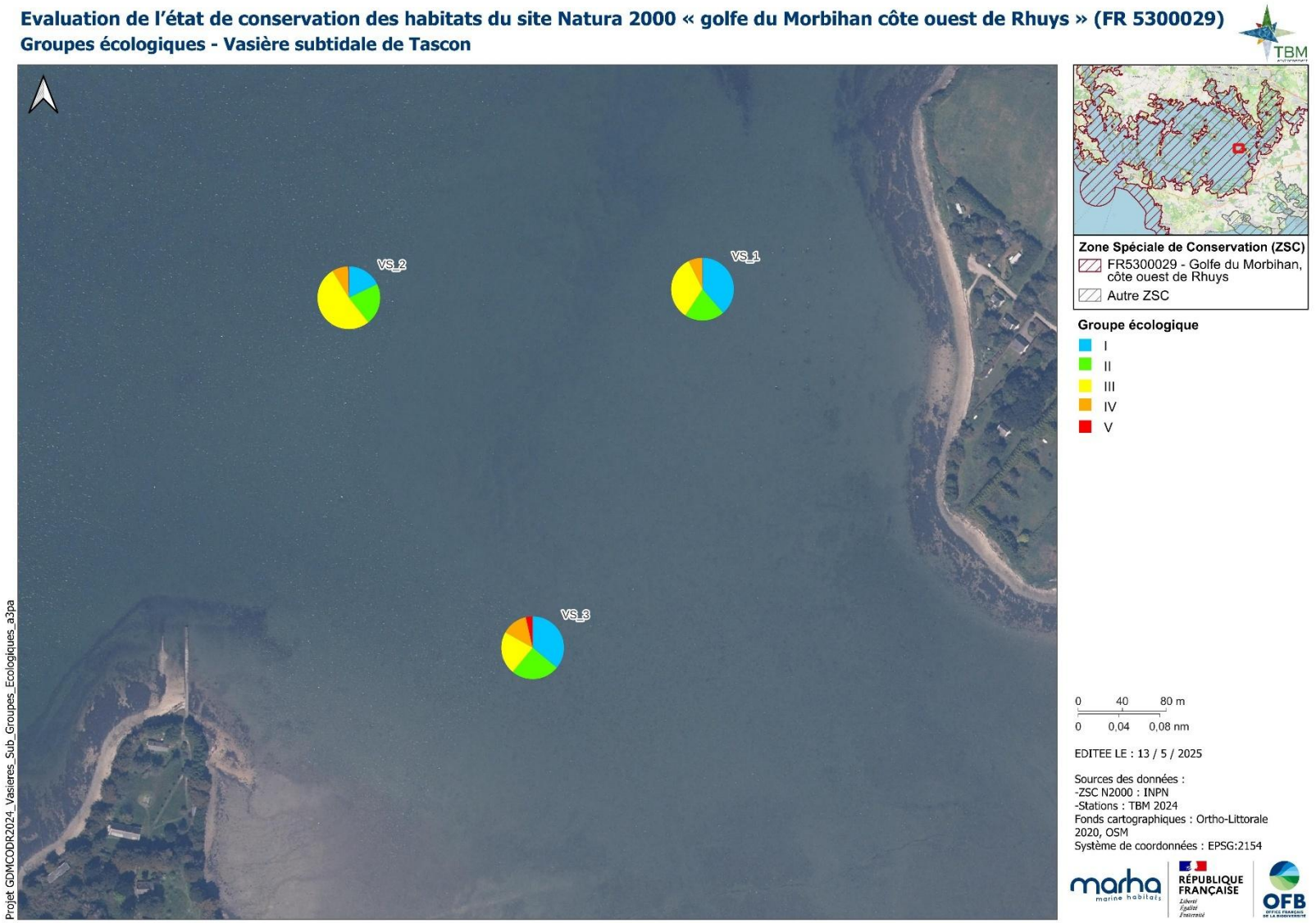


Figure 174. Répartition des groupes écologiques au sein des stations échantillonnées sur la vasière subtidale de Tascon. – TBM environnement, 2024.

L'indice AMBI décrit un état écologique bon sur les trois stations.

3.2.3.6.2. M-AMBI

L'indice M-AMBI a été calculé à partir des valeurs de référence des paramètres H', S et de l'AMBI définie pour des sables fins plus ou moins envasés subtidaux (selon Desroy et al., 2010). Les conditions d'application ont été respectées et les espèces de l'épifaune sessile exclues de l'analyse. Néanmoins, le M-AMBI a été calculé pour un petit nombre de stations d'échantillonnage (9 stations) alors qu'un minimum de 50 stations est préconisé pour assurer la robustesse des données fournies par l'indice. Ces résultats doivent donc être interprétés avec précaution.

Les valeurs de l'indice M-AMBI décrivent un état écologique bon sur VS_1 et VS_2 et très bon sur VS_3, ce qui peut être lié à la proximité de cette dernière station avec l'herbier de zostères.

Tableau 60. Valeurs du M-AMBI et état écologique de la vasière subtidale de Tascon.

Localisation	Stations	M-AMBI	Etat écologique
Tascon	VS_1	0,75	Bon
	VS_2	0,79	Bon
	VS_3	0,89	Très Bon

L'indice M-AMBI décrit un état écologique bon sur VS_1 et VS_2 et très bon sur VS_3. Ces résultats sont toutefois à interpréter avec précaution car ils reposent sur un petit jeu de données (9 stations).

3.2.3.7. Comparaison aux données des suivis antérieurs

Etude de (Afli, 1999) *: Utilisation des peuplements de la macrofaune benthique pour déceler les signes de perturbation du milieu : exemple du golfe du Morbihan (Bretagne, France).*

Selon l'étude de (Afli, 1999), les vases localisées au nord de l'île de Bailleron abritaient des vases à *Melinna palmata-Euclymene oerstedii* au sein desquelles 156 espèces et 5440 ind./m² ont été dénombrés. La zone accueillait également des vases compactes à *Cirriformia tentaculata-Melinna palmata* caractérisées par une richesse et une abondance de 149 espèces et de 4911 ind./m². Ces espèces ont également été collectées dans les échantillons actuels et y sont majoritaires. Cependant, les valeurs relevées en octobre 1995 étaient nettement supérieures aux valeurs de 2024 (c.à.d. 76 taxons et au maximum 2583 ind/m²). Il est à noter que, outre les trois décennies qui séparent les campagnes de prélèvement, les échantillonnages de 1995 ont été réalisés en sortie d'été, lors des maxima d'abondances des peuplements benthiques. À l'inverse, les prélèvements de 2024 ont été collectés en sortie d'hiver, à l'état le plus stable des peuplements, qui correspond également aux minima d'abondance. Néanmoins, cette étude offre la possibilité de comparer la composition spécifique des communautés benthiques passées avec les communautés de 2024 et met en avant des similitudes.

3.2.3.8. Habitats et espèces à enjeu de conservation

Aucune espèce, ni habitat à enjeu n'ont été identifiés à partir des prélèvements faunistiques.

3.2.3.9. Espèces exotiques envahissantes

La vasière subtidale de Tascon abrite 4 espèces introduites : la nasse néritoïde *Tritia neritea*, la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la crépidule *Crepidula fornicata* et le pycnogonide géant *Ammothea hitgendorfi.*

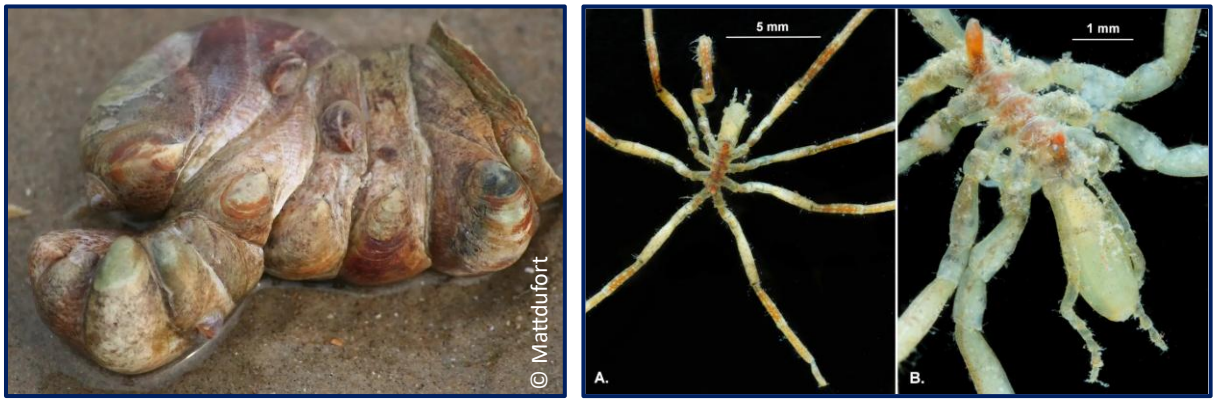


Figure 175. À gauche Crepidula fornicata et à droite Ammothea hitgendorfi (issu de Le Roux et al., 2022).

La nasse et la palourde japonaise sont présentes selon des densités de 10 ind/m² sur VS_3 et sur VS_2, pour la palourde seulement. La crépidule atteint des densités de 50 ind/m² sur VS_1 et le pycnogonide atteint 10 ind/m² sur VS_2.

3.2.1. Etat de conservation

L'état de conservation de la vasière subtidale de Tascon est évalué selon les métriques propres à l'habitat 5 – Substrats meubles infralittoraux 1110-5/9 (vases), définies par Lepareur et al (2011) (Tableau 61). La somme totale des scores des 18 métriques évaluées est de 18 (18 favorables).

➔ Le score moyen obtenu est de 1 et décrit un état de conservation de la vasière subtidale de Tascon qualifié de **favorable**.

De manière générale, la composition faunistique de la vasière est cohérente avec les compositions identifiées lors du suivi antérieur de Afli (1999). Les espèces du groupe écologique I sont bien représentées ce qui suggère l'absence d'enrichissement en matière organique. Le recul des espèces opportunistes confirme ce constat. Par ailleurs, la granulométrie du site correspond à des vases molles et des vases sableuses cohésives, la fraction sableuse découlant de la présence d'un herbier à *Zostera noltei*, plus au sud. En ce qui concerne les menaces et pressions d'origine anthropique, une faible artificialisation du site est observée, tandis que le remaniement sédimentaire semble limité. En effet, la vasière de Tascon est une zone de protection de zostères (Arrêté Préfectoral 63/99), où la pêche à pied professionnelle et de loisir est interdite.

L'état de conservation général de la vasière subtidale de Tascon est évalué comme **favorable** (18 métriques favorables sur 18).

Tableau 61. Evaluation de l'état de conservation de la vasière subtidale de Tascon (d'après la méthode de Lepareur (2011)). Les données antérieures correspondent aux données obtenues par (Afli, 1999). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures (Tascon)	Données du suivi 2024 (Tascon)	Argumentaire	Notation de la métrique
Surface de l'habitat	**Surface**	Habitat	Surface en km²	Vérité terrain	*Non disponible*	*Non évalué*	-	-
Structure et fonctions de l'habitat	**Composition floristique**	Habitat	Présence ou absence de phanérogames	Observation	Non (mais stations situées plus au nord de l'île que celles du suivi 2024)	Oui sur VS_3 présence de débris de *Zostera noltei* en provenance de l'herbier situé au sud.	Pas d'incidence sur la conservation de la vasière	F
			Présence de *Caulerpa prolifera*, de maërl ou d'algues libres	Observation	Non	Non	Pas d'incidence sur la conservation de la vasière	F
		Faune	Espèces dominantes et caractéristiques	Benne Day	*Melinna palmata, Marphysa bellii, Cirriformia tentaculata*	*Melinna palmata, Euclymene oerstedii,Cirriformia tentaculata, Marphysa belli*	Pas de changements majeurs	F
		Faune	Espèces sensibles à l'excès de matière organique (groupe I)	Benne Day	29 % d'espèces du groupe I	31 % d'espèces du groupe I	Pas de changements majeurs	F
		Faune	Espèces opportunistes (groupes IV et V)	Benne Day	23 % d'espèces du groupe IV et 1 % du groupe V	9 % d'espèces du groupe IV et 1,4 % du groupe V	Recul des espèces du groupe IV	F
		Faune	Espèces sensibles aux perturbations physiques	Benne Day	*Abra ovata, Abra alba, Nucula nitidosa*	*Ruditapes philippinarum*, *Acanthocardia echinata*, *Mya arenaria, Ensis* sp.	Pas de changements majeurs	F

Tableau 61. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (Tascon)	Argumentaire	Notation de la métrique
Structure et fonctions de l'habitat	**Composition faunistique**	Faune	Abondance et richesse spécifique	Benne Day	4911 ind/m² et 149 taxons	2173 ind/m² et 25 taxons	Mêmes ordres de grandeurs (les lieux et efforts d'échantillonnage ne sont pas identiques d'où les écarts)	F
	Indices biotiques	Faune	AMBI et M-AMBI	Benne Day	Indice biotique égal à 2 décrivant une zone déséquilibrée marquée par la coexistence de plusieurs groupes écologiques avec dominance du groupe I	AMBI et M-AMBI indiquant un état écologique bon à très bon	Amélioration de la qualité du milieu	F
	Substrat	Sédiment	Granulométrie	Benne Day	Vases et vases hétérogènes et compactes au nord de l'île de Tascon	Vases molles (VS_2) et vases sableuses cohésives (VS_1 et VS_3), à l'approche de l'herbier de Tascon	Pas de changements majeurs par rapport aux données antérieures	F
			Profondeur de la couche oxydée	Observation	*Non disponible*	VS_1 : très faible (1-2 cm); VS_2 : faible (5 cm); VS_3 : élevée plus de 5 cm. Les sédiments anoxiques sont causés par la décomposition des débris de zostère	Couche oxydée globalement faible sauf à proximité de l'herbier	F
			Couleur et odeur de la vase	Observation	*Non disponible*	Grise à noire, odeur non renseignée	Couche oxydée globalement faible sauf à proximité de l'herbier	F
			Présence de galeries ou de micro-habitats	Observation	Vases à *Melinna palmata - Euclymene orstedii* et vases compactes à *Cirriformia tentaculata - Melinna palmata*	Présence de débris de zostères sur VS_3 en raison de la proximité de l'herbier, mais pas de galeries	Pas d'organismes galéricoles dans les suivis antérieurs	F

Tableau 61. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthodes de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (Tascon)	Argumentaire	Notation de la métrique
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Habitat	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	-	Aucune structure artificielle n'a été observée à proximité de cette station	Artificialisation faible	F
	Remaniement sédiments (traces/sillons)	Sédiment	Pourcentage de sédiments remaniés	Observation - Bibliographie	-	Pas d'observations directes mais remaniements peu probables car les activités pouvant le provoquer sont interdites dans le golfe du Morbihan ou absentes sur cette zone	Remaniement probablement inexistant	F
	Sources potentielles de nuisances proches	Habitat	Présence/absence d'urbanisme, de cours d'eau, de ports …	Imagerie satellitaire	-	Présence des communes de Saint-Armel et du Hézo à proximité de la vasière subtidale de Tascon	Pollutions d'origine anthropique possibles	F
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Habitat	Présence/absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Benne Day	-	Aucun macrodéchet n'a été prélevé au cours du suivi 2024	Aucun macrodéchet recensé	F
	Traces d'hydrocarbures	Habitat	Pourcentage de sédiments pollués	Observation	-	Aucune trace d'hydrocarbures n'a été observée sur site au cours du suivi 2024	Aucune trace d'hydrocarbures recensée	F
	Pollution des eaux	Habitat	AMBI	Benne Day	-	AMBI indiquant un bon état écologique	Milieu de bonne qualité	F

3.3.Suivi des sédiments subtidaux

3.3.1. Granulométrie

Les fractions granulométriques obtenues sur le banc de Creïzic sont présentées sur les Figure 176 et Figure 180. Les stations SM1 et SM2 sont dominées par les sables grossiers (45 % et 52 %, respectivement) et les graviers (30 % et 40 %, respectivement). Les autres fractions sont minoritaires sur SM2 (< 10 %) et représentent un total d'environ 25 % sur SM1. La station SM3 est largement dominée par les sables grossiers (89 %) et comporte 8 % de graviers. Les graviers correspondent majoritairement à des débris coquilliers.

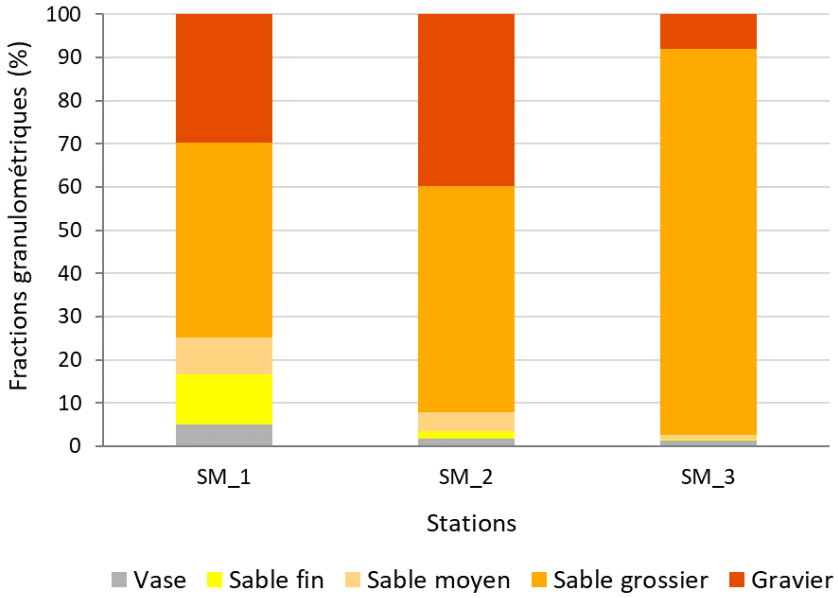


Figure 176. Fractions granulométriques (%) des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic.

Les habitats sédimentaires identifiés sur les trois stations sont : des sédiments hétérogènes envasés sur SM1 ; des sables graveleux avec débris coquilliers sur SM2 et de sables grossiers sur SM3 (Figure 177 et Tableau 62).



Figure 177. Clichés photographiques des prélèvements de sédiments subtidaux du banc de Creïzic (© TBM environnement).

Tableau 62. Comparatif des habitats sédimentaires décrits par les fractions granulométriques.

Site	Stations	Habitat sédimentaire
Banc de Creïzic	SM1	Sédiments hétérogènes envasés
	SM2	Sables graveleux
	SM3	Sables grossiers

Etude de (Homrani, 2020) : Morpho dynamique des dunes en eau peu profonde et transport sédimentaire : le banc du Creïzic (Golfe du Morbihan)

Le banc de Creïzic est fusiforme et mesure 900 m de long pour 600 m de large. Localisé dans une zone de faibles profondeurs (-2,5 et - 25 m), le banc se compose de dunes sableuses surimposées, de dimensions variables, en migration vers le sud-ouest (~ 10 m/an). Le banc de Creïzic est situé dans la zone externe du Golfe du Morbihan, au sein de laquelle on retrouve principalement un socle rocheux affleurant ainsi que des dépôts sédimentaires grossiers.

Une campagne de prélèvements sédimentaires a été menée en 2015 (Moal, 2015) et a permis de décrire la granulométrie du banc de Creïzic. Sa partie centrale se composait de sédiments très grossiers, de type coquiller. Le chenal nord-ouest présente majoritairement des sables grossiers tandis que le chenal sud-est, le sud-ouest et le nord-est du banc se composent de roches.

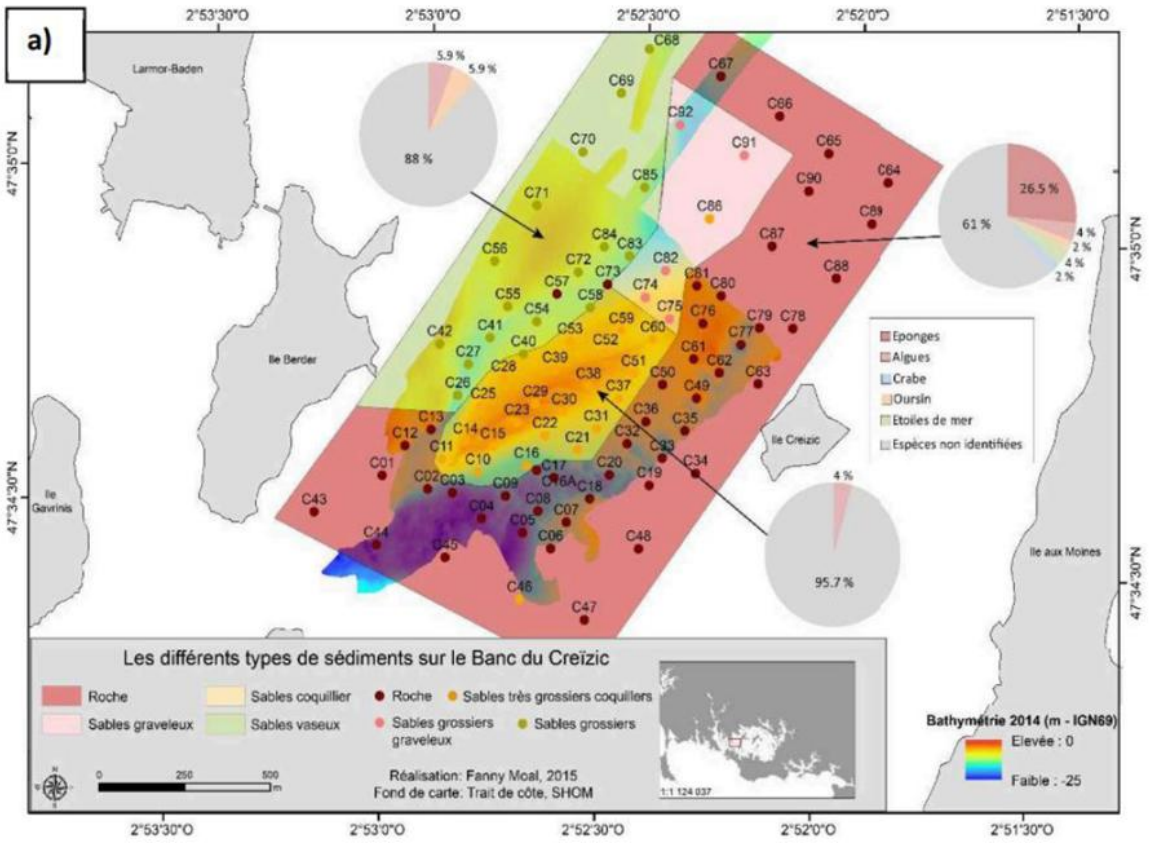


Figure 178. Types sédimentaires observés sur le banc du Creïzic, modifié d'après Moal (2015). Les polygones de couleurs et la coloration des points donnent la typologie des sédiments par rapports aux observations réalisées sur place. Les diagrammes circulaires indiquent la proportion des organismes vivants identifiés dans les échantillons, par zone.

Le banc de Creïzic est caractérisé par une granulométrie hétérogène. La comparaison entre les habitats sédimentaires identifiés lors du présent suivi et les données de Moal (2015) suggère les éléments suivants :

- La station SM1 semble localisée dans la partie nord du banc qui se compose de sable vaseux.
- Les stations SM2 et SM3 abritent des sables grossiers avec débris coquilliers et se situent donc dans la partie centrale, voir dans le chenal nord-ouest du banc.

3.3.2. Matière organique

Les Figure 179 et Figure 181 présentent la teneur en matière organique (%) des échantillons sédimentaires du banc de Creïzic. Les teneurs observées sur SM1, SM2 et SM3 sont de 2,5 % ; 2,0 % et 1,3 %.

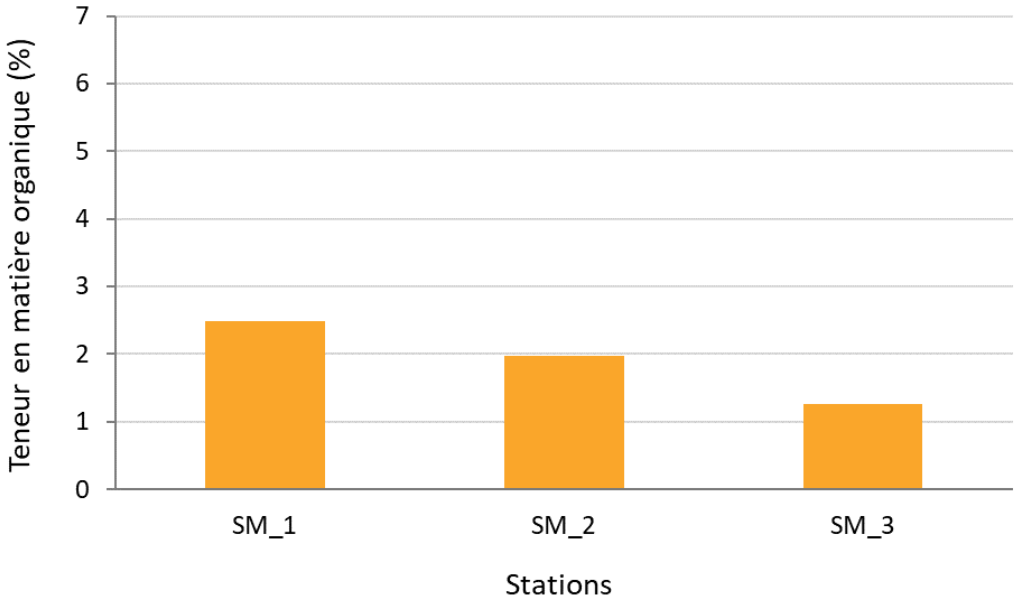


Figure 179. Teneur en matière organique (%) des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic.

Les teneurs en matière organique sédimentaire (%) du Banc de Creïzic sont interprétées en termes d'enrichissement du milieu, conformément à la méthode proposée par Licari (1998) (Tableau 63). Les valeurs de référence ont été définies par Licari pour un échantillon sédimentaire contenant moins de 60 % de vase.

Tableau 63. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur le banc de Creïzic.

Site	Stations	Teneur en matière organique (%)	Enrichissement du sédiment
Banc de Creïzic	SM1	2,5	Faible
	SM2	2,0	Faible
	SM3	1,3	Faible

L'enrichissement du sédiment est qualifié de faible sur la totalité des stations échantillonnées.

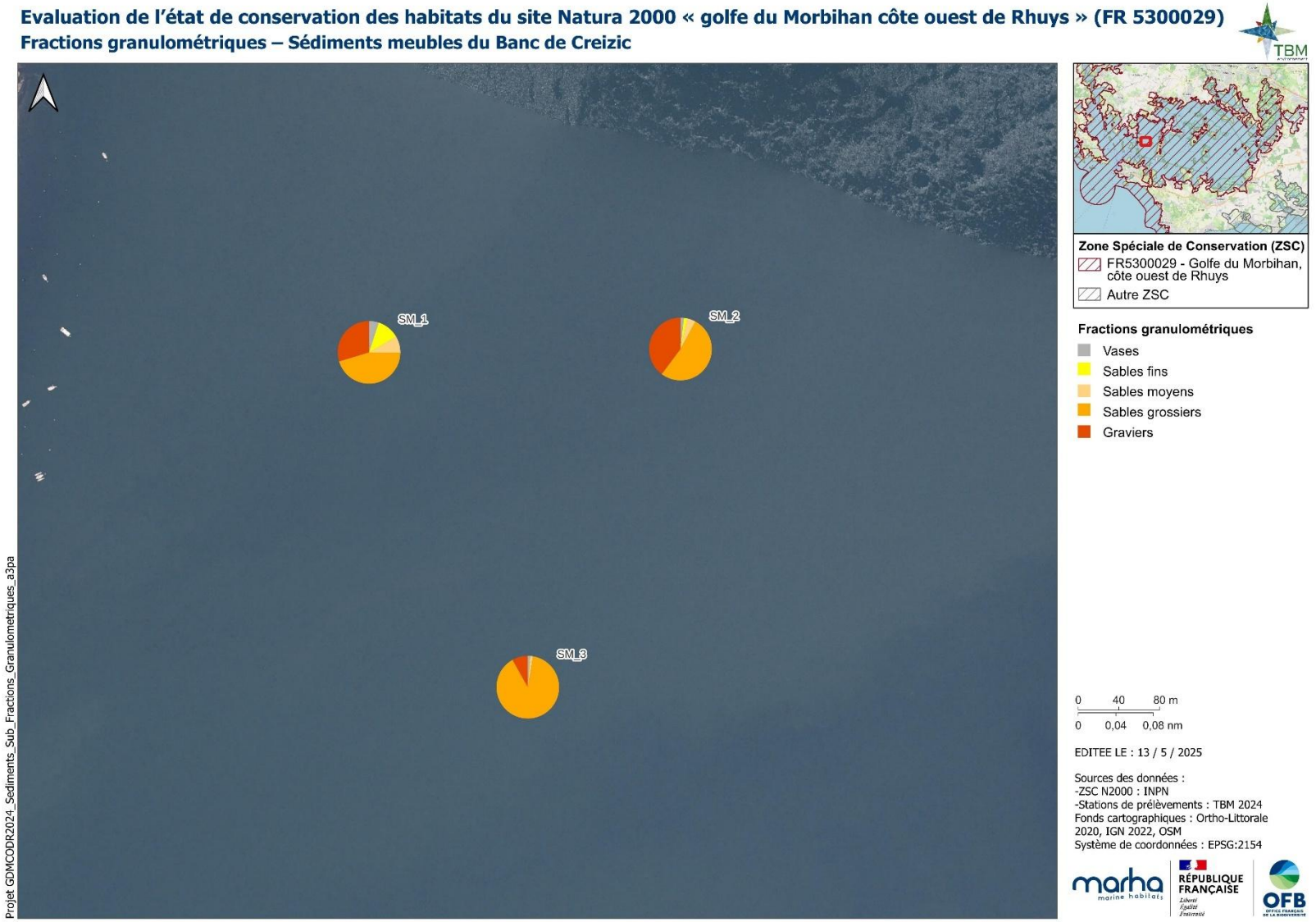


Figure 180. Fractions granulométriques des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic – TBM environnement, 2024.

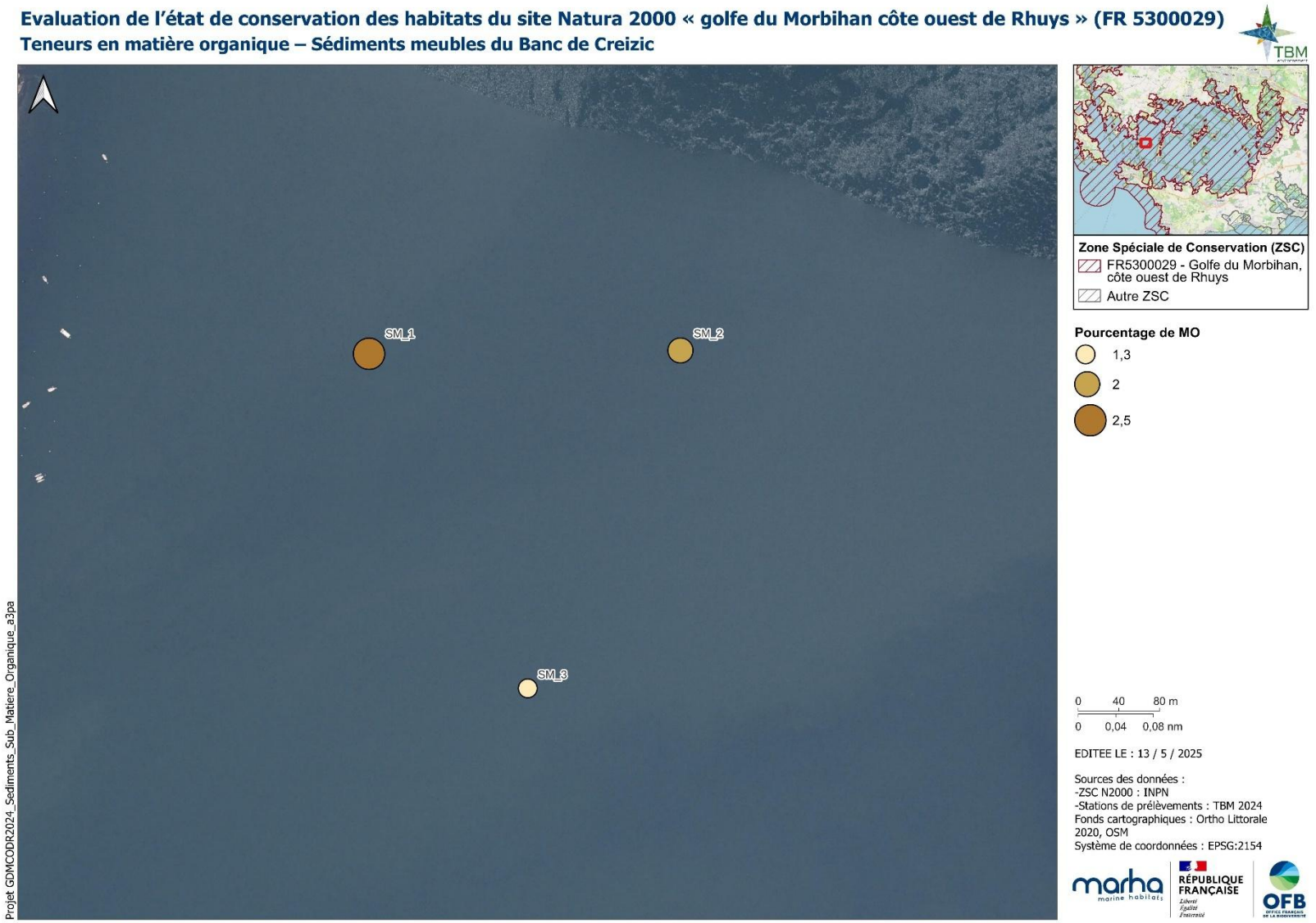


Figure 181. Teneurs en matière organique des stations de sédiments subtidaux du banc de Creïzic – TBM environnement, 2024.

3.3.3. Peuplements benthiques

3.3.3.1. Abondances

Sur le banc de Creïzic, 108 taxons ont été identifiés (*a minima* jusqu'au genre) parmi les 2827 individus échantillonnés. Les abondances totales (somme des réplicats) relevées sur les trois stations sont de 230 ind/0,3 m² (SM3), 1200 ind/0,3 m² (SM2) et de 1397 ind/0,3 m² (SM1) (Figure 182).

Les abondances moyennes (moyenne des réplicats) varient entre 766 ± 1 103 ind/m² (SM3) et 4 657± 851 ind/m² (SM1) (Figure 183 et Figure 185). Les peuplements de la station SM3 sont 5 à 6 fois moins denses que sur SM1 et SM2 et semblent répartis de façon hétérogène (cf. écart-type très élevé).

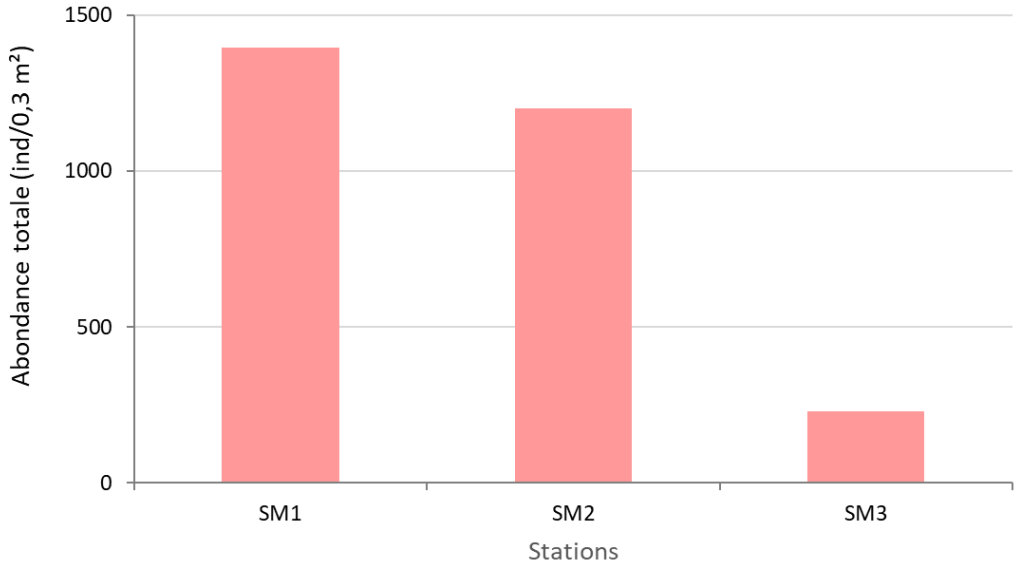


Figure 182. Abondances totales (ind/0,3 m²) des peuplements benthiques des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic.

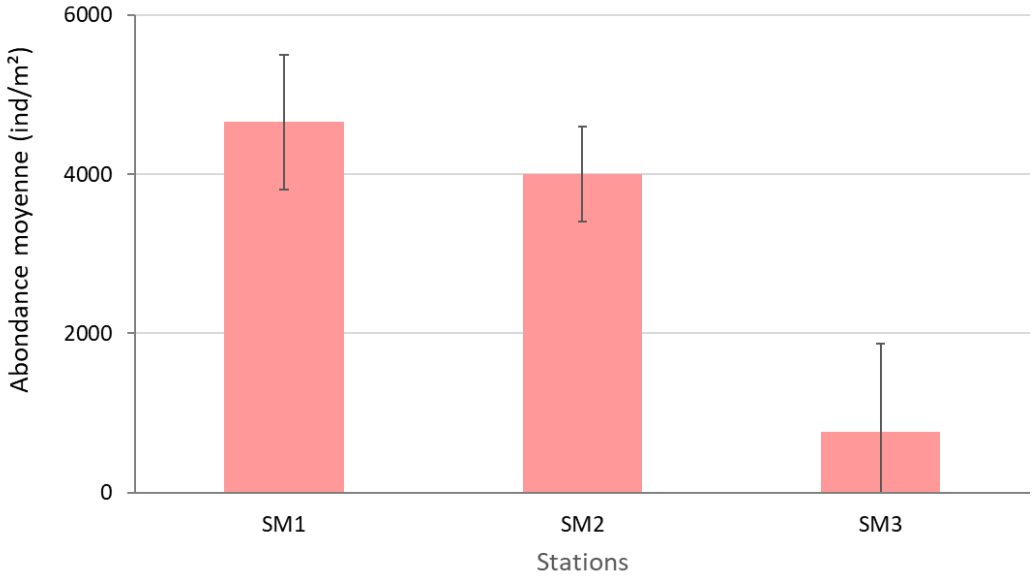


Figure 183. Abondances moyennes (ind/m²) des peuplements benthiques des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic.

Les abondances relatives des groupes taxonomiques sont présentées sur les Figure 184 et Figure 186. La station SM1 est dominée par le groupe des crustacés (67 %) puis par le groupe des polychètes (30 %). Les groupes restants sont largement minoritaires (< 2 %). Concernant la station SM2, le peuplement abrite des proportions quasi-équivalentes de crustacés et de polychètes (41 % et 44 %, respectivement). Les groupes des mollusques (8 %), des échinodermes (4 %) et autres (4 %) y sont plus conséquents que sur SM1. Enfin, la station SM3 se distingue fortement des deux autres stations. En effet, les crustacés y sont minoritaires (2 %) à l'inverse des polychètes (57 %) et du groupe autres (34 %) qui dominent le peuplement. Ce dernier groupe se compose principalement de nématodes.

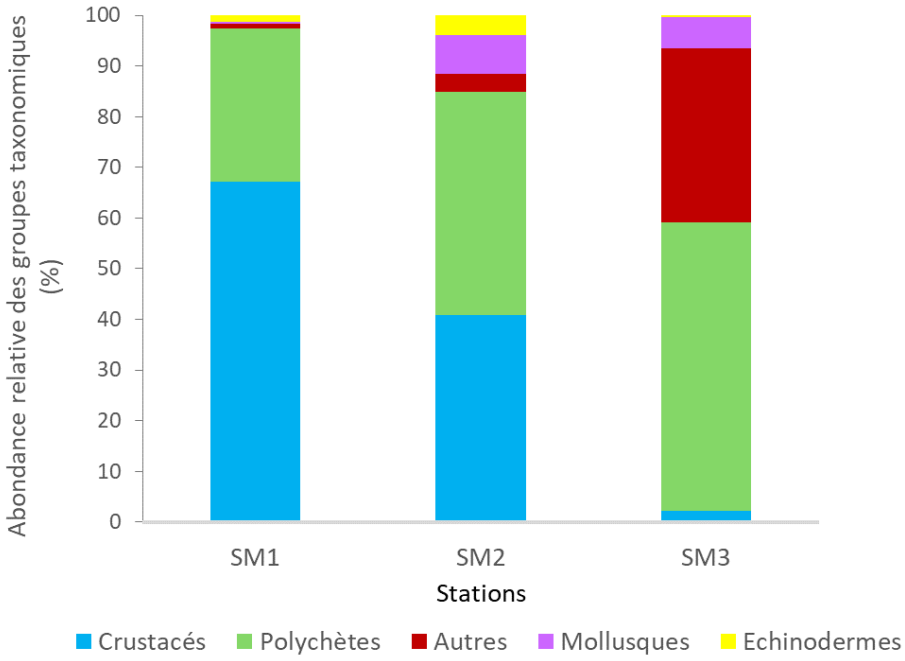


Figure 184. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sur le banc de Creïzic.

3.3.3.2. Richesses spécifiques

Le banc du Creïzic abrite 108 taxons distincts comprenant : 60 espèces d'annélides, 29 espèces de crustacés, 8 espèces de mollusques, 4 espèces d'échinodermes et 7 espèces du groupe autres. Les richesses spécifiques totales relevées sur les stations sont comprises entre 24 taxons (SM3) et 75 taxons (SM1) (Figure 187). Les richesses spécifiques moyennes varient de 9,7 ± 4,7 (SM3) à 42,7 ± 2,3 taxons (SM1) (Figure 188 et Figure 192).

Les polychètes constituent le groupe taxonomique le plus diversifié sur les trois stations (56 % des espèces) (Figure 189 et Figure 193). Ils sont suivis par les crustacés (27 %) puis par le groupe autres (7 %). Les mollusques sont davantage diversifiés sur la station SM2. Les échinodermes représentent entre 4 % et 5 % des espèces sur les trois stations.

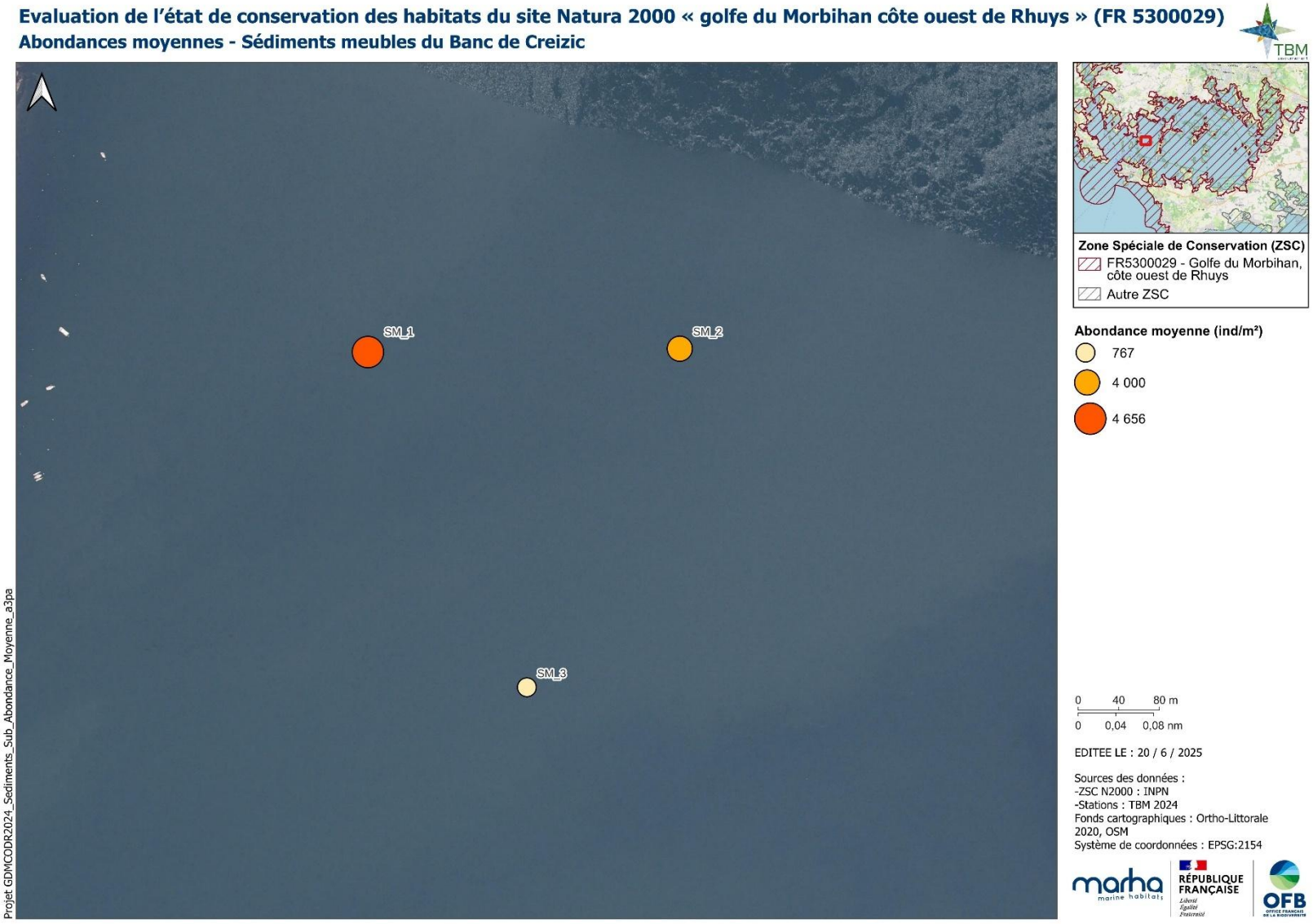


Figure 185. Abondances moyennes des groupes taxonomiques sur le banc de Creïzic – TBM environnement, 2024.

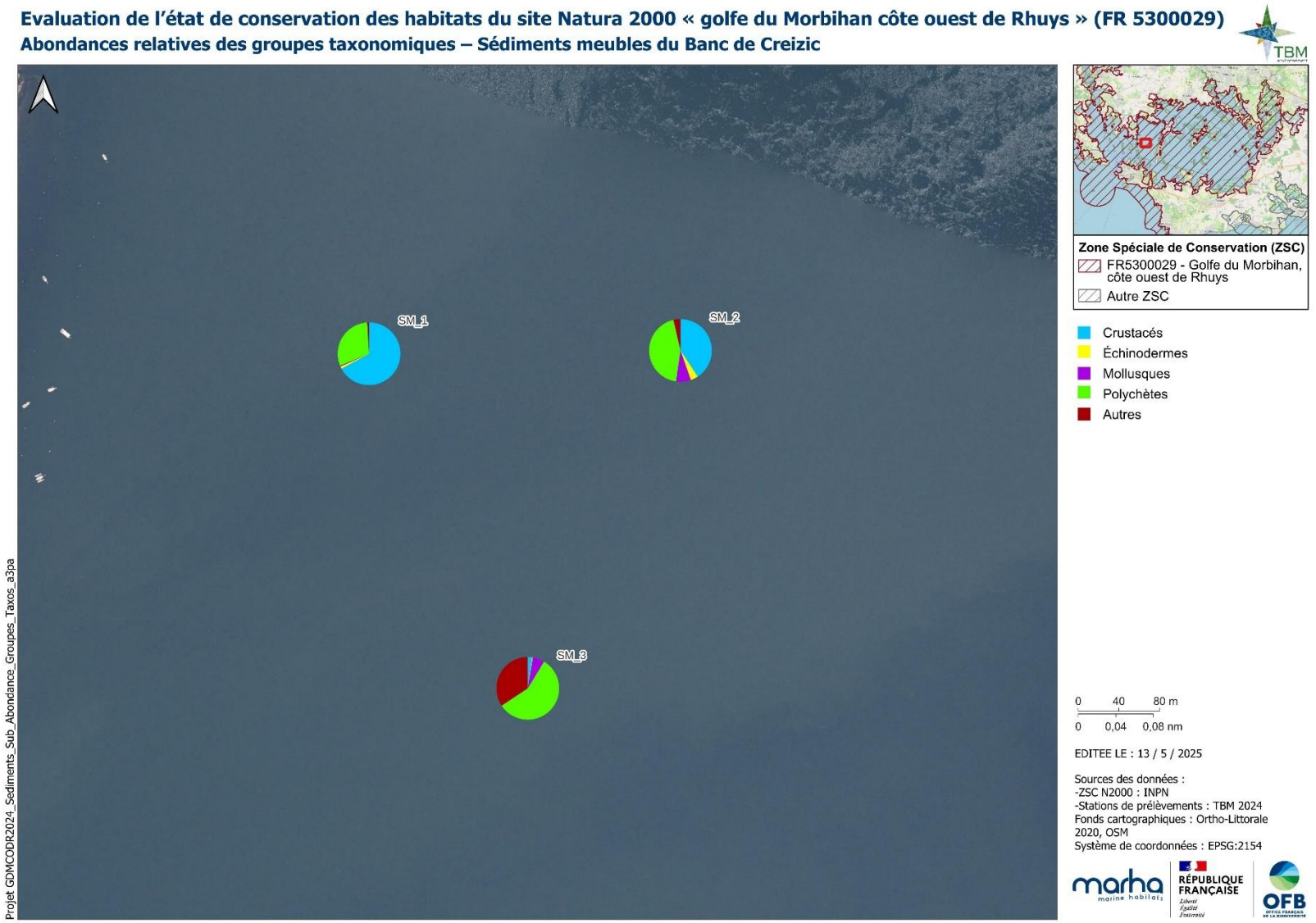


Figure 186. Abondances relatives des groupes taxonomiques sur le banc de Creïzic – TBM environnement, 2024

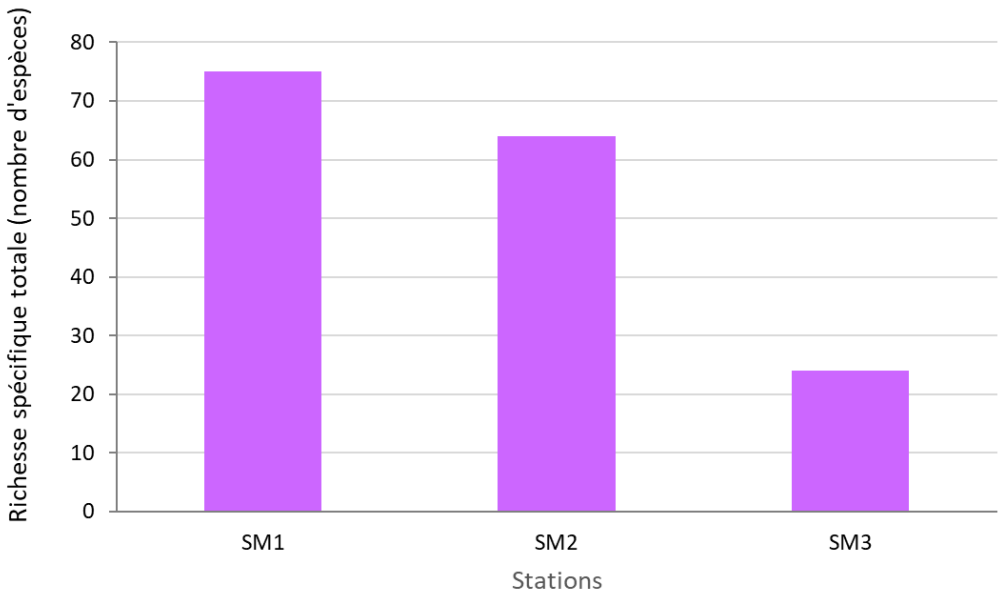


Figure 187. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) des peuplements benthiques du banc de Creïzic.

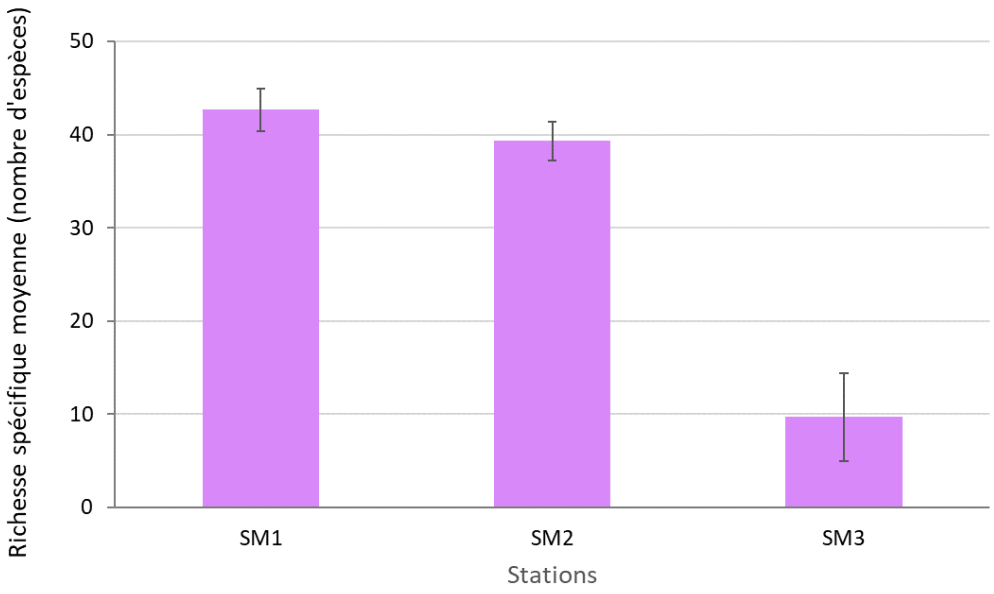


Figure 188. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) des peuplements benthiques du banc de Creïzic.

Le banc de Creïzic présente une répartition spatiale hétérogène des abondances et de la diversité des taxons. La station SM1 est la plus diversifiée et abrite les effectifs les plus élevés (4 657 ind/m²), suivie de la station SM2 (4 000 ind/m²). En revanche, les peuplements de la station SM3 sont 5 fois moins denses (767 ind/m²) et 4 fois moins diversifiés (10 taxons) que sur SM1 (43 taxons) et SM2 (40 taxons). De plus, la station SM3 est caractérisée par une domination marquée des polychètes et des taxons du groupe "autres", contrastant avec SM1 et SM2 où les crustacés et les polychètes prédominent.

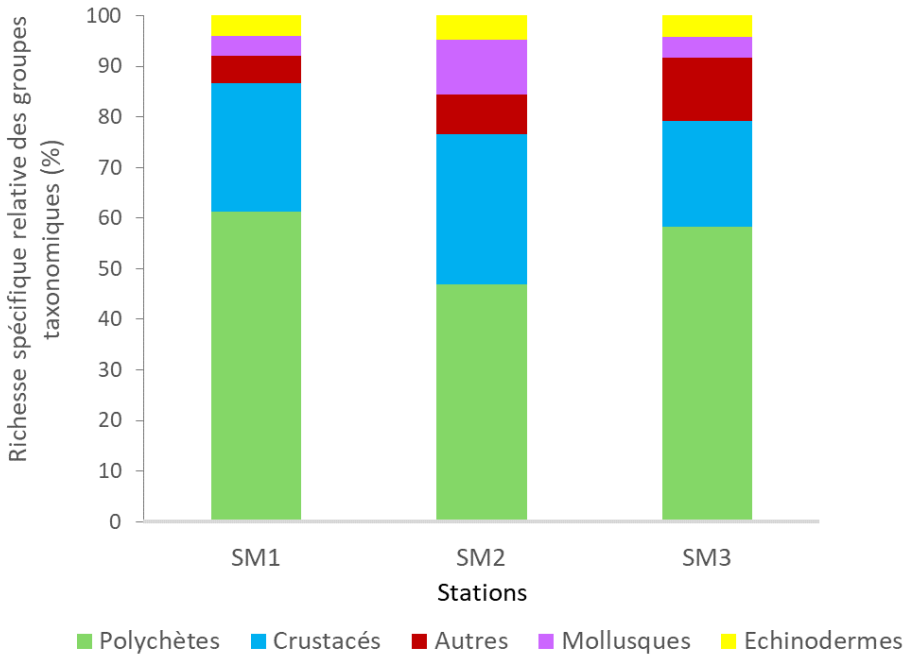


Figure 189. Richesses spécifiques relatives (%) des peuplements benthiques du banc de Creïzic.

3.3.3.3. Indices de diversité

Sur le banc de Creïzic, l'indice moyen de Shannon-Wiener varie entre 2,4 (SM3) et 3,9 (SM2) et décrit des peuplements diversifiés (SM1 et SM3) à très diversifiés (SM2) (Figure 190). Les indices moyens de Piélou sont compris entre 0,5 (SM1) et 0,8 (SM3) et caractérisent un peuplement équilibré sur SM2 et SM3 (Figure 191) et plutôt déséquilibré sur SM1. Les effectifs de cette station sont en effet dominés à hauteur de 27 % par le crustacé tanaidacé *Apseudes talpa*.

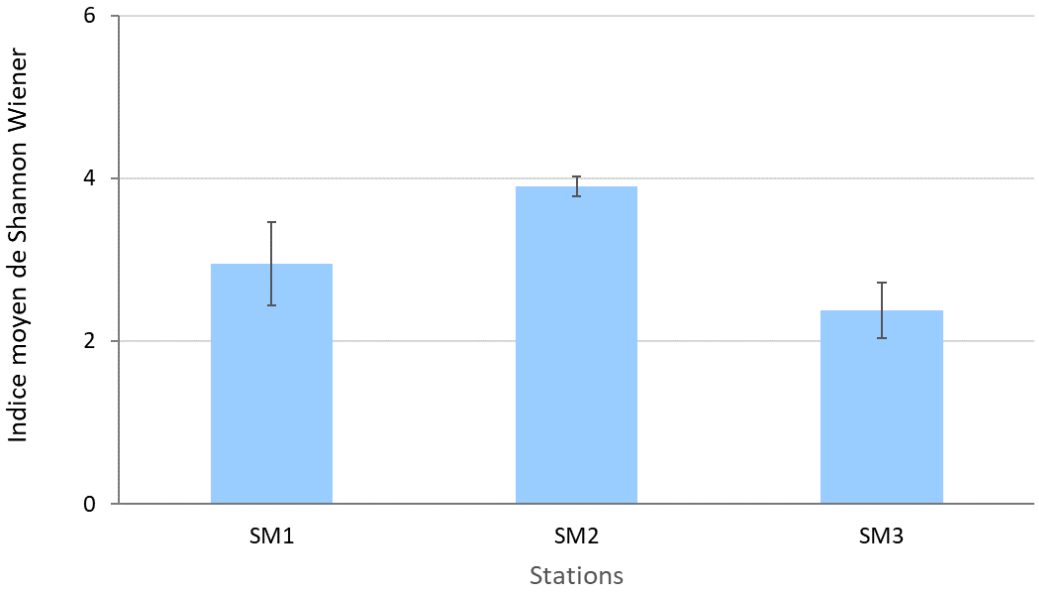


Figure 190. Indice moyen de Shannon Wiener des stations échantillonnées sur le banc du Creïzic.

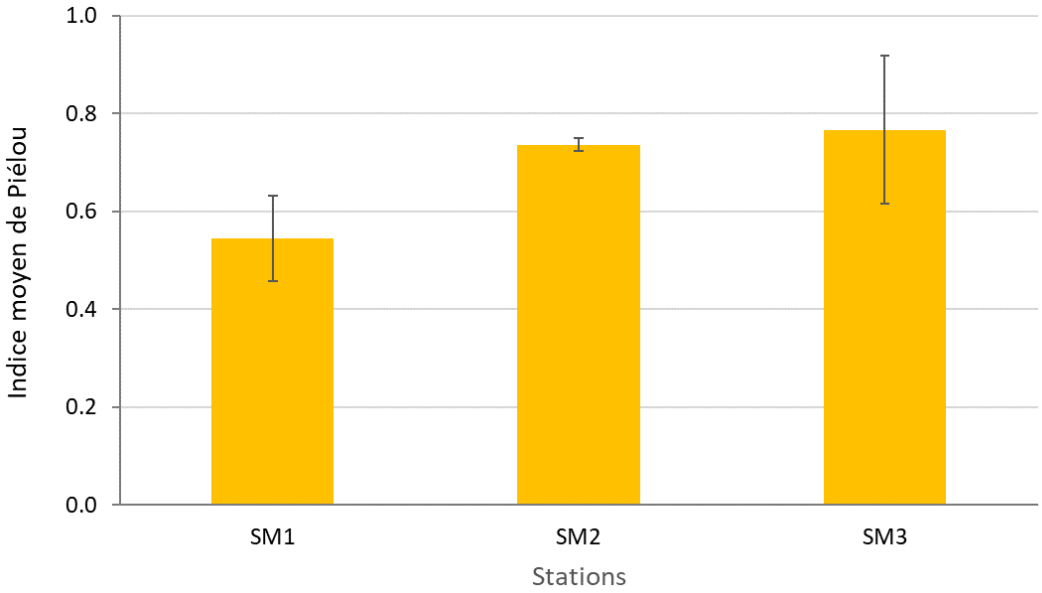


Figure 191. Indice moyen de Piélou des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic.

3.3.3.4. Analyses multivariées : structure des peuplements

La structure des communautés benthiques du banc de Creïzic a été étudiée au travers de classifications ascendantes hiérarchiques (CAH), de *multidimensional scaling* (MDS) et d'analyses SIMPER. Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées. De plus, les densités ont subi une transformation log(x+1), permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

Les résultats de la CAH mettent en évidence une structuration des peuplements benthiques selon un facteur spatial (Figure 194). En effet, la CAH distingue 4 principaux groupes statistiquement distincts :

- le groupe 1 se compose uniquement de deux réplicats de la station SM3 ;
- le groupe 2.1 est constitué du troisième réplicat de la station SM3 ;
- le groupe 2.2.1 correspond aux réplicats de la station SM2 ;
- le groupe 2.2.2 se compose de la station SM1.

L'analyse MDS met en évidence une forte homogénéité des peuplements sur SM1 et SM2 (Figure 195). En revanche, les réplicats de la station SM3 sont plus distants, ce qui suggère que les taxons sont répartis de façon hétérogène à l'échelle de la station. Les résultats des analyses SIMPER menées sur les peuplements du banc de Creïzic sont présentés dans le Tableau 64.

La station SM1 se compose de sédiments hétérogènes envasés et est dominée par le crustacé *Apseudes talpa*. Ce dernier fréquente généralement les fonds de sables coquilliers mais peut aussi être retrouvé sur des fonds envasés comme les bancs de *Crepidula fornicata*. Sa présence est donc cohérente avec la granulométrie de la station. Des polychètes caractéristiques des sédiments hétérogènes sont également présents (*Syllis* sp.), accompagnés par des espèces affines des sables ou sédiments envasés (p.ex. *Notomastus latericeus, Lysidice unicornis*).

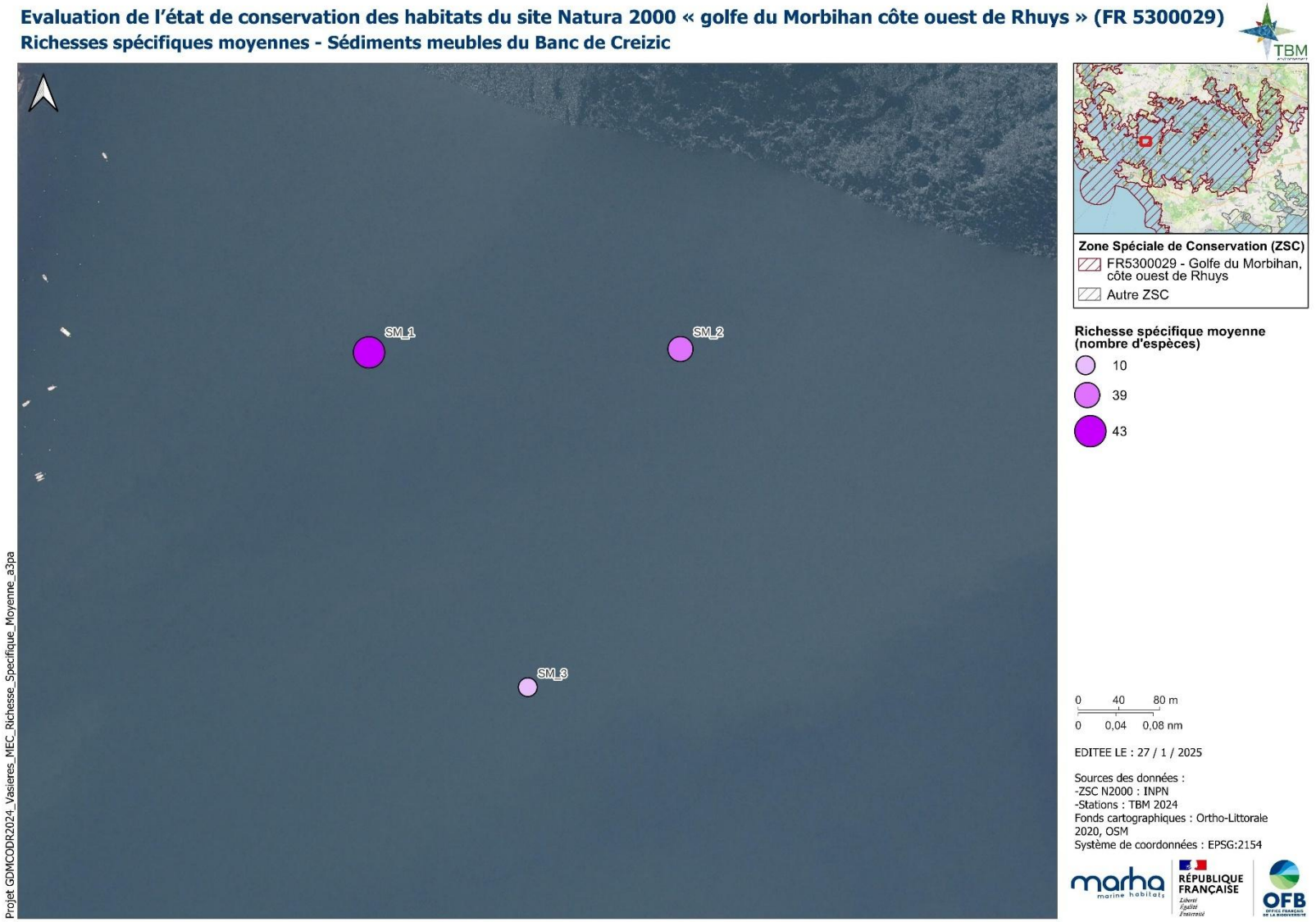


Figure 192. Richesses spécifiques moyennes des peuplements benthiques du banc de Creïzic– TBM environnement, 2024.

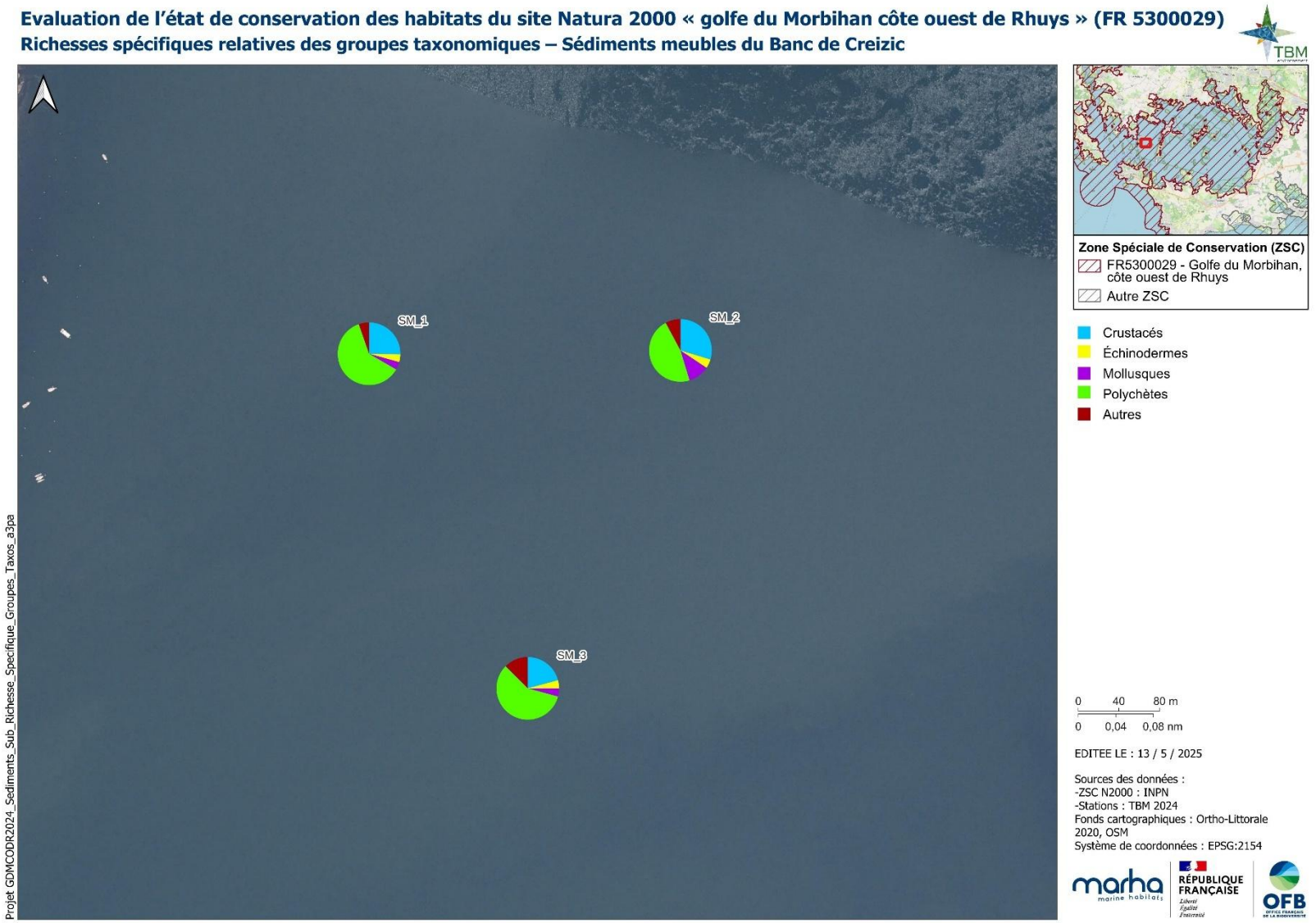


Figure 193. Richesses spécifiques relatives des peuplements benthiques du banc de Creïzic – TBM environnement, 2024.

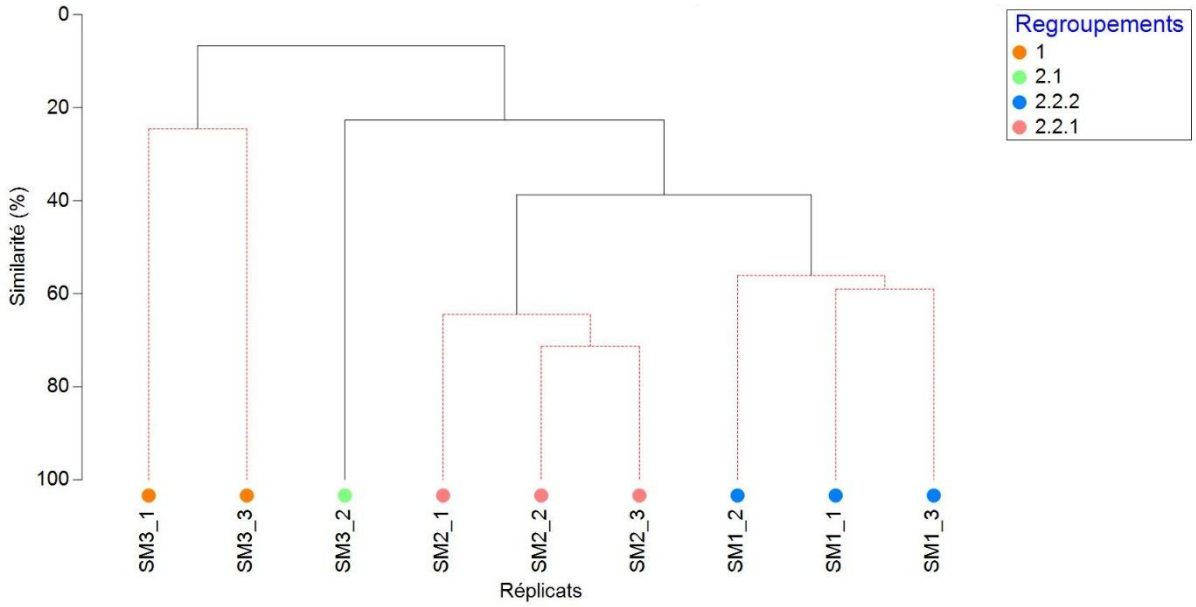


Figure 194. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales du banc de Creïzic. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).



Figure 195. MDS effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales du banc de Creïzic. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés.

La station SM2 abrite des sables grossiers avec des débris coquilliers qui sont colonisés par des polychètes à affinité sabulicole (*Polygordius* sp.) ainsi que par le crustacé *Leptocheirus hirsutinamus* et le polychète *Syllis* sp., caractéristique des sédiments grossiers ou hétérogènes. L'espèce de bivalve *Spisula elliptica,* qui est affine des sables grossiers, est également recensée.

Enfin, la station SM3 est définie comme un habitat de sables grossiers. L'analyse SIMPER met en évidence un peuplement hétérogène entre les trois réplicats qui ne forme pas un unique groupement. Les peuplements de la station SM3 étant peu diversifiés, peu denses et répartis de façon hétérogène,

leur similarité est en effet difficilement mise en évidence par l'analyse. Cependant, les espèces les plus fréquentes au sein des réplicats ont un préférendum pour les sables grossiers et rassemblent les polychètes *Saccocirrus papillocercus*, *Polygordius* sp. et *Pisione remota* ainsi que le bivalve *Spisula elliptica* et des nématodes. Ces derniers forment un patch dense (77 ind/0,1 m²) sur l'un des trois réplicats.

Tableau 64. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons du banc de Creïzic.

Groupe	Espèces caractéristiques	Groupe taxonomique	Similarité moyenne (%)	Contribution (%)	Cumul des contributions (%)
1	*Saccocirrus papillocercus*	Polychète	24,6	100	100
2.1	*Moins de deux échantillons*				
2.2.1	*Leptocheirus hirsutimanus*	Crustacé	66,8	10,3	10,3
	Notomastus latericeus	Polychète		8,8	19,1
	Syllis sp.	Polychète		8,3	27,4
	Polygordius sp.	Polychète		7,4	34,8
	Spisula elliptica	Mollusque		6,2	41,2
	Leptocheirus pectinatus	Crustacé		5,8	46,9
	Amphipholis squamata	Echinoderme		5,7	52,6
	Schistomeringos neglecta	Polychète		4,6	57,2
	Protodorvillea kefersteini	Polychète		4,3	61,5
	Orchonome humilis	Crustacé		3,9	65,4
	Glycera lapidum	Polychète		3,5	68,9
	Socarnes erythrophthalmus	Crustacé		3,4	72,3
2.2.2	*Apseudes talpa*	Crustacé	57,1	14,6	14,6
	Notomastus latericeus	Polychète		7,7	22,3
	Lysidice unicornis	Polychète		7,1	29,4
	Syllis sp.	Polychète		6,9	36,2
	Leptocheirus pectinatus	Crustacé		5,2	41,4
	Amphipholis squamata	Echinoderme		4,7	46,2
	Scalibregma celticum	Polychète		4,7	50,9
	Caulleriella bioculata	Polychète		4,5	55,3
	Golfingia minuta	Siponcle		3,9	59,3
	Aonides oxycephala	Polychète		3,8	63,0
	Leptocheirus hirsutinamus	Crustacé		3,0	66,0
	Socarnes erythrophthalmus	Crustacé		2,6	68,6
	Eteone longa	Polychète		2,3	70,9

3.3.3.5. Typologie des habitats

Selon la typologie Nathab-Atl (Michez et al., 2019), plusieurs habitats sont observés sur le banc de Creïzic.

Sur la station SM1, l'habitat est : **B4-1 Sédiments hétérogènes infralittoraux.**

Sur la station SM2, l'habitat identifié est : **B3-2 Sables grossiers et graviers infralittoraux.**

Sur la station SM3, le sous-habitat en présence est : **B3-2.1 Sédiments grossiers très mobiles infralittoraux à faune éparse.** Cette station est située plus au sud, plus à proximité de l'entrée du golfe que SM1 et SM2. Il est ainsi possible que l'hydrodynamisme y soit plus intense et favorise l'établissement d'une faune robuste et peu diversifiée. Sur SM3, les prélèvements sédimentaires ont été très compliqués, la benne revenant très souvent à vide. Ces difficultés ont été expliquées par la présence d'un fort courant et de galets sur la zone, empêchant la fermeture complète des mâchoires de la benne. Ces conditions environnementales semblent cohérentes avec l'habitat défini plus haut et caractérisent un milieu de transition entre les galets soumis à un fort hydrodynamisme et les sables grossiers.

3.3.3.6. Indice biotique : AMBI

Les Figure 196 et Figure 199 détaillent la répartition des groupes écologiques dans les stations du banc de Creïzic tandis que le Tableau 65 présente les valeurs de l'indice AMBI et l'état écologique correspondant.

La station SM1 est dominée par des espèces du groupe II (67 %) (indifférentes à une hypertrophisation du milieu) et est associée à une valeur d'AMBI de 1,9. La faible représentation des espèces du groupe I peut constituer les prémices d'un déséquilibre du milieu. De fait, un fort enrichissement en matière organique a été mesuré sur la station.

La station SM2 abrite davantage d'espèces du groupe III (48 %) et des proportions équivalentes des groupes I et II. Le constat est le même que pour la station SM1, ces éléments peuvent constituer les premiers signes d'un déséquilibre du milieu.

La station SM3 est dominée par des espèces du groupe III. Ces dernières étant intolérantes à l'hypertrophisation, les conditions du milieu sont qualifiées de normale.

L'indice M-AMBI n'est pas calculé pour cet habitat car les conditions de référence n'ont pas été définies pour des sédiments grossiers.

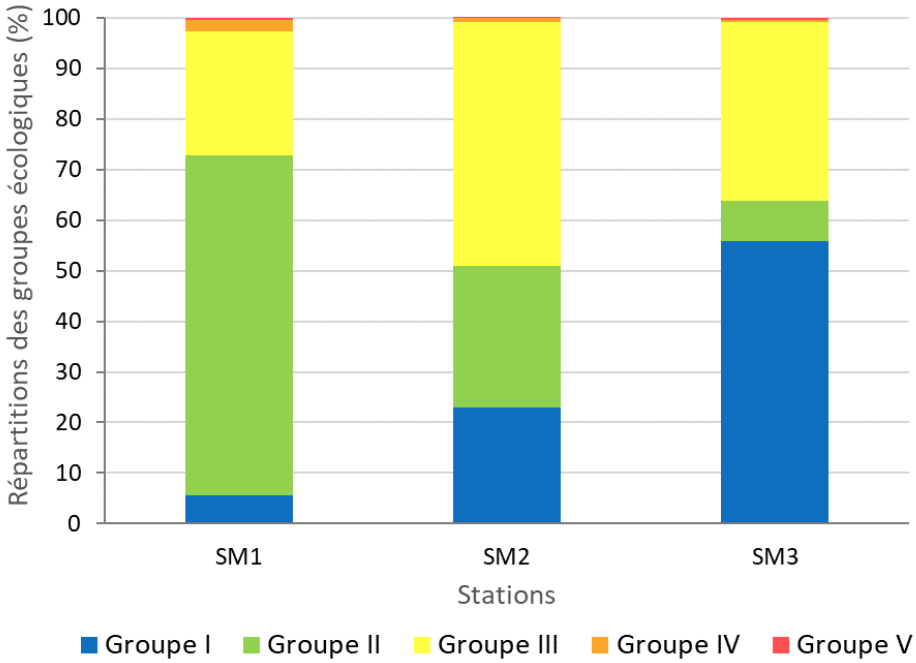


Figure 196. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic.

Tableau 65. Valeurs de l'AMBI et état écologique du banc de Creïzic.

Localisation	Stations	AMBI moyen	Etat écologique	Classification de la pollution
Banc de Creïzic	SM1	1,9	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
	SM2	1,9	Bon	Légèrement pollué, état transitoire
	SM3	0,9	Très bon	Normale

L'indice AMBI décrit un état écologique bon sur les stations SM1 et SM2 et très bon sur SM3.

3.3.3.7. Habitats et espèces à enjeu de conservation

Les habitats identifiés sur le banc du Creïzic ne sont associés à aucun enjeu de conservation. Néanmoins, certaines espèces à enjeu de conservation ont été identifiées sur la zone.

Sabellaria spinulosa

Les hermelles épineuses (*Sabellaria spinulosa*) sont des polychètes tubicoles vivant dans un tube formé de sable et de débris sédimentaires agrégés (La Rivière et al., 2022) ; Figure 197). Lorsque les hermelles sont présentes en très fortes densités (> 4000 ind/m²), elles peuvent former des récifs très épais (jusqu'à 60 cm) associés à une forte richesse spécifique. Les récifs de *Sabellaria spinulosa* sur sédiments sont inscrits à la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

➔ Sur le site d'étude, deux individus ont été comptabilisés sur la station SM1. Néanmoins, aucune formation de type « récif » n'a été mise en évidence.

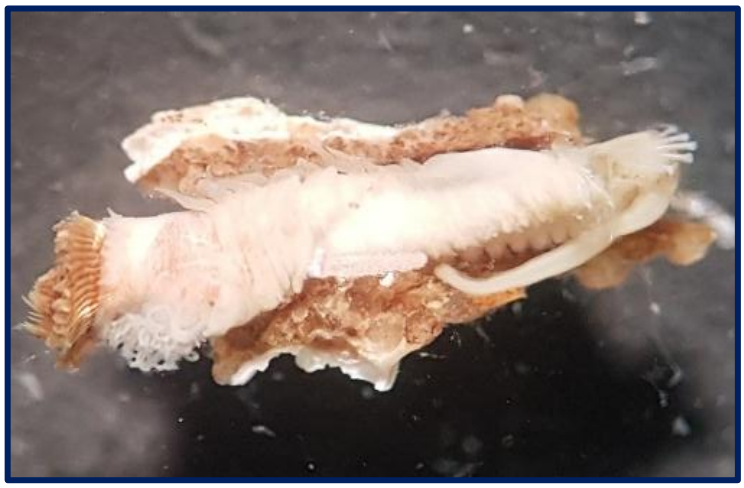


Figure 197. Individu de Sabellaria spinulosa (© TBM environnement).

Molgula sp.

Les molgules (*Molgula* sp.) sont des ascidies cryptiques dont la tunique est recouverte de sable et de débris coquilliers (Figure 198). Elles peuvent former des tapis denses et ont la capacité de structurer leur environnement en fixant des sédiments fins sur des substrats rocheux et abritent une forte richesse spécifique (La Rivière et al., 2022). Les tapis de molgules n'apparaissent pas dans les listes de conservation mais forment un habitat original et rare.

➔ Sur le site d'étude, seulement un individu a été comptabilisé sur la station SM3. Néanmoins, aucune formation de type « tapis » n'a été mise en évidence.



Figure 198. Individu de Molgula sp. (© WORMS - Decleer Misjel)

3.3.3.8. Espèces exotiques envahissantes

Aucune espèce introduite n'a été prélevée sur le banc de Creïzic.

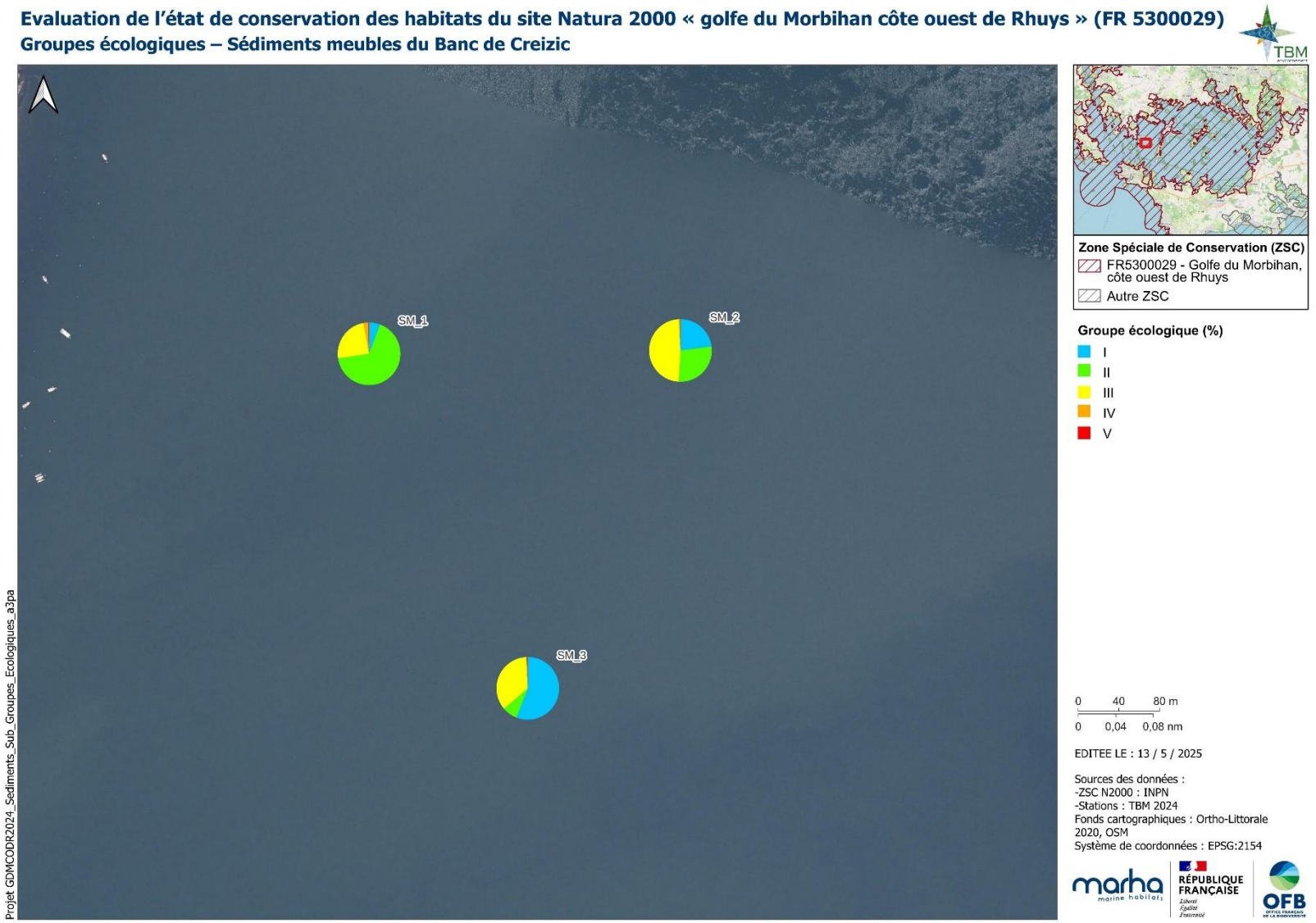


Figure 199. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur le banc de Creïzic – TBM environnement, 2024.

3.3.4. Etat de conservation

L'état de conservation de la vasière subtidale de Tascon est évalué selon les métriques propres à l'habitat 3– Substrats meubles infralittoraux 1110-1/4, proposés par Lepareur (2011) (Tableau 66).

La somme totale des scores des 13 métriques évaluées est de 14 (12 favorables et 1 légèrement dégradé). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1 et décrit un état de conservation du banc de Creïzic qualifié de **favorable**.

Aucun suivi faunistique n'a été mené précédemment sur le banc de Creïzic. Les données du suivi 2024 sont donc comparées aux données de communautés et de granulométrie attendues pour ce type d'habitat de sables grossiers. Les communautés observées sur le banc sont typiques des habitats de sédiments grossiers, la faune y est abondante mais peu diversifiée. La qualité écologique du milieu, en termes d'enrichissement en matière organique, est bonne. En outre, les habitats sédimentaires identifiés sur les stations sont cohérents avec les données sédimentaires collectées par Homrani (2020) : des sédiments envasés au nord et des sables coquilliers grossiers en partie centrale du banc. Enfin, les menaces et pressions pesant sur le site sont évaluées comme modérées dans la mesure où l'artificialisation est très faible, voire inexistante, et les activités de pêche règlementées au sein du Golfe. Néanmoins, le banc de Creïzic fait l'objet de dragages pour le durcissement des parcs ostréicoles.

L'état de conservation général du banc de Creïzic est évalué comme **favorable**.

Tableau 66. Evaluation de l'état de conservation du banc de Creïzic (d'après la méthode de Lepareur,2011). Les données antérieures correspondent aux données de Homrani (2020). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (Banc de Creïzic)	Argumentaire	Notation de la métrique
Surface de l'habitat	**Surface**	Habitat	Surface en km²	Vérité terrain	*Non disponible*	*Non évalué*	-	-
Structure et fonctions de l'habitat	**Composition faunistique**	Faune	Espèces caractéristiques et dominantes	Benne Day	*Non disponible*	*Apseudes talpa, Leptocheirus hirsutimanus, Notomastus latericeus, Nématode*	Espèces caractéristiques des sédiments grossiers	F
		Faune	Espèces sensibles aux perturbations physiques	Benne Day	*Non disponible*	Absence d'épifaune sessile car pas de galets et de cailloutis	Pas d'enjeux associés car espèces peu ou pas représentées	F
		Faune	Espèces nécrophages	Benne Day	*Non disponible*	Non observées	Pas d'enjeux associés car espèces peu ou pas représentées	F
		Faune	Structures biogéniques	Benne Day	*Non disponible*	Non observées	Pas d'enjeux associés car espèces peu ou pas représentées	F
		Faune	Abondance et richesse spécifique	Benne Day	*Non disponible*	3 141 ind/m² et 31 taxons	Faune abondante et peu diversifiée typique des sables grossiers	F

Tableau 66. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (Banc de Creïzic)	Argumentaire	Notation de la métrique
Structure et fonctions de l'habitat	**Indices biotiques**	Faune	AMBI et M-AMBI	Benne Day	*Non disponible*	AMBI et M-AMBI indiquant un état écologique bon à très bon	Qualité écologique du milieu élevée	F
	Substrat	Sédiment	Granulométrie	Benne Day	Au nord sable vaseux et en partie centrale sables très grossiers coquilliers	Sédiments hétérogènes envasés, sables graveleux et sables grossiers	Pas de changements majeurs	F
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Habitat	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	-	Aucune structure artificielle n'a été observée sur le banc de Creïzic	Artificialisation faible	F
	Remaniement sédiments (traces/sillons)	Sédiment	Pourcentage de sédiments remaniés	Observation	-	Pas d'observations directes mais remaniements probable car le banc fait l'objet de dragage pour le durcissement des parcs ostréicoles	Remaniement probable	LD
	Sources potentielles de nuisances proches	Habitat	Présence/absence d'urbanisme, de cours d'eau, de ports …	Imagerie satellitaire	-	Présence de plusieurs cours d'eau, de grands ports et de villes à proximité du banc du Creïzic	Pollutions d'origine anthropique possibles	F
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Habitat	Présence/absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Benne Day	-	Aucun macrodéchet n'a été prélevé au cours du suivi 2024	Aucun macrodéchet recensé	F
	Traces d'hydrocarbures	Habitat	Pourcentage de sédiments pollués	Observation	-	Aucune trace d'hydrocarbures n'a été observée sur site au cours du suivi 2024	Aucune trace d'hydrocarbures recensée	F
	Pollution des eaux	Habitat	AMBI	Benne Day	-	AMBI indiquant un état écologique bon à très bon	Qualité écologique du milieu élevée	F

3.4.Suivi de l'herbier de zostère naine (*Zostera noltei*)

3.4.1. Granulométrie

Les fractions granulométriques obtenues sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines sont présentées sur la Figure 200. Les sédiments sont dominés par les fractions de vases (32 %) et de sables fins (35 %). Les sables moyens et les sables grossiers sont également présents selon des proportions voisines (18% et 13 %, respectivement). La fraction de graviers est largement minoritaire (1 %). Par conséquent, le milieu correspond à des vases sableuses.

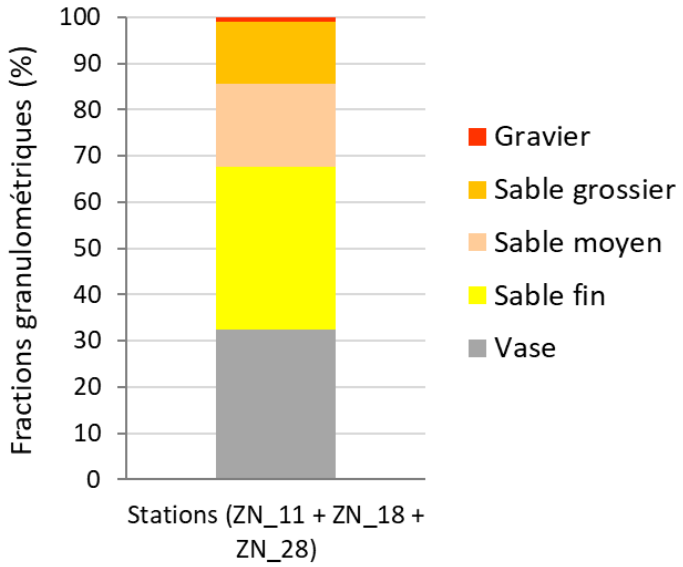


Figure 200. Fractions granulométriques (%) des 3 stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines.

3.4.2. Matière organique

Les Figure 201 et Figure 202 présentent la teneur en matière organique (%) du sédiment échantillonné sur l'herbier de l'île aux moines. Celle-ci est comprise entre 3,0 % (station ZN_10) et 9,3 % (station ZN_25).

Les teneurs en matière organique sédimentaire de l'herbier sont interprétées en termes d'enrichissement du milieu, conformément à la méthode proposée par Licari (1998) (Tableau 67). Les valeurs de référence ont été définies par Licari pour un échantillon sédimentaire contenant moins de 60 % de vase.

L'enrichissement du sédiment est qualifié de moyen sur la majorité des stations et de fort sur les stations ZN_5 et ZN_25. Ces deux stations sont localisées à proximité, au centre de la grille d'échantillonnage. Ces enrichissements témoignent de la variabilité naturelle du site, une quantité plus importante de débris organiques (algues) ayant pu être prélevée sur ces stations. Afin de mieux appréhender la variabilité inter-station, une réplication des prélèvements pourraient être réalisée sur les stations. Par ailleurs, l'application du protocole RNF pour l'analyse granulométrique pourrait contribuer à atténuer ces variations intra-site.



Figure 201. Teneur en matière organique (%) des 3 stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines – TBM environnement, 2024.

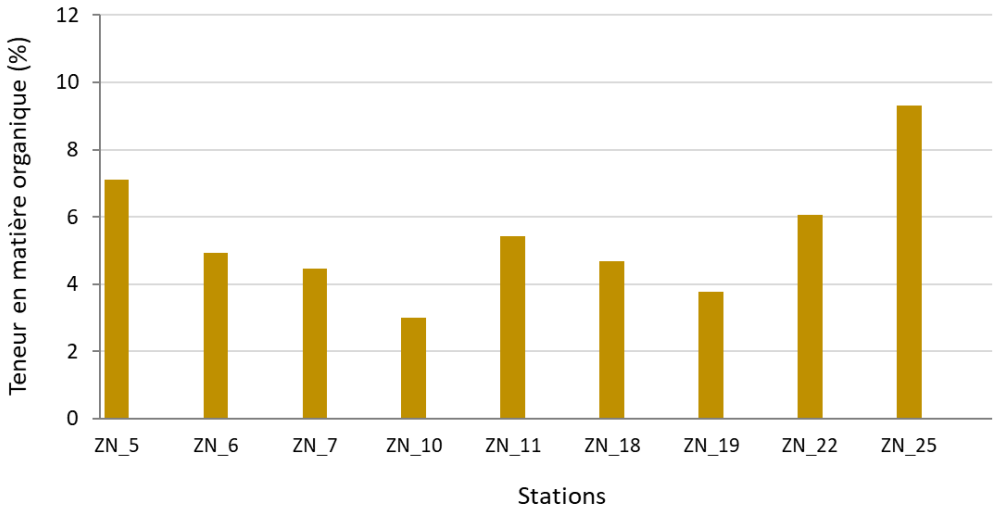


Figure 202. Teneur en matière organique (%) des 9 stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines.

Tableau 67. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur l'herbier.

Stations	Teneur en matière organique (%)	Enrichissement du sédiment
ZN_5	7,1	Fort
ZN_6	4,9	Moyen
ZN_7	4,4	Moyen
ZN_10	3,0	Moyen
ZN_11	5,4	Moyen
ZN_18	4,7	Moyen
ZN_19	3,8	Moyen
ZN_22	6,1	Moyen
ZN_25	9,3	Fort

3.4.3. Taux de recouvrement

Les classes de recouvrement définies sur les 30 stations échantillonnées sont présentées sur la Figure 205. La médiane des classes de recouvrement de chacune des 30 stations échantillonnées est illustrée sur la Figure 203. Chacune des cases de la grille correspond à une station d'échantillonnage et est ordonnée à l'instar de la grille d'échantillonnage. Ainsi, la première case en haut à gauche correspond à la station ZN_1 et la dernière case à droite à la station ZN_30.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0,625	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,125	0,425
2	0,875	0,875	0,875	0,875	0,125	0,125	0,875	0,875	0,425	0,875
3	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875

Figure 203. Médiane des classes de recouvrement observées sur les 30 stations de la grille de suivi sur l'herbier de l'île aux moines en 2024.

La valeur moyenne des 30 médianes est égale à 0,76, soit à un recouvrement moyen de 76 %.

3.4.4. Macro-algues

La biomasse des macro-algues échantillonnées sur les stations de l'île aux moines est présentée sur la Figure 206. Les algues rouges sont présentes en forte quantité sur les quadrats ZN_15 et ZN_16 où elles atteignent 248 et 648 g/m² (Figure 204). Les algues brunes (fucales) sont majoritairement présentes sur ZN_1 et ZN_5 selon des biomasses de 816 g/m² et de 101 g/m². Les algues vertes opportunistes, qui sont principalement composées d'algues du genre *Enteromorpha*, recouvrent la grande majorité de l'herbier. Leurs biomasses varient entre 0 et 120 g/m².

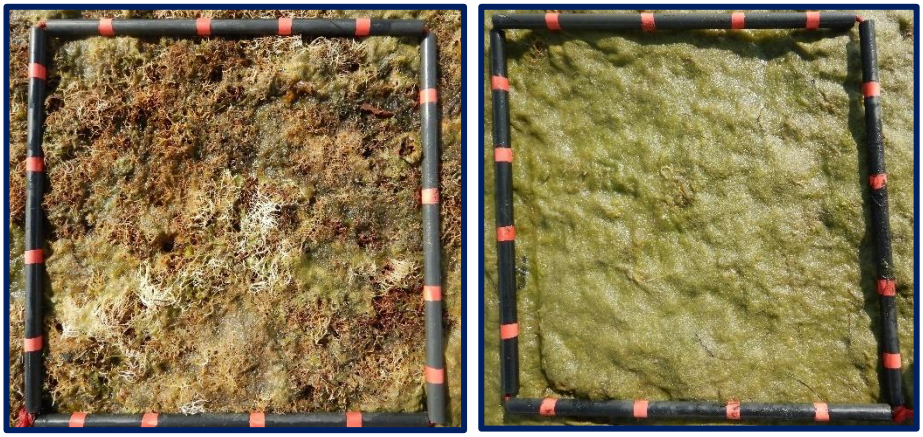


Figure 204. Quadrats ZN_15 et ZN_16 avec présence d'algues rouges sous une couverture d'algues vertes (Enteromorpha).

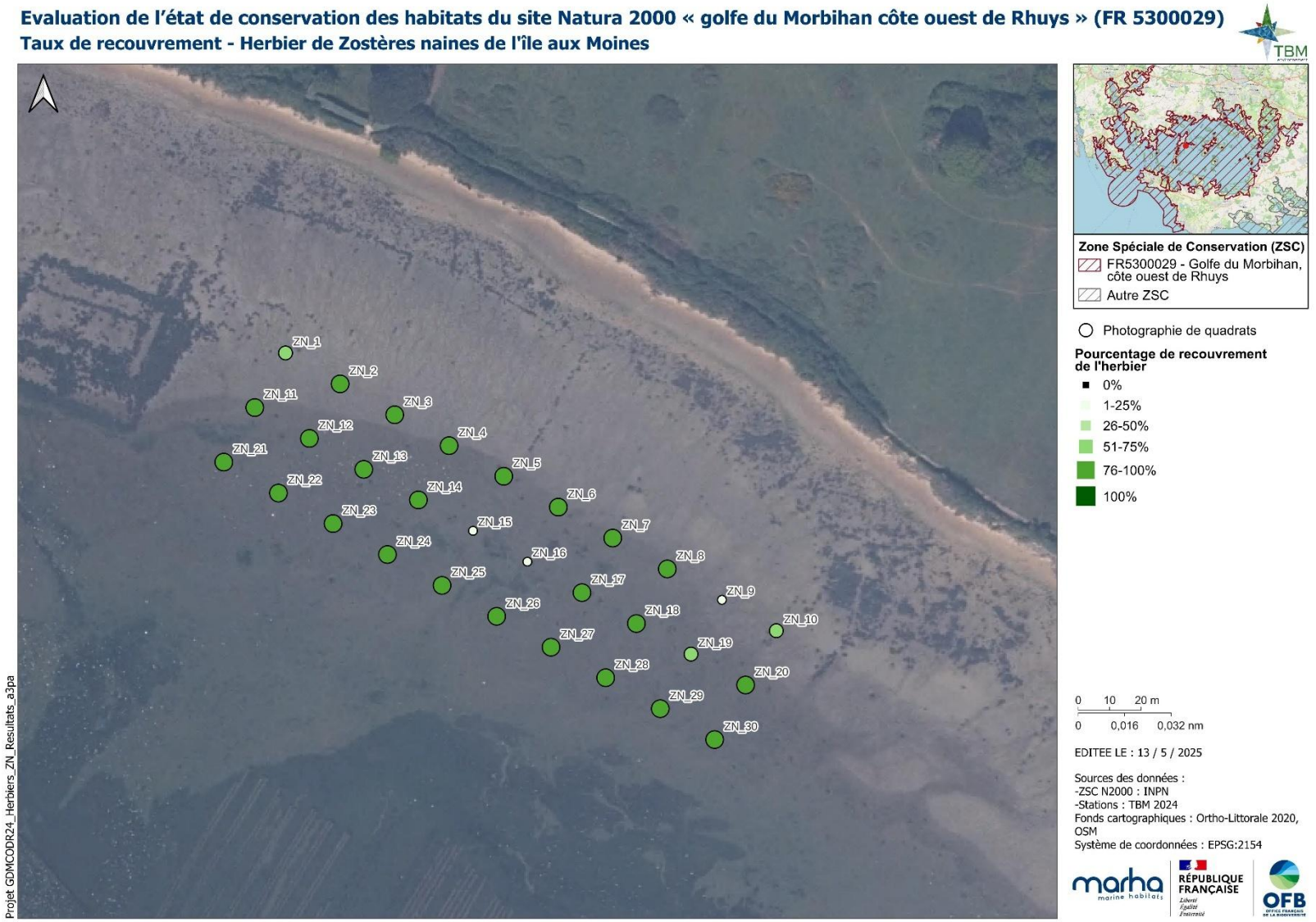


Figure 205. Taux de recouvrement (%) des stations échantillonnées sur l'herbier de zostère naine de l'île aux moines – TBM environnement, 2024.

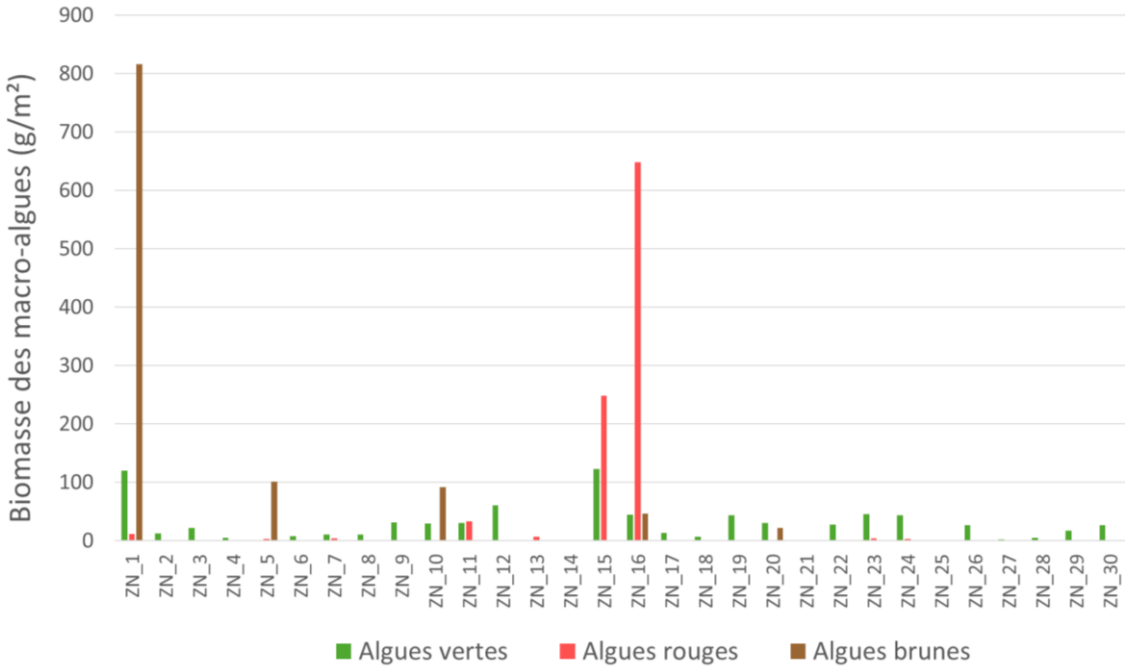


Figure 206. Biomasse des macro-algues (g/m²) associées aux zostères naines échantillonnées à l'île aux Moines en 2024.

3.4.5. Comparaison aux données des suivis antérieurs

Rapport final du PNRGM (2018-2023) Surveillance DCE de la masse d'eau côtière « FR GC 39 Golfe du Morbihan » pour les herbiers de Zostera noltei Point de suivi stationnel – Baie de l'Ours (2022) (Cosson and Boulet, 2023).

Depuis 2019, le site de la Baie de l'Ours, situé sur la rive gauche de la Rivière d'Auray fait l'objet d'un suivi DCE réalisé par le Parc Naturel régional du Golfe du Morbihan.

Lors de la campagne de 2022, les données de granulométrie ont indiqué la prédominance de sédiments fins à très fins, ce qui est caractéristique des substrats favorables au développement de *Zostera noltei* au sein du Golfe. Le même type de substrat (vases sableuses) a été retrouvé en 2024 sur l'herbier de l'île aux Moines.

En 2022, les teneurs en matière organique de la Baie de l'Ours ont varié entre 9,4 % et 10,8 % suggérant un enrichissement organique élevé du sédiment, malgré la quasi-absence de macro-algues. Sur l'herbier de l'île aux Moines, les teneurs ont varié entre 3,0 % et 9,3% témoignant d'un enrichissement moyen en matière organique.

Comme mentionné précédemment, très peu d'algues ont été prélevées sur l'herbier de la baie de l'Ours en 2022. Parmi elles, des algues vertes et rouges ont été identifiées, avec une dominance des Rhodophytes. Sur le site de l'île aux Moines, des quantités élevées d'algues ont été récoltées, y compris des algues brunes. Les gammes de poids sec d'algues relevées sur les deux stations de suivi sont présentées dans le Tableau 68.

Enfin, sur la Baie de l'Ours, le taux de recouvrement des stations par les zostères était compris entre 87,5 % et 100 % tandis que sur l'Île aux Moines, il était compris entre 12,5 et 87,5 %. L'herbier de l'île aux Moines présente davantage de fragmentation que celui de la Baie de l'Ours.

Tableau 68. Comparaison des données de poids sec de macro-algues sur les herbiers de la baie de l'Ours et de l'Île aux Moines.

Station de suivi	Algues vertes (g de poids sec)	Algues rouges (g de poids sec)	Algues brunes (g de poids sec)
Baie de l'Ours (2022)	0,005 – 0,04	0,2 – 3,9	-
Île aux Moines (2024)	0,03 – 12,3	0,01 – 64,8	0,1 – 81,6

Rapport de Rollet et Bernard Classement des masses d'eau du littoral Manche-Atlantique sur la base de l'indicateur DCE « Angiospermes » (2018-2023) (Rollet and Bernard, 2024)

Le rapport de Rollet et Bernard (2024) présente une analyse du suivi du recouvrement de *Zostera noltei* (%) au sein des herbiers de la Baie de l'Ours (2019 – 2023) et de Kerlevenan (2011- 2023) (Golfe du Morbihan). Les données sont présentées sur la Figure 208, extraite dudit rapport.

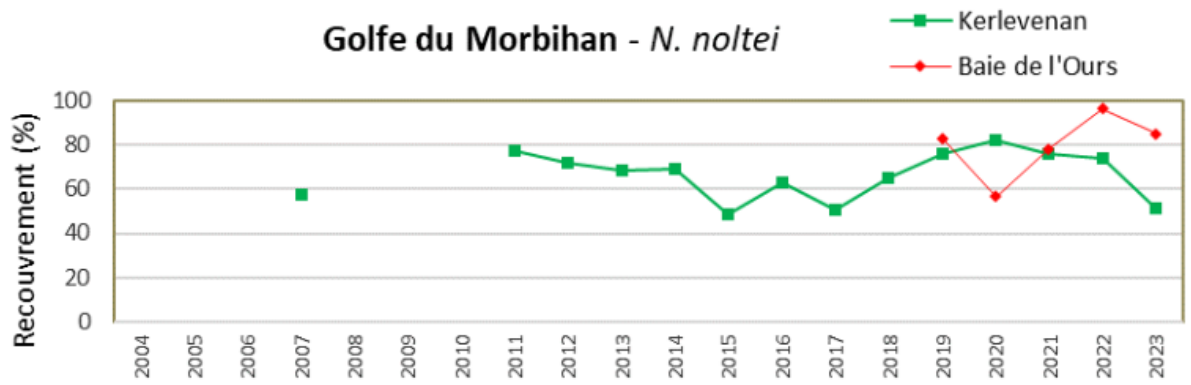


Figure 207. Suivi du recouvrement (%) de Zostera noltei sur Kerlevenan et dans la Baie des Ours, d'après le rapport de (Rollet and Bernard, 2024).

L'herbier de Kerlevenan a été marqué par trois épisodes de fragmentation, en 2015, en 2017 et plus récemment en 2023, avec des pourcentages de recouvrement atteignant environ 50 %. La Baie de l'Ours a également subi une diminution de son taux de recouvrement en 2020 avec une valeur passant de 80 % à environ 60 %. En 2023, ce taux est remonté à plus de 80 %. En comparaison, le taux de recouvrement de l'herbier de l'île aux Moines correspond à des valeurs intermédiaires.

Sur la période 2018-2023 l'indicateur angiospermes de la masse d'eau Golfe du Morbihan a indiqué un bon état, une tendance qui est également observée sur l'herbier de l'île aux moines.

3.4.6. Habitats et espèces à enjeu de conservation

Aucun prélèvement de faune n'a été réalisé au sein de cet habitat. L'espèce *Zostera noltei* est inscrite sur la liste des espèces végétales protégées en Pays de la Loire (Arrêté du 25 janvier 1993) et en région Basse-Normandie (Arrêté du 27 avril 1995). *Zostera noltei* est également inscrite sur l'annexe II de la convention de Barcelone qui rassemble les espèces en danger ou menacées. Enfin, elle est aussi considérée comme une espèce patrimoniale et déterminante ZNIEFF.

3.4.7. Etat de conservation

L'état de conservation de l'herbier de zostère naine de l'île aux Moines est évalué selon les descripteurs propres à l'habitat 5- Herbiers à *Zostera noltei* (médiolittoral) 1130-1, 1140-3, 1160-3, proposés par Lepareur (2011) (Tableau 69).

La somme totale des scores des 11 métriques évaluées est de 15 (9 favorables, 2 dégradés et 1 légèrement dégradé). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1,4 et décrit un état de conservation de l'herbier de zostère naine qualifié de **favorable**.

L'herbier de zostère naine de l'île aux moines s'étend sur près de 3,3 ha et est faiblement fragmenté. Son recouvrement est d'environ 76 % et ses feuilles sont en bon état général. Néanmoins, des algues vertes opportunistes sont présentes et recouvrent environ 50 % de la surface de l'herbier. Ces dernières sont susceptibles d'altérer les capacités photosynthétiques de la zostère naine et peuvent être le signe d'une eutrophisation du milieu ou de la faible présence de brouteurs. Par ailleurs, l'herbier est localisé à proximité de parcs ostréicoles. Néanmoins, les métriques mesurées ne présentent pas d'écarts majeurs par rapport aux valeurs relevées sur les herbiers de *Zostera noltei* suivis au sein du Golfe, où l'état de l'indicateur angiospermes est qualifié de bon.

L'état de conservation général de l'herbier est évalué comme **favorable.** Un suivi du recouvrement des algues opportunistes est conseillé, dans la mesure où cette pression est susceptible de dégrader l'état de santé de l'herbier et de causer une diminution de la densité et de la longueur de ses feuilles. Il est notamment recommandé de suivre la temporalité de la couverture d'algues et d'évaluer son épaisseur.

Tableau 69. Evaluation de l'état de conservation de l'herbier de Zostera noltei de l'île aux Moines (d'après la méthode de Lepareur, 2011). Les données antérieures correspondent aux données du rapport de Rollet and Bernard (2024) et de (Cosson and Boulet, 2023). F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données d'autres suivis (Baie de l'Ours et Kerlevenan)	Données du suivi 2024 (île aux Moines)	Argumentaire	Notation de la métrique
Surface de l'habitat	**Surface**	Habitat	Surface en Ha	Vérité terrain	-	3,3 ha (concerne la concerne la portion de l'herbier sur laquelle la grille d'échantillonnage a été positionnée, à l'est des parcs ostréicoles, donnée issues de TBM environnement and i-Sea, 2023)	-	F
Structure et fonctions de l'habitat	Couverture de l'herbier	Herbier	Fragmentation et Densité	Observation	Fragmentation faible	Fragmentation faible: herbier homogène (grande tâche uniforme sans interruption dans son enveloppe globale)	Pas de données antérieures sur le même site mais fragmentation faible	F
	Vitalité de l'herbier	Herbier	Recouvrement moyen	Observation	***Baie de l'Ours*** : 97 % ***Kerlevenan*** : 50 à 80 %	76%	Le taux de recouvrement moyen est élevé	F
		Zostère	Densité des pieds	Prélèvement et comptage	*Non évalué*	*Non évalué*	-	-
			Biométrie foliaire	Prélèvement et comptage	*Non évalué*	*Non évalué*	-	-
	Vitalité de l'herbier	Zostère	Etat des feuilles	Observation	*Non évalué*	Peu ou pas endommagées	L'état des feuilles est bon	F
Structure et fonctions de l'habitat	Espèces associées	Macro-algues	Biomasse	Prélèvement des spécimens	Algues rouges : 2,2 à 39 ;3 g/m²; Algues vertes : 0,04 à 0,4 g/m²	Algues rouges : 0 à 648 g/m²; Algues vertes : 0 à 123 g/m² ; Algues brunes : 0 à 816 g/m²	Pas de données antérieures sur le site, quantité d'algues vertes et rouges supérieure à celle de la baie des Ours	LD
		Faune	Diversité et abondance	Carotte	*Non évalué*	*Non évalué*	-	-
	Substrat	Sédiment	Granulométrie et matière organique	Carotte		Vases sableuses moyennement enrichies en matière organique	Habitat sédimentaire propice à la présence de la zostère naine	F

Tableau 69. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthodes de collecte	Données du suivi 2024 (île aux Moines)	Argumentaire	Notation de la métrique
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Habitat	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	Cette station est située à quelques dizaines de mètre de parcs ostréicoles	Artificialisation des sédiments à proximité	D
	Remaniement sédiments (traces/sillons)	Sédiment	Pourcentage de sédiments remaniés	Observation	Aucun pêcheur n'a été observé lors des prélèvements et aucune trace de passage à pied dans l'herbier n'a été relevée	Aucune preuve de remaniement des sédiments	F
	Sources potentielles de nuisances proches	Habitat	Présence/absence d'urbanisme, de cours d'eau, de ports …	Imagerie satellitaire	Cette station n'est pas située à proximité d'une grande ville du pourtour du Golfe du Morbihan	Aucune indication sur la présence de pollutions anthropiques	F
	Algues vertes opportunistes (*Uva, Enteromorpha, Cladophora)*	Sédiment	Superficie de recouvrement	Observation	Les algues opportunistes recouvrent environ 50 % des sédiments et des zostères naines	Le taux de recouvrement des zostères naines par des algues opportunistes est significatif et réduit leur capacité photosynthétique	D
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Habitat	Présence/absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Observation	Aucun macrodéchet n'a été observé lors de la campagne de prélèvement réalisée en 2024	Aucun macrodéchet recensé	F
	Traces d'hydrocarbures	Habitat	Pourcentage de sédiments pollués	Observation	Aucune trace d'hydrocarbures n'a été observée lors de la campagne de prélèvement réalisée en 2024	Aucune trace d'hydrocarbures recensée	F
	Pollution des eaux	Habitat	Ambi	Carotte	Aucun prélèvement de faune permettant de calculer des indices Ambi n'a été réalisé lors du suivi de 2024	-	-

3.5.Suivi de l'herbier de zostère marine (*Zostera marina*)

Les mesures présentées ci-après visent à décrire la vitalité de l'herbier de zostère marine et s'appuient sur les données de densité des pieds, les caractéristiques morphologiques des feuilles et les biomasses foliaires et racinaires.

3.5.1. Vitalité de l'herbier

3.5.1.1. Densité des pieds

Le nombre de pieds comptabilisés au sein des quadrats (comptage simple et prélèvements de mattes) sur chacune des stations est présenté dans le Tableau 70 et sur les Figure 208 et Figure 209. Sur ZM_1, la densité moyenne de l'herbier est de 120 pieds/m², sur ZM_2 elle est de 68 pieds/m² et sur ZM_3 elle atteint 128 pieds/m².

Tableau 70. Nombre de pieds comptabilisés au sein des 3 quadrats de chaque station (ZM_1 à ZM_3).

Type de comptage	Station	N° de quadrat	Surface (m²)	Nombre de pieds
Quadrat	ZM_1	3	0,1	7
Quadrat	ZM_1	6	0,1	11
Quadrat	ZM_1	9	0,1	16
Matte	ZM_1	4	0,1	13
Matte	ZM_1	7	0,1	13
Quadrat	ZM_2	3	0,1	6
Quadrat	ZM_2	6	0,1	4
Quadrat	ZM_2	9	0,1	5
Matte	ZM_2	4	0,1	14
Matte	ZM_2	7	0,1	5
Quadrat	ZM_3	3	0,1	7
Quadrat	ZM_3	6	0,1	12
Quadrat	ZM_3	9	0,1	17
Matte	ZM_3	4	0,1	24
Matte	ZM_3	7	0,1	4

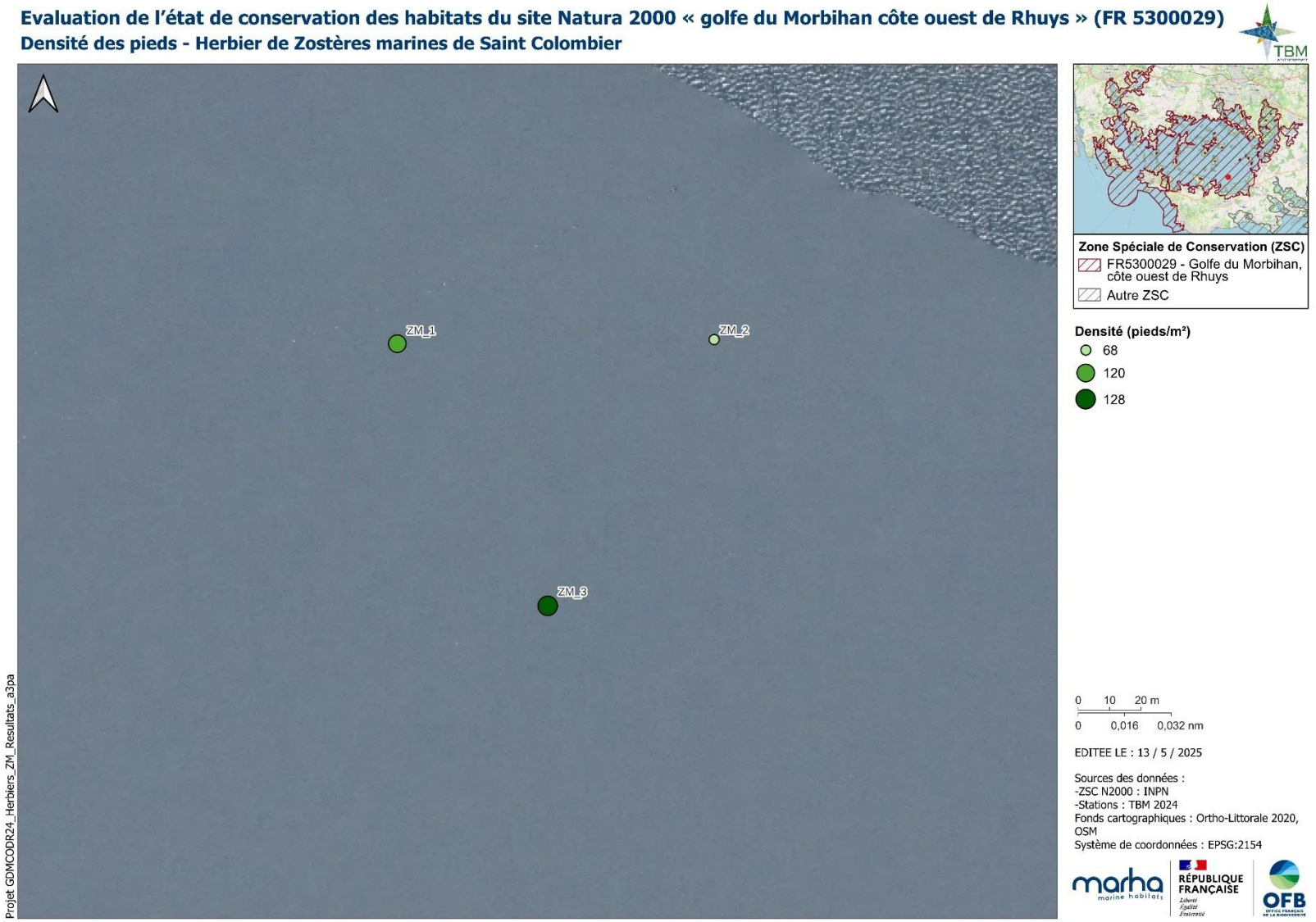


Figure 208. Densité des pieds de zostère marine (pieds/m²) sur l'herbier de Saint Colombier en 2024 – TBM environnement, 2024 .

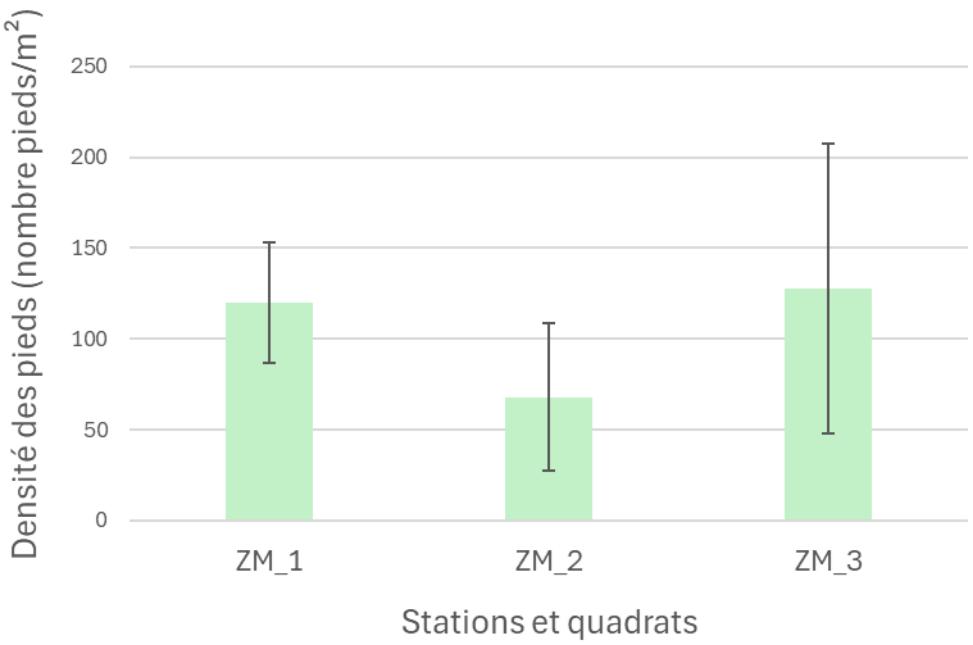


Figure 209. Densité moyenne des pieds de zostère marine (pieds/m²) sur les stations échantillonnées à Saint Colombier en 2024.

3.5.1.2. Caractéristiques foliaires

L'ensemble des paramètres qui ont été mesurés sur les pieds de *Zostera marina* permettent d'évaluer sa vitalité. La Figure 210 présente la largeur moyenne de la limbe (en mm) des feuilles de zostère marine en fonction de la station et du quadrat de prélèvement. Les valeurs oscillent entre 5,0 ± 1,4 mm sur ZM_3 (quadrat 4, station ZM_3) et 7,1 ± 1,5 mm sur ZM_1 (quadrat 4, station ZM_1).

La Figure 211 présente la longueur maximale moyenne du limbe des feuilles de zostère marine (en mm). Cette dernière est comprise entre 256 ± 106 mm sur ZM_3 (quadrat 7) et 426 ± 194 mm sur ZM_1 (quadrat 7). Seules les feuilles dont l'apex était intact ont été comptabilisées dans cette analyse.

Enfin, la Figure 212 illustre le nombre de feuilles par pied de zostère marine. Ce dernier est compris entre 4,4 ± 1,1 feuilles sur ZM_2 (quadrat 4) et 7,6 ± 4,3 feuilles sur ZM_2 (quadrat 7).

De manière générale, les paramètres biométriques foliaires sont relativement homogènes sur les trois stations. Les feuilles de la station ZM_3 semblent toutefois légèrement moins larges et moins longues que sur les deux autres stations. Le nombre de feuilles par pied est un paramètre beaucoup plus variable, même au sein d'une même station.

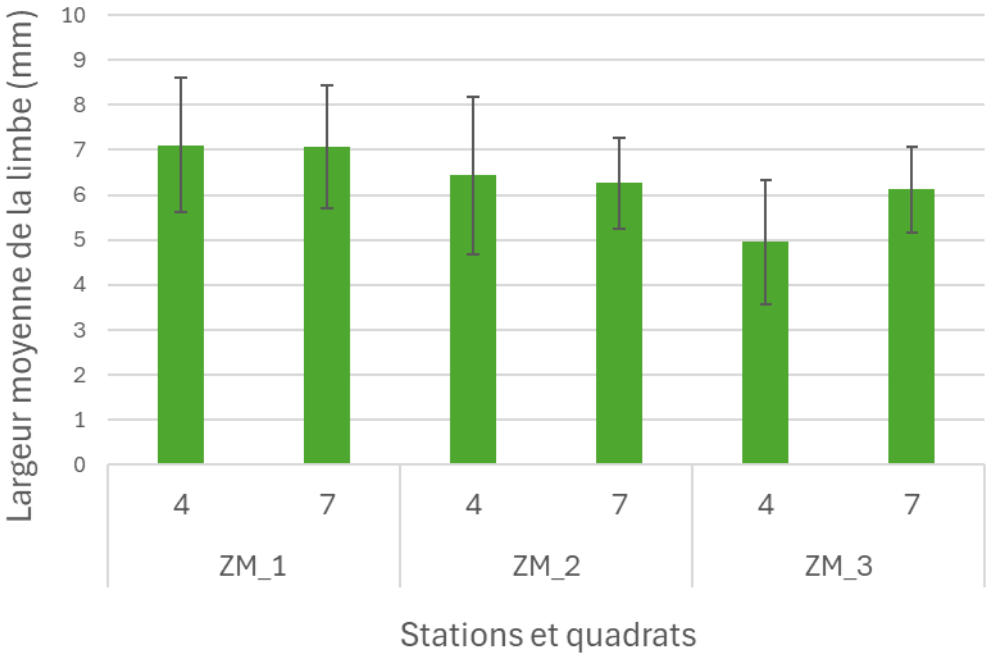


Figure 210. Largeur moyenne (mm) du limbe des feuilles de zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024.

Figure 211. Longueur maximale moyenne (mm) de la limbe des feuilles de zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024.

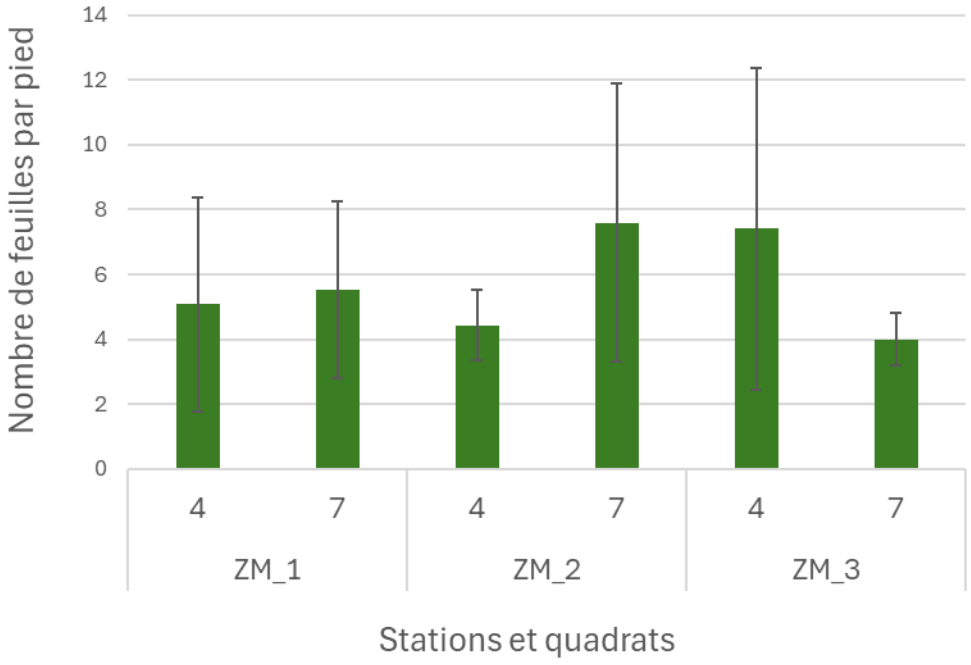


Figure 212. Nombre moyen de feuilles par pied de zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024.

3.5.1.3. Biomasse foliaire et racinaire

La biomasse foliaire est présentée sur la Figure 213 et rassemble les poids secs des gaines et des limbes. La biomasse des parties aériennes est comprise entre 10 g/m² et 83 g/m². Ces deux valeurs extrêmes ont toutes deux été collectées sur la station ZM_3.

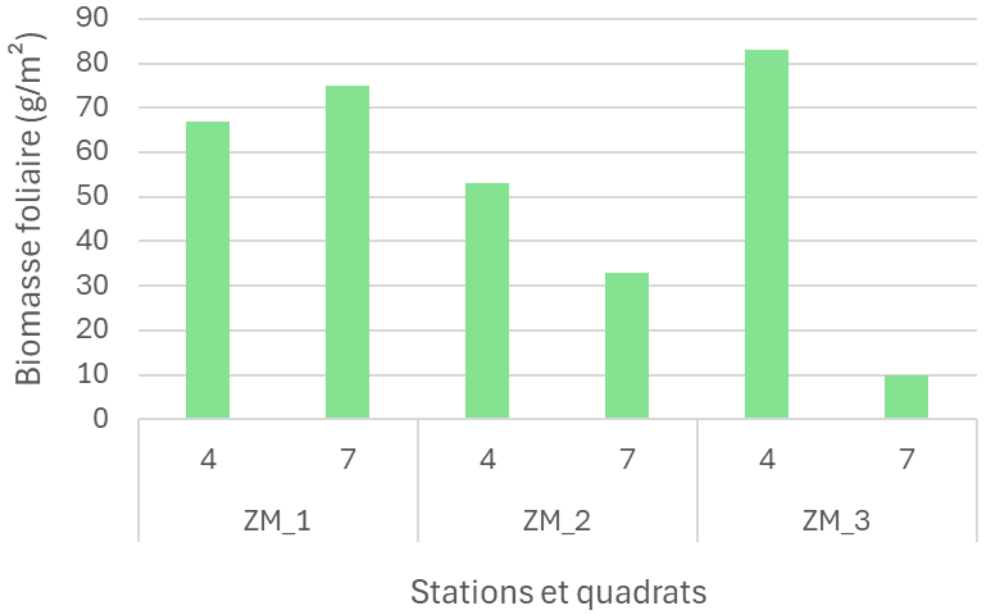


Figure 213. Biomasse foliaire (g/m²) des parties aériennes des zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024.

La biomasse du système racinaire est présentée sur la Figure 214. Elle varie entre 51 g/m² sur ZM_3 (quadrat 7) et 190 g/m² sur ZM_1 (quadrat 7).

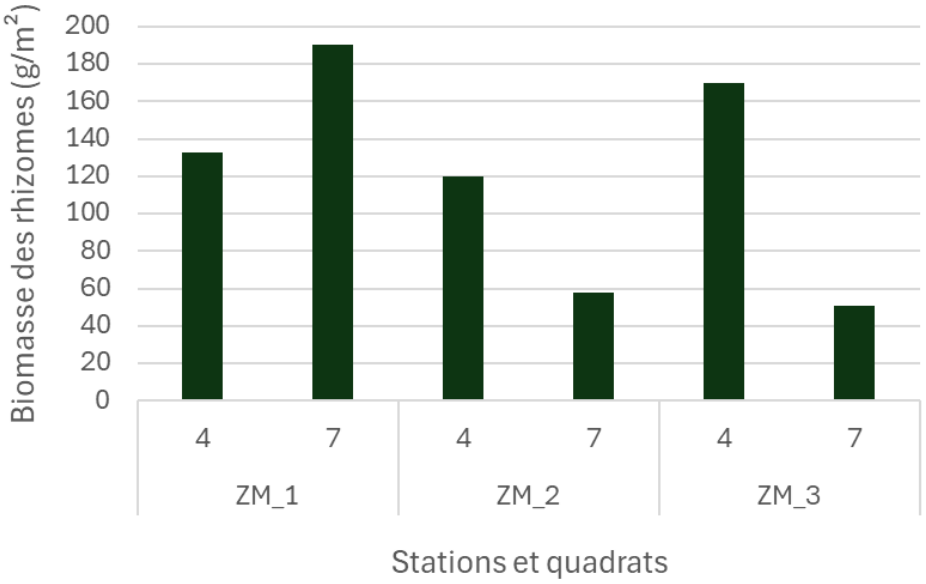


Figure 214. Biomasse des rhizomes (g/m²) des parties sous-terraines des zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024.

3.5.1.4. Macro-algues

La biomasse des macro-algues échantillonnées sur les stations ZM_1 à ZM_3 est présentée sur la Figure 215. Les macro-algues brunes sont quasiment absentes des stations ZM_1 et ZM_2 mais atteignent une biomasse de 32 g/m² sur ZM_3 (quadrat 7). Les algues rouges sont présentes sur chaque station et atteignent une densité maximale de 50 g/m² sur la station ZM_2 (quadrat 7). Enfin, les algues vertes sont également présentes sur chaque station et atteignent une densité maximale de 56 g/m² sur ZM_2 (quadrat 4).

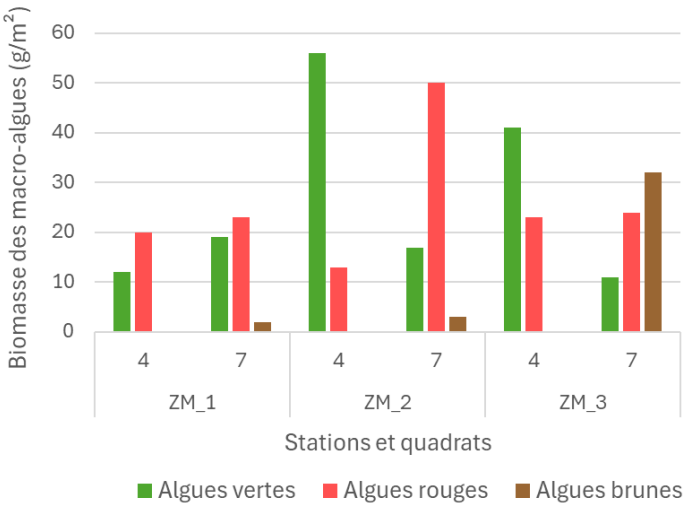


Figure 215. Biomasse des macro-algues (g/m²) associées aux zostères marines échantillonnées à Saint Colombier en 2024.

3.5.1.5. Degré d'atteinte par la maladie du dépérissement (échantillon de 10 pieds)

Le pourcentage de couverture des limbes par des zones noires, voire blanches, a été déterminé pour chaque feuille et désigne le degré d'atteinte par la maladie du dépérissement. En moyenne, 9 % de la surface des feuilles de zostères marines sur les stations ZM_1 et ZM_2 sont atteintes par des signes de dépérissement. Sur la station ZM_3, seulement 1 % de la surface des feuilles est atteint.

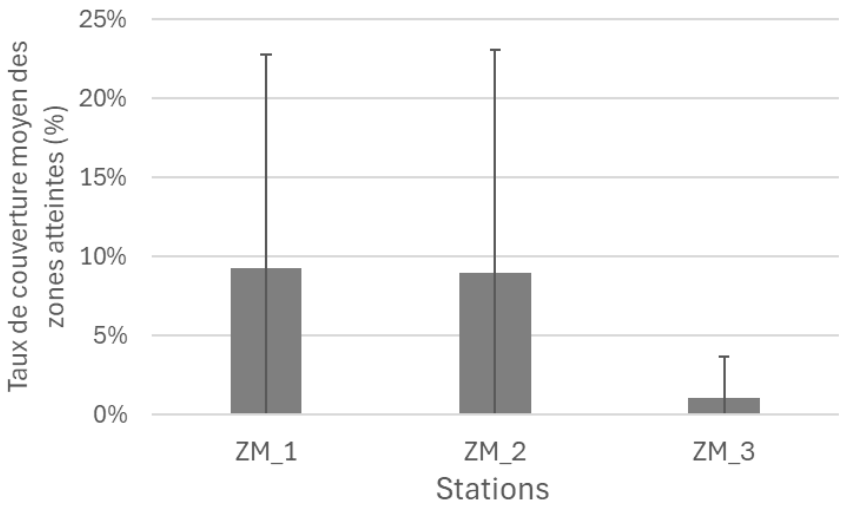


Figure 216. Taux de couverture (%) moyen des feuilles de zostères par des zones atteintes, sur le site de Saint Colombier en 2024.

3.5.1.6. Epibiontes

La biomasse des épibiontes a été estimée sur les trois stations (ZM_1 à ZM_3). Elle est estimée au travers du poids sec sans cendres (PSSC) et est exprimée en g (Figure 217). Le poids sec sans cendres des épibiontes est égal à 0,05 g sur ZM_3 et à 0,02 g sur ZM_2 et ZM_1.

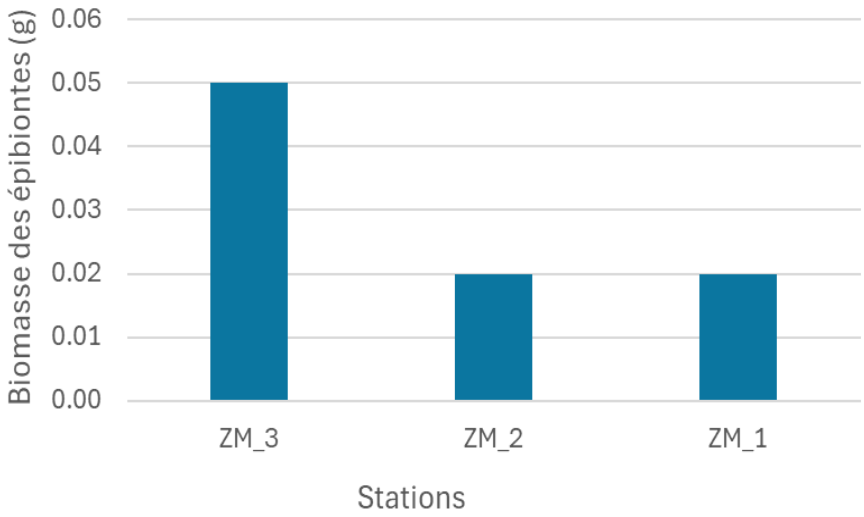


Figure 217. Biomasse des épibiontes (g), estimée comme le poids sec sans cendres, relevée sur les feuilles de zostères marines à Saint Colombier en 2024.

3.5.2. Comparaison aux données des suivis antérieurs

<u>Rapport de Rollet et Bernard Classement des masses d'eau du littoral Manche-Atlantique sur la base de l'indicateur DCE « Angiospermes » (2018-2023)</u>

Le rapport de Rollet et Bernard (2024) présente une analyse du suivi de la densité des pousses de *Zostera marina* (pousses/m²) au sein des herbiers d'Arradon entre 2004 et 2023 et de Toulindac entre 2019 et 2023 (Golfe du Morbihan). Les données sont présentées sur la Figure 218, extraite dudit rapport.

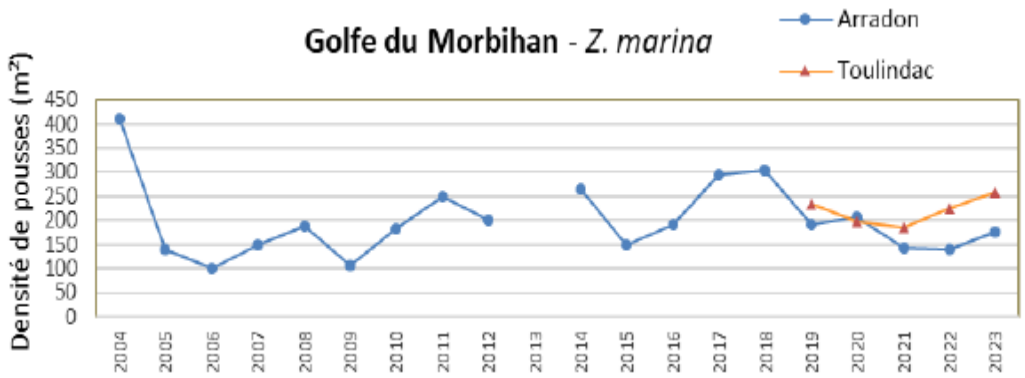


Figure 218. Suivi de la densité des pousses de Zostera marina sur Arradon et Toulindac, d'après le rapport de (Rollet and Bernard, 2024)

Sur l'herbier d'Arradon, les densités de pousses ont varié entre 99 pousses/m², en 2006, et environ 410 pousses/m², en 2004. Sur l'herbier de Toulindac, échantillonné depuis 2019, les valeurs ont oscillé entre 200 et 250 pousses/m².

En comparaison, les valeurs de densité de l'herbier de Saint Colombier varient entre 68 et 128 pieds/m², des valeurs inférieures à celles relevées à Toulindac et parmi les plus basses mesurées sur l'herbier d'Arradon. Ces observations suggèrent que l'herbier de Saint Colombier est moins dense et probablement plus fragmenté que les deux herbiers bénéficiant d'un suivi pérenne dans le Golfe. Les faibles densités observées pourraient être liées aux anciennes campagnes de dragage menées sur la zone. Ces dernières pourraient expliquer la faible dynamique de recolonisation de l'herbier.

Entre 2018 et 2023, l'indicateur DCE « Angiospermes » pour la masse d'eau du Golfe du Morbihan a révélé un bon état, une tendance qui semble également se refléter dans l'herbier de Saint-Colombier.

Rapport du Rebent – Suivi stationnel des herbiers à Zostera marina – Année 2011

Les autres paramètres de vitalité de l'herbier ont également été renseignés sur l'herbier d'Arradon et sont disponibles sur la période 2004-2011, au sein du rapport de Hily (2012). Ces paramètres sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 71), en parallèle des valeurs relevées sur l'herbier de Saint Colombier.

Les paramètres de vitalité de l'herbier de Saint-Colombier sont relativement proches de ceux d'Arradon et évoluent au sein de gammes de variation comparables. Il est à noter que le taux de recouvrement des feuilles par des signes de maladie est relativement faible sur Saint Colombier.

Tableau 71. Comparaison des données de vitalité des herbiers d'Arradon et de Saint-Colombier.

Station de suivi	Largeur moyenne des feuilles (mm)	Longueur maximale des feuilles (mm)	Nombre de feuilles par pied	Biomasse foliaire ($g.m^{-2}$)	Biomasse racinaire ($g.m^{-2}$)	Taux moyen de maladie par feuille (%)
Arradon (2004 – 2011) (gamme de variation interannuelle)	3,80 – 5,87	182 - 319	2,90 – 4,76	17,98 – 81,50	36,31 – 244,23	2,40-17,70
Saint-Colombier (2024) (gamme de variation inter-station)	4,96 – 7,10	256 – 426	4,0 – 7,41	10 - 83	51 - 190	1 - 9

3.5.3. Habitats et espèces à enjeu de conservation

Aucun prélèvement de faune n'a été réalisé au sein de cet habitat. Les herbiers de zostères marines font partie des espèces menacées et sont protégées au titre de la Convention de Berne (pour les zostères en Méditerranée) ; de la Loi de la Littoral et sont également listées par la Convention OSPAR comme habitat menacé et/ou en déclin. Par ailleurs, dans le Golfe du Morbihan, les herbiers à zostère marine constituent un enjeu de conservation prioritaire du réseau Natura 2000 et composent de plusieurs HIC (1110, 1140, 1160). Enfin, le code de l'urbanisme (article R121-4) fixe un principe de protection des herbiers au titre de leur intérêt patrimonial, écologique et biologique.

3.5.4. Etat de conservation

L'état de conservation de l'herbier de zostère marine de Saint Colombier est évalué selon les descripteurs propres à l'habitat 5 bis- Herbiers à *Zostera marina* (infralittoral) 1110-1, 1160 proposés par Lepareur (2011) (Tableau 72).

La somme totale des scores des 14 métriques évaluées est de 18 (13 favorables, 2 légèrement dégradés, 1 dégradé). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1,3 et décrit un état de conservation de l'herbier qualifié de **favorable**.

En 20 ans, la superficie de l'herbier de Saint Colombier a augmenté de 153 ha. La comparaison aux données collectées lors des suivis du REBENT effectués sur les herbiers d'Arradon et de Toulindac, situés au sein du Golfe du Morbihan, n'a pas mis pas en évidence de différences majeures entre les paramètres de la biomasse foliaire. Toutefois, l'herbier de Saint Colombier est moins dense et probablement plus fragmenté que les deux herbiers bénéficiant d'un suivi pérenne dans le Golfe. Ces faibles densités observées pourraient être liées aux anciennes campagnes de dragage menées sur la zone. Concernant les paramètres de menace et de pression, l'herbier de zostère marine apparait comme peu artificialisé et faiblement remanié. Néanmoins, l'herbier étant situé à proximité de la baie de Sarzeau, les pollutions d'origine anthropiques sont possibles (rejets urbains). En outre, les algues vertes opportunistes recouvrent une part significative (50 %) du sédiment situé entre les pieds de zostère et peuvent altérer la croissance de l'herbier. Hormis la densité de l'herbier, les métriques mesurées ne présentent pas d'écarts majeurs par rapport aux valeurs relevées sur les herbiers de *Zostera marina* suivis au sein du Golfe, où l'état de l'indicateur « angiospermes » est qualifié de bon.

L'état de conservation général de l'herbier est évalué comme **favorable**. Il apparait toutefois moins dense que les herbiers suivis dans le golfe et abrite une forte couverture d'algues opportunistes. Il est recommandé de suivre la temporalité de leur couverture et d'évaluer son épaisseur.

Tableau 72. Evaluation de l'état de conservation de l'herbier de Zostera marina de Saint Colombier (d'après la méthode de Lepareur, 2011). Les données antérieures correspondent aux données cartographiques produites par TBM environnement (Bernard and Chauvaud, 2002; TBM environnement et i-Sea, 2023), pour la métrique surface, ainsi qu'aux suivis de Hily (2012) et Rollet et Bernard (2024) sur les herbiers d'Arradon et de Toulindac (seulement pour la densité de pousses). Les gammes de valeurs présentées indiquent les valeurs minimales et maximales sur la période considérée. Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie. F = favorable, LD = légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (Saint Colombier)	Argumentaire	Notation de la métrique
Surface de l'habitat	**Surface**	Herbier	Surface en ha	Vérité terrain	En 2002 : **485,8** ha (Cartographie des habitats du Golfe du Morbihan, TBM environnement, 2002)	En 2022 : **639,0** ha (Cartographie des herbiers du Golfe du Morbihan,TBM environnement and i-Sea, 2023)	Augmentation de la surface occupée par l'herbier	F
Structure et fonctions de l'habitat	Couverture de l'herbier	Herbier	Fragmentation	Observation	*Non disponible*	Moyenne (tâches de sédiment inférieures à la surface occupée par l'herbier)	L'herbier est globalement peu fragmenté	F
	Vitalité de l'herbier	Zostère	Densité des pousses	Prélèvement de la matte et comptage en quadrat	***Arradon entre 2004 - 2011*** : **99 - 410** pousses/m². / ***Toulindac entre 2019 et 2023*** : **190 – 250** pousses/m²	**68 - 128** pousses/m²	L'herbier de Saint Colombier est moins dense que ceux d'Arradon et Toulindac	LD
			Biomasse des organes sous-terrains et aériens		***Arradon entre 2004 et 2011 :*** -Biomasse foliaire : **17,98 - 81,50** g/m²; et: **41,70** g/m² en 2011; - Biomasse racinaire : **36,31 - 244,23** g/m²; **244,23** g/m² en 2011	- Biomasse foliaire : **10 - 83** g/m²; - Biomasse racinaire : **51 - 190** g/m².	Pas de différences majeures	F
			Biométrie foliaire		***Arradon entre 2004 et 2011 :*** - Largeur des limbes: **3,80 - 5,87** mm et **5,52** mm en 2011; - Longueur maximale des limbes : **182 - 319** mm et **319** mm en 2011; - Nombre de feuilles par pied **2,90 - 4,76** feuilles et: **3,45** feuilles en 2011.	- Largeur des limbes : **5,0 - 7,1** mm; - Longueur maximale : **256 - 426** mm; - Nombre de feuilles par pied : **4,4 à 7,6** feuilles.	Pas de différences majeures	F
		Zostère	Biomasse des épibiontes	Prélèvement de la matte et comptage en quadrat	*Non disponible*	0,02 à 0,05 g par feuille	Peu d'épibiontes	F
					Arradon entre 2004 et 2011 : *2,40 - 17,70 % de la surface des feuilles atteintes; 8,79 % de la surface des feuilles sont atteintes en 2011.*	1-9 % de la surface des feuilles atteinte	Pas de différences majeures	F

Tableau 72. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures	Données du suivi 2024 (Saint Colombier)	Argumentaire	Notation de la métrique
Structure et fonctions de l'habitat	Espèces associées	Macro-algues	Biomasse	Prélèvement des spécimens	*Non disponible*	Algues rouges : 13 à 50 g/m²; Algues vertes : 11 à 56 g/m² ; Algues brunes : 0 à 32 g/m²	Pas de données sur d'autres sites, présence d'algues vertes et rouges	LD
		Faune	Diversité et abondance	Carotte	*Non disponible*	*Non évalué*	-	-
	Substrat	Sédiment	Granulométrie	Carotte	*Non disponible*	*Non évalué*	-	-
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	Degré d'artificialisation	Site	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	*Non disponible*	Aucune structure artificielle n'a été observée à proximité de cette station	Artificialisation faible	F
	Remaniement sédiments (traces/sillons)	Sédiment	Pourcentage de sédiments remaniés	Observation	*Non disponible*	Lors des plongées, aucune trace de remaniement des sédiments n'a été observée	Remaniement probablement très sporadique	F
	Sources potentielles de nuisances proches	Site	Présence/absence d'urbanisme, de cours d'eau, de ports …	Imagerie satellitaire	*Non disponible*	Cette station est située à proximité de la commune de Sarzeau	Pollutions d'origine anthropique possibles	F

Tableau 72. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données antérieures *	Données du suivi 2024 (Saint Colombier)	Argumentaire	Notation de la métrique
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	Algues vertes opportunistes (*Uva, Enteromorpha, Cladophora)*	Sédiment	Superficie de recouvrement	Observation	*Non disponible*	Les algues opportunistes recouvrent environ 50 % des sédiments	Les algues opportunistes couvrent une part significative des sédiments	D
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Site	Présence/absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Benne Day et observation	*Non disponible*	Aucun macrodéchet n'a été prélevé ou observé au cours du suivi 2024	Aucun macrodéchet recensé	F
	Traces d'hydrocarbures	Site	Pourcentage de sédiments pollués	Observation	*Non disponible*	Aucune trace d'hydrocarbures n'a été observée sur site au cours du suivi 2024	Aucune trace d'hydrocarbures recensée	F
	Pollution des eaux	Site	Ambi	Benne Day	*Non disponible*	Aucun prélèvement de faune permettant de calculer des indices Ambi n'a été réalisé lors du suivi de 2024	-	-

3.6.Suivi des bancs de maërl

3.6.1. Campagne de prospection par points caméra

À l'issue de la campagne de prospection, neuf stations de suivi ont été sélectionnées :

- 1 sur le banc de Er Gazeg,
- 4 sur le banc d'Abraham,
- 1 sur le banc Gravellic,
- 3 sur le banc de l'île de Radenec.

Sur chacun de ces bancs, une station a également été suivie pour l'application du protocole de suivi par photo-interprétation, en plongée. Le détail de la sélection de stations est présenté ci-après.

3.6.1.1. Er Gazeg

Le maërl présent dans le secteur de Er Gazeg est présent en mosaïque avec de la roche, des galets et cailloutis ce qui compromet l'échantillonnage à la benne. Par ailleurs, les taux de recouvrement du maërl y sont faibles (Figure 223). Cependant, une veine de sédiments localisée plus au sud du site a été identifiée, au niveau de la station 39 (notée M4_1). Cette station a donc été retenue pour les campagnes d'échantillonnage et de photo-interprétation.

Lors de la campagne de prélèvements, deux points supplémentaires, localisés au niveau de Er Gazeg ont fait l'objet de point caméra (M4_2 et M4_2bis). Les bancs de maërl présentant un faible recouvrement, aucun échantillonnage n'a été réalisé. Des illustrations sont présentées sur la Figure 21920.

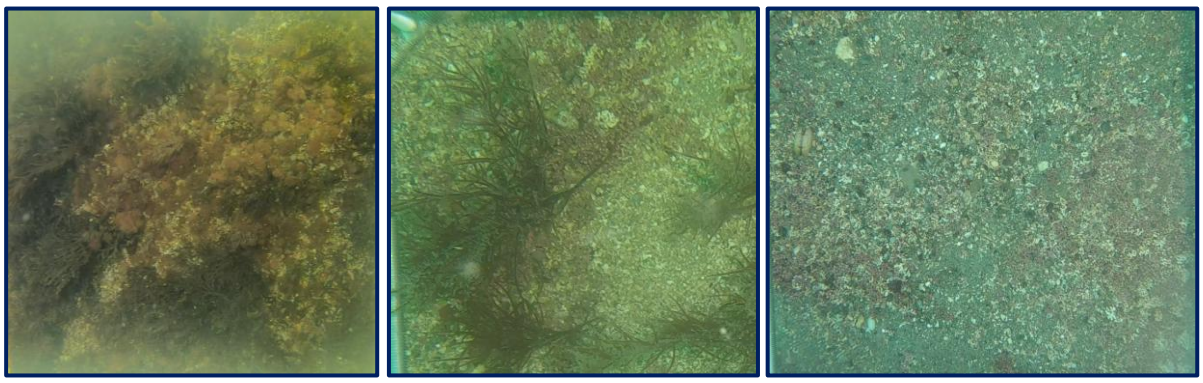


Figure 219. Banc de maërl d'Er Gazeg (© TBM environnement).

3.6.1.1. Baie d'Abraham – Presqu'île de Rhuys

Ce banc présente une particularité, il se compose au large de maërl branchu avec une faible vitalité et à la côte de maërl boule avec une forte vitalité. La présence de ces deux types de maërl a été confirmée par Jacques Grall. Le maërl boule identifié n'appartient pas à la même espèce que celle identifiée en rade de Brest. Ainsi, quatre stations de suivi ont été proposées : deux stations au niveau du maërl branchu et deux stations au niveau du maërl boule (Figure 224). Le maërl observé sur le site est présenté sur la Figure 2201.

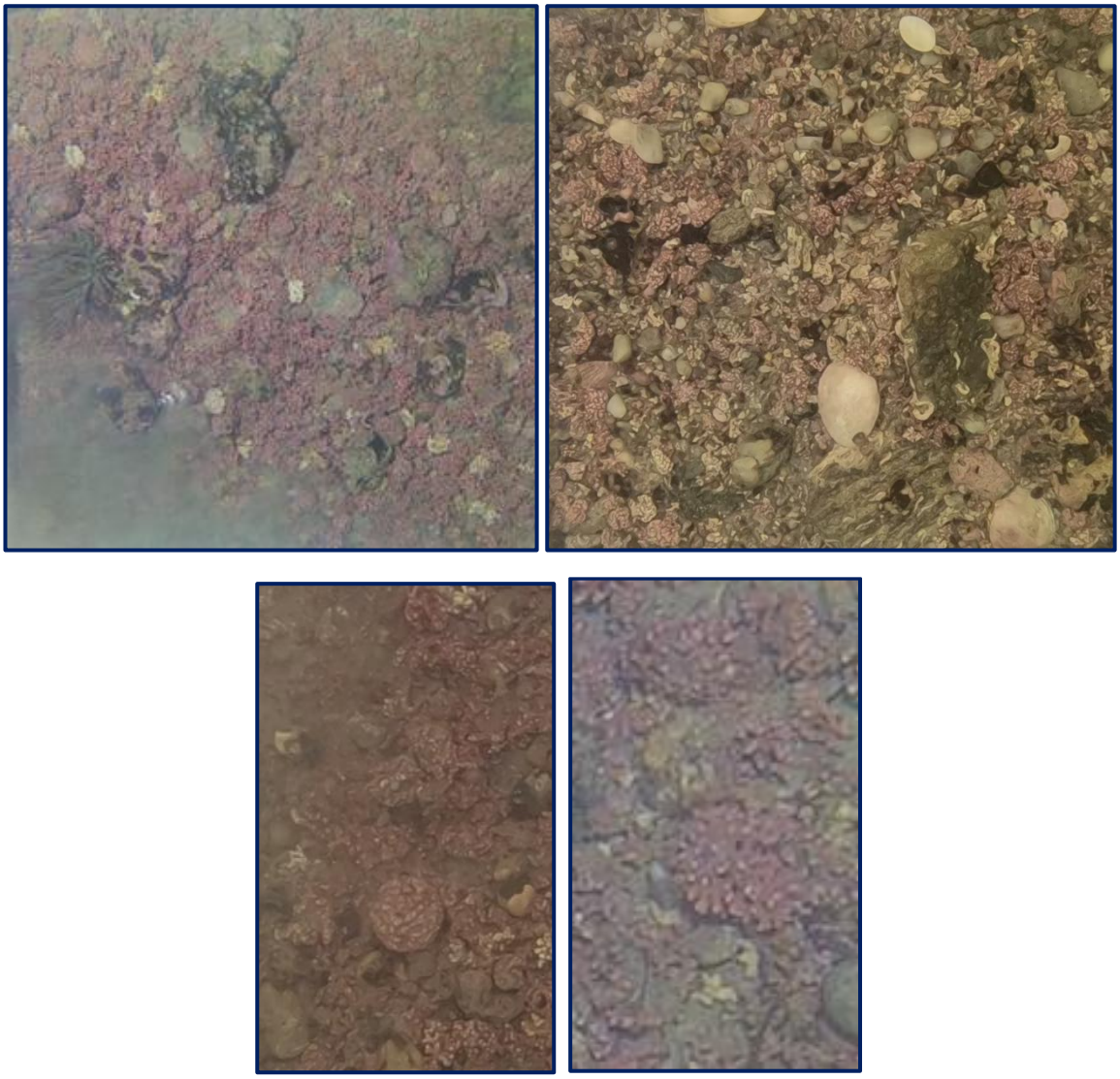


Figure 220. Banc de maërl de la baie d'Abraham. En bas à gauche : maërl boule et à droite : maërl branchu (© TBM environnement).

3.6.1.2. Île de Radenec

Les points caméras réalisés en mars montrent que le banc est plus étendu que sur les autres secteurs. Trois stations peuvent être positionnées dans les bancs présentant les plus forts taux de recouvrement (Figure 225). Pour le suivi par photo-interprétation, la station située au Nord a été retenue (Figure 225). Le maërl observé sur le site est présenté sur la Figure 221.

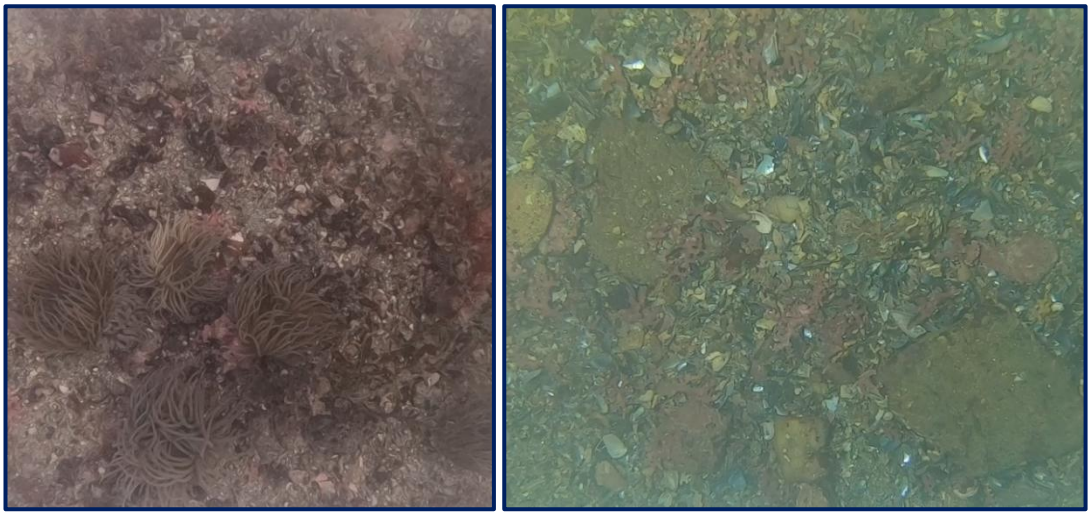


Figure 221. Banc de maërl de Radenec (© TBM environnement).

3.6.1.3. Le Gravellic

Les points caméra réalisés mettent en évidence un banc de maërl restreint. Il paraît difficile de positionner 3 stations de suivi dans ce secteur d'autant plus que les sédiments présents sont majoritairement des galets cailloutis. Aussi, une seule station de suivi a été retenue pour les campagnes d'échantillonnage et de photo-interprétation dans la zone présentant le plus fort recouvrement de maërl (Figure 226). Le maërl observé sur le site est présenté sur la Figure 222.

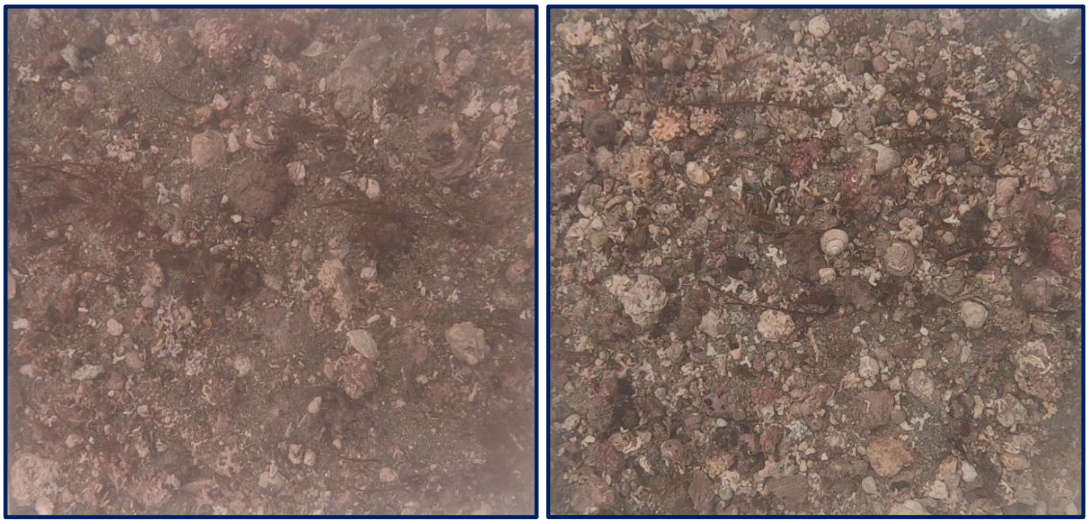


Figure 222. Banc de maërl de Le Gravellic (© TBM environnement).

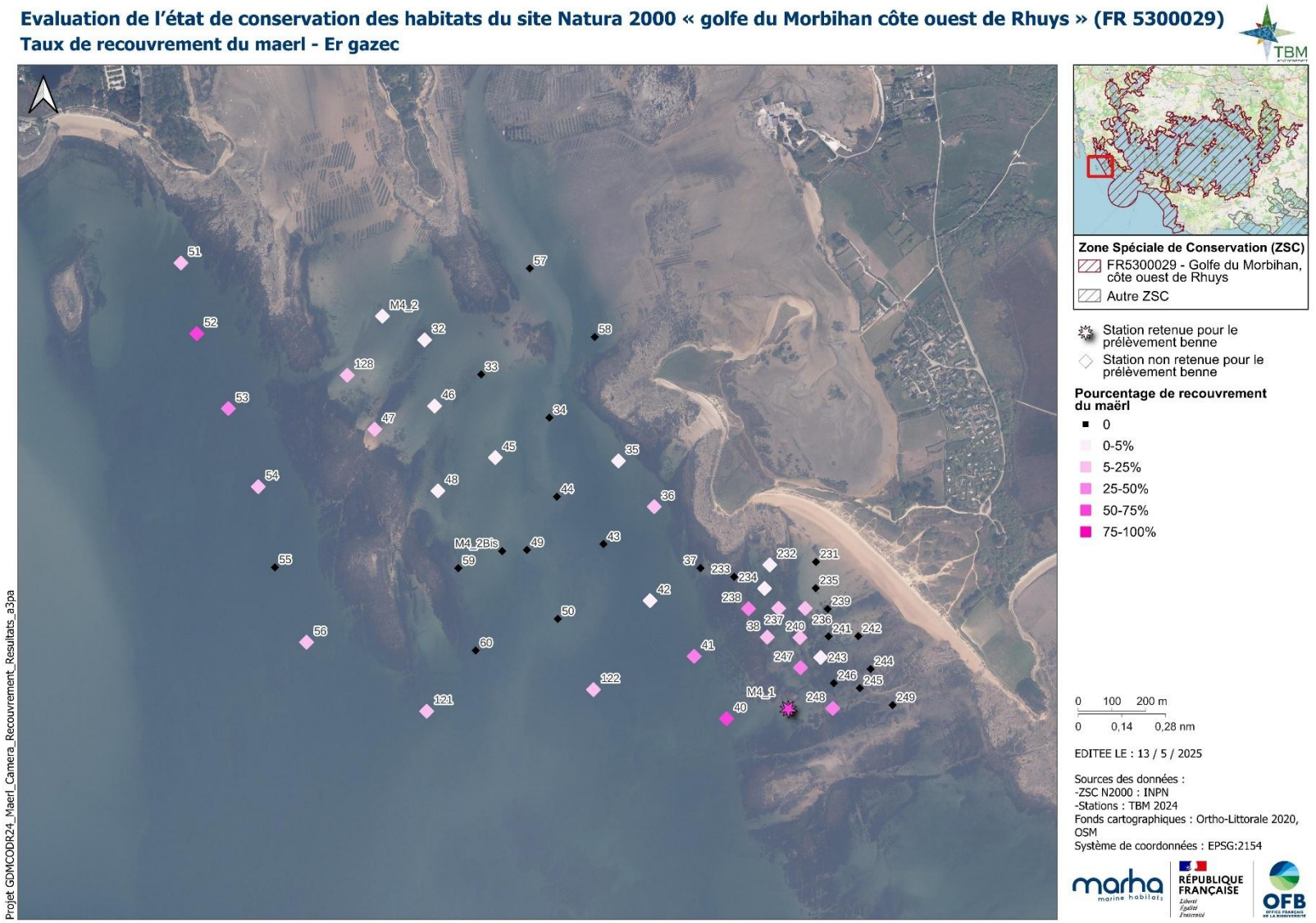


Figure 223 : Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau du banc de Er Gazeg et station retenue pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024.

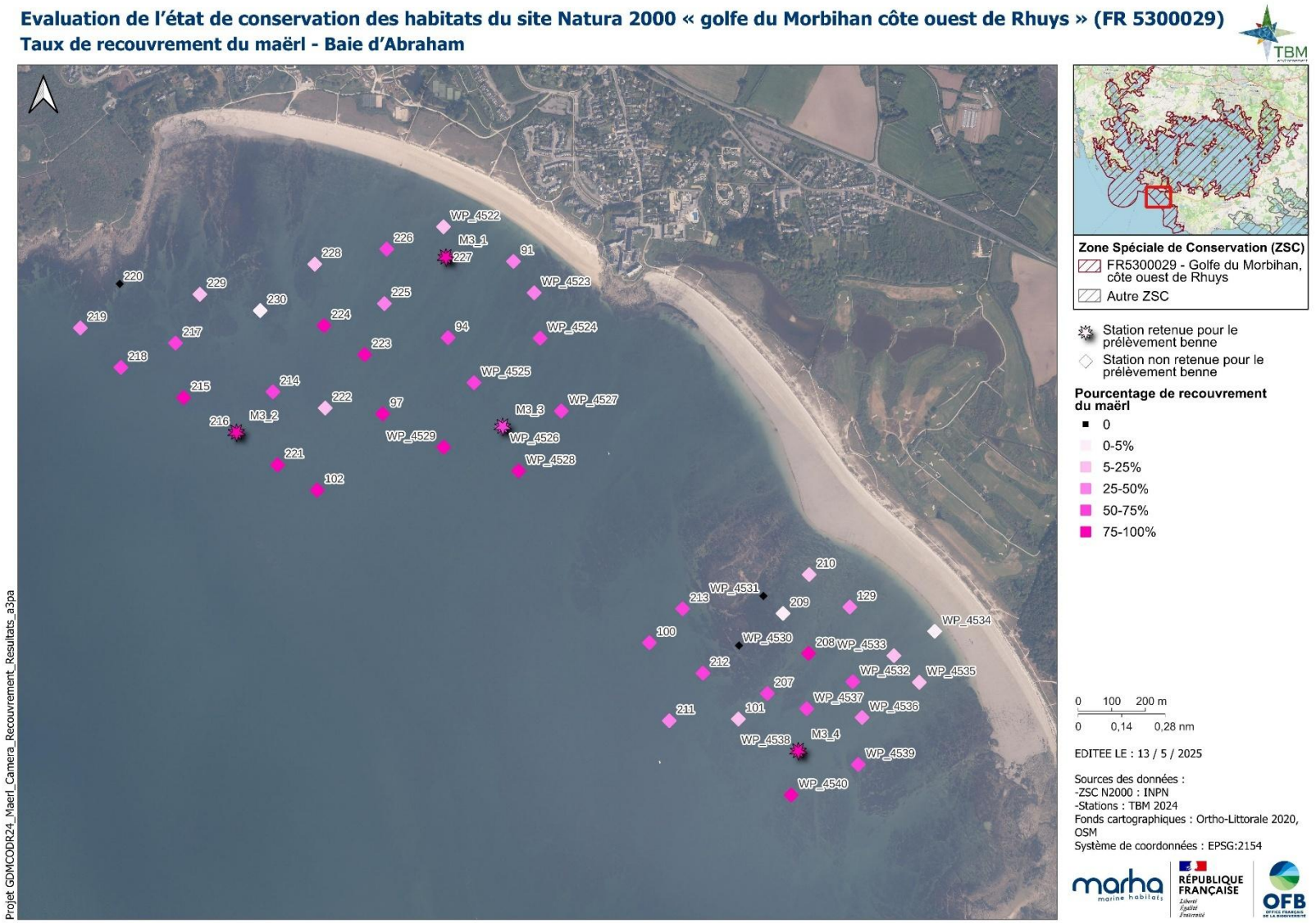


Figure 224. Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau de la baie d'Abraham et stations retenues pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024.

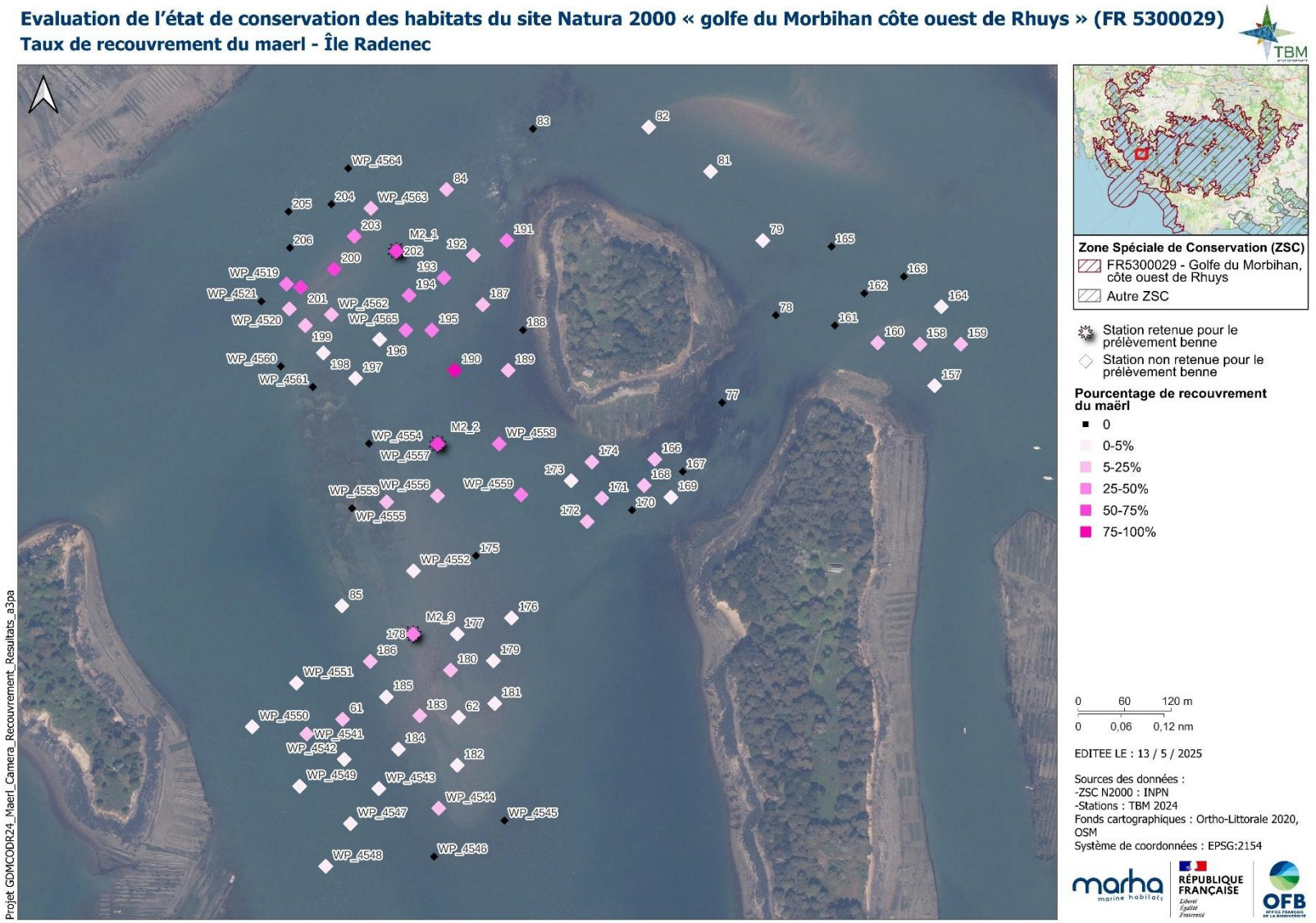


Figure 225. Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau de Radenec et stations retenues pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024.

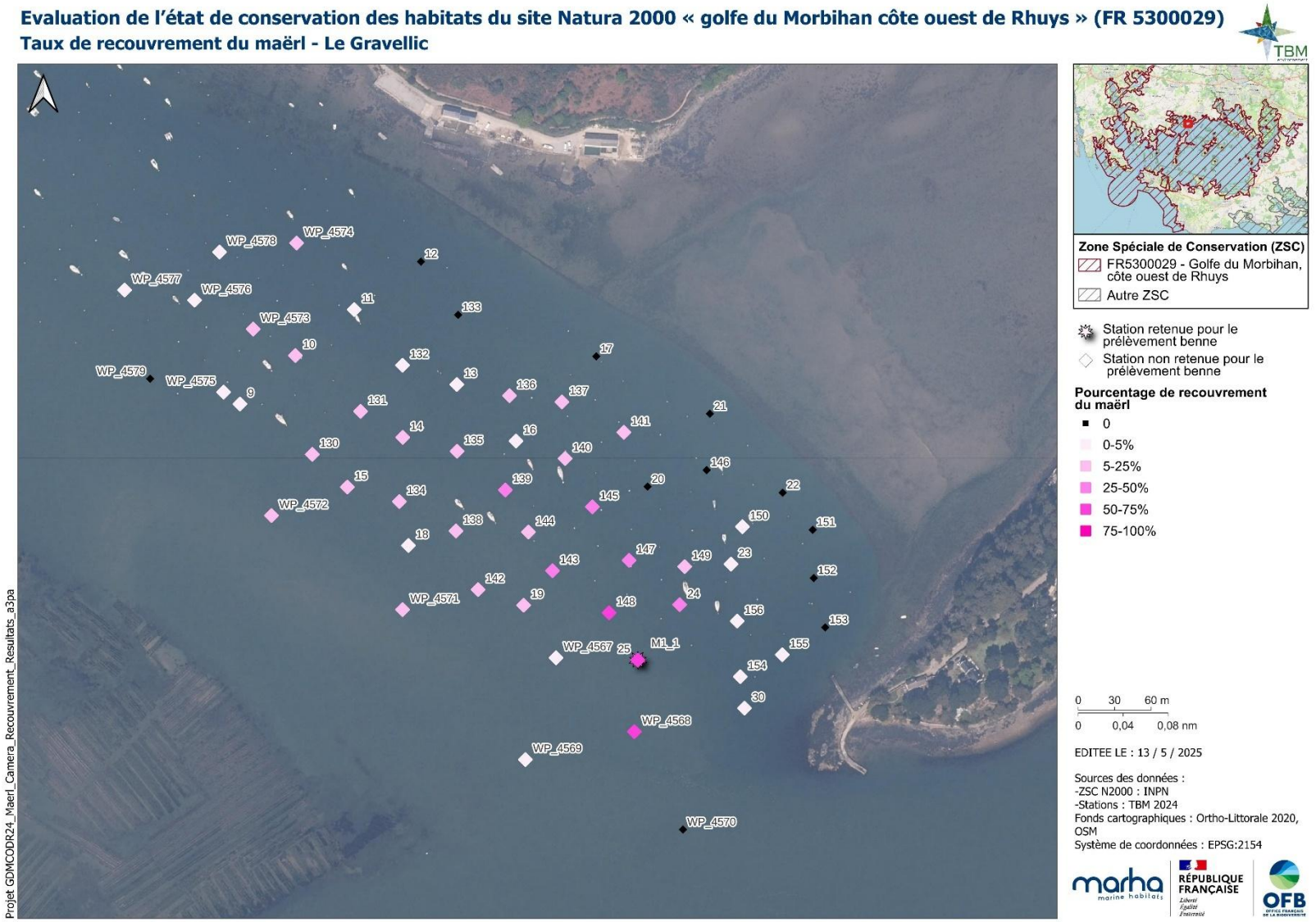


Figure 226. Taux de recouvrement (%) du maërl au niveau de Le Gravellic et stations retenues pour les prélèvements à la benne – TBM environnement, 2024.

3.6.2. Campagne de photo-identification

3.6.2.1. Taux de recouvrement moyen

Les taux de recouvrements moyens des différentes catégories de substrat sont présentés sur la Figure 227. Le banc de maërl de la baie d'Abraham est majoritairement composé de maërl vivant (40 %) ainsi que d'une combinaison de maërl vivant et mort (43 %). Des algues (8 %) sont également régulièrement observées au sein des quadrats, ainsi que du maërl associé à du sédiment (4 %).

Le banc du Gravellic est dominé par une association de maërl mort et vivant (62 %), suivie de maërl mort (15,5 %). La proportion de maërl vivant est peu élevée (4,7 %). Les autres catégories sont minoritaires (< 4,5 %) mais diversifiées et comptent notamment de la faune, des algues, du sédiment, une association des deux, ainsi que des débris coquilliers.

Le banc de Radenec est également dominé par une association de maërl mort et vivant (55 %), suivie de maërl vivant (21,3 %). Du maërl mort en association avec du sédiment est également observé (12 %).

Le banc d'Er Gazeg est dominé par du maërl vivant en association avec du sédiment (30 %) et par du maërl vivant (27,5 %).

Globalement, il apparait que les bancs de maërl étudiés ne sont pas dominés par du maërl vivant pur. Ce dernier est souvent en mélange avec du sédiment sur Er Gazeg ou du maërl mort sur les autres bancs. La proportion de maërl vivant seul est plus faible sur le banc du Gravellic que sur les autres secteurs étudiés.

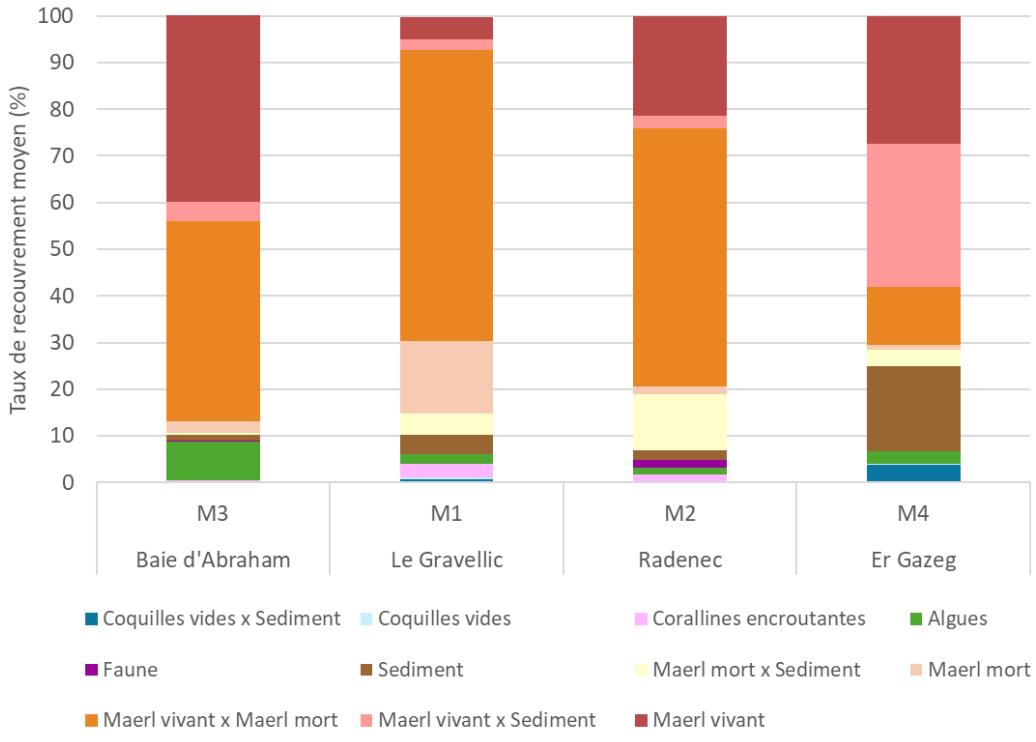


Figure 227. Taux de recouvrement moyen (%) des différentes catégories de substrat.

3.6.2.2. Indice de l'état de santé des bancs de maërl

L'indice d'état de santé des bancs de maërl est présenté dans le Tableau 77. L'indice le plus faible est observé sur le banc de Gravellic et définit un état de santé mauvais. Les autres bancs ont des indices plus élevés, caractéristiques d'un état de santé moyen. Le meilleur état de santé est observé sur le banc d'Er Gazeg.

Les bancs comprenant le plus de maërl vivant sont associés à un meilleur état de santé. Néanmoins, il est à noter que l'indice ne prend pas en compte les catégories « maërl vivant x maërl mort », abondante sur les stations.

La formule de l'indice ne distingue pas la portion de maërl vivant x maërl mort du reste des catégories. Or, les bancs échantillonnés sont largement dominés par cette fraction qui contribue à la complexification et à la structure en trois dimensions de l'habitat. En conséquence, bien que le banc abrite du maërl vivant mêlé à du maërl mort, l'indice indique un état de santé dégradé. Ainsi, nous suggérons d'intégrer cette fraction à la part comptabilisée comme du maërl vivant, plutôt qu'à la part soustraite (%R). L'indice obtenu est appelé *indice moyen corrigé* et est présenté dans le Tableau 73.

Tableau 73. Valeurs seuils utilisées pour définir l'état de santé des bancs de maërl (issu de Bizien et al., 2024).

Banc	Indice moyen	Etat de santé	Indice moyen corrigé	Etat de santé
Baie d'Abraham (M3)	0,4	Moyen	0,9	Très bon
Le Gravellic (M1)	0,1	Mauvais	0,7	Bon
Radenec (M2)	0,3	Moyen	0,8	Bon
Er Gazeg	0,6	Moyen	0,7	Bon

L'état de santé des bancs de maërl est jugé bon à très bon. L'intégration de la fraction de maërl vivant x maërl mort à la part comptabilisée comme du maërl vivant a été validée par les experts. Cette approche se justifie par le rôle essentiel de cette association dans la complexification de l'habitat, ce qui favorise une biodiversité accrue.

3.6.3. Campagne d'échantillonnage

3.6.3.1. Granulométrie

Les données granulométriques sont présentées sur les Figure 228 et Figure 229. Sur l'ensemble des secteurs, les brins de maërl s'accumulent au-dessus d'une matrice sédimentaire dominée par les graviers et les sables grossiers propres.

Sur Gravellic, les sables grossiers représentent 19 % des sédiments et les graviers 74 %.

Sur Radenec, la fraction de graviers varie de 43 à 57 % et celle de sables grossiers de 22 à 40 %. Le reste des sédiments correspond principalement à des sables moyens.

Au niveau du banc d'Abraham, deux matrices sédimentaires sont présentes : une matrice composée de sédiments hétérogènes envasés sur M3_1 et M3_4 et une matrice largement dominée par les graviers

et les sables grossiers sur M3_2 et M3_3. Les stations de sédiments hétérogènes envasés abritent entre 16 et 30 % de vases et 28 à 34 % de sables fins. Les graviers sont également fortement représentés (36 et 38 %).

Enfin, le secteur de Er Gazeg est caractérisé par des sables grossiers (48 %) et des graviers (44 %).

Les différents habitats sédimentaires identifiés sur les stations sont précisés dans le Tableau 74 et les clichés des bennes sont présentés sur la Figure 230.

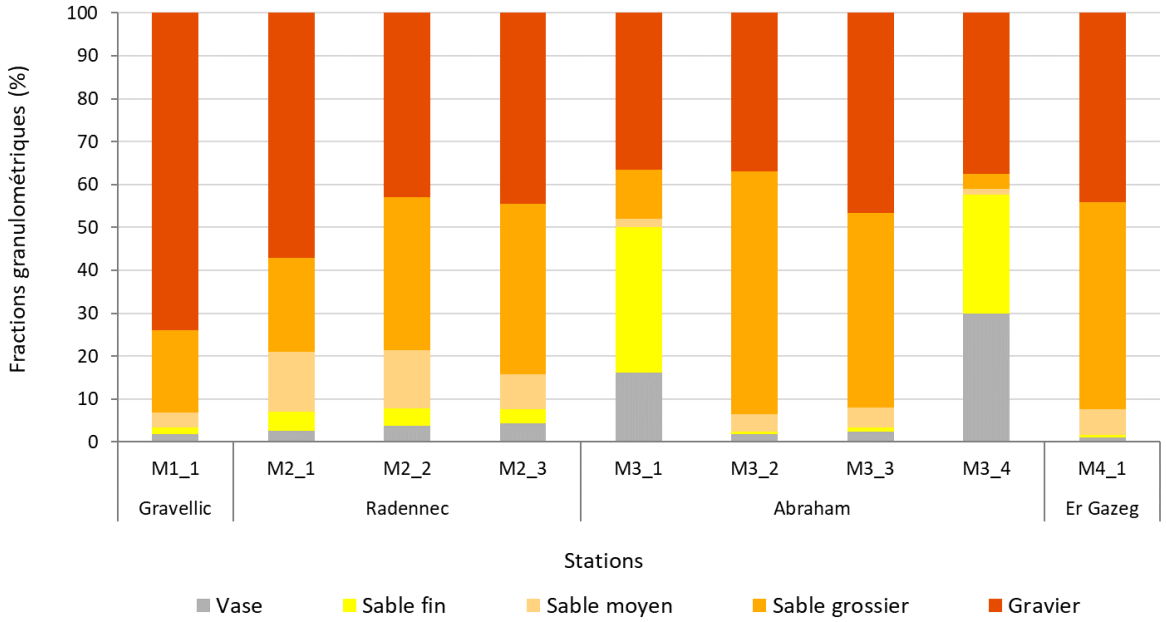


Figure 228. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl du golfe du Morbihan.

Tableau 74. Habitats sédimentaires associés aux stations échantillonnées sur les bancs de maërl.

Secteur	Stations	Habitat sédimentaire
Gravellic	M1_1	Sables grossiers et graviers
Radenec	M2-1	Sables grossiers et graviers
	M2_2	Sables grossiers et graviers
	M2_3	Sables grossiers et graviers
Banc d'Abraham	M3_1	Sédiments hétérogènes envasés
	M3_2	Sables grossiers et graviers
	M3_3	Sables grossiers et graviers
	M3_4	Sédiments hétérogènes envasés
Er Gazeg	M4_1	Sables grossiers et graviers

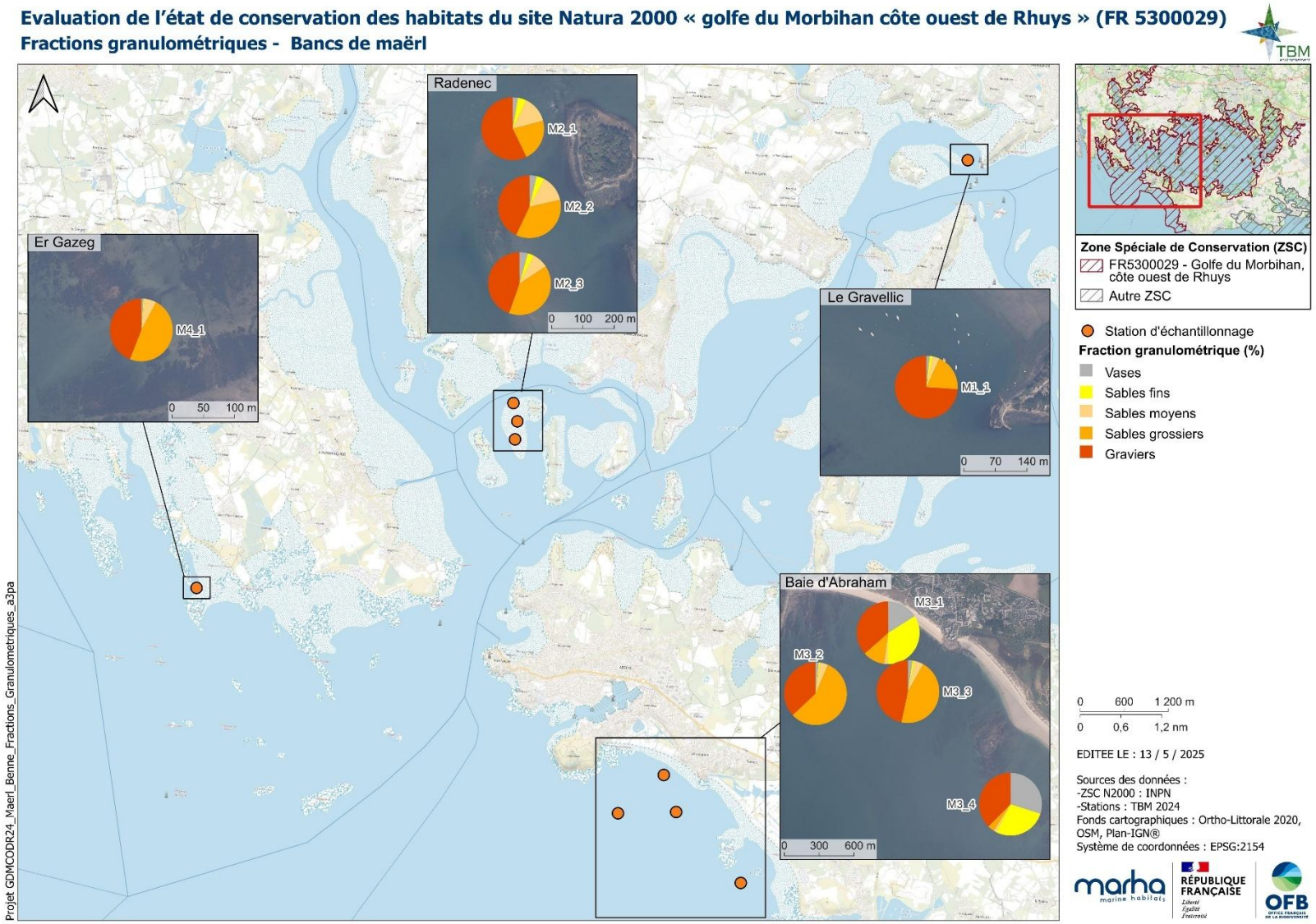


Figure 229. Fractions granulométriques (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl du golfe du Morbihan – TBM environnement, 2024.



Figure 230. De gauche à droite, clichés photographiques des prélèvements de maërl sur les secteurs de Gravellic, Radenec, Abraham et Er Gazeg(© TBM environnement).

3.6.3.2. Matière organique

Les Figure 231 et Figure 232 présentent la teneur en matière organique (%) du sédiment échantillonné sur les bancs de maërl. La plus faible valeur est observée sur le secteur de Er Gazeg (2,0 %), suivie par le secteur de Gravellic (3,3 %). Les teneurs en matière organique sont légèrement plus élevées sur Radenec (3,4 à 4,6 %) mais c'est le secteur du banc d'Abraham qui abrite les plus fortes teneurs, comprises entre 6,0 et 8,2 %.

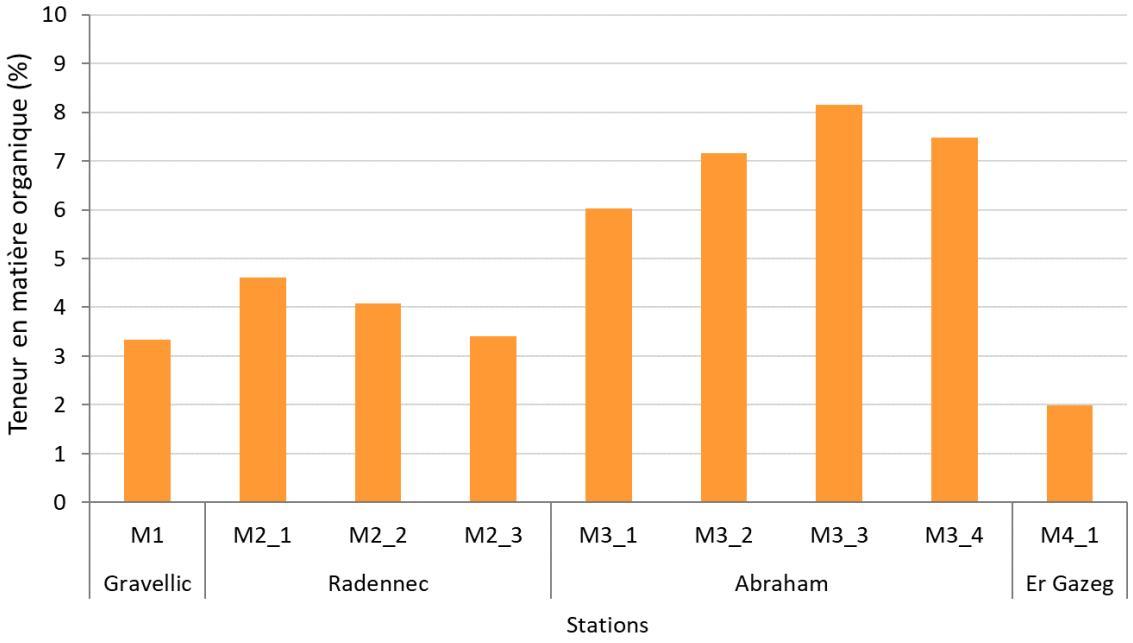


Figure 231. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl.

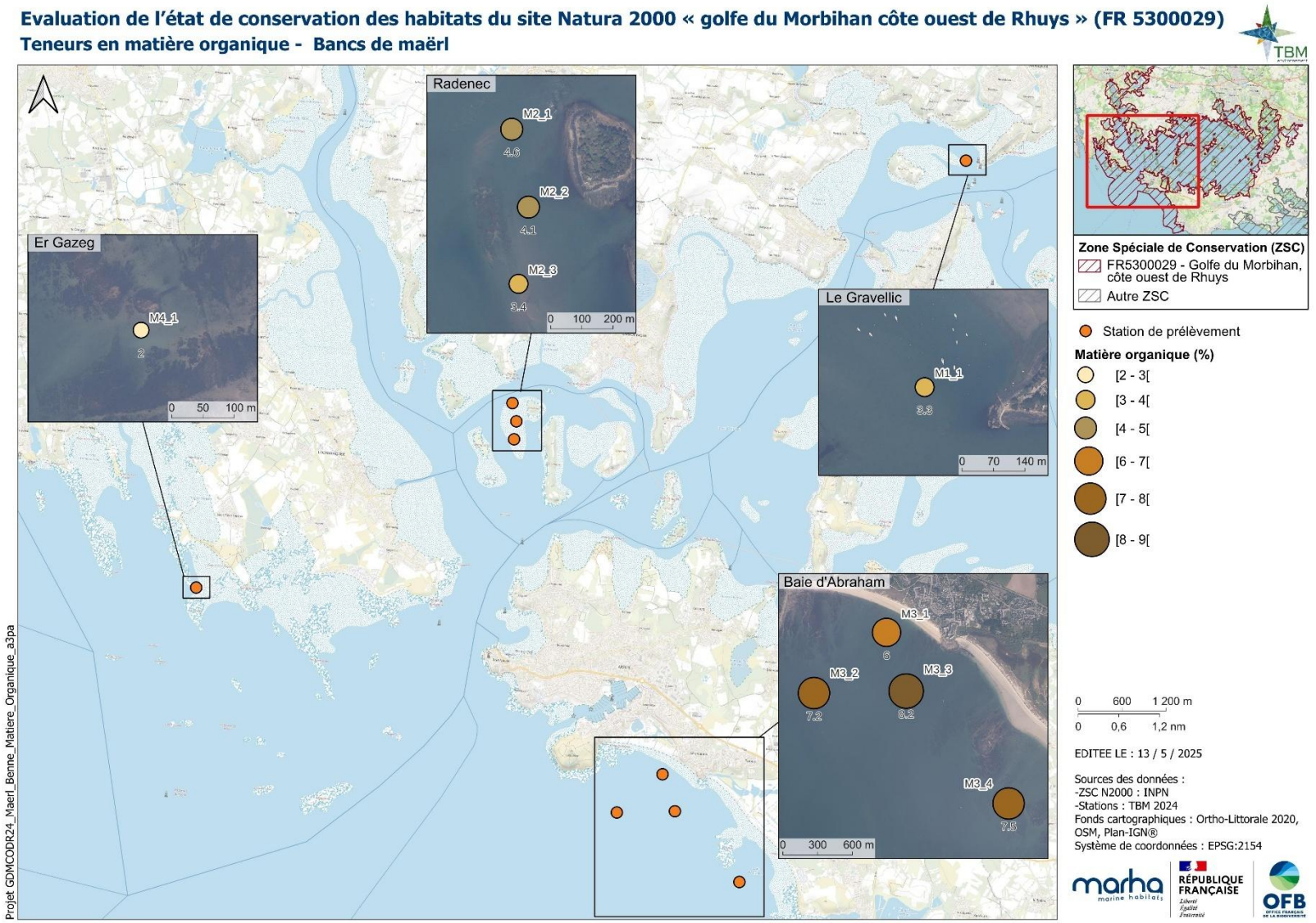


Figure 232. Teneur en matière organique (%) des stations échantillonnées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024

Les teneurs en matière organique sédimentaire (%) des bancs de maërl sont interprétées en termes d'enrichissement du milieu, conformément à la méthode proposée par Licari (1998) (

Tableau 57). Les valeurs de référence ont été définies par Licari pour un échantillon sédimentaire contenant moins de 60 % de vase.

Tableau 75. Enrichissement du sédiment selon les teneurs en matière organique (% de poids sec) relevées sur les bancs de maërl.

Secteur	Stations	Teneur en matière organique (%)	Enrichissement du milieu
Gravellic	M1_1	3,3	Moyen
Radenec	M2-1	4,6	Moyen
	M2_2	4,1	Moyen
	M2_3	3,4	Moyen
Banc d'Abraham	M3_1	6,0	Moyen
	M3_2	7,2	Fort
	M3_3	8,2	Fort
	M3_4	7,5	Fort
Er Gazeg	M4_1	2,0	Faible

L'enrichissement du sédiment est variable entre les bancs de maërl. Il est faible sur Er Gazeg, moyen sur Gravellic et Radenec et fort dans la baie d'Abraham.

Les bancs de maërl explorés semblent subir un fort enrichissement en matière organique. engendré par les apports terrigènes. De manière générale, les phénomènes d'eutrophisation et d'apports en matière organique sont rencontrés sur les bancs de maërl côtiers localisés dans des baies fermées ou semi-fermées, ou directement exposés à des rejets (CRPMEM de Bretagne et al., 2016). Ils peuvent entrainer un colmatage des bancs de maërl par des particules fines, comme sur le banc d'Abraham (Presqu'île de Rhuys). Dans certains cas, les espèces opportunistes remplacent alors les espèces les plus sensibles, ce qui aboutit à une réduction de la diversité fonctionnelle et spécifique ainsi que de la vitalité des bancs (Grall et Glémarec, 1997). En présence de fractions grossières, des macrophytes peuvent également bénéficier de l'enrichissement en éléments nutritifs et former une couverture dense (SIAGM et ONCFS, (Coord.) et al., 2013).

3.6.3.3. Suivi de la qualité de l'eau

Les échantillonnages des bancs de maërl à la benne Day ont été couplés à un suivi de la qualité de l'eau. Les profils de sondes obtenus sur chacun des quatre bancs sont présentés ci-dessous, pour les différents paramètres mesurés. Les profils ont été mesurés sur 6 mètres de profondeurs.

3.6.3.3.1. Température

La température mesurée au niveau de Gravellic en avril 2024 varie de 12,97 °C à 13,20 °C, entre 0 et 6 m de profondeur (Figure 233). La température est comprise entre 11,99 °C et 12,84 °C, au niveau de l'île de Radenec et entre 12,81 °C et 13,19 °C sur le banc d'Abraham. Enfin, à Er Gazeg, la

température varie de 11,52 °C à 12,90 °C et correspond à la plus faible valeur. Cette observation semble cohérente avec la localisation de la station, qui est située en zone ouverte sur l'océan. Sur toutes les stations, les températures sont très homogènes sur 6 mètres de profondeur (moins de 1,5°C d'écart entre les valeurs minimales et maximales), ce qui tient à leur localisation côtière.

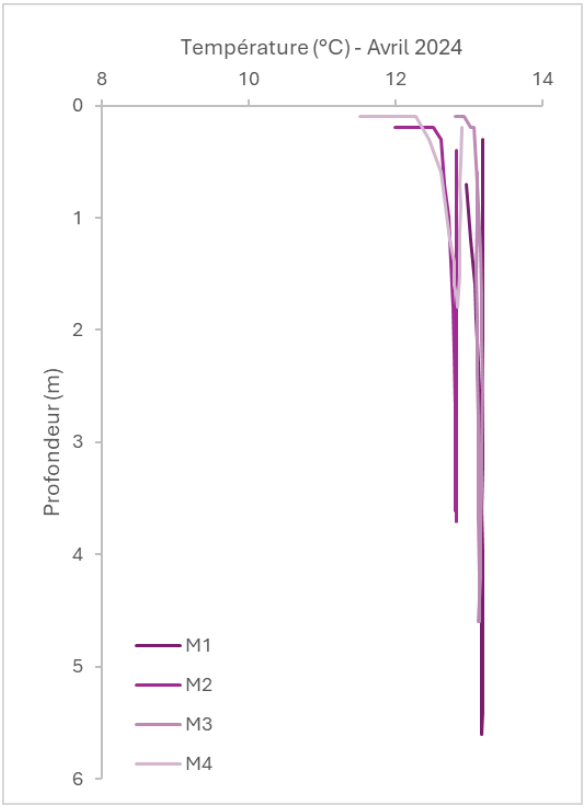


Figure 233. Températures (°C) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur.

3.6.3.3.2. Salinité

En avril 2024, la salinité mesurée sur Gravellic varie entre 32,75 et 33,02 PSU et entre 32,99 et 33,60 PSU sur l'île de Radenec (Figure 234). Au niveau du banc d'Abraham (Presqu'île de Rhuys) et du secteur de Er Gazeg les salinités sont comprises entre 33,22 et 33,70 PSU et entre 33,52 et 34,74 PSU, respectivement. Les salinités mesurées au sein du Golfe du Morbihan sont inférieures aux valeurs mesurées en zone ouverte (Banc d'Abraham et Er Gazeg). Ces écarts résultent des apports en eaux douces des différentes rivières qui se jettent dans le Golfe, à l'origine de dessalures.

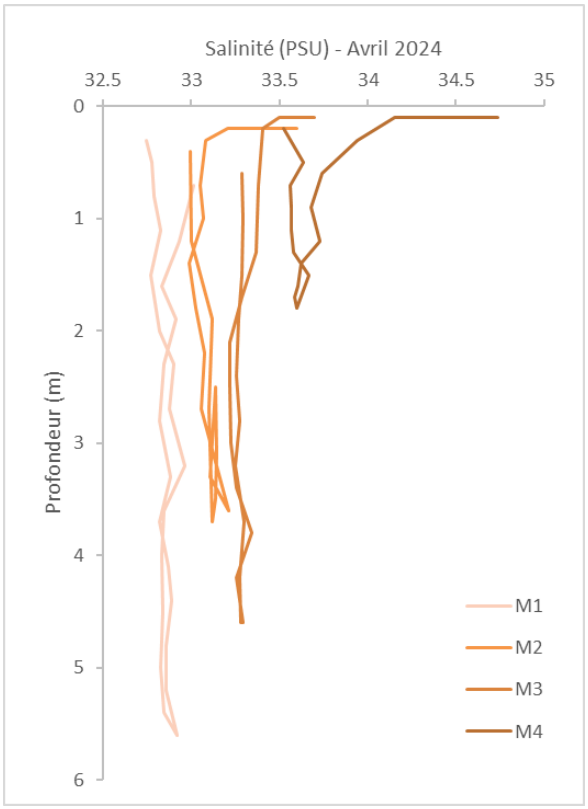


Figure 234. Valeurs de salinité (PSU) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur.

3.6.3.3.3. Oxygène dissous

De nombreux facteurs sont susceptibles d'influer la teneur en oxygène du milieu et peuvent être de nature physique (température, salinité), chimique (oxydation) ou biologique (phénomènes de respiration et de photosynthèse). Ainsi, ce paramètre contribue à l'évaluation de la qualité des masses d'eau littorales dans le cadre de la DCE.

En avril 2024, la concentration en oxygène des stations varie entre 10,01 mg/L (Banc d'Abraham) et 11,26 mg/L (Gravellic) (Figure 235). Les plus faibles valeurs d'oxygène dissous sont mesurées sur les secteurs localisés en mer ouverte, Er Gazeg et le banc d'Abraham.

Les valeurs mesurées sur les quatre secteurs sont toutes largement supérieures à la valeur seuil de 5 mg/L communiquée par la fiche DCE (Envlit) qui définit un état écologique de la masse d'eau très bon. L'ensemble des données de la campagne sont au-dessus du seuil d'effets négatifs, les colonnes d'eau échantillonnées sont donc bien oxygénées.

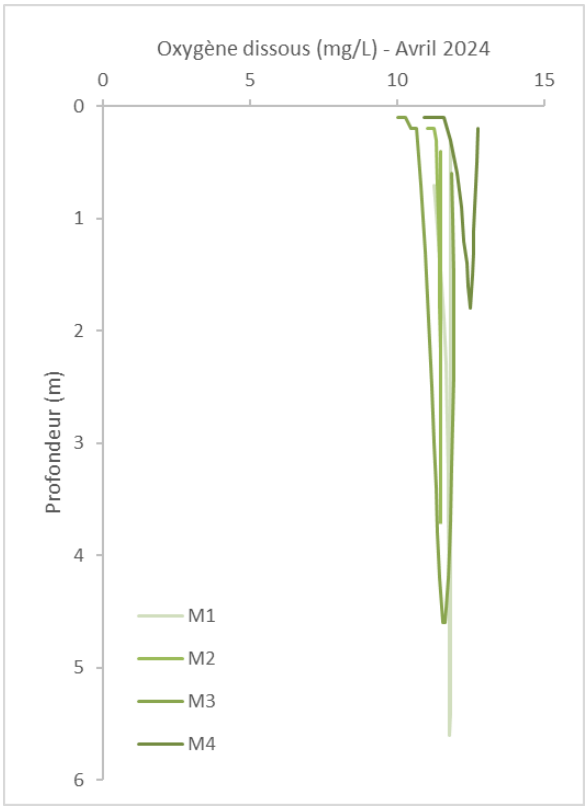


Figure 235. Valeurs d'oxygène dissous mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur.

3.6.3.3.4. Turbidité – matières en suspension

Les valeurs de turbidité obtenues en 0 et 6 m de profondeur varient entre 1,21 et 5,26 NTU, sur Gravellic (Figure 236). Cette seconde valeur a été obtenue en surface lors de l'immersion de la sonde. Sur l'île de Radenec, la turbidité est comprise entre 0,57 et 4,19 et sur le banc d'Abraham entre 0,44 et 1,62 NTU. Enfin, sur Er Gazeg, les valeurs de turbidité varient entre 0,00 et 5,15 NTU. L'ensemble des turbidités de surface mesurées en avril 2024 sont inférieures à 30 NTU ce qui traduit une très bonne qualité de l'eau d'après les critères DCE.

3.6.3.3.5. Chlorophylle a

La Figure 237 présente les données de chlorophylle a mesurées dans les prélèvements d'eau. Les valeurs mesurées sont très faibles et varient entre 0 µg/L et 0,12 µg/L. Les valeurs moyennes obtenues sur les 4 secteurs sont égales à : 0,07 µg/L sur Gravellic, 0,06 µg/L sur Radenec, 0,07 sur le banc d'Abraham et à 0 sur Er Gazeg. Ces concentrations sont largement inférieures au seuil de 5 µg/L et sont indicatrices d'une eau de très bonne qualité, d'après les critères d'évaluation de la DCE .

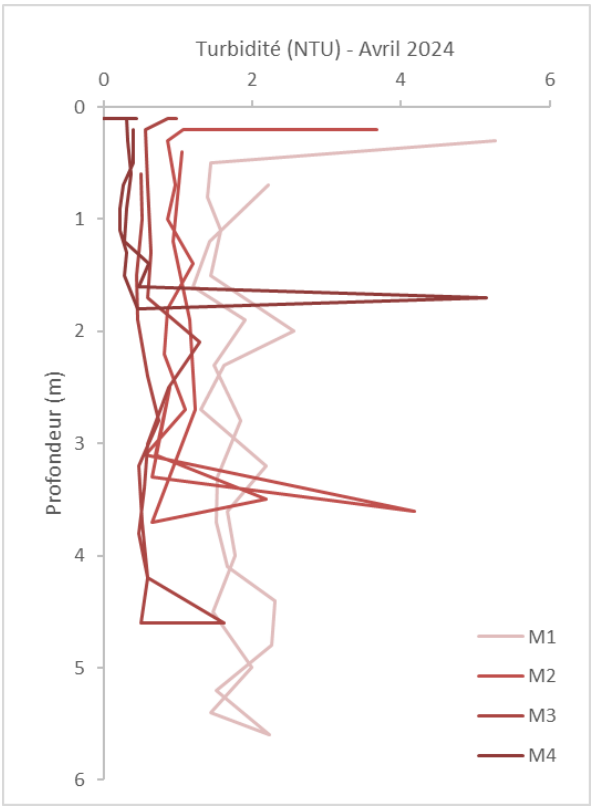


Figure 236. Valeurs de turbidité (NTU) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur.

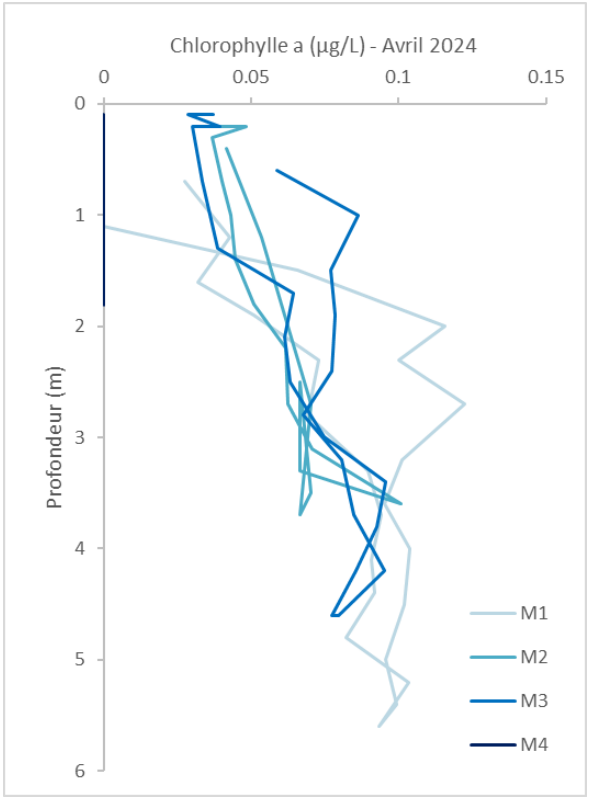


Figure 237. Valeurs de chlorophylle a (µg/L) mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur.

3.6.3.3.6. pH

Les valeurs moyennes de pH mesurées sur les quatre secteurs sont égales à 8,51 sur Gravellic, 8,25 sur Radenec et de 8,48 sur le banc d'Abraham et d'Er Gazeg (Figure 238). Ces valeurs sont cohérentes avec les valeurs relevées en milieu marin.

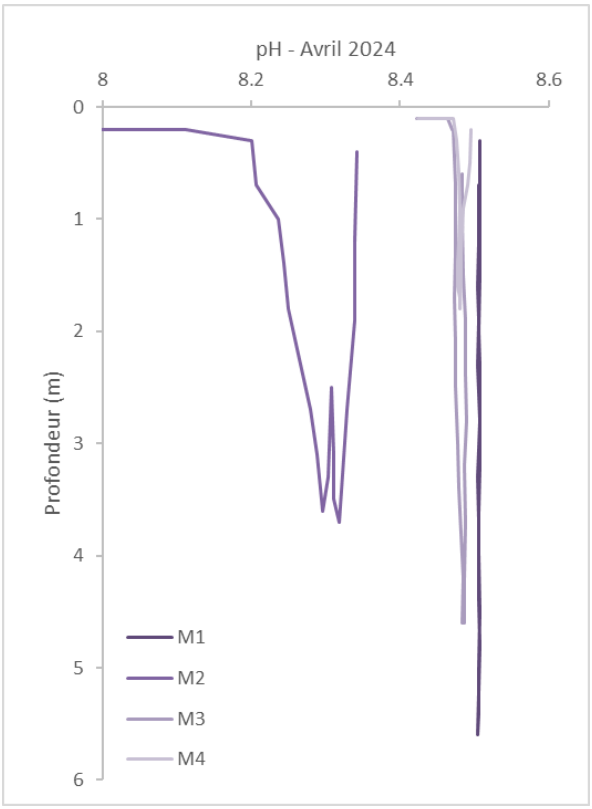


Figure 238. Valeurs de pH mesurées sur les bancs de maërl en avril 2024, entre 0 et 6 mètres de profondeur.

3.6.3.3.7. Composés chimiques - nutriments

Les paramètres chimiques mesurés à partir des prélèvements d'eau sont présentés dans le Tableau 76.

L'azote inorganique dissous (NID) correspond à la somme des nitrates, des nitrites et de l'ammonium et dispose d'un seuil fixé par la DCE. Sur les sites d'étude, il est compris entre 26,72 µmol/L (Er Gazeg) et 48,24 µmol/L (Gravellic). La comparaison de ces valeurs aux seuils de référence permet de définir un état écologique de la masse d'eau, en termes de concentration en nutriments. Ainsi les secteurs de Gravellic et de Radenec ont un état écologique qualifié de « moyen » (> = 33 µmol/L) et les secteurs d'Abraham et d'Er Gazeg un état écologique « bon » (20 – 33 µmol/L).

Ces valeurs sont cohérentes avec les concentrations en matière organique relevées et suggèrent que le milieu est soumis à un flux de nutriments d'origine anthropique (lessivage des terres agricoles, rejets urbains et industriels).

Tableau 76. Paramètres physico-chimiques mesurés sur les quatre secteurs d'étude. Concernant l'azote inorganique dissous, un état écologique peut être défini : en bleu il est qualifié de moyen et en vert de bon.

Paramètre	Unité	Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Abraham
Carbone organique total	mg/L	2,5	1,5	1,1	1,3
Azote global	mg/L	< 0,5	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Azote Kjeldahl	mg/L	< 1	< 1	< 1	< 1
Ammonium (en NH4)	µmol/L	0,66	0,55	1,18	0,76
Nitrates (en NO3)	µmol/L	34,20	28,30	20,70	24,50
Nitrites (en NO2)	µmol/L	0,52	0,43	0,39	0,37
Azote inorganique dissous (normalisé selon salinité de 33)	µmol/L	48,24	36,88	26,72	31,44
Ortho phosphates	µmol/L	0,22	< 0,11	< 0,11	< 0,11
Phosphore total (en P)	mg/L	0,04	0,02	< 0,02	0,02

3.6.3.4. Taille des brins et vitalité du maërl

3.6.3.4.1. Taille des brins

La répartition (%) de la taille des brins au sein des échantillons est présentées sur la Figure 239. Sur la majorité des secteurs, la plupart des brins mesurent entre 5 mm et 10 mm de long. Sur le secteur de Gravellic, plus de la moitié des brins (52 %) ont une taille supérieure à 10 mm. La station M3_2, localisée sur le secteur d'Abraham, se démarque des autres en raison de la petite taille de ces brins dont 77 % mesurent moins de 3,15 mm.

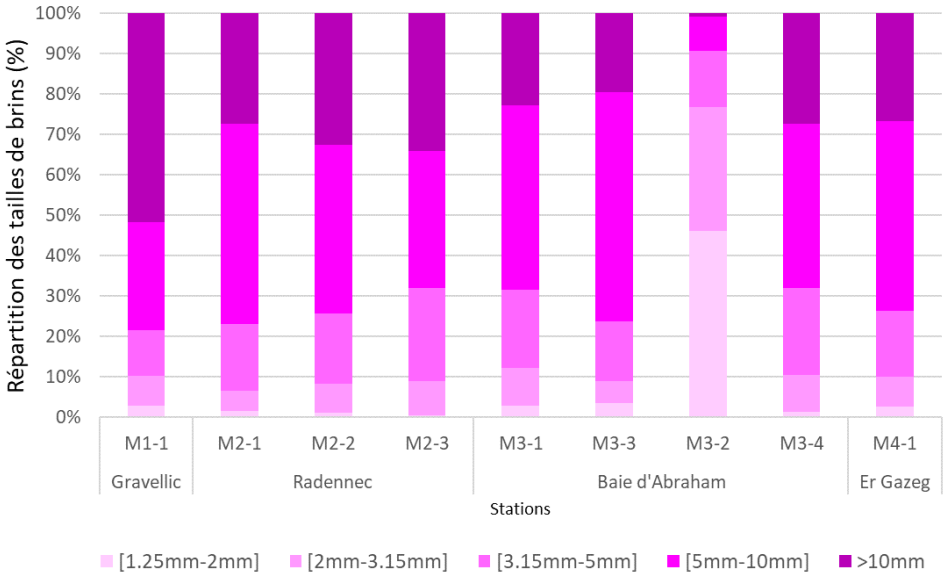


Figure 239. Répartition (%) des classes de taille des brins de maërl au sein des échantillons prélevés sur les quatre secteurs d'étude.

3.6.3.4.2. Vitalité

Les surfaces occupées par les brins de maërl vivants varient entre 9 cm² et 417 cm² (Figure 240). Relativement à la surface échantillonnée sur le terrain, ces valeurs correspondent à des pourcentages de recouvrement compris entre 6,25 % et 289,6 % (Tableau 77). Les couvertures excédant 100 % suggèrent que le banc de maërl est constitué de plusieurs épaisseurs, dont le nombre peut difficilement être estimé. Ces valeurs sont indicatrices d'une vitalité forte.

Les secteurs multi-stationnels présentent une forte hétérogénéité de la vitalité du maërl. En effet, sur le secteur de Radenec, la vitalité varie entre 43,5 % (M2_3) et 417 % (M2_1). Sur le secteur de la baie d'Abraham, la vitalité est comprise entre 9 % et 273 %. Les secteurs de Gravellic et de Er Gazeg sont associés à une vitalité de 135 % et de 27 %, respectivement.

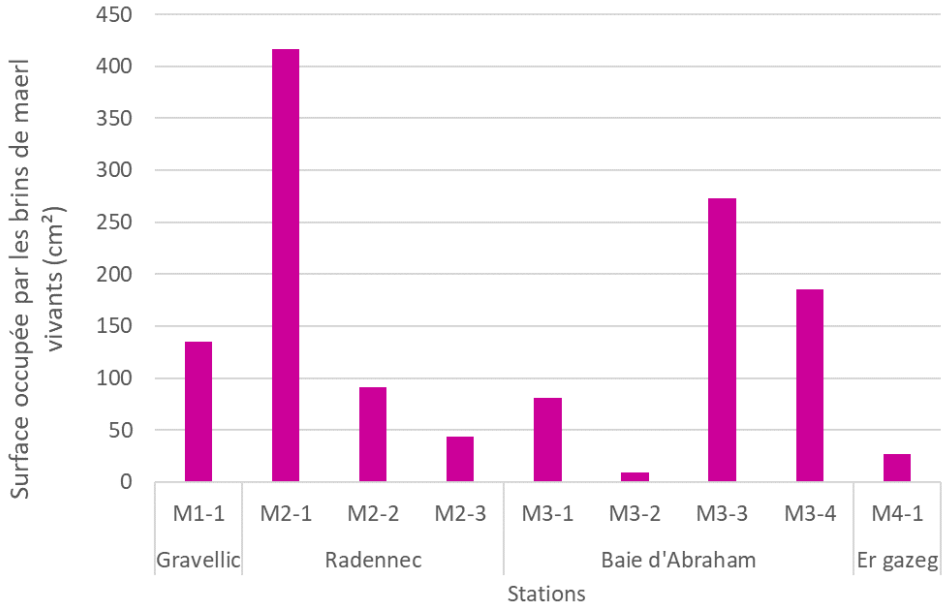


Figure 240. Surface (cm²) couverte par des brins de maërl vivants. Certaines valeurs excèdent 100 % et indiquent que le banc se compose de plusieurs strates de maërl vivant.

Tableau 77. Vitalité du maërl (%) sur les secteurs échantillonnés. Les valeurs surlignées en rose indiquent un banc de maërl constitué de plusieurs épaisseurs.

Secteur	Station	Couverture du maërl vivant en cm²	Vitalité du maërl en %
Gravellic	M1_1	135	93,75
Radenec	M2_1	417	289,6
	M2_2	91	63,2
	M2_3	44	30,2
Baie d'Abraham	M3_1	81	56,3
	M3_2	9	6,3
	M3_3	273	189,6
	M3_3	185	128,5
Er Gazeg	M4_1	27	18,6

3.6.3.5. Peuplements benthiques

3.6.3.5.1. Abondances

Les abondances moyennes et totales relevées sur les quatre bancs de maërl sont présentées sur les Figure 241, Figure 244, Figure 242 et Figure 243.

L'abondance moyenne sur le banc de Le Gravellic est égale à 2357 ± 127 ind/m², tandis que l'abondance totale est de 707 ind/0,3 m².

Sur le banc de Radenec, l'abondance moyenne varie de 2280 ± 964 ind/m² à 4750 ± 2818 ind/m². Ce banc abrite les peuplements les plus denses. La partie centrale du banc abrite un peuplement moins dense que les extrémités nord et sud. Les abondances totales varient de 684 ind/0,3 m² à 1425 ind/0,3 m².

Sur le banc de la baie d'Abraham, l'abondance moyenne varie de 1377 ± 828 ind/m² à 4303 ± 2902 ind/m² et l'abondance totale de 413 ind/0,3 m² à 1291 ind/0,3 m². Le peuplement du banc est très hétérogène. La faune semble particulièrement dense à proximité de la côte.

Le banc de Er Gazeg abrite une abondance moyenne de 1617 ± 628 ind/m² et une abondance totale de 485 ind/0,3 m². C'est le banc de maërl abritant le peuplement le moins dense.

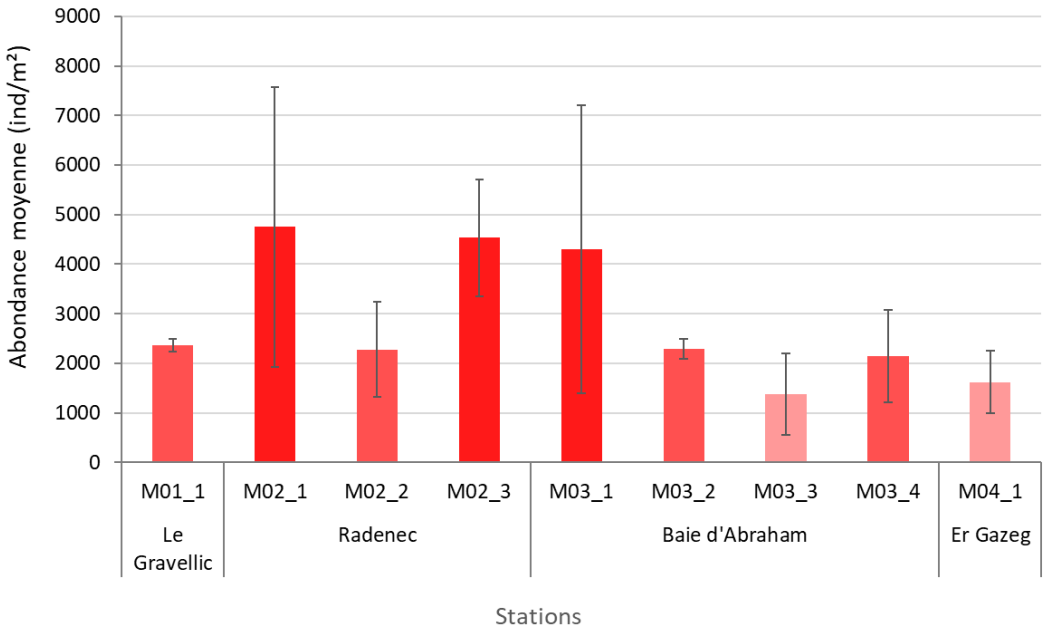


Figure 241. Abondances moyennes (ind/m²) relevées sur les bancs de maërl.

Les abondances relatives (%) des groupes taxonomiques sont présentées sur la Figure 245. Les polychètes forment le groupe dominant sur les quatre bancs et représentent entre 41 % et 81 % des organismes échantillonnés. Les crustacés forment le second groupe le plus abondant (9% à 48%). Le groupe des échinodermes est également représenté, particulièrement sur le banc de Radenec, en raison de la présence de l'ophiure *Amphipholis squamata*. Les groupes des mollusques et « autres » sont minoritaires (< 2,5 %).

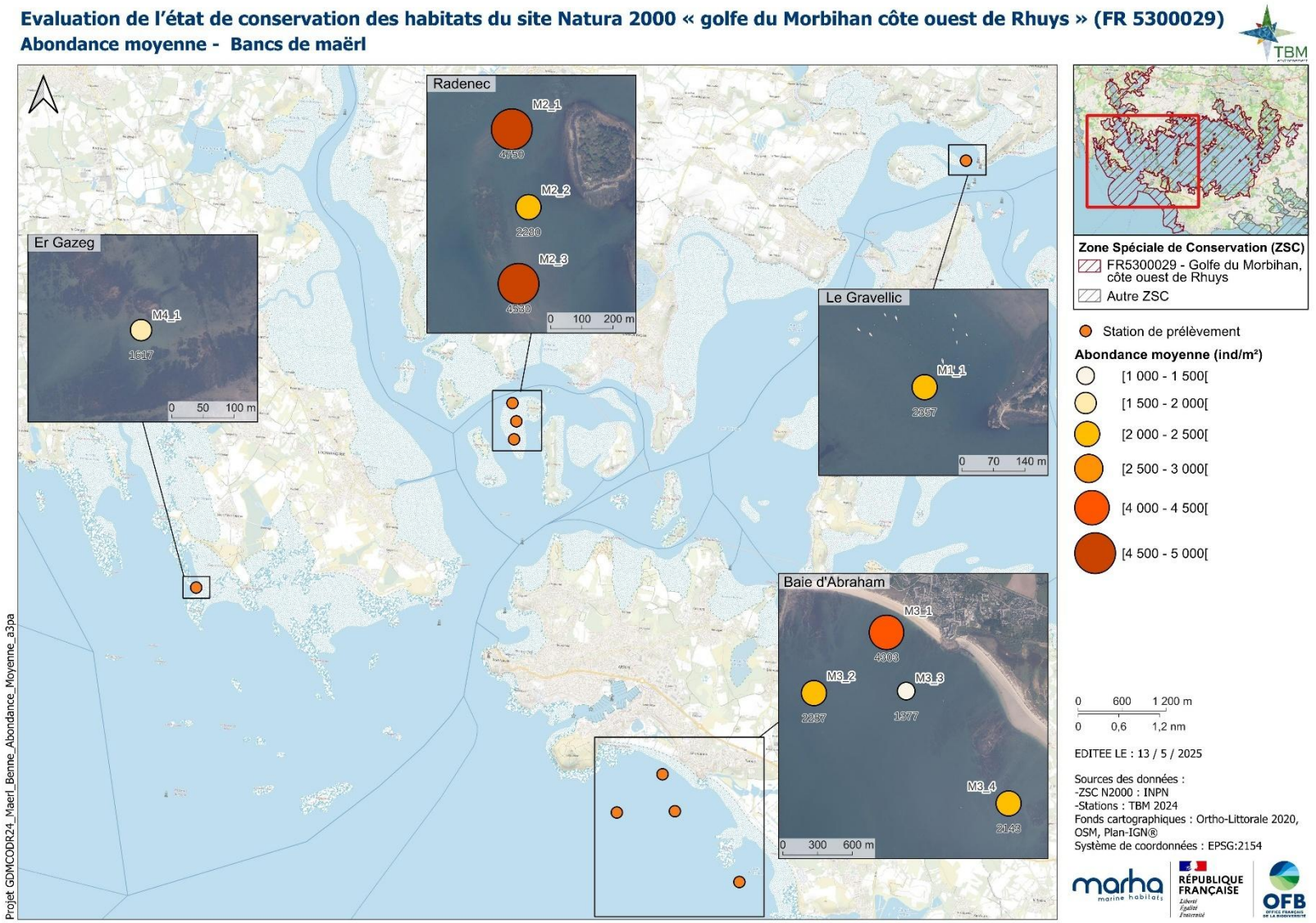


Figure 242. Abondances moyennes (ind/m²) relevées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024.

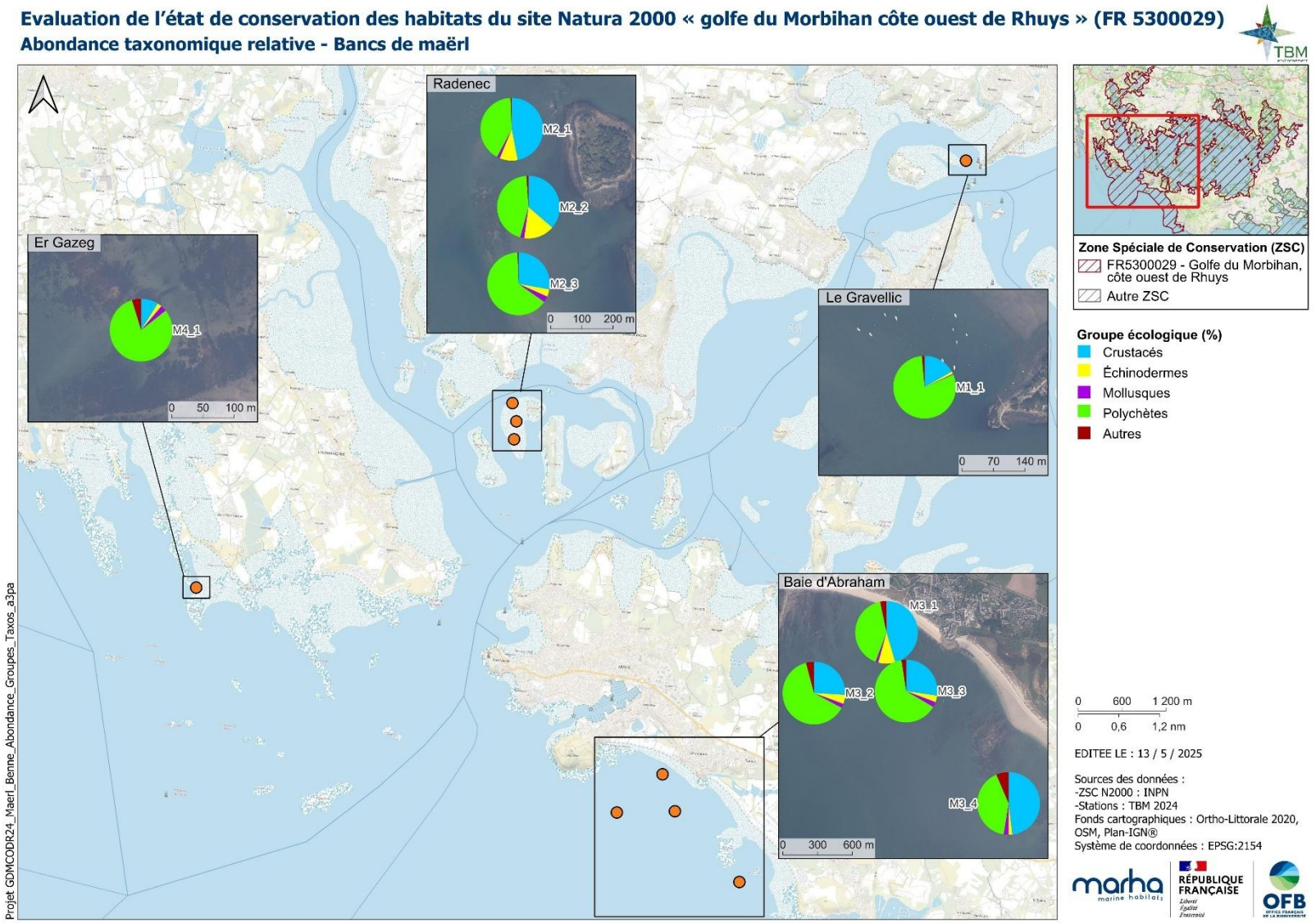


Figure 243. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques relevées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024.

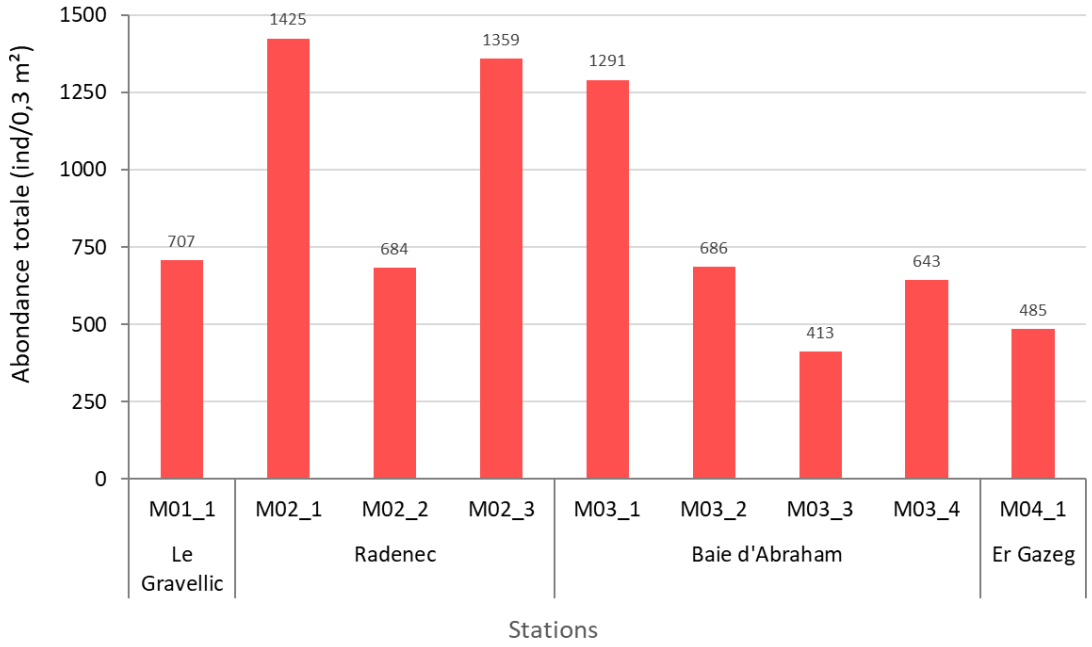


Figure 244. Abondances totales (ind/0,3 m²) relevées sur les bancs de maërl.

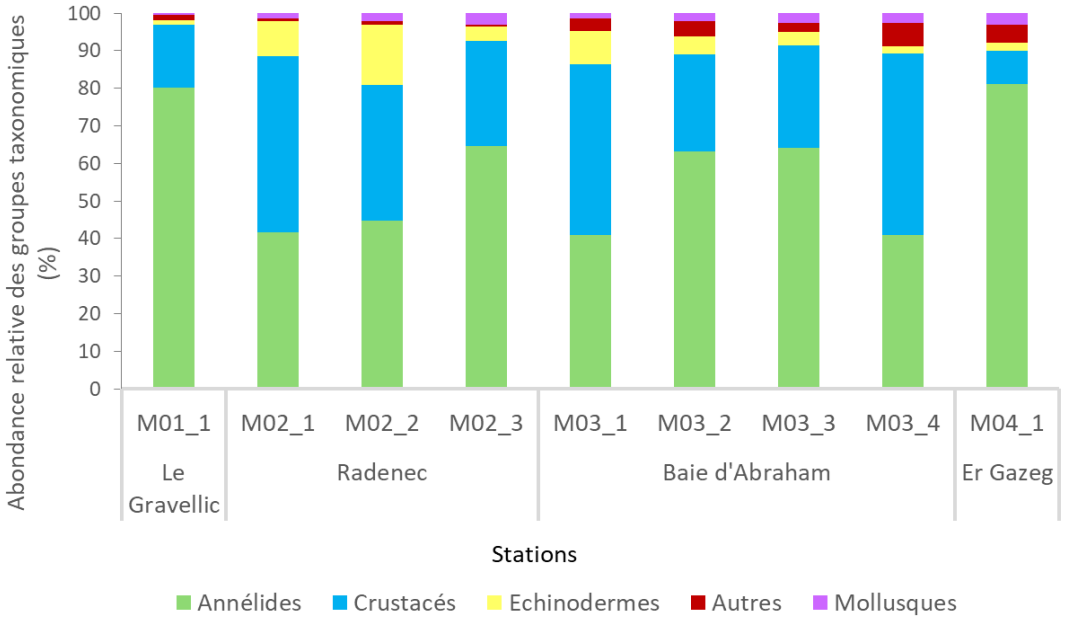


Figure 245. Abondances relatives (%) des groupes taxonomiques relevées sur les bancs de maërl.

3.6.3.5.1. Richesses spécifiques

Les richesses spécifiques moyennes et totales relevées sur les quatre bancs de maërl sont présentées sur les Figure 246, Figure 247, Figure 248.

La richesse spécifique moyenne du banc de Le Gravellic est égale à 39 ± 8 taxons, et la richesse spécifique totale de 66 taxons.

Sur le banc de Radenec, la richesse spécifique moyenne varie entre 33 ± 3 et 51± 12 taxons. La richesse spécifique totale est comprise entre 55 et 83 taxons.

Sur le banc de la baie d'Abraham, la richesse spécifique est comprise entre 29 ± 10 taxons et 46 ± 9 taxons. La richesse spécifique totale est comprise entre 55 et 83 taxons.

La richesse spécifique moyenne du banc d'Er Gazeg est de 27 ± 10 taxons et la richesse spécifique totale de 51 taxons. Le banc d'Er Gazeg abrite la faune la moins diversifiée.

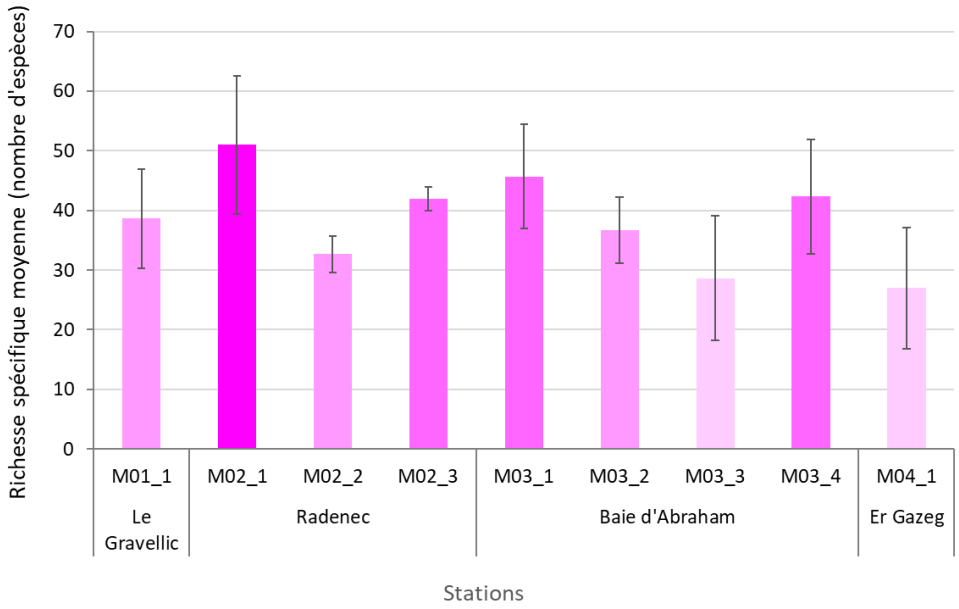


Figure 246. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) relevées sur les bancs de maërl.

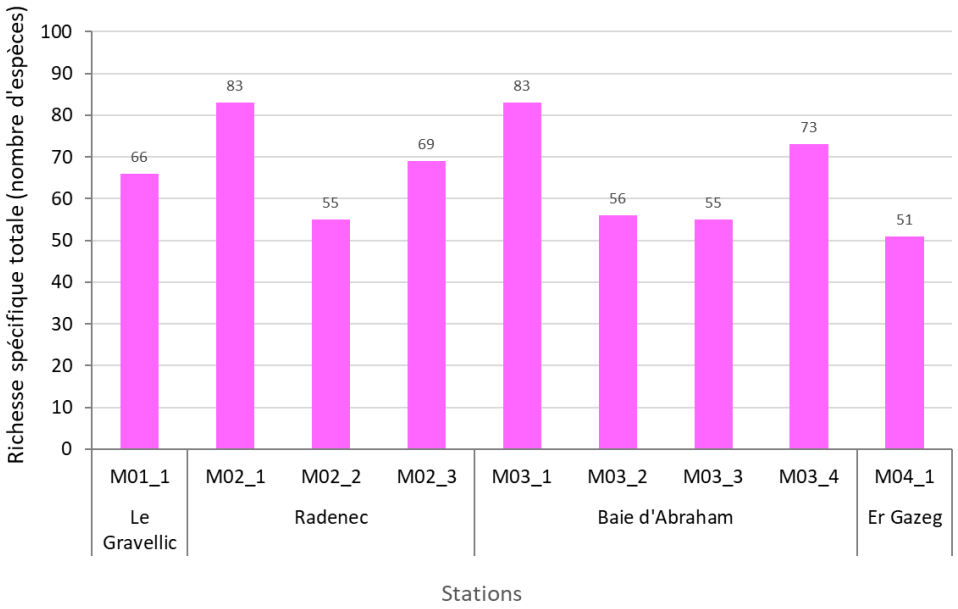


Figure 247. Richesses spécifiques totales (nombre d'espèces) relevées sur les bancs de maërl.

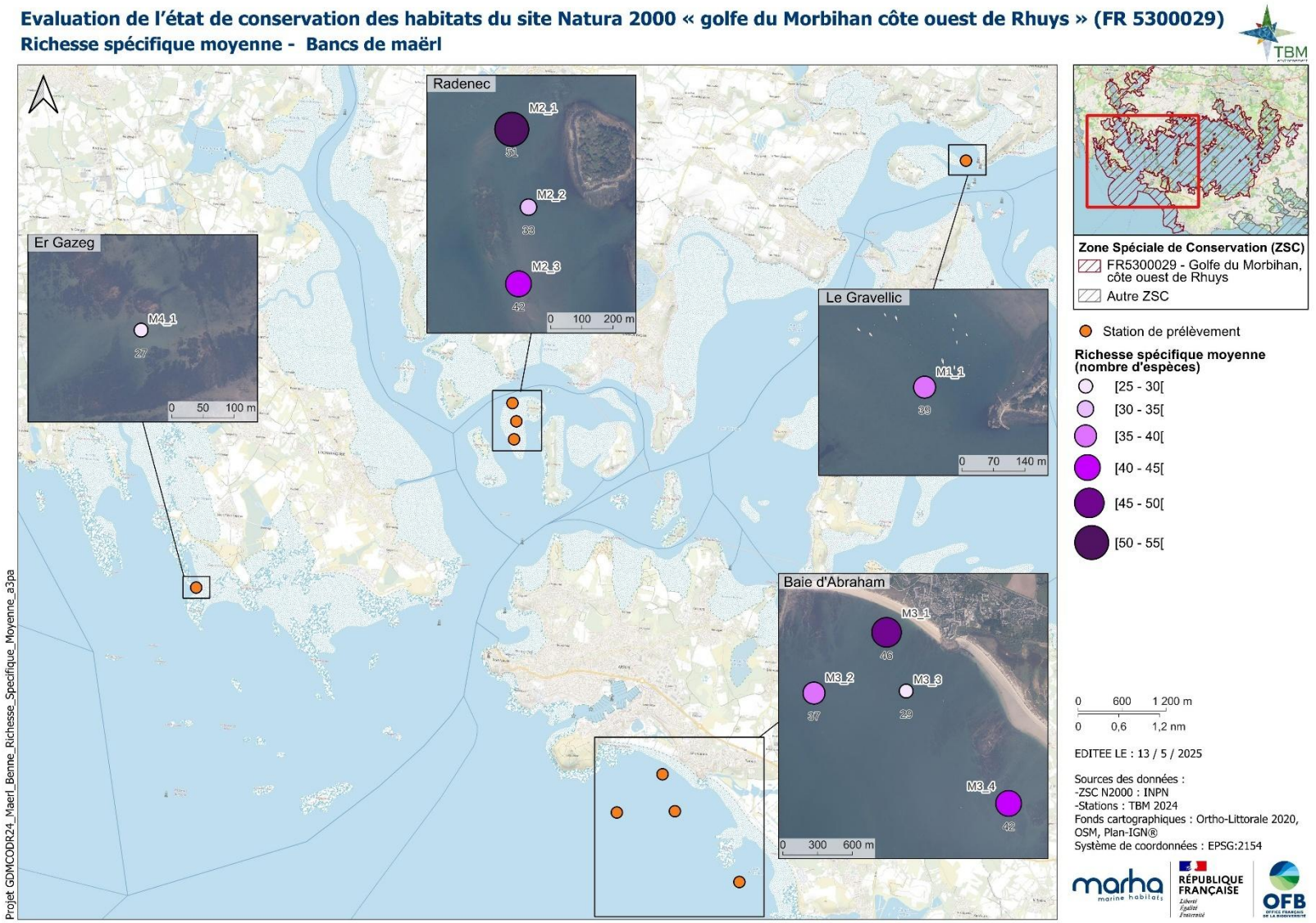


Figure 248. Richesses spécifiques moyennes (nombre d'espèces) relevées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024.

Les polychètes forment le groupe le plus diversifié sur l'ensemble des bancs (45 à 60 % des espèces), suivis des crustacés (20 à 30 % des espèces) (Figure 249). Les mollusques représentent entre 5 et 17 % des espèces identifiées et sont particulièrement abondants sur Radenec. Les groupes « autres » et des échinodermes sont moins diversifiés et représentent seulement 6 et 3 % des espèces identifiées.

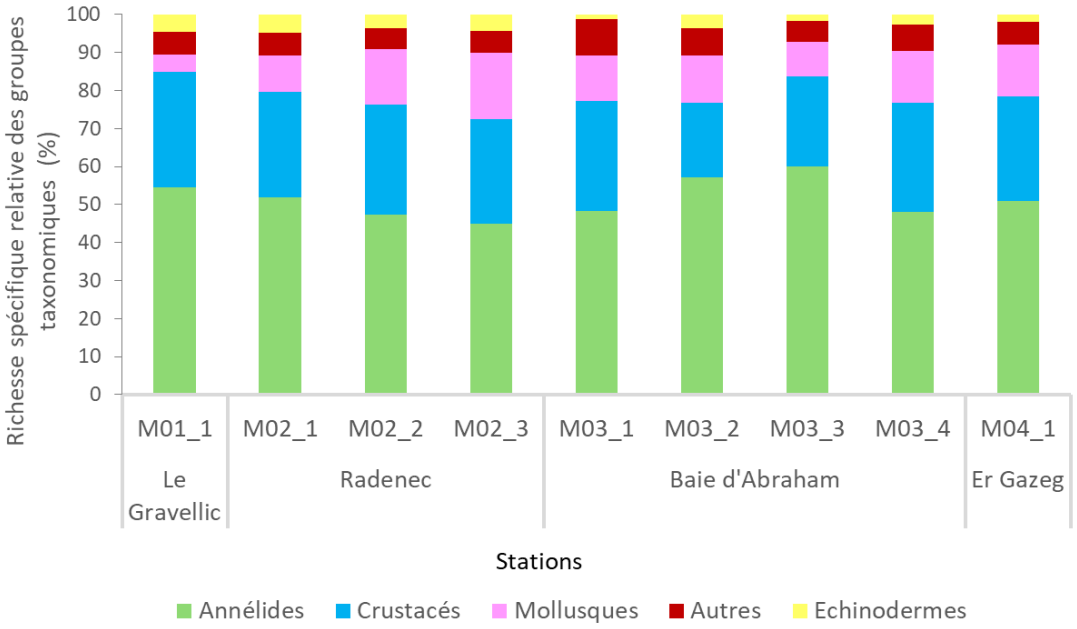


Figure 249. Richesses spécifique relatives (%) des bancs de maërl.

3.6.3.5.1. Indices de diversité

Les indices de diversité de Shannon-Wiener varient entre 3,4 sur Er Gazeg et 4,4 sur la station M03_4 de la baie d'Abraham (Figure 250). Ils décrivent des peuplements très diversifiés à extrêmement diversifiés.

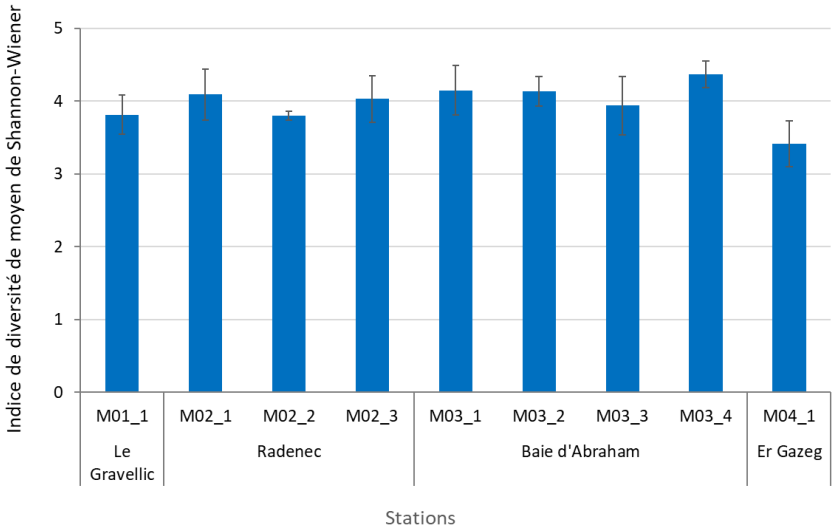


Figure 250. Indices de diversité moyens de Shannon-Wiener.

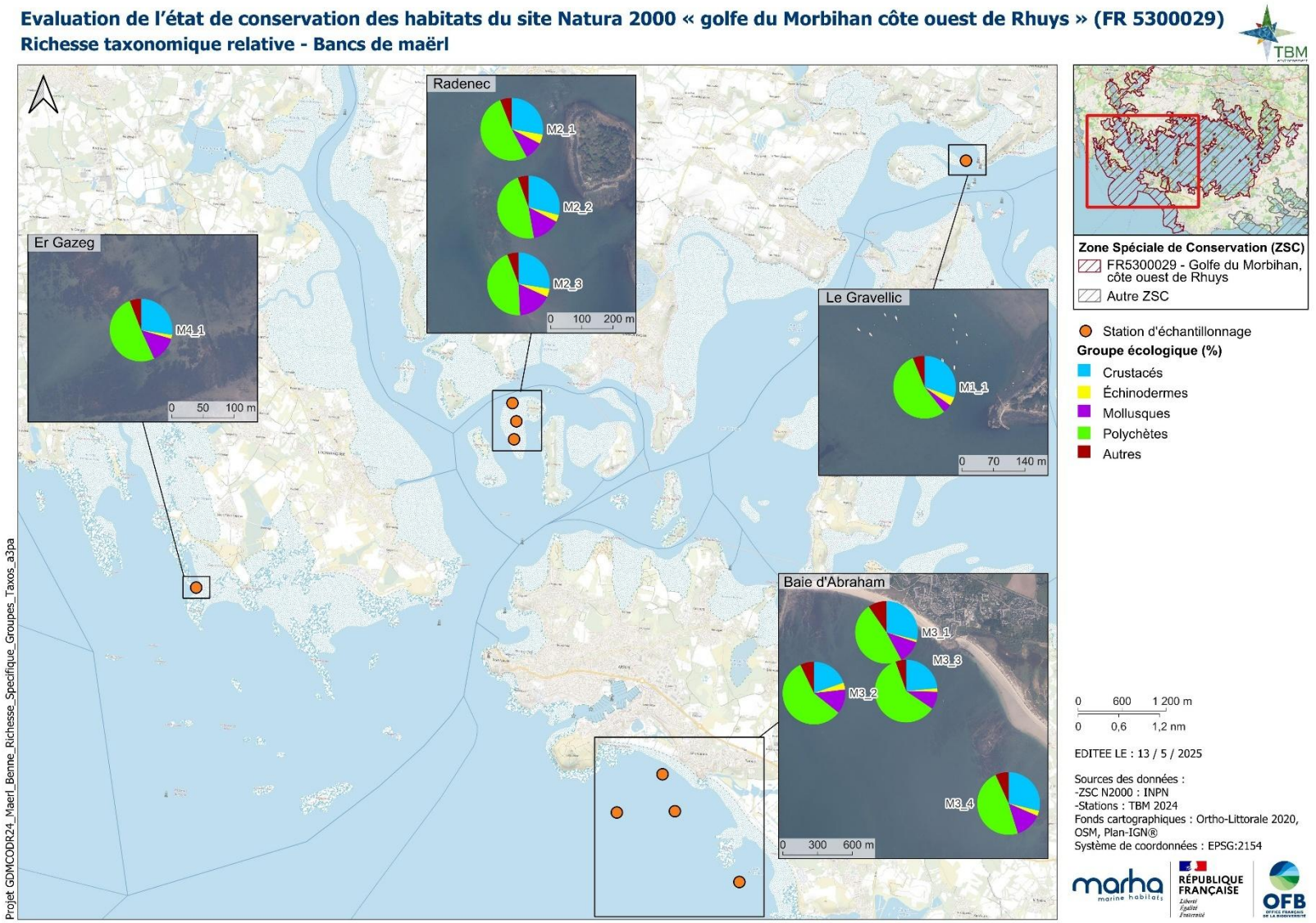


Figure 251. Richesses spécifique relatives (%) des groupes taxonomiques des bancs de maërl – TBM environnement, 2024.

Les indices d'équitabilité de Piélou varient entre 0,7 sur Radenec et 0,8 et décrivent des peuplements équilibrés (Figure 252).

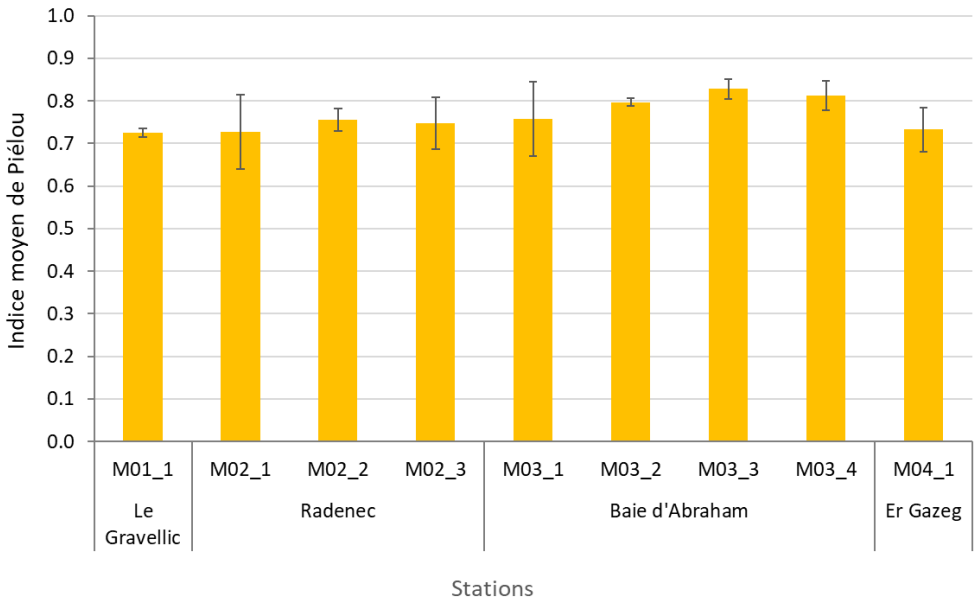


Figure 252. Indices d'équitabilité moyen de Piélou.

3.6.3.5.2. Analyses multivariées : structure des peuplements

La structure des communautés benthiques des bancs de maërl a été étudiée au travers de classifications ascendantes hiérarchiques (CAH), de *multidimensional scaling* (MDS) et d'analyses SIMPER. Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées. De plus, les densités ont subi une transformation log(x+1), permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

Les résultats de la CAH mettent en évidence une structuration des peuplements benthiques dépendante de la localisation des bancs de maërl (Figure 253). En effet, de manière générale, les stations échantillonnées au sein d'un même banc de maërl abritent des peuplements benthiques plus proches. Seules les stations du banc de maërl de la baie d'Abraham présentent une hétérogénéité dans leurs compositions spécifiques et leurs abondances totales.

Le banc de Radenec se compose de trois groupes statistiquement distincts correspondant chacun à une station de prélèvement.

Les bancs de Er Gazeg et de Le Gravellic forment chacun un groupe rassemblant les trois réplicats prélevés sur leur unique station d'échantillonnage.

Enfin, le banc d'Abraham est divisé en trois groupes principaux isolant d'un côté la station M03_1, au sein du second groupe les stations M03_4 et M03_3 et au sein du troisième la station M03_2. Le réplicat M3_3_3 est isolé des autres car il comporte une abondance et une richesse spécifique particulièrement faibles.

L'analyse MDS met en évidence une proximité entres les peuplements des bancs de le Gravellic, de Radenec et de la baie d'Abraham (Figure 254). Le banc de Er Gazeg et la station M03_2 du banc d'Abraham sont toutefois isolés. Les résultats des analyses SIMPER sont présentés dans le Tableau 78.

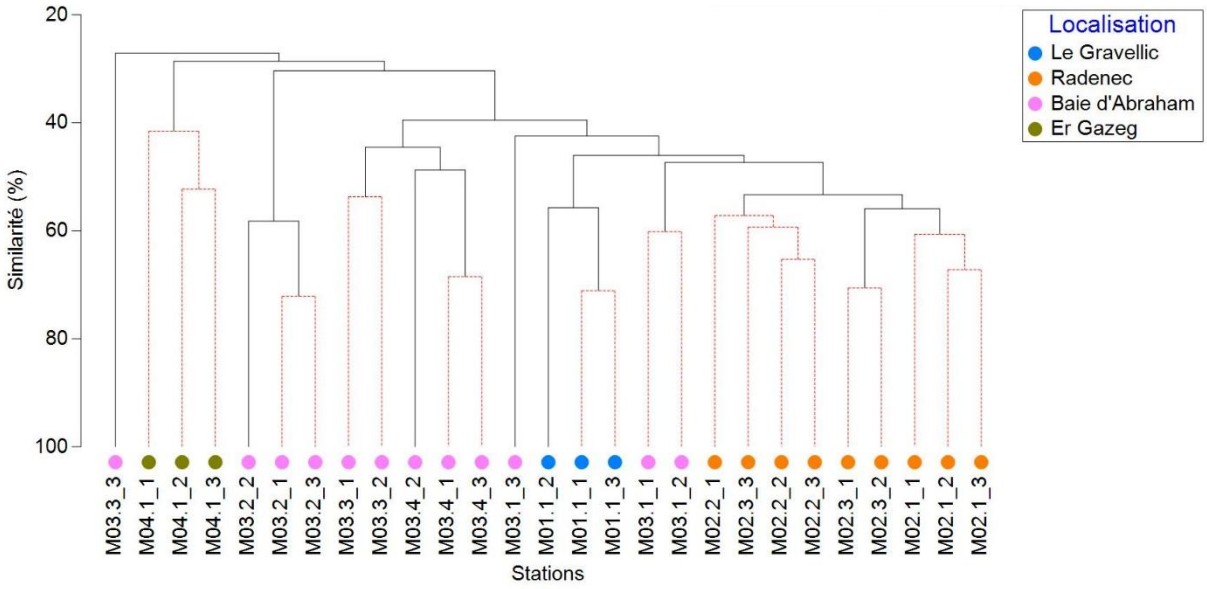


Figure 253. Classification ascendante hiérarchique (CAH) effectuée sur les abondances des communautés benthiques subtidales des bancs de maërl. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés. Les lignes rouges indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les échantillons (test SIMPROF).

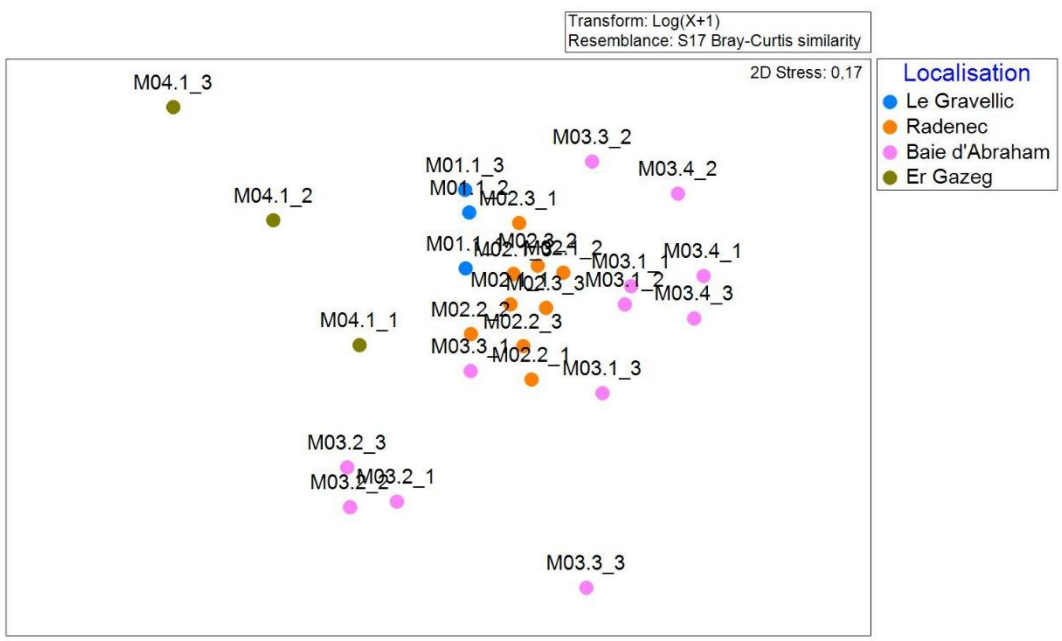


Figure 254. MDS effectuée sur les abondances des communautés benthiques des bancs de maërl. Tous les réplicats échantillonnés sur chacune des stations sont représentés.

Le banc de Le Gravellic se compose de sables grossiers et de graviers et est dominé par le polychète *Cauleriella alata* et le polychète tubicole *Spirobranchus triqueter.* Ce dernier vit fixé sur les galets et débris coquilliers et forment des agrégats. La faune dominante est gravelicole et caractéristique des sédiments grossiers. Des amphipodes détritivores (*Apseudes talpa, Apseudes*

latreilli) sont présents et se nourrissent des débris d'algues, à l'origine d'un enrichissement en matière organique.

Le banc de Radenec abrite un peuplement similaire avec des amphipodes détritivores et le polychète tubicole *Spirobranchus triqueter*. Les débris coquilliers sont plus nombreux sur ce banc et sont associés à des sables grossiers.

Le banc de Er Gazeg abrite davantage de sables moyens et se différencie par la présence d'espèces sabulicoles telles que *Nephtys cirrosa, Goniadella* sp.

Enfin, le banc d'Abraham se démarque par des peuplements plus hétérogènes en lien avec les variations granulométrique du secteur. Le banc est en effet localisé hors du Golfe en milieu ouvert et est soumis à un hydrodynamisme élevé. Sur les stations M03_3 et M03_2, un peuplement de sables grossiers et de graviers composé d'espèces gravelicoles (*Syllis* sp, *Notomastus latericeus*) est observé. À l'inverse, la station M03_1 se distingue par sa forte proportion de vases et de sables fins, liée à sa proximité avec le rivage. La station abrite des abondances plus élevées d'espèces sabulicoles telles que *Gamarella fucicola*. Enfin, la station M03_4 se compose également d'une plus forte fraction de sable et de vase et abrite des espèces sabulicoles et vasicoles telles que *Praxillela* sp et *Golfingia* sp.

3.6.3.5.1. Typologie des habitats

Les bancs de Gravellic, de Radenec, d'Er Gazeg et de la baie d'Abraham correspondent à l'habitat (typologie NatHab-Atl, (Michez et al., 2019) :

B3-4 Bancs de maërl sur sables grossiers et graviers infralittoraux.

Cet habitat est situé en zone infralittorale. Les brins de maërl s'accumulent sur une matrice sédimentaire composée de sables grossiers, de graviers et de débris coquilliers. la faune associée est riche et diversifiée et composée d'espèces gravelicoles, d'amphipodes détritivores en lien avec la présence de débris d'algues.

Le banc d'Abraham est associé à une variabilité sédimentaire, certaines zones présentant une hausse de la fraction de vase, notamment la station M3_4. L'habitat identifié est donc le suivant :

B4-3 Bancs de maërl sur sédiments hétérogènes envasés infralittoraux.

Cet habitat est situé en zone infralittorale. Les brins de maërl s'accumulent sur une matrice sédimentaire composée de maërl mort et de sédiment hétérogène envasé. La faune associée est riche et diversifiée.

Tableau 78. Résultats de l'analyse SIMPER effectuée sur les échantillons des bancs de maërl.

Banc de maërl	Espèces caractéristiques	Groupe taxonomique	Similarité moyenne (%)	Contribution (%)	Cumul des contributions (%)
Le Gravellic	*Caulleriella alata*	Polychète	71	12,04	12,04
	Spirobranchus triqueter	Polychète		9,15	21,19
	Syllis sp.	Polychète		8,59	29,77
	Apseudes latreilli	Crustacé		7,48	37,26
	Protodorvillea kefersteini	Polychète		6,41	43,67
	Aonides oxycephala	Polychète		5,68	49,34
	Apseudes talpa	Crustacé		5,68	55,02
Radenec	*Spirobranchus triqueter*	Polychète	56	10,59	10,59
	Apseudes latreilli	Crustacé		8,98	19,57
	Amphipholis squamata	Echinoderme		6,94	26,52
	Aonides oxycephala	Polychète		5,56	32,08
	Apseudes talpa	Crustacé		5,38	37,46
	Syllidia armata	Polychète		5,32	42,78
	Leptocheirus tricristatus	Polychète		4,55	47,34
	Gammarella fucicola	Crustacé		4,29	51,63
Er Gazeg	*Goniadella sp.*	Polychète	45	20,73	20,73
	Protodorvillea kefersteini	Polychète		12,19	32,92
	Lysidice unicornis	Polychète		8,27	41,19
	Eteone longa	Polychète		7,23	48,41
	Apseudes latreilli	Crustacé		6,77	55,18
Baie d'Abraham	*Spirobranchus triqueter*	Polychète	36	8,79	8,79
	Amphipholis squamata	Echinoderme		8,30	17,09
	Lumbrineris cingulata	Polychète		6,32	23,41
	Notomastus latericeus	Polychète		6,05	29,46
	Aonides oxycephala	Polychète		5,89	35,35
	Leptocheirus tricristatus	Crustacé		5,69	41,04
	Socarnes erythrophthalmus	Crustacé		4,90	45,94
	Lysidice unicornis	Polychète		3,70	49,64

3.6.3.5.2. Indices biotiques

3.6.3.5.2.1. AMBI

Les Figure 255 et Figure 174 détaillent la répartition des groupes écologiques dans les stations des bancs de maërl tandis que le Tableau 79 présente les valeurs de l'indice AMBI et l'état écologique correspondant.

Le banc de Gravellic se compose majoritairement d'espèces opportunistes de premier ordre (groupe IV), à hauteur de 38 %. Ces dernières sont suivies d'espèces du groupe II (36 %), insensibles à

une perturbation et d'espèces du groupe III (20 %). Enfin, le groupe I est minoritaire (7 %). Cette forte représentation du groupe IV est liée aux effectifs élevés du polychète *Cauleriella alata*.

Le banc de Radenec est dominé par des espèces des groupes II (32 à 49 %) et III (28 à 47 %), tandis que les espèces opportunistes sont minoritaires. Le groupe I est également présent (11 à 21 %).

Le banc de la baie d'Abraham est associé à une répartition similaire des groupes écologiques.

Enfin, le banc d'Er Gazeg est largement dominé par le groupe II (72 %). Les groupes I, III et IV sont moins abondants et représentent entre 4 et 17 % des organismes.

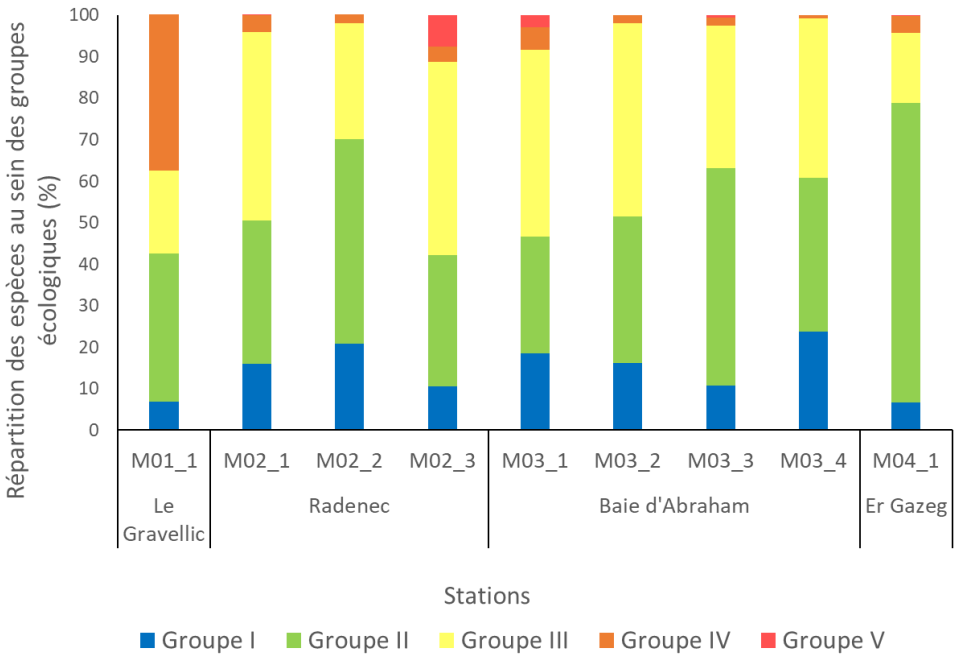


Figure 255. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les bancs de maërl.

Les valeurs moyennes de l'AMBI sont comprises entre 1,66 et 2,82 et décrivent toutes un état écologique bon, décrivant un milieu légèrement pollué. Cette classification découle de la faible représentation des espèces du groupe I au profit d'espèces tolérantes à l'hypertrophisation (groupes III).

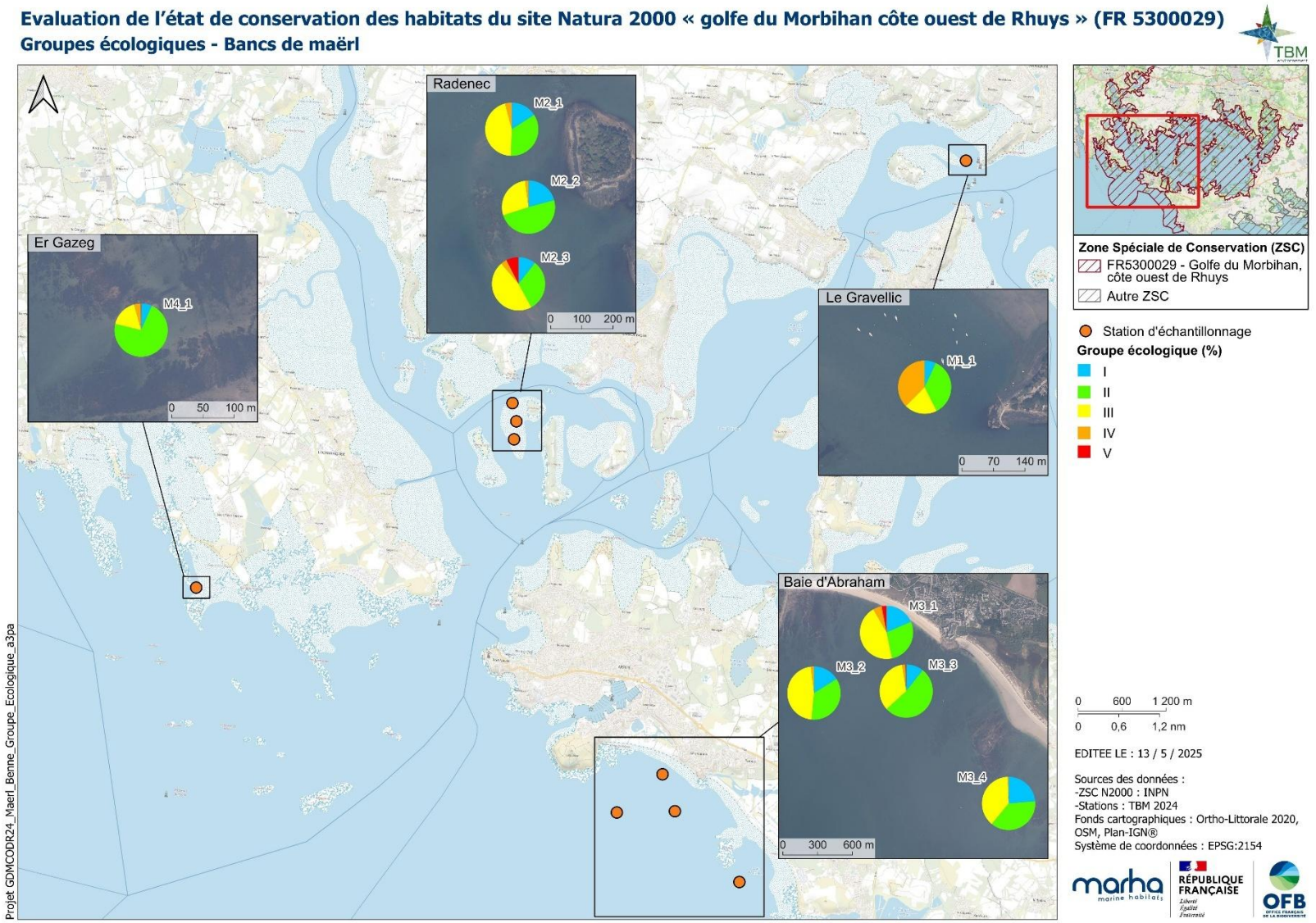


Figure 256. Répartition des groupes écologiques (%) au sein des stations échantillonnées sur les bancs de maërl – TBM environnement, 2024.

Tableau 79. Valeurs de l'AMBI et état écologique des bancs de maërl.

	Stations	AMBI moyen	Etat écologique	Classification de la pollution
Le Gravellic	M01_1	2,82	Bon	Légèrement polluée
Radenec	M02_1	2,01	Bon	Légèrement polluée
	M02_2	1,66	Bon	Légèrement polluée
	M02_3	2,38	Bon	Légèrement polluée
Baie d'Abraham	M03_1	2,03	Bon	Légèrement polluée
	M03_2	2,02	Bon	Légèrement polluée
	M03_3	1,83	Bon	Légèrement polluée
	M03_4	1,72	Bon	Légèrement polluée
Er Gazeg	M04_1	1,82	Bon	Légèrement polluée

3.6.3.5.2.1. M-AMBI

Les valeurs moyennes du M-AMBI sont comprises entre 1,07 et 1,29 et décrivent toutes un **état écologique très bon, associé à une pollution normale** (Tableau 80).

Tableau 80. Valeurs du M-AMBI et état écologique des bancs de maërl.

	Stations	M-AMBI moyen	Etat écologique	Classification de la pollution
Le Gravellic	M01_1	1,07	Très bon	Normale
Radenec	M02_1	1,24	Très bon	Normale
	M02_2	1,15	Très bon	Normale
	M02_3	1,15	Très bon	Normale
Baie d'Abraham	M03_1	1,26	Très bon	Normale
	M03_2	1,16	Très bon	Normale
	M03_3	1,19	Très bon	Normale
	M03_4	1,29	Très bon	Normale
Er Gazeg	M04_1	1,12	Très bon	Normale

3.6.3.5.3. Habitats et espèces à enjeux de conservation

Aucune espèce à enjeu n'a été identifiée à partir des prélèvements faunistiques. Les bancs de maërl au sens large sont listés par la Convention OSPAR comme habitat menacé et/ou en déclin.

3.6.3.5.4. Espèces introduites

Aucune espèce invasive n'a été identifiée au sein des échantillons.

3.6.3.5.5. Comparaison aux données des suivis antérieurs

Rapport scientifique pour l'évaluation 2024 (cycle 3) du Bon État Écologique au titre du descripteur 1 – « Habitats Benthiques » de la DCSMM (Boyé et al., 2023).

Dans le cadre du REBENT-Bretagne stationnel, le banc de maërl de Méaban est suivi depuis 15 ans. Ce site est soumis à une abrasion des fonds, liée à une activité de pêche. L'AMBI classe le site en bon état écologique.

3.6.4. Etat de conservation

L'état de conservation des bancs de maërl est évalué selon les descripteurs propres à l'habitat 4 – Bancs de maërl 1110-3 et 1160-2 proposés par Lepareur (2011) (Tableau 81).

Pour le banc de Gravellic, la somme totale des scores des 17 métriques évaluées est de 25 (10 favorables, 6 légèrement dégradés, 1 dégradé). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1,5, et décrit un état de conservation du banc qualifié de **favorable à légèrement dégradé**. Ce score est relié à la présence de pressions d'abrasion d'origine anthropique, causées par l'ostréiculture et les mouillages des bateaux.

Pour le banc de Radenec, la somme totale des scores des 17 métriques évaluées est de 22 (12 favorables,5 légèrement dégradés). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1,3 et décrit un état de conservation du banc qualifié de **favorable**.

Pour le banc de Er Gazeg, la somme totale des scores des 17 métriques évaluées est de 23 (13 favorables, 3 légèrement dégradés, 1 mauvais). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1,4 et décrit un état de conservation du banc qualifié de **favorable**.

Pour le banc de la baie d'Abraham, la somme totale des scores des 17 métriques évaluées est de 25 (12 favorables, 2 légèrement dégradés, 3 dégradés). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1,5 et décrit un état de conservation du banc qualifié de **favorable à légèrement dégradé**. Ce score plus élevé est causé par l'hétérogénéité du banc en termes de vitalité des brins, de taille des brins et de l'enrichissement en matière organique.

L'état de conservation général des bancs de maërl est jugé **favorable** sur les sites de Radenec et Er Gazeg. En revanche, il est considéré comme **favorable à légèrement dégradé** sur le site de Gravellic, en raison de pressions liées à l'abrasion provoquée par les activités ostréicoles avoisinantes et la présence de mouillages. Le banc situé dans la baie d'Abraham présente également un état de conservation **favorable à légèrement dégradé**, principalement en raison d'un enrichissement en matière organique, de la petite taille des brins de maërl et de leur faible vitalité.

Les suivis réalisés par photo-identification et par prélèvements à la benne fournissent des données complémentaires. L'échantillonnage par benne reste indispensable pour évaluer l'enrichissement organique des bancs. Toutefois, selon les recommandations d'experts, ce suivi destructif pourrait être limité à une fréquence quinquennale, à condition d'être couplé à un suivi annuel par photo-identification.

Par ailleurs, une biomasse importante de macro-algues dérivantes, principalement rouges, peut parfois recouvrir les bancs de maërl. Les experts préconisent d'inclure cet indicateur dans le protocole de suivi des bancs.

Tableau 81. Evaluation de l'état de conservation des bancs de maërl (d'après la méthode de Lepareur, 2011). F = favorable, LD =légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données du suivi 2024				Argumentaire	Notation de la métrique			
					Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham		Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham
Surface de l'habitat	**Surface**	Bancs de maërl	Surface en ha	Vérité terrain	4,9 ha	11,1 ha	29,9 ha	198,2 ha	-	F	F	F	F
Structure et fonctions de l'habitat	Structure du banc	Banc	Indice (calculé à partir des taux de recouvrement)	Photo-quadrat	0,9 (très bon)	0,7 (bon)	0,8 (bon)	0,7 (bon)	Indices indiquant des états de santé bon à très bon	F	F	F	F
	Vitalité du banc	Maërl	Taux de vitalité	Benne Day	93,8 %	30,2 à 289,6 %	18,6 %	6,3 à 189,6 %	Vitalité très faible à très forte	F	LD	M	D
	Vitalité du banc	Maërl	Taille des brins	Benne Day	52 % des brins > 10 mm	49 % des brins compris entre 5et 10 mm	47 % compris entre 5 et 10 mm	48 % compris entre 5 et 10 mm sauf sur la station M3_2 où 46 % sont compris entre 1,25 et 2mm	La majorité des brins appartient aux classes de taille les plus élevées, sauf sur M3_2 (Abraham) où ils sont de taille réduite.	F	F	F	D

Tableau 80. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données du suivi 2024				Argumentaire	Notation de la métrique			
					Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham		Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham
Structure et fonctions de l'habitat	Composition faunistique	Faune	Espèces dominantes et caractéristiques	Benne Day	*Cauleriella alata, Spirobranchus triqueter, Syllis* sp, *Apseudes latreilli, Amphipholis squamata*		*Goniadella* sp., *Protodervillea keferstini, Lysidice unicornis, Apseudes latreilli*	*Spirobranchus triqueter, Amphipholis squamata, Lumbrineris cingulata, Notomastus latericeus*	Les espèces observées sont attendues dans les bancs de maërl. Certaines espèces sont caractéristiques d'un enrichissement en MO, causé par la présence de débris d'algues	LD	LD	LD	F
	Composition faunistique	Faune	Espèces sensibles à l'excès de matière organique (groupe I)	Benne Day	7 % d'espèces du groupe I	11 à 21 % d'espèces du groupe I	7 % d'espèces du groupe I	11 à 24 % d'espèces du groupe I	Les espèces du groupe I sont minoritaires en raison d'un enrichissement en matière organique (algues)	LD	LD	LD	LD
		Faune	Espèces opportunistes (groupes IV et V)	Benne Day	38 % d'espèces du groupe IV	< 5 % d'espèces des groupes IV et V	< 5 % d'espèces des groupes IV et V	< 5 % d'espèces des groupes IV et V	Les espèces opportunistes ne prolifèrent pas sauf sur Gravellic	LD	F	F	F
		Faune	Abondance et richesse spécifique	Benne Day	236 ind/m² et 39 taxons	228 à 475 ind/m² et 33 à 51 taxons	162 ind/m² et 27 taxons	1376 à 4303 ind/m² et 29 à 46 taxons	Peuplements denses et diversifiés	F	F	F	F
	Indices biotiques	Faune	AMBI et M-AMBI	Benne Day	Bon et très bon	Bon et très bon	Bon et très bon	Bon et très bon	Bon et très bon	F	F	F	F

Tableau 80. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données du suivi 2024				Argumentaire	Notation de la métrique			
					Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham		Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham
Structure et fonctions de l'habitat	Qualité de l'eau	Eau	Température, salinité, oxygène dissous, turbidité, chlorophylle a, pH	Bouteille Niskin	Température : 11,5 à 13,2 °C ; Salinité : 32,2 à 34,7 PSU ; Oxygène dissous : 10,0 à 11,3 mg/L ; Turbidité : 0 à 5,3 NTU ; Cha : 0 à 0,1 µg/L ; pH : 8,2 à 8,5.				Valeurs en dessous des seuils DCE	F	F	F	F
	Substrat	Sédiment	Granulométrie et matière organique (MO)	Benne Day	Sables grossiers er graviers et enrichissement moyen en MO	Sables grossiers er graviers et enrichissement moyen en MO	Sables grossiers er graviers et faible enrichissement en MO	Sables grossiers et graviers et sédiments hétérogènes envasés et forte enrichissement en MO	Habitats sédimentaires propices à la présence de maërl vivant mais enrichissement en MO moyen à élevé sur certains bancs	LD	LD	F	D
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Site	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	Présence de quelques mouillages fixes sur ce banc	Aucune structure artificielle n'a été observée sur ce banc	Aucune structure artificielle n'a été observée sur ce banc	Aucune structure artificielle n'a été observée sur ce banc	Artificialisation existante sur Gravellic et faible sur les autres	LD	F	F	F
	Remaniement bancs (traces/sillons)	Sédiment	Pourcentage de sédiments remaniés	Observation directe	Pression d'abrasion par les activités ostréicoles (élevage d'huîtres à plat à proximité) et par les mouillages	Aucune trace de remaniement des bancs de maërl n'a été observée pendant les plongées			Remaniement sur le Gravellic	D	F	F	F

Tableau 80. Suite.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthodes de collecte	Données du suivi 2024				Argumentaire	Notation de la métrique			
					Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham		Gravellic	Radenec	Er Gazeg	Baie d'Abraham
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	**Présence de crépidules**	Sédiment	Pourcentage de recouvrement par des crépidules	Benne Day et observation directe	Pas de crépidules					F	F	F	F
	Sources potentielles de nuisances proches	Site	Présence/absence d'urbanisme, de cours d'eau, de ports …	Imagerie satellitaire	Banc situé à proximité du port de Pen er Men et de la commune d'Arradon	Banc situé à proximité de la commune de Larmor-Baden	Banc situé à proximité de la commune d'Arzon	Banc situé à proximité de la commune de Saint-Philibert	Pollutions d'origine anthropique possibles	LD	LD	LD	LD
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Site	Présence/absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Benne Day et observation directe	Aucun macrodéchet n'a été prélevé ou observé au cours du suivi 2024				Aucun macrodéchet recensé	F	F	F	F
	Pollution des eaux	Site	AMBI	Benne Day	Bon	Bon	Bon	Bon	Etat écologique bon d'après l'AMBI	F	F	F	F

3.7.Suivi des roches à macro-algues intertidales

3.7.1. Suivi des ceintures algales

Sur le site de Bailleron, trois ceintures ont été étudiées : *Pelvetia canaliculata*, *Ascophyllum nodosum* et *Fucus serratus* (Figure 257 et Figure 258). Sur le site de la pointe de Monténo, quatre ceintures ont été suivies : Balanes, Balanes avec moules et huîtres, à *Fucus serratus* et algues rouges (médiolittoral inférieur) et à *Himanthalia elongata*, *Undaria pinnatifida* et *Sargassum muticum* (Figure 259 et Figure 260). Il est important de noter que sur cette station aucun recouvrement algal n'a été observé sur les étages médiolittoraux supérieurs et moyens. Par conséquent, le calcul du score DCE basé sur les macroalgues (Ar Gall et Le Duff, 2007) ne prendra pas en compte ces ceintures.



Figure 257. Ceintures à Pelvetia canaliculata, à Ascophyllum nodosum et à Fucus serratus et algues rouges sur le site de Bailleron.

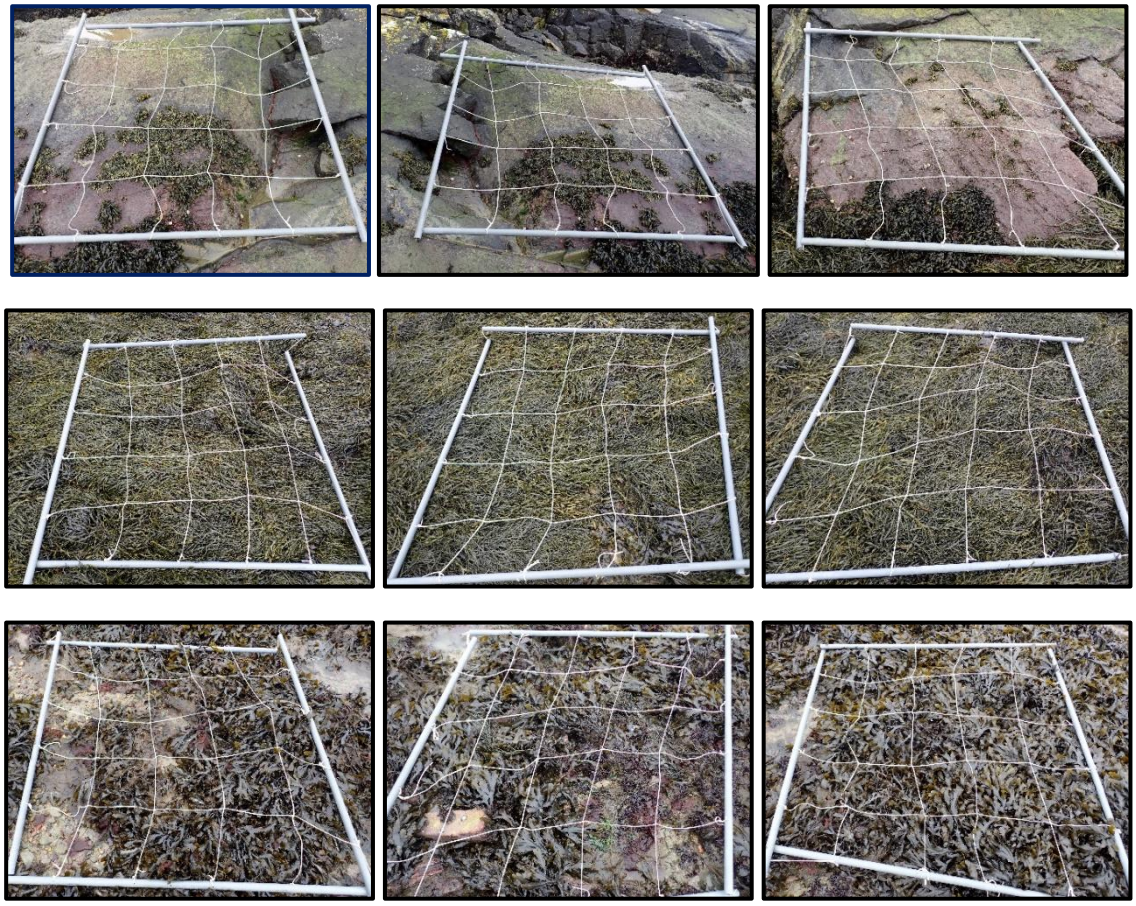


Figure 258. Quadrat de 1,65 m de côté pour les ceintures à Pelvetia canaliculata, à Ascophyllum nodosum et à Fucus serratus et algues rouges sur le site de Bailleron.



Figure 259. Ceintures à Balanes, Balanes avec moules et huitres, à Fucus serratus et algues rouges et à Himanthalia elongata, Undaria pinnatifida et Sargassum muticum sur le site de la pointe de Monténo.

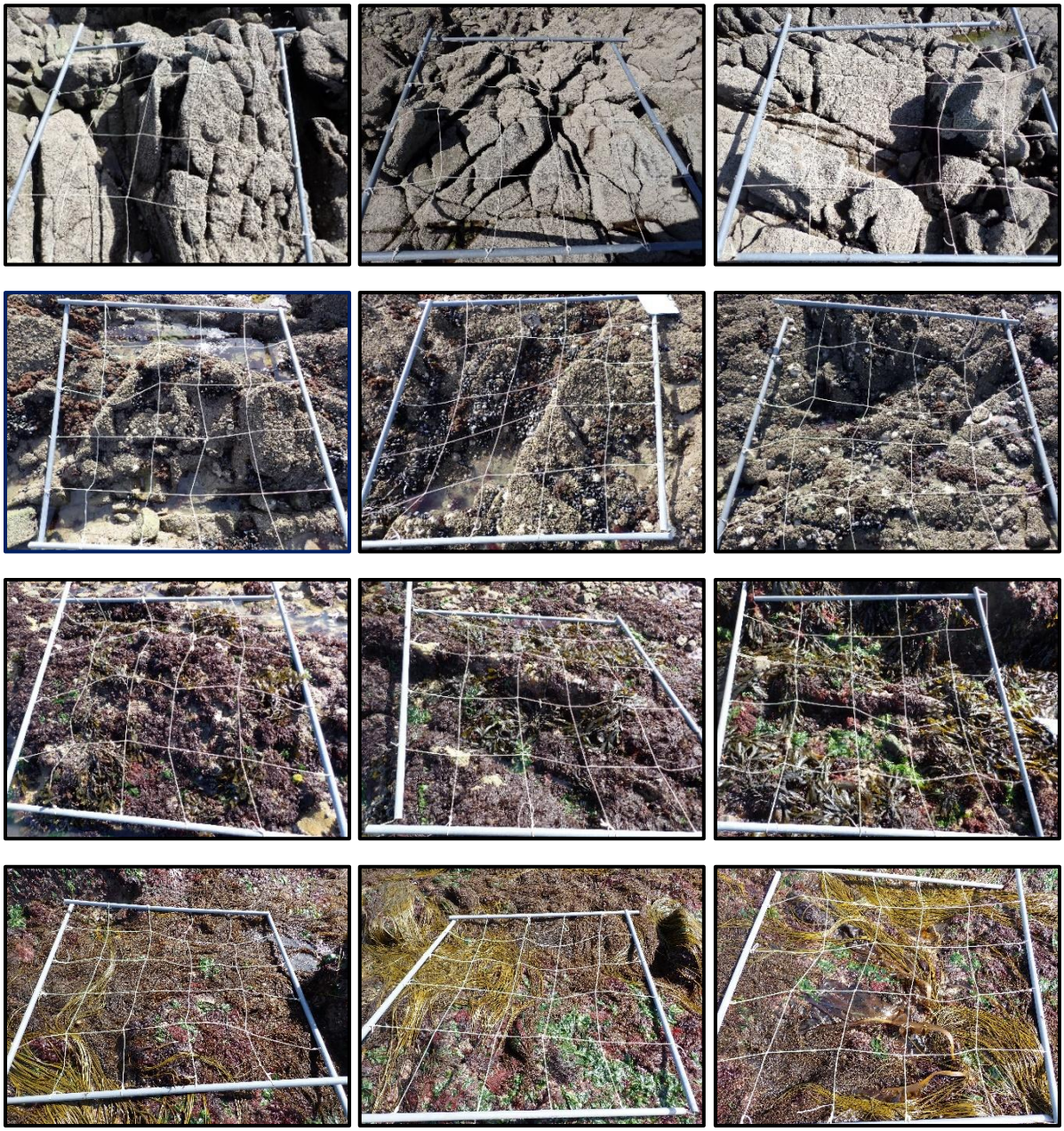


Figure 260. Quadrat de 1,65 m de côté pour les ceintures à Balanes, Balanes avec moules et huitres, à Fucus serratus et algues rouges et à Himanthalia elongata, Undaria pinnatifida et Sargassum muticum sur le site de la pointe de Monténo.

3.7.1.1. Indice de qualité

Les résultats des différentes métriques issues du protocole DCE sont illustrés ci-dessous.

3.7.1.1.1. Métrique 1 du CCO (Cover Characteristic species – Oportunistic species) : La couverture algale.

Les nombres de points obtenus pour respectivement Bailleron (Tableau 82) et la pointe de Monténo (Tableau 83) sont de 20 points et 14 points sur 30 possibles pour les quatre ceintures échantillonnées sur Bailleron et sur 16 possibles pour les deux ceintures échantillonnées sur Monténo. Ceci donne une

note respectivement de 26,7 points sur 40 et de 35 points sur 40 pour la première métrique sur Bailleron et la pointe de Monténo.

Tableau 82. CCO – Couverture algale pour le site de Bailleron.

Ceinture	Recouvrement	Points
An	95%	9
Fser	70%	7
Pc	10%	2
Fspi	10%	2
Total		20

Tableau 83. CCO – Couverture algale pour le site de la pointe de Monténo.

Ceinture	Recouvrement	Points
Fser	65%	7
He	70%	7
Total		14

3.7.1.1.2. Métrique 2 du CCO : Les espèces caractéristiques.

En fonction du nombre d'espèces retenues, on obtient 70 points sur les 90 points possibles pour Bailleron et 40 points sur les 60 points possibles pour la pointe de Monténo. En ramenant cette note sur un total de 30 points, on obtient donc, 23,3 points sur les 30 possibles et 20 points sur les 30 possibles pour la deuxième métrique du CCO pour respectivement Bailleron et pour la pointe de Monténo.

Tableau 84. CCO/Espèces caractéristiques pour le site de Bailleron.

Ceinture	Nombre d'espèces retenues	Points
Pc + Fspi	4 espèces	30
An	6 espèces	20
Fser	6 espèces	20
Total		70

Tableau 85. CCO/Espèces caractéristiques pour le site de la pointe de Monténo.

Ceinture	Nombre d'espèces retenues	Points
Fser	6 espèces	20
He	8 espèces	20
Total		40

3.7.1.1.3. Métrique 3 du CCO : Les espèces opportunistes.

La conversion du pourcentage de recouvrement par les espèces opportunistes en nombre de points est donnée dans les Tableau 86 et Tableau 87. Pour la troisième métrique du CCO, on obtient pour le site de Bailleron 18 points sur les 18 possibles et 8 points sur les 12 possibles pour le site de Monténo. Ceci donne une note de 30 points sur 30 et de 20 points sur 30 pour la troisième métrique pour respectivement Bailleron et pour la pointe de Monténo.

Tableau 86. CCO/Espèces opportunistes pour le site de Bailleron.

Ceinture	*Recouvrement opportunistes*	*Points*
Pc + Fspi	3,89%	6
An	0,00%	6
Fser	1,78%	6
Total		18

Tableau 87. CCO/Espèces opportunistes pour le site de la pointe de Monténo.

Ceinture	Recouvrement opportunistes	Points
Fser	8,67%	4
He	20,56%	4
Total		8

3.7.1.2. Note globale :

Au total, en ajoutant les points obtenus pour les trois métriques du CCO (la couverture, les espèces caractéristiques et les espèces opportunistes), on obtient pour Bailleron : 26,7 + 23,3 + 30 = 80 points soit un EQR de 0,80. Ce résultat classe le site de Bailleron en « **très bon** ». Il faut signaler que le score et en limite avec « bon » puis que les bornes sont « 80-100 ».
On obtient pour la pointe de Monténo : 35 + 20 + 20 = 75 points soit un EQR de 0,75. Ce résultat classe le site de la pointe de Monténo en « **bon** ».

3.7.2. Comparaison aux données des suivis antérieurs

Rapport de Derrien-Courtel et al. DCE-benthos - Macroalgues Fixées, Surveillance des MEC et MET du bassin Loire-Bretagne (2020)

Sur le site de la Pointe de Berchis, cinq ceintures algales ont été identifiées :

- Ceinture à *Pelvetia canaliculata (Pc)*,
- Ceinture à *Fucus spiralis (Fspi)*,
- Ceinture à *Ascophyllupm nodosum (An)/Fucus vesiculosus (Fves)*,
- Ceinture à *Fucus serratus (Fser)*,
- Ceinture à *Himanthalia elongata (He)/Bifurcaria bifurcata (Bf)*.

Le nombre de ceintures de ce site DCE est plus élevé que les sites de Monténo et de Bailleron, qui ne comptent que deux et quatre ceintures, respectivement.

Les recouvrements des ceintures observées sur les trois sites sont les suivants (Tableau 88):

Tableau 88. Comparaison des recouvrements algaux.

	Recouvrement (%)		
	Pointe de Berchis	Pointe de Monténo	Bailleron
Pc	40	-	10
Fspi	70	-	10
An	20	-	95
Fser	55	65	70
He	95	70	-

Le nombre de ceintures présentes sur les sites de Monténo et Bailleron semble insuffisant pour réaliser un suivi de l'état de conservation.

3.7.3. Etat de conservation

L'état de conservation des roches intertidales est évalué selon les descripteurs propres à l'habitat 6bis – substrats rocheux médiolittoraux supérieurs 1170-11 proposés par Lepareur (2011) (Tableau 81).

La somme totale des scores des 14 métriques évaluées est de 14 pour les l'estran de Bailleron (14 favorables) et de 14 pour Monténo (13 favorables et 1 légèrement dégradé). Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1 pour les deux estrans, et décrit un état de conservation qualifié de **favorable**.

L'état de conservation général des estrans intertidaux de Bailleron et de Monténo est jugé **favorable**. Toutefois, les experts soulignent que le nombre de ceintures algales recensées sur ces sites reste insuffisant pour évaluer de manière fiable l'état de conservation des habitats rocheux à macro-algues intertidales. Par ailleurs, le protocole actuellement utilisé ne semble pas adapté au suivi des estrans situés en masses d'eau de transition, comme c'est le cas pour Bailleron. L'indice de Haller serait plus approprié dans ce contexte.

En outre, la présence de champs de blocs sur les sites pourrait justifier la mise en œuvre du protocole DCE spécifique aux substrats rocheux. Enfin, les experts recommandent également d'intégrer un suivi des espèces exotiques envahissantes au programme de surveillance.

Tableau 89. Evaluation de l'état de conservation des roches intertidales (d'après la méthode de Lepareur, 2011). F = favorable, LD =légèrement dégradé, D = dégradé et M = mauvais.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthodes de collecte	Données du suivi 2024		Argumentaire	Notation de la métrique	
					Bailleron	Monténo		Bailleron	Monténo
Surface de l'habitat	**Surface**	Habitat	Morphologie de la côte	Observation	Platier et gros champs de blocs	Gros champs de blocs	-	F	F
Structure et fonctions de l'habitat	Substrat	Habitat	Nature de la roche	Observation	Granit		-	F	F
	Morphologie de l'estran	Habitat	Pente	Observation	Pente faible	Pente moyenne	-	F	F
Structure et fonctions de l'habitat	Hydrodynamisme	Habitat	Type d'exposition	Observation	Abrité	Exposé	-	F	F
	Fragmentation	Habitat	Rapport zone artificialisées/préservées	Observation	Pas de fragmentation, estrans très préservés		Estrans homogènes	F	F
	Composition floristique/faunistique	Ceintures algales	Espèces caractéristiques	Quadrat	*Pelvetia canaliculata (Pc), Ascophyllum nodosum (An), Fucus serratus (Fs), Fucus spiralis (Fsp)*	*Fucus serratus, Himanthalia elongata (He), Undaria pinnatifida et Sargassum muticum, balanes, balanes avec moules et huîtres*	Espèces typiques des estrans du golfe	F	F

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthodes de collecte	Données du suivi 2024		Argumentaire	Notation de la métrique	
					Bailleron	Monténo		Bailleron	Monténo
Structure et fonctions de l'habitat	Composition floristique/faunistique	Ceintures algales	Couvertures algales	Quadrat	*An : 95 %; Fs : 70 %, Pc : 10 %, Fsp : 10 % (3 ceintures)*	*Fs : 65 %, He : 70 % (4 ceintures)*	Couverture des ceintures en lien avec l'hydrodynamisme du site (élevé sur Monténo)	F	F
		Ceintures algales	Espèces opportunistes	Quadrat	*Pc et Fsp : 4 %, An : 0 %, Fs : 2 %*	*Fs : 9 %, He : 21 %*	Présence faible	F	F
	Qualité	Ceintures algales	Indice de qualité des macroalgues	Quadrat	Très bon	Bon	Qualité bonne à très bonne	F	F
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Habitat	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	Absent	Rares mouillages fixes	Artificialisation faible	F	F
	Piétinements, accostage	Habitat	Présence de signes de remaniements	Observation	Absent	Absent	Aucune preuve de remaniement	F	F
	Sources potentielles de nuisances proches				Faible artificialisation, île isolée	Parcs ostréicoles et port de mouillage dans les baies voisines, commune de Monténo au sud	Sur Monténo, récolte de fucales probable par les ostréiculteurs (remplissage des bourriches)	F	LD
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Habitat	Présence/absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Observation	Aucun macrodéchet n'a été prélevé ou observé au cours du suivi 2024		Aucun macrodéchet	F	F
	Traces d'hydrocarbures	Habitat	Présence/Absence d'hydrocarbures	Observation directe	-	Aucune trace d'hydrocarbures n'a été observée sur site au cours du suivi 2024	Aucune trace d'hydrocarbures recensée	F	F

3.8.Suivi des roches subtidales

3.8.1. Etagement

3.8.1.1. Gorets

La Figure 261 indique les limites des ceintures observées. Ces mesures sont réalisées en fonction de la présence/absence et de la densité de certaines espèces indicatrices de niveau, dites structurantes.

Une seule ceinture de l'infralittoral est présente sur ce site. En effet, l'infralittoral supérieur est absent et l'infralittoral inférieur s'étend jusqu'à -7,2 m C.M. Elle est caractérisée par la présence de *Soleria chordalis*. La densité de cette espèce est de 83,6 ind/m². Le circalittoral côtier est présent entre – 7,2 m C.M. et – 21 m C.M.

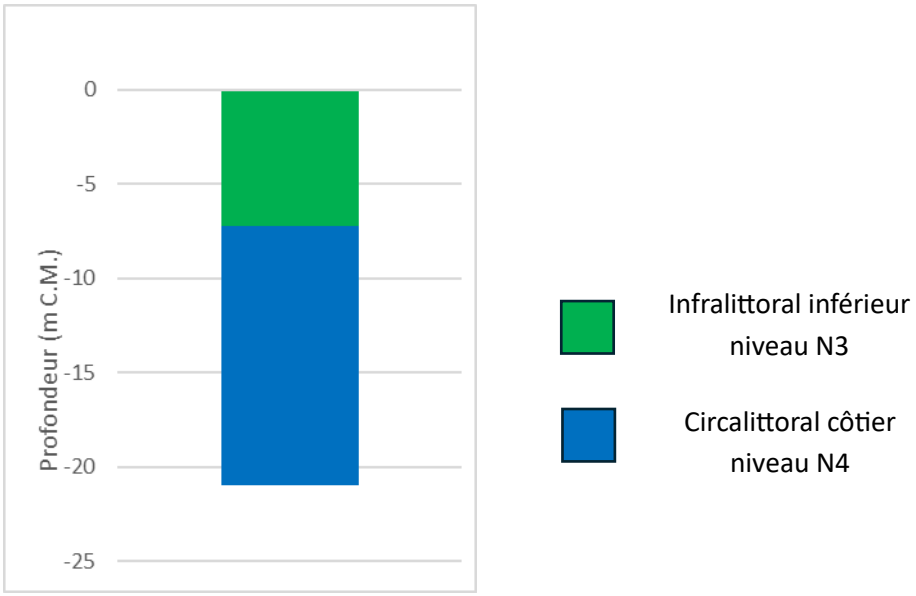


Figure 261. Limite d'extension en profondeur des ceintures algales sur le site des Gorets.

3.8.1.2. Brannec

Les deux ceintures de l'infralittoral sont présentes sur ce site (Figure 262). L'infralittoral supérieur s'étend sur une faible extension bathymétrique jusqu'à -0,2 m C.M. et l'infralittoral inférieur jusqu'à -2,5 m C.M. La densité des algues de la strate arbustive de l'infralittoral supérieur est de 16 ind/m². Elle est essentiellement composée de *Gongolaria baccata* et *Sargassum muticum*.

Le circalittoral côtier (Niveau 4) est observé entre – 2,5 et – 10 m C.M. Enfin, le circalittoral du large (Niveau 5) a été également mis en évidence de -10 m à – 15 m C.M.

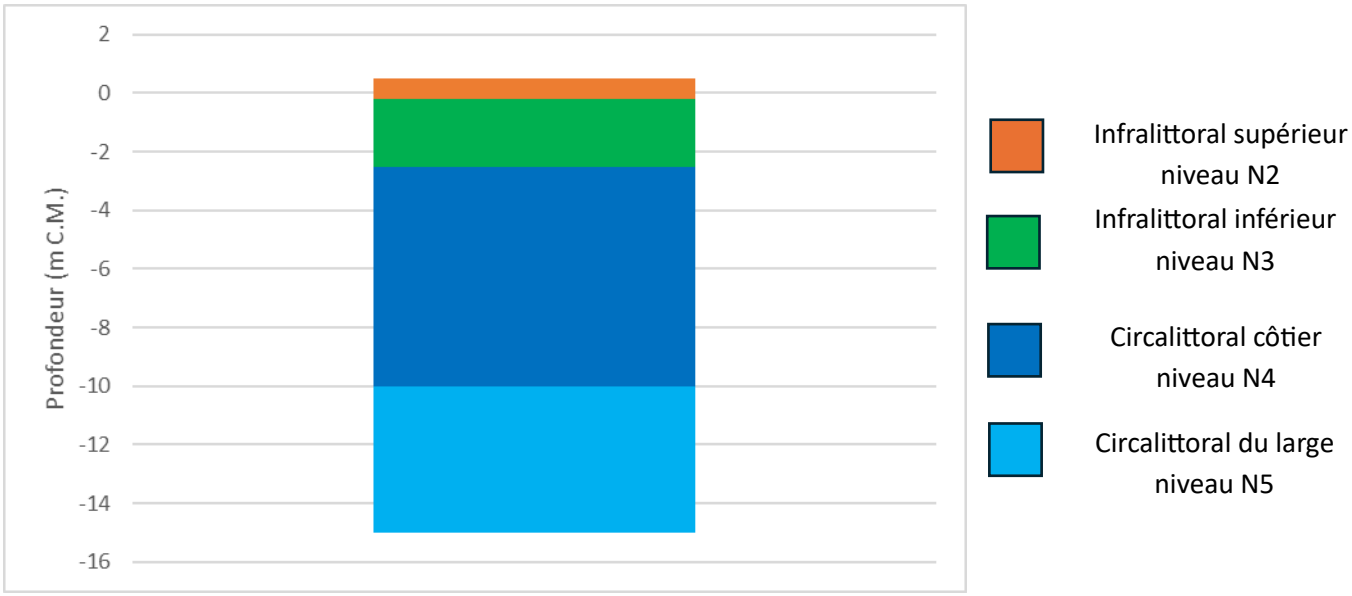


Figure 262. Limite d'extension en profondeur des ceintures algales sur le site de Brannec.

3.8.1.3. Grégan

Seuls les étagements ont été relevés sur le site des Grégans. Les deux ceintures de l'infralittoral sont présentes sur ce site (Figure 263). L'infralittoral supérieur s'étend jusqu'à -2 m C.M. et l'infralittoral inférieur jusqu'à – 8 m C.M. La strate arbustive de l'infralittoral supérieur est essentiellement composée de *Gongolaria baccata* et *Sargassum muticum.* Le circalittoral côtier (Niveau 4) est observé entre – 8 et – 11 m C.M (pas d'exploration plus en profondeur).

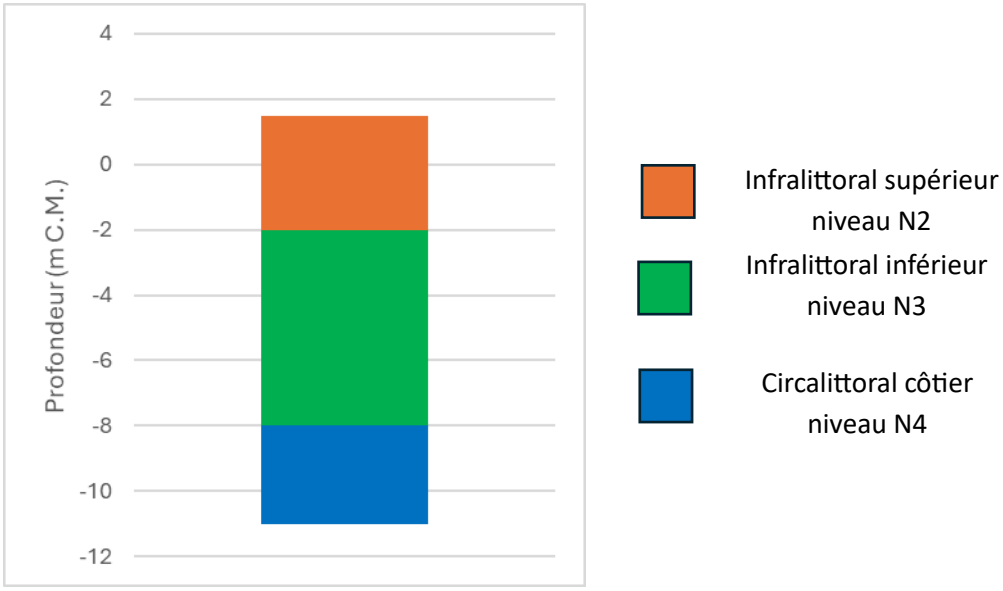


Figure 263. Limite d'extension en profondeur des ceintures algales sur le site de Grégan.

3.8.2. Recouvrement et faune

3.8.2.1. Gorets

La Figure 264 indique les recouvrements moyens obtenus dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Gorets. Les stations sont majoritairement dominées par les algues rouges dressées et les algues rouges encroûtantes (Figure 265). Les algues brunes sont très peu présentes. Enfin, la faune a des pourcentages très faibles en termes de recouvrement de l'ordre de 7%. Ces recouvrements sont dus à la présence de *Corynactis viridis* en termes d'effectif. Les valeurs du nombre d'espèces ou de taxons concernant la faune observé sont de 24 et 36 espèces/taxons pour respectivement le niveau 3 et le niveau 4.

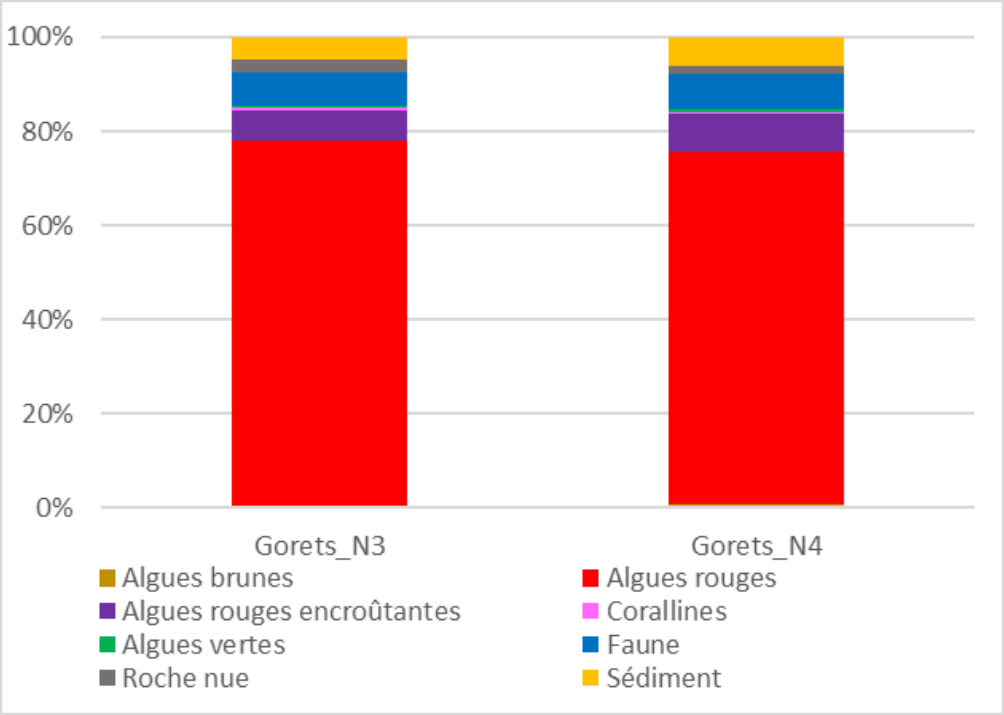


Figure 264. Recouvrements moyens dans les quadrats de 0,25 m² sur le site de Gorets.

Le Tableau 90 synthétise les taxons faunistiques recensés dans les quadrats sur Gorets. Ce sont principalement des spongiaires et les cnidaires qui possèdent une belle diversité puisque 12 espèces et 10 espèces ont été respectivement identifiées sur l'ensemble des quadrats.

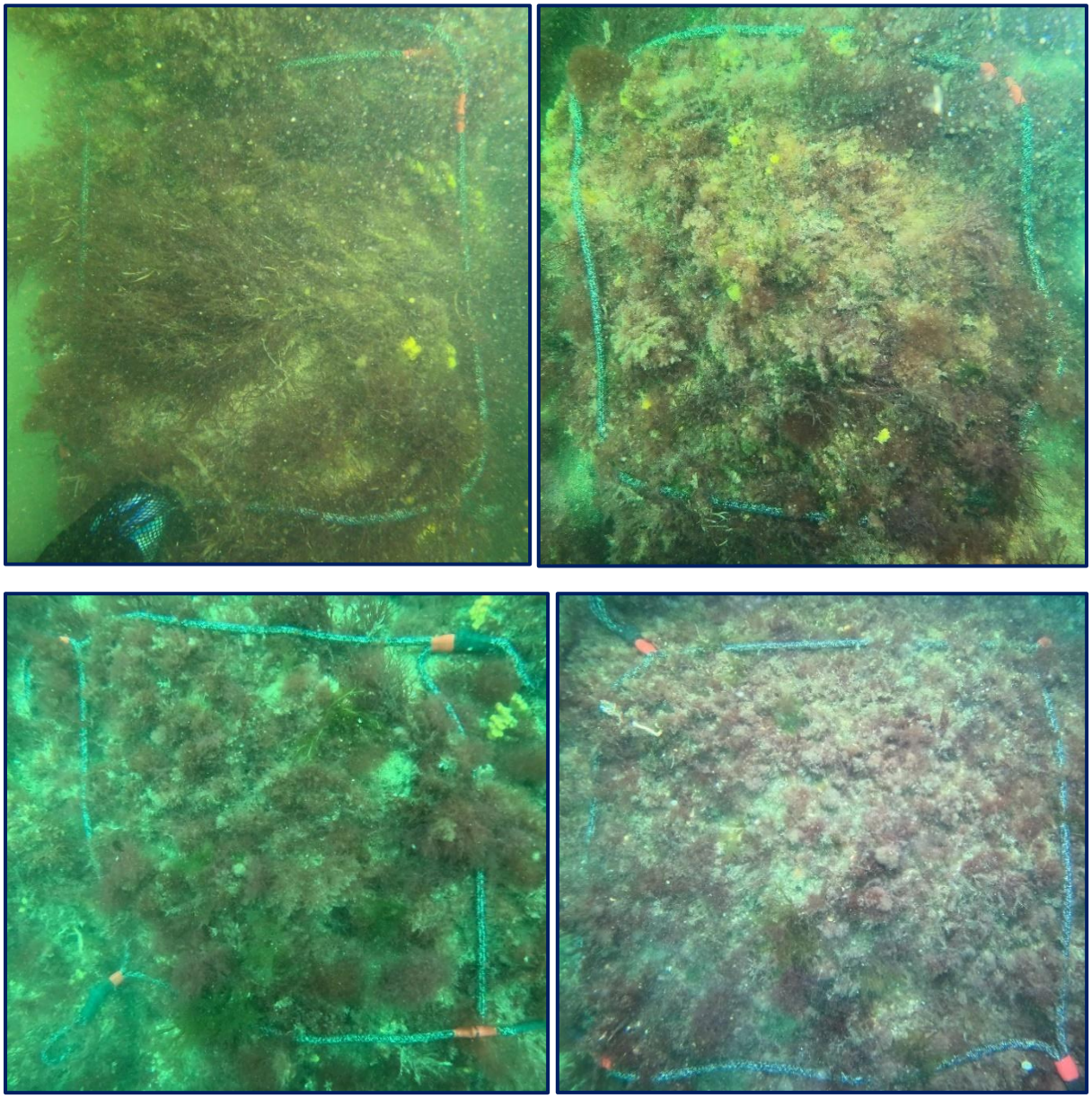


Figure 265. Exemples de quadrats dans le niveau 3 (en haut) et 4 (en bas) sur le site de Gorets.

Tableau 90. Liste des taxons faunistiques observés dans les quadrats sur le site de Gorets

Taxons	Espèces	Gorets_N3	Gorets_N4
Bryozoaires	*Amathia* sp.	*	
	Cellepora pumicosa	*	*
	Chartella papyracea		*
	Crisia sp.		*
	Electra pilosa	*	
	Schizomavella sp.	*	
	Scrupocellaria sp.	*	
Cnidaires	*Aglaophenia* sp.		*
	Amphibestia sp.		*
	Corynactis viridis		*
	Eunicella verrucosa		*
	Haelecium sp.		*
	Hydrallmania falcata	*	*
	Nemertesia ramosa		*
	Obelia sp.		*
	Sertularia sp.	*	*
	Serturella sp.	*	*
Crustacés	*Acastis spongites*	*	
	Pisa armata	*	
	Verruca stroemia		*
Echinodermes	*Asterina gibosa*	*	*
	Marthasterias glacialis	*	
	Ophiothrix fragilis	*	
	Psammechinus miliaris		*
Mollusques	*Anomia ephippium*		
	Gibbula cineraria		*
	Hiatella artica		*
	Musculus marmoreus	*	*
	Mytillus edulis		*
	Ocenebra erinacea		*
	Trivia monacha	*	*
Poissons	*Nerophis ophidion*	*	
Polychètes	*Spirobranchus* spp	*	
Spongiaires	*Amphilectus fucorum*		*
	Antho coriacea	*	*
	Biemna variantia		*
	Celtodoryx ciocalyptoides	*	*
	Dercitus bucklandi		*
	Dysidea fragilis	*	*
	Phorbas dives	*	
	Phorbas plumosum		*
	Raspalia ramosa		*

	Stelligera rigida		*
	Stelligera stuposa		*
	Sycon ciliatum		*
Tuniciers	*Aplidium* sp.	*	*
	Ascidiella	*	*
	Distomus variolosus	*	

3.8.2.2. Brannec

La Figure 266 indique les recouvrements moyens obtenus dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Brannec. Les stations sont majoritairement dominées par les algues rouges et les algues rouges encroûtantes (Figure 268 et Figure 268). Les algues brunes sont très peu présentes. Enfin, la faune a des pourcentages très faibles en termes de recouvrement de l'ordre de 5 à 10%. Les valeurs du nombre d'espèces ou de taxons concernant la faune observé sont de 17 et 23 espèces/taxons pour respectivement le niveau 2 et le niveau 3.

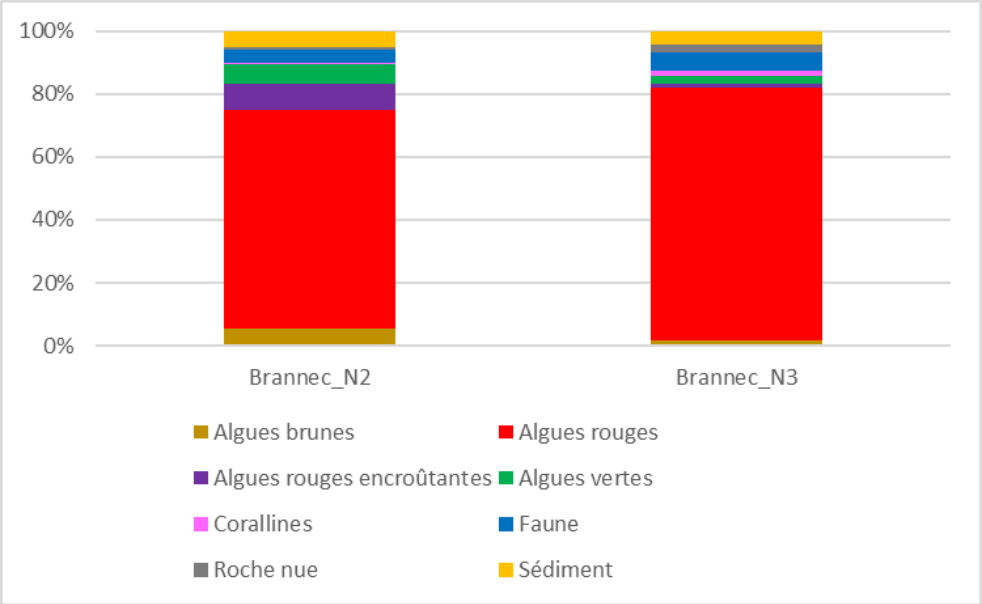


Figure 266. Recouvrements moyens dans les quadrats de 0,25 m² sur le site de Brannec.

Le Tableau 91 synthétise les taxons faunistiques recensés dans les quadrats sur Brannec. Ce sont principalement des spongiaires qui possède une belle diversité puisque 13 espèces ont été identifiées sur l'ensemble des quadrats.



Figure 267. Exemples de quadrats dans le niveau 2 sur le site de Brannec.

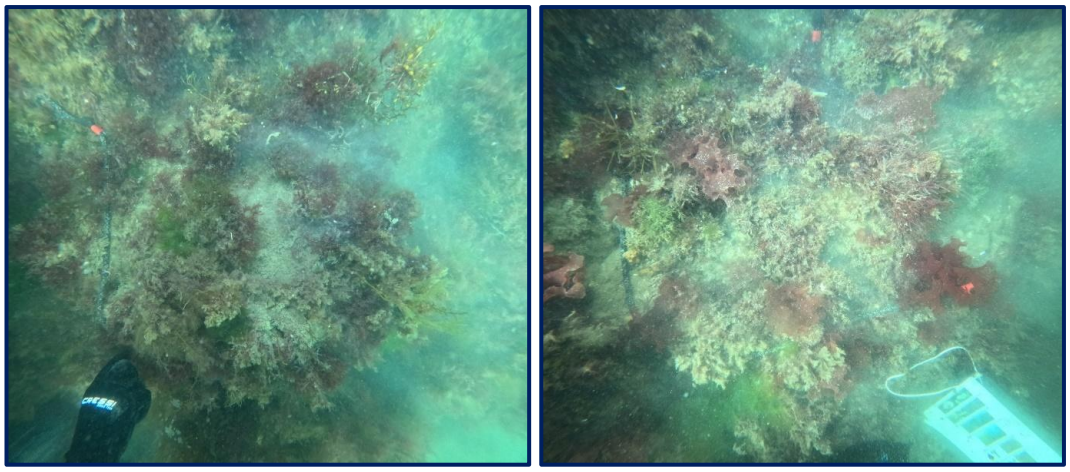


Figure 268. Exemples de quadrats dans le niveau 3 sur le site de Brannec.

Tableau 91. Liste des taxons faunistiques observés dans les quadrats sur le site de Brannec.

Taxons	Espèces	Brannec_N2	Brannec_N3
Bryozoaires	*Amathia sp.*	*	
	Chartella papyracea	*	*
	Crisia denticulata		*
	Crisia sp.		*
	Electra pilosa		*
	Scrupocellaria sp.		*
Cnidaires	*Corynactis viridis*	*	
Echinodermes	*Asterina gibosa*		*
Mollusques	*Anomia ephippium*	*	
	Modiolus barbatus		*
	Musculus marmoreus		*
	Trivia monacha	*	
Polychètes	*Salmacina*		*
	Spirobranchus spp	*	
Spongiaires	*Amphilectus fucorum*	*	

	Antho coriacea	*	*
	Antho involvens		*
	Dysidea fragilis	*	
	Hemycalle columella	*	*
	Hymedesmia sp.		*
	Pachymatisma jhonstonia		*
	Phorbas dives		*
	Phorbas plumosum	*	*
	Polymastia boletiformis	*	
	Stelligera rigida		*
	Stelligera stuposa	*	*
	Tethya citrina	*	
Tuniciers	*Amathia* sp.		*
	Aplidium sp.	*	*
	Ascidiella		*
	Dendrodoa grossularia	*	*
	Distomus variolosus	*	*

3.8.3. Evaluation des espèces caractéristiques et richesse spécifique algale totale

Pour rappel, les comptages d'algues ont été réalisés, quand les ceintures étaient présentes, sur 10 quadrats de 0,25 m² au Niveau 2, sur 8 quadrats de 0,25 m² au Niveau 3 et sur 10 quadrats de 0,25 m² au Niveau 4.

3.8.3.1. Gorets

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés sur 8 quadrats de 0,25 m² de la station Gorets sur le niveau 3. Les résultats sont présentés dans le Tableau 92. Un total de 8 espèces est recensé mais seulement 7 seront prises en compte pour le calcul de l'indice car *Chylocladia verticillata* n'est présente qu'une seule fois. En plus de *Soleria chordalis*, les espèces les plus représentées sont *Phyllophora crispa* et *Cryptopleura ramosa*. Sur l'ensemble des quadrats, 38 pieds d'espèces opportunistes ont été comptés soit une densité de 19 individus/m² pour trois espèces recensées. En termes de richesse spécifique totale, le nombre d'espèces obtenu est de 20 espèces.

Tableau 92. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Gorets (N3).

	Espèces	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Total
Espèces caractéristiques	*Calliblepharis ciliata*		3		1		1			5
	Metacallophyllis laciniata	2	3						4	9
	Chylocladia verticillata								1	1
	Cryptopleura ramosa	2	7		2					11
	Erythroglossum laciniatum				6					6
	Phyllophora crispa	6	11		8	2	7	4	5	43
	Plocamiun sp.				4	2				6
	Soleria chordalis	29	11	43	28	23	16	33	26	209
Autres	*Aglaothamnium feldmanium*						2			2
	Bryopsis hypsoides	1				2		2	1	6
	Calliblepharis jubata						1		3	4
	Corallines					10				10
	Dasya sp.				2					2
	Dictyota dichotoma				1					1
	Halopithys incurvata						2		2	4
	Rhodymenia pseudopalmata		5			2		1	2	10
	Ulva sp.					2		4		6
Espèces opportunistes	*Ceramium* sp.				2				2	4
	Desmaretia ligulata		2		2	2			2	8
	Dasysiphonia japonica	2	1	6		11	6			26
	Nombre de pieds	**42**	**43**	**49**	**56**	**56**	**35**	**44**	**48**	**373**
	Nombre d'espèces	**6**	**8**	**2**	**10**	**9**	**7**	**5**	**10**	**20**

Sur le niveau 4, un total de 18 espèces est recensé (Tableau 93). Les mêmes espèces que pour le niveau 3 sont dominantes avec les effectifs totaux les plus importants.

Tableau 93. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Gorets (N4).

Espèces	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total
Phyllophora crispa	18	6	20	27	14	8	13		17	18	141
Cryptopleura ramosa	12	20	10	8	9	10	17	17	8	12	123
Rhodymenia pseudopalmata		3	2	2	10	17	4	8	3	2	51
Dictyopteris polypodioides	2	2	7		5	6	9	6	8	4	49
Dasysiphonia japonica	7	3	4	5	4	4	7	3	6	5	48
Metacallophyllis laciniata	5	3	4		3	4	2		6	2	29
Dictyota dichotoma	3	1	2		6	1		3	2	2	20
Bryopsis hypsoides	2	2		5		3	2	1	2	1	18
Calliblepharis ciliata	2	1	1	4	2	2	1	3		1	17
Plocamiun sp.		2	3	4		2			3		14

Ulva sp.	2	1	1		1	1	1	1	3	2	13
Soleria chordalis	2	1		2		1					6
Deltalsia parasitica		1			4						5
Halopteris filicina			3								3
Delesseria sanguinea							2			1	3
Desmaretia ligulata		1	1								2
Ceramium sp.		1				1					2
Apoglossum ruscifolium				2							2
Nombre de pieds	55	48	58	59	58	60	58	42	58	50	546
Nombre d'espèces	10	15	12	9	10	13	10	8	10	11	18

3.8.3.2. Brannec

L'infralittoral est peu étendu. L'infralittoral supérieur s'étend jusqu'à -0,2 m C.M. et l'infralittoral inférieur jusqu'à -2,5 m C.M. La densité des algues de la strate arbustive de l'infralittoral supérieur est de 16 ind/m². Elle est essentiellement composée de *Sargassum muticum* et de quelques pieds de *Gongolaria baccata*. Un total de 11 espèces caractéristiques est recensé mais seulement 8 (ici en bleu et en gras) seront prises en compte pour le calcul de l'indice car trois espèces ne sont présentes qu'une seule fois (Tableau 94). Plusieurs espèces caractéristiques sont constantes et bien représentées comme *Phyllophora crispa* et *Dictyota dichotoma*. De nombreux pieds d'espèces opportunistes ont été comptés (67,6 individus/m²). Quatre espèces ont été recensées.

Tableau 94. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station de Brannec (N2).

		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total
Espèces caractéristiques	*Apoglosssum ruscifolium*							2				2
	Calliblepharis jubata	1	2			1					2	6
	Chondria dasyphylla			2								2
	Cryptopleura ramosa		4		4		2					10
	Gongolaria baccata		1									1
	Dictyota dichotoma	3	6	6		12		2	3	4		36
	Kallymenia reniformis						2				1	3
	Phyllophora crispa	21	15		11	6	8	3	18	2	13	97
	Polyneura bonnemaisonii	2									2	4
	Sargassum muticum	1	2	2	2		3	7	8	12	2	39
	Soleria chordalis	3	2		3			2				10
	Ericaria selaginoides						10	12		15		37
Autres	*Acrosorium venulosum*	5	2									7
	Asperococcus bullosus		4	9	5			4	2			24
	Chylocladia verticillata			3								3
	Codium sp.				1	1	1	2		1		6
	Corallines	11	4									15
	Furcelaria lumbricalis	4	3		3			5	5			20

	Gracilaria bursa-pastoris					2	5	2		6		15
	Gracilaria multipartita	2			2					1		5
	Gymnogongrus crenulatus						10					10
	Halopithys incurva			2	6							8
	Lomentaria clavellosa						1					1
	Rhodothamniella floridula				2							2
	Rhodymenia pseudopalmata	3				5	6		16	9		39
	Sphaerococcus coronopifolius						2				3	5
Opportunistes	*Desmarestia ligulata*	1										1
	Heterosiphonia japonica	2	17	19	15	13	8	11	10	7	6	108
	Ulva sp.	6	6	5	10	5	8	5	4	2	9	60
	Nombre de pieds	**65**	**68**	**29**	**64**	**45**	**66**	**59**	**66**	**59**	**38**	**576**
	Nombre d'espèces	**14**	**13**	**7**	**12**	**8**	**13**	**12**	**8**	**10**	**8**	**29**

Les comptages d'algues caractéristiques ont également été réalisés sdans 8 quadrats de 0,25 m² sur le niveau 3 de la station de Brannec. Les résultats sont présentés dans le Tableau 95. Un total de 9 espèces estrecensé mais seulement 8 seront prises en compte pour le calcul de l'indice car *Rhodophyllis divaricata* n'est présente qu'une seule fois. En plus de *Soleria chordalis*, les espèces les plus représentées sont *Acrosorium venulosum*, *Phyllophora crispa* et *Cryptopleura ramosa*. Sur l'ensemble des quadrats, 66 pieds d'espèces opportunistes ont été comptés soit une densité de 33 individus/m² pour quatre espèces recensées. En termes de richesse spécifique totale, le nombre d'espèces obtenu est de 26 espèces.

Tableau 95. Espèces recensées dans les quadrats de 0,25 m² sur la station Brannec (N3).

		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Total
Espèces caractéristiques	*Apoglosssum ruscifolium*	5		2		3		1	1	12
	Metacallophyllis laciniata	2			1		1		8	12
	Cryptopleura ramosa	5	4	6	3	2	3	3	11	37
	Erythroglossum laciniatum	2			3	3		1	8	17
	Phyllophora crispa	5	6	8	2	1	5	4	3	34
	Plocamiun sp.	1	2	2	5		2		5	17
	Polyneura bonnemaisonii		1	1		1				3
	Rhodophyllis divaricata							5		5
	Soleria chordalis	1	3	4	1	2	12	2	12	37
Autres	*Acrosorium venulosum*	7	11	9	6	4	2	27	3	69
	Calliblepharis jubata		1		1	3		2	1	8
	Chondria dasyphylla		1			1				2
	Codium sp.			1	1	3	1			6
	Corallines	7	2	4			5	4	3	25
	Gongolaria baccata	1	1	1				1	1	5
	Delesseria sanguinea						1			1
	Dictyota dichotoma	7					3		2	12
	Gracilaria multipartita	1	3	4	1	2	3	3	1	18
	Kallymenia reniformis		3	3		4				10

	Deltalsia parasitica								3	3
	Bryopsis hypsoides		3		1				1	5
	Sphaerococcus coronopifolius							3		3
Opportunistes	*Desmarestia ligulata*	5	3	3		1	3	2		17
	Dasysiphonia japonica	6	4	3	1	1	1	3	1	20
	Hypoglossum hypoglossoides	4								4
	Ulva sp.	4	3	3	4	1	3	1	6	25
	Nombre de pieds	63	51	54	30	32	45	62	70	407
	Nombre d'espèces	16	16	15	13	15	14	15	17	26

3.8.4. Calcul de l'indice

Pour rappel, pour les macroalgues subtidales, la masse d'eau golfe du Morbihan (FRGC39) appartient au supertype C (côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide), pour lequel la valeur de référence est fixée à 80,8. Le Tableau 96 illustre les différentes notes obtenues pour les différents paramètres étudiés ainsi que le calcul des indices.

Pour Gorets, avec un EQR de 0,76 (61,22/80,8), cette masse d'eau est classée en bon état pour cet élément de qualité. Ce résultat est essentiellement dû à la profondeur atteinte par l'infralittoral inférieur et à sa composition spécifique. L'infralittoral supérieur est absent et tronque l'analyse.

Le site de Brannec présente une qualité mauvaise avec une valeur de 0,55. Ce résultat est dû à plusieurs faits. Premièrement, les étages de l'infralittoral supérieur et inférieur sont restreints à une bande peu profonde. La densité des algues structurantes (*Sargassum muticum*) est moyenne. La diversité algale y est moyenne. En revanche, les algues opportunistes (*Ulva* sp. et *Dasysiphonia japonica*) sont très nombreuses dans l'infralittoral supérieur (0/20) ce qui pénalise le calcul de l'indice.

Tableau 96. Notes pour les différents paramètres et calculs des indices de qualité.

Niveau 1-2	Gorets	Brannec
Note ceinture (/30pts)	-	1,4
Note densité espèces structurantes (/20pts)	-	10
Note composition spécifique (/21pts)	-	5
Note diversité (/10pts)	-	2,5
Note stipe (/20pts)	-	-
Total	-	18,93
Barème	100	80
Indice de qualité du site (/100pts)	**-**	**23,66**

Niveau 3	Gorets	Brannec
Note ceinture (/30pts)	26,7	29,7

Note composition spécifique (/20pts)	7,5	5
Note diversité (/10pts)	2,5	2,5
Note stipe (/20pts)	-	-
Total	36,73	39,7
Barème	60	60
Indice de qualité du site (/100pts)	**61,22**	**66,16**
Supertype	C	C
Indice de qualité de référence	80,8	80,8

RQE 2024	**0,76**	**0,55**

3.8.5. Comparaison aux données des suivis antérieurs

Rapport final-Vf1-31/12/2024 - Année 2023 REBENT-II Bretagne - Surveillance du Benthos du littoral breton. (Derrien-Courtel et al., 2024).

En 2024, le site des Grégans a uniquement fait l'objet d'un relevé des ceintures de macro-algues. Ce site est suivi dans le cadre de la DCE depuis 2005. Le Tableau 97 compare les limites relevées entre les différents suivis.

Tableau 97. Comparaison des limites de ceintures algales entre les suivis de 2023 et de 2024.

	2023		2024	
Niveau	Limite supérieure (m. C.M.)	Limite inférieure (m. C.M.)	Limite supérieure (m. C.M.)	Limite inférieure (m. C.M.)
N2	+0,9	-4,0	+ 0,9	-2,0
N3	-4,0	-9,0	-2,0	-8,0
N4	-9,0	-19,1	-8,0	- 11 (pas d'exploration plus en profondeur)

3.8.6. Etat de conservation

L'état de conservation des roches intertidales est évalué selon les descripteurs propres à l'habitat 8 – Substrats rocheux infralittoraux 1170-5/7 proposés par Lepareur (2011) (Tableau 98).

La somme totale des scores des 7 métriques évaluées est de 8 pour les Gorets, de 10 pour Brannec et de 7 pour Grégan. Par conséquent, le score moyen obtenu est de 1,1 pour les Gorets, de 1,4 pour Brannec et de 1 pour Grégan.

L'état de conservation général des roches subtidales est évalué comme **favorable** sur les trois sites.

Tableau 98. Evaluation de l'état de conservation des roches intertidales (d'après la méthode de Lepareur, 2011). F = favorable, LD =légèrement dégradé, D = dégradé, M = mauvais.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthode de collecte	Données du suivi 2024			Argumentaire	Notation de la métrique		
					Gorets	Brannec	Grégan		Gorets	Brannec	Grégan
Structure et fonctions de l'habitat	Laminaires	Habitat	Ceintures de laminaires	Plongée	1 ceinture à *Soleria chordalis* (-7,2 m C.M.)	2 ceintures à *Gongolaria baccata* et *Sargassum muticum (-15 m)*	2 ceintures à *Gongolaria baccata* et *Sargassum muticum (-11 m)*	-	F	F	F
	Laminaires	Habitat	Recouvrement des laminaires	Plongée	Faune : 7 %; Algues rouges : 78 %	Faune : 5-10 %; Algues rouges : 76 %	-	-	F	F	F
	Qualité	Habitat	Indice de qualité	Plongée	Bon	Mauvais	-		F	M	F
Altération de l'habitat (menaces et pressions)	**Degré d'artificialisation**	Habitat	Présence/absence de structures artificialisées	Imagerie satellitaire	Mouillages fixe pour la plongée	Absentes	Absentes	Artificialisation très faible	LD	F	F
	Piétinements, accostage	Habitat	Présence de signes de remaniement	Plongée	Absent	Absent	Absent	Aucune preuve de remaniement	F	F	F
	Sources potentielles de nuisances proches	Habitat	Présence/absence d'urbanisme, de cours d'eau, de ports …	Plongée	Mouillages fixe pour la plongée	Absent	Absent	Aucune indication sur la présence de pollutions anthropiques	F	F	F
	Macrodéchets (filets, mouillages perdus, corps morts …)	Habitat	Présence/absence et évaluation de la quantité, dangerosité	Observation	Aucun macrodéchet n'a été prélevé ou observé au cours du suivi 2024			Aucun macrodéchet	F	F	F

3.9.Suivi des faciès à gorgonaires

3.9.1. Densités

Le Tableau 99 récapitule les densités obtenues sur les trois sites (Gorets, Grégan, Brannec). Au total, 62 colonies de gorgones ont été mesurées, 40 sur Gorets, 18 sur Grégan et seulement 4 sur Brannec. Les densités moyennes sont de 13,3 individus par m² sur Gorets, 6 individus par m² sur Grégan et 1,3 individus par m² sur Brannec.

Tableau 99. Densités des gorgones dans les trois quadrats, densités totales et densités moyennes sur les trois sites.

	Gorets	Grégan	Brannec
Quadrat 1	15	7	1
Quadrat 2	17	7	1
Quadrat 3	8	4	2
Total	**40**	**18**	**4**
Moyenne	**13,3 ± 4,7**	**6,0 ± 1,7**	**1,3 ± 0,6**

3.9.2. Hauteur et largeur

Les hauteurs et largeurs des gorgones ont été mesurées au sein des quadrats de 1m². La Figure 269 illustre la distribution des gorgones selon des catégories de hauteurs sur les trois sites. La taille de la colonie des 62 spécimens enregistrés s'étale de 8 à 65 cm de hauteur, la classe de taille dominante est variable en fonction des sites de 20 à 30 cm sur Gorets, de 10 à 20 cm sur Grégan et de 30 à 40 cm sur Brannec (Tableau 100). La distribution taille-fréquence est symétrique sur le site des Gorets, deux pics sont présents sur le site Grégan et comme seulement 4 individus sont présents sur Brannec, il est difficile de faire des conclusions mais les individus mesurés sont de tailles moyennes. Un seul jeune individu (moins de 10 cm) a été relevé dans les quadrats sur Grégan.

Tableau 100. Tailles minimales et maximales, et classe de taille dominante pour les trois sites.

	Gorets	Grégan	Brannec
Taille minimale	12	8	30
Taille maximale	55	65	43
Classe de taille dominante	20 – 30 cm	10 – 20 cm	30 – 40 cm

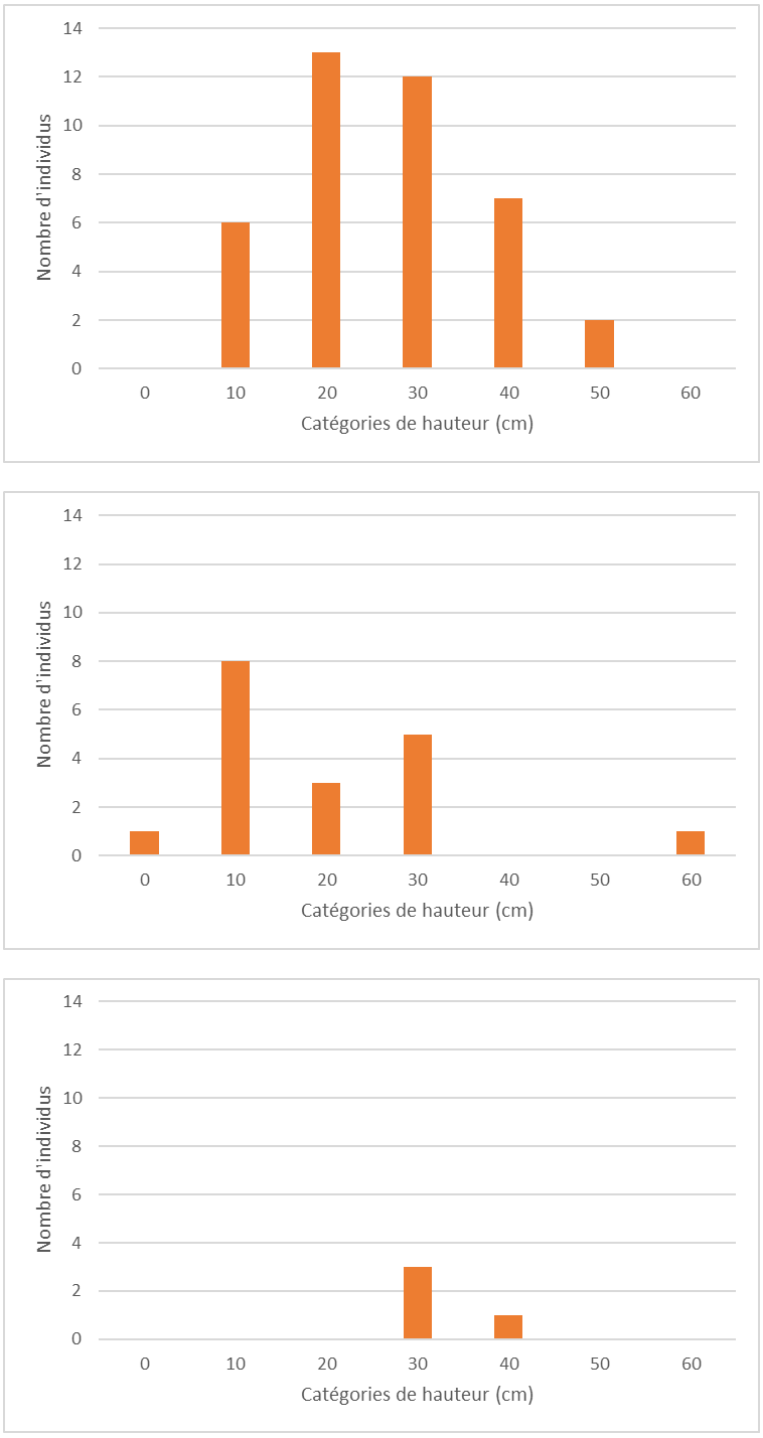


Figure 269. Distribution des gorgones selon des catégories de hauteurs sur les trois sites Gorets, Grégan et Brannec (de haut en bas).

La Figure 270 indique la distribution des gorgones selon le ratio hauteur largeur sur les trois sites. La largeur est liée à la hauteur, ce lien étant plus fort sur le site des Grégan.

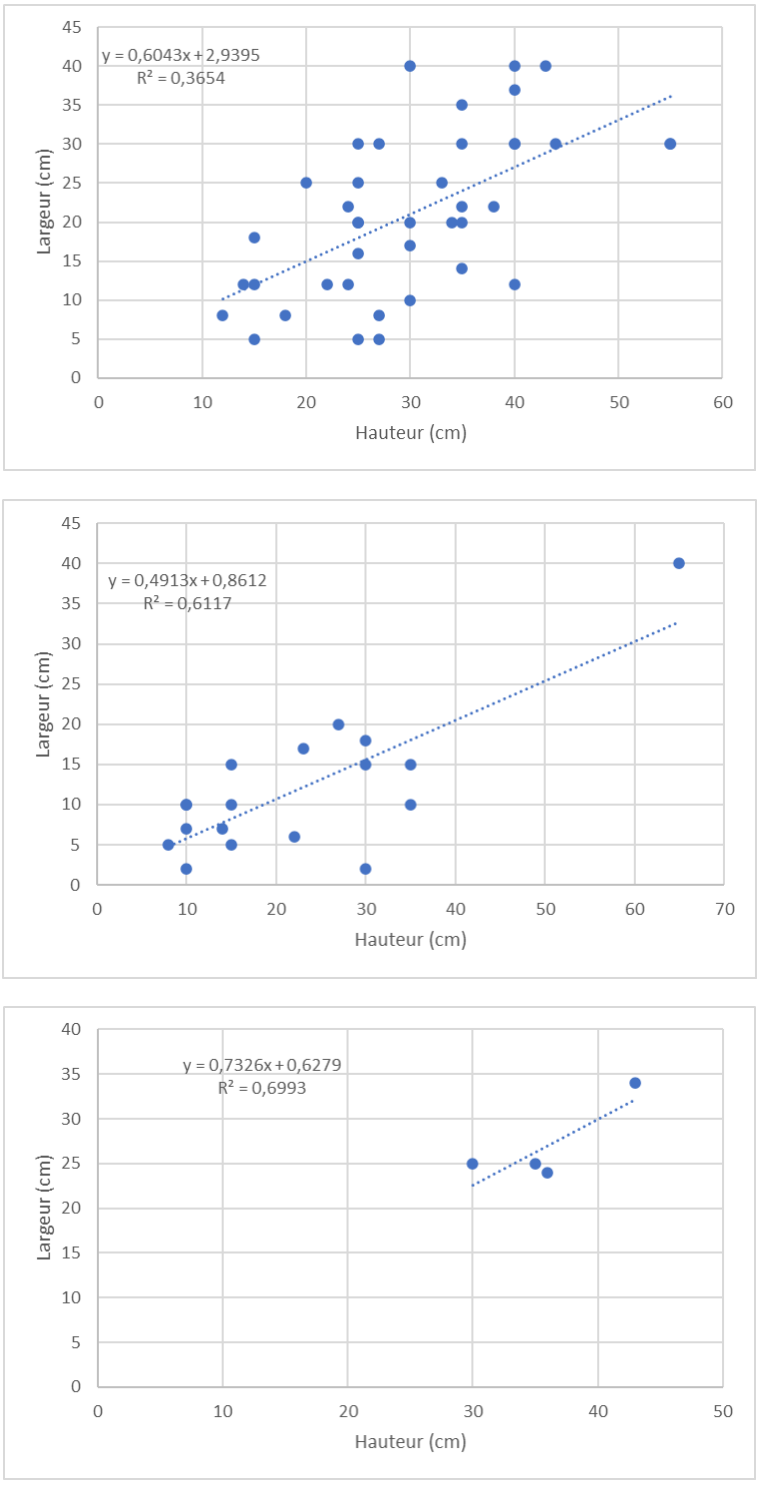


Figure 270. Distribution des gorgones selon le ratio hauteur largeur sur les trois sites Gorets, Grégan et Brannec (de haut en bas).

3.9.3. Taux d'épibiose

Les colonies observées ont des taux d'épibiose variables (Tableau 101, Figure 271, Figure 272), avec une majorité d'épibiontes épizoaires (éponges et bryozoaires (Figure 271). Sur Gorets, 53% des individus n'ont pas d'épibiontes ou de dommages directs, 33% sur Grégan et tous les individus sont affectés sur le site de Brannec. Sur Gorets, une relation entre les dommages et la hauteur des colonies

a été observée : en moyenne, les colonies saines mesuraient 27,48 ± 9,80 cm, alors que les colonies avec épibiontes mesuraient 33,06 ± 10,55 cm. Sur Grégan, les colonies saines mesuraient 16,50 ± 10,35 cm, alors que les colonies avec épibiontes mesuraient 25,42 ± 15,17 cm.

Tableau 101. Nombre d'individus comptabilisés en fonction des différentes classes de taux d'épibiose sur les trois sites.

Catégories d'épibioses (%)	Gorets	Grégan	Brannec
0	53	33	0
0 – 5 %	33	0	25
5 – 10 %	8	0	0
10 – 25 %	3	6	25
>25 %	3	61	50



Figure 271. Gorgone (Eunicella verrucosa) avec épizoaires (éponges et bryozoaires).

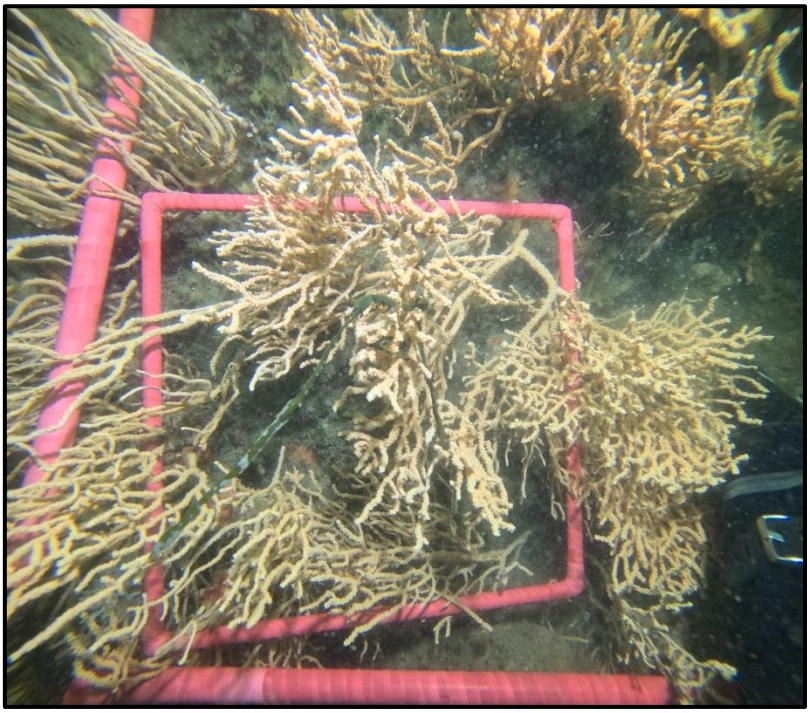


Figure 272. Colonies de Gorgones (Eunicella verrucosa) sans épibiontes.

3.9.4. Biocénoses benthiques

Les inventaires ont permis de mettre en évidence une liste de 77 espèces. La Figure 273 indique les taux de recouvrement en fonction des différents taxons. Les dominances sont légèrement différentes entre les Gorets et Grégan. Les algues rouges sciaphiles sont plus représentées sur Grégan. En revanche, le site de Brannec est largement dominé par les éponges. Il faut également noter une influence sédimentaire sur les trois étudiés. La Figure 274 illustre les quadrats.

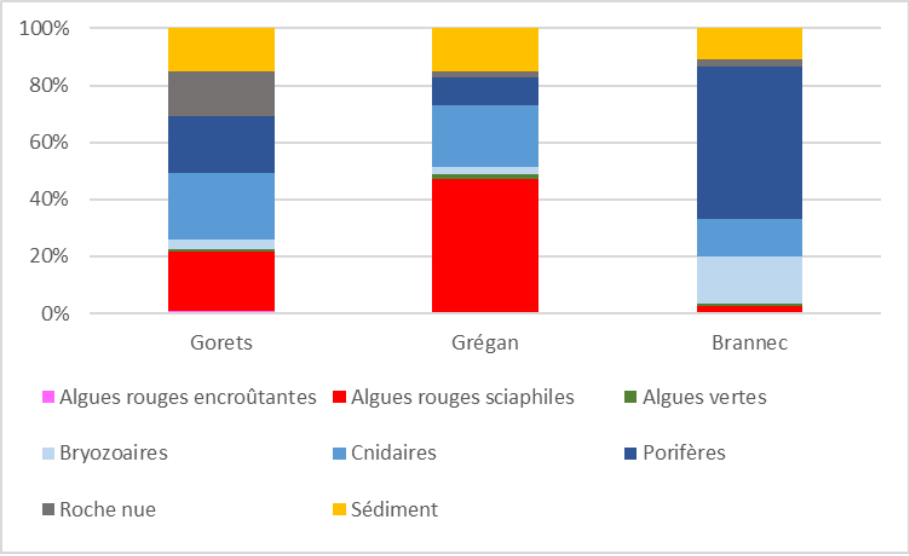


Figure 273. Taux de recouvrement dans les quadrats pour les trois sites.

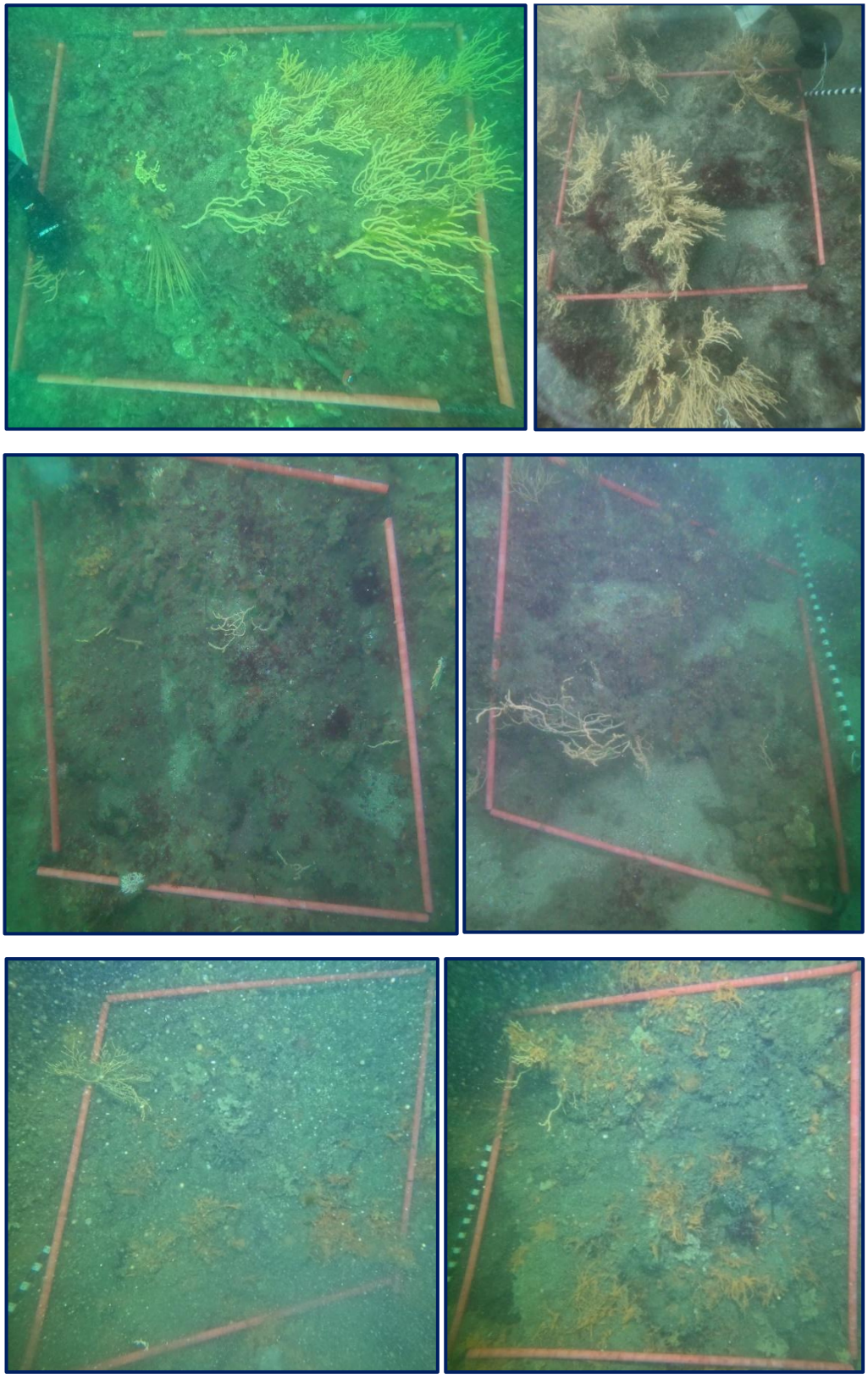


Figure 274. Photos des quadrats sur les trois sites (de haut en bas : Gorets, Grégan, Brannec).

Les porifères apparaissent comme étant le groupe le plus représenté, suivi des cnidaires et bryozoaires (Tableau 102). Le nombre d'espèces par quadrat est relativement homogène au sein des différents sites mais le site Grégan est le plus diversifié. Le Tableau 103 indique les espèces recensées par taxons par quadrats et par sites.

Tableau 102. Nombre d'espèces par taxons par quadrats et par sites.

	Gorets			Grégan			Brannec			Total général
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Porifères	7	5	8	15	9	10	11	11	8	26
Cnidaires	7	8	8	6	11	12	8	8	5	15
Bryozoaires	4	2	3	4	9	6	1	2	3	11
Macroalgues rouges	3	2	3	4	3	2	1	1	1	6
Mollusques	4	1	1	3	2	2		1		6
Echinodermes	1		1	2		2	1	2		4
Polychètes		1		2	2	1				4
Tuniciers	1	1	1	2	2	1	1		1	3
Crustacés				1						1
Macroalgues vertes		1	1	1	1	1		1	1	1
Total général	28	23	29	41	41	40	24	28	22	77

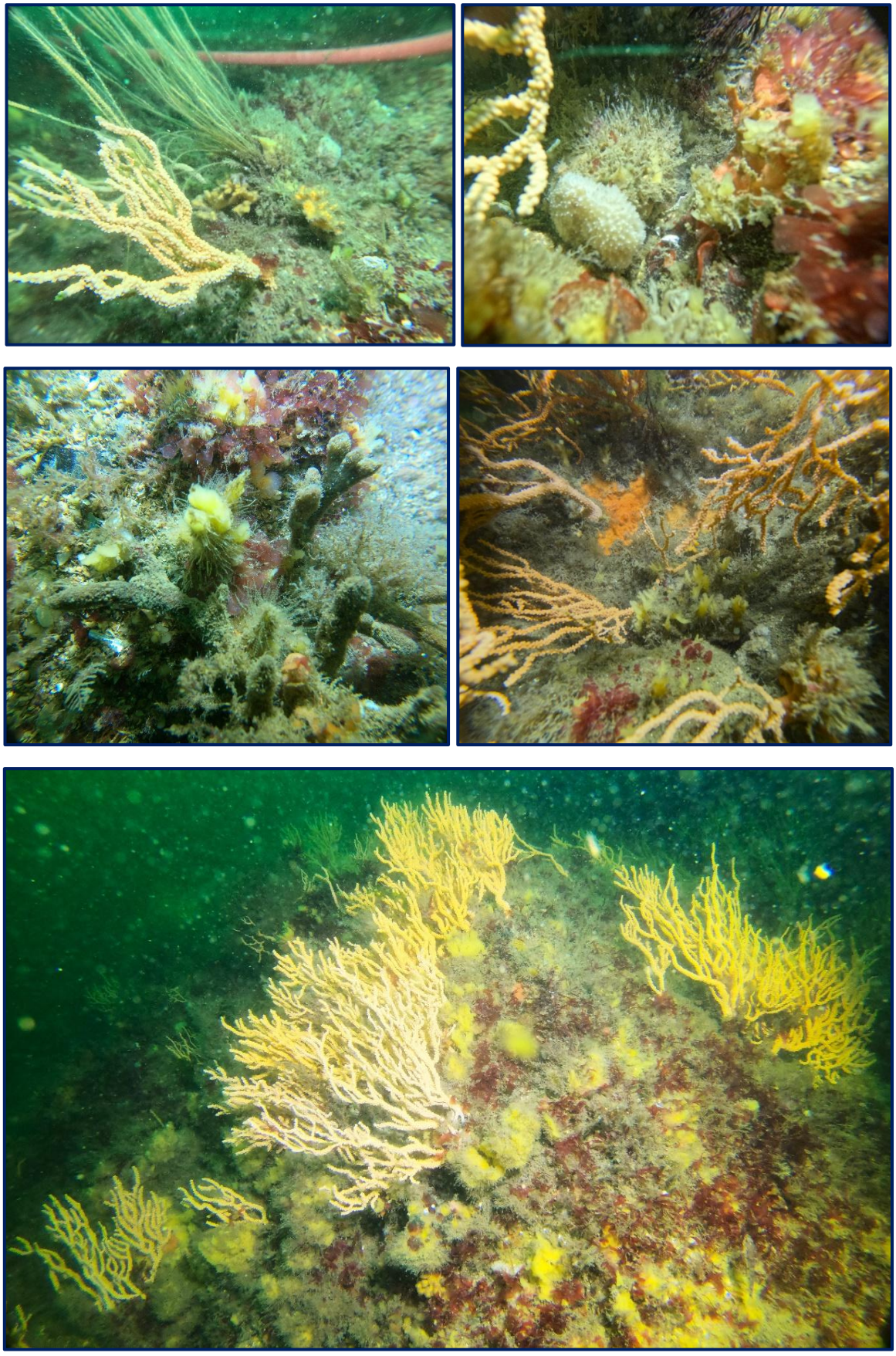


Figure 275. Photos du site des Gorets.

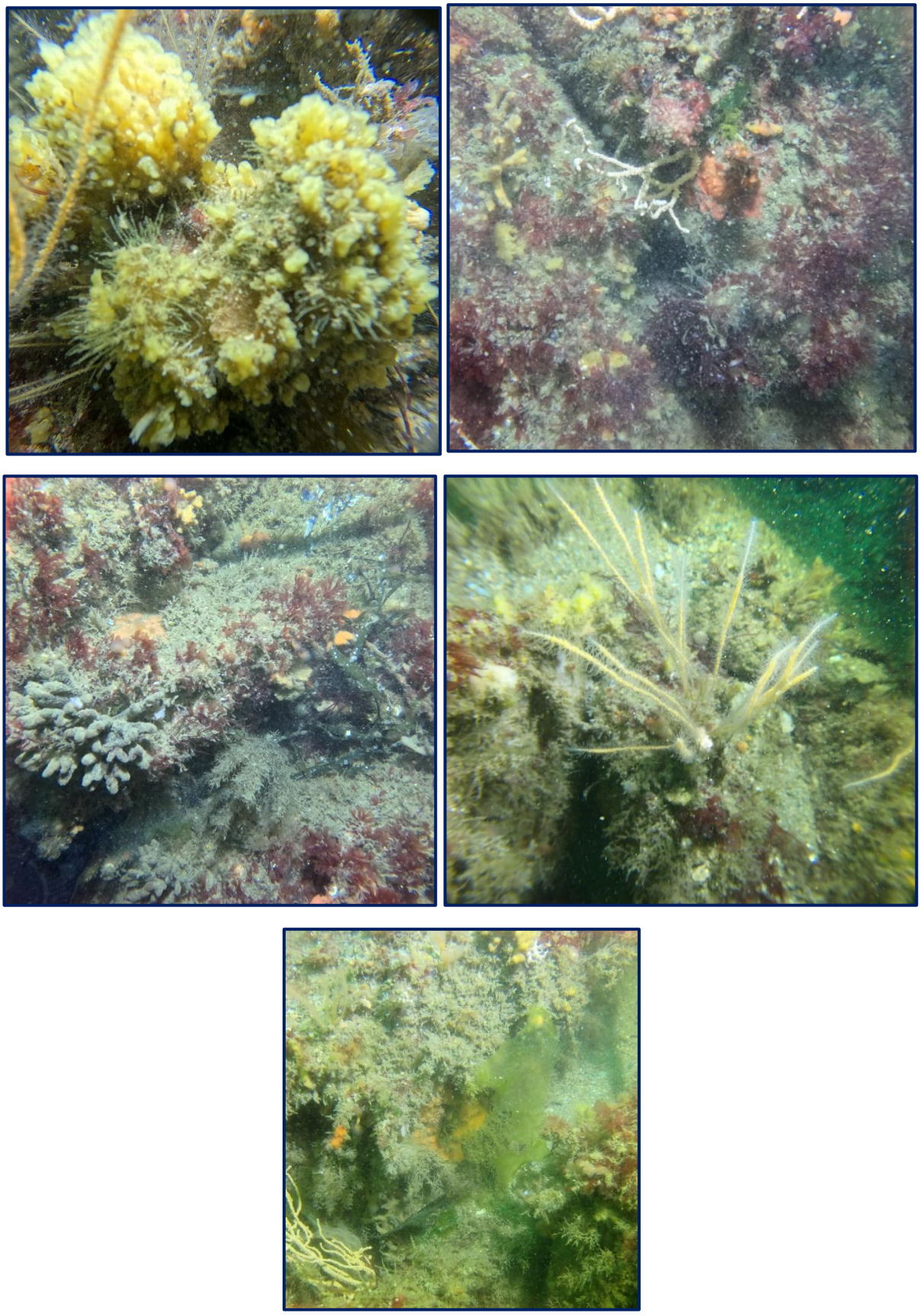


Figure 276. Photos du site Grégan.



Figure 277. Photos du site de Brannec.

Tableau 103. Liste des espèces par embranchement par quadrats et par sites.

		Gorets			Grégan			Brannec		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Bryozoaires	*Amathia* sp.					*	*			
	Bugula sp.					*	*		*	
	Bugulina turbinata	*	*	*		*	*			*
	Cellepora pumicosa				*	*	*			
	Chartella papyracea	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Crisia denticulata					*				
	Crisia sp.					*				
	Schizomavella sp.				*					
	Scrupocellaria sp.	*				*	*			
	Vesicularia spinosa			*	*	*				*
	Watersipora subatra	*								
Cnidaires	*Actinothoe sphyrodeta*					*				
	Aglaophenia pluma			*		*	*			*
	Amphibestia operculata					*	*	*	*	
	Caryophyllia smithii	*								*
	Electra pilosa					*	*		*	
	Eudendrium sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Eunicella verrucosa	*	*	*	*	*	*	*	*	
	Halecium halecinum					*	*			
	Hydrallmania falcata	*	*		*		*	*	*	*
	Kirchenpaueria pinnata		*							
	Nemertesia antennina	*	*	*	*	*	*	*	*	
	Nemertesia ramosa	*		*		*	*			
	Obelia sp.		*	*	*		*	*		
	Sertularia sp.		*	*		*	*	*	*	
	Serturella sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Crustacés	*Acasta spongites*				*					
Echinodermes	*Asterias rubens*						*			
	Asterina gibbosa				*		*	*	*	
	Marthasterias glacialis	*		*						
	Ophiothrix fragilis				*				*	
Macroalgues rouges	*Calliblepharis jubata*				*					
	Cryptopleura ramosa	*	*	*		*				
	Heterosiphonia japonica							*		
	Phyllophora crispa	*		*	*		*			
	Rhodymenia pseudopalmata	*	*	*	*	*	*			
	Soleria chordalis				*	*			*	*
Macroalgues vertes	*Ulva* spp		*	*	*	*	*		*	*
Mollusques	*Anomia epphippium*		*							
	Aplysia fasciata					*				
	Calliostoma ziziphinum	*			*					
	Hiatella artica	*			*		*			

	Musculus marmoreus	*		*	*	*	*		*	
	Trivia monacha	*								
Polychètes	*Sabella* sp.					*				
	Salmacina dysteri				*	*	*			
	Spirobranchus spp		*							
	Spirographis spallanzanii				*					
Porifères	*Amphilectus fucorum*			*				*	*	*
	Antho coriacea	*	*		*	*	*	*	*	*
	Antho inconstans					*	*			
	Axinella sp.				*					
	Celtodoryx ciocalyptoides	*	*	*	*	*	*	*		*
	Ciocalypta penicillus			*		*	*			
	Dysidea fragilis	*	*	*	*		*	*	3	*
	Haliclona cinerea				*	*	*	*	*	
	Haliclona simulans				*					*
	Hemimycale columella								*	
	Mycale contarenii				*					
	Myxilla incrustans					*	*			
	Pachymatisma jhonstonia	*								
	Phorbas dives			*	*			*	*	
	Phorbas plumosum								*	*
	Polymastia boletiformis						*	*	*	
	Polymastia mamillaris							*		
	Prosuberites sp.				*					
	Raspalia agnata				*					
	Raspalia ramosa	*	*	*	*			*	*	*
	Stelligera rigida	*	*	*	*	*			*	
	Stelligera stuposa	*		*	*		*	*	*	*
	Suberites ficus				*			*		
	Sycon ciliatum					*				
	Tethya citrina				*					
	Ulosa stuposa					*	*			
Tuniciers	*Aplidium* sp.	*	*	*	*	*	*			*
	Didemdum sp.				*			*		
	Diplosoma sp.					*				

3.9.5. Comparaison aux données des suivis antérieurs

Rapport final-Pos3idon – Evaluation de la superficie et de l'état de conservation des enveloppes de gorgones Eunicella verrucosa) présentes dans le Golfe du Morbihan (2023) (Ubertini et al., 2023).

Une évaluation de la superficie et de l'état de conservation des enveloppes des gorgones *Eunicella verrucosa* a été réalisée par le bureau d'études environnementales Pos3idon en 2023 (Ubertini et al., 2023).

Il convient tout d'abord de noter que bien que le site de suivi reste inchangé, les populations de gorgones étudiées en 2023 sont probablement différentes de celles examinées en 2024. Par ailleurs, le site de Brannec n'a pas été suivi en 2022, par Pos3idon.

Des écarts notables sont observés concernant la classe de taille dominante des gorgones. En 2022, elles se situaient entre 40 et 50 cm sur les sites de Gorets et Grégans. En revanche, les mesures réalisées en 2024 indiquent des tailles dominantes réduites : 20 à 30 cm sur Gorets et 10 à 20 cm sur Grégans.

Des disparités sont également relevées concernant le taux d'épipiose. En 2022, 40 % des colonies de Gorets abritaient des épibiontes contre 45 % sur le site des Grégans. En 2024, ce sont 53 % des colonies de Gorets avec épibiontes et 33 % sur Grégans.

Deux autres métriques ont fait l'objet de relevés : le nombre de colonies d'*E. verrucosa* et la richesse spécifique totale associée aux gorgones.

En 2022, 15 et 18 colonies d'*E. verrucosa* ont été comptabilisées sur Gorets et Grégans, tandis qu'en 2024, 13 et 6 colonies ont été dénombrées sur les deux sites.

En 2024, le faible nombre de colonies de gorgones ainsi que leur petite taille limitent l'installation d'une diversité spécifique aussi élevée que celle observée en 2022, lorsque les colonies étaient plus nombreuses et de plus grande taille. Ainsi, 113 espèces ont été recensées en 2022 sur le site de Gorets et 95 sur celui de Grégans, contre seulement 38 et 61 espèces respectivement en 2024.

3.9.6. Etat de conservation

Aucune grille d'évaluation des états de conservation n'a été établie pour les faciès à gorgonaires par Lepareur (2011). Néanmoins, une évaluation de la superficie et de l'état de conservation des enveloppes des gorgones *Eunicella verrucosa* a été réalisée par le bureau d'études environnementales Pos3idon en 2023 (Ubertini et al., 2023). La comparaison des sites entre les suivis 2022 et 2024 est présentée dans le Tableau 104. Ne disposant d'aucune données de référence à l'échelle régionale,pour l'évaluation de l'état de conservation des récifs à gorgones, aucune évaluation ne peut être proposée.

La création d'une base de données de référence à l'échelle régionale représenterait une première étape vers le développement d'un indice, à l'image des travaux réalisés par le RECOR avec le *Coralligenous Assemblage Index* (Deter et al., 2012).Cette base de données faciliterait par la suite l'analyse comparative des faciès à gorgones et la sélection de critères pour l'évaluation de leur état de conservation.

Le site de Brannec présente une densité très faible de gorgones, en particulier lorsqu'on le compare à l'abondance des porifères. De ce fait, ce site apparaît peu adapté à un suivi ciblé sur les faciès à gorgones. En revanche, il pourrait constituer un site pertinent pour la mise en place d'un suivi spécifique des porifères. Les sites des Grégans et de Gorets sont en revanche plus adaptés à un suivi pérenne des faciès à gorgones.

Tableau 104. Comparaison entre les suivis 2022 et 2024 des faciès à gorgones. Les données du suivi 2022 correspondent aux données du rapport de Pos3idon (Ubertini et al., 2023). Les cases en gris indiquent que les données sont issues de la bibliographie.

Paramètres	Critères	Matrices	Métriques	Méthodes de collecte	Données du suivi 2022			Données du suivi 2024			Argumentaire	Notation de la métrique		
					Gorets	Grégans	Brannec	Gorets	Grégans	Brannec		Gorets	Grégans	Brannec
Surface de l'habitat	**Surface**	Enveloppe à gorgones	Surface en m²	Vérité terrain	7 850	4580	*Non disponible*	*Non renseigné*	*Non renseigné*	*Non renseigné*	-	La grille de critères d'évaluation de l'état de conservation n'a pas été définie dans un référentiel. Aucune notation ne peut donc être proposée.		
Structure et fonctions de l'habitat	**Composition faunistique**	Faune	Classe de taille dominante	Mesures en plongée	*40 - 50 cm*	*40 – 50 cm*	*Non disponible*	*20 - 30 cm*	10 - 20 cm	30 - 40 cm	Ecarts notables de la classe de taille dominante			
			Pourcentage de colonies sans épibiontes	Mesures en plongée	40 % des colonies	45 % des colonies	*Non disponible*	53 % des colonies	33 % des colonies	0 % des colonies	Toutes les colonies de Brannec abritent des épibiontes. Disparités dans le taux d'épibiose des colonies			
			Nombre moyen de colonies d'*E. verrucosa*	Comptage en plongée	15	18	*Non disponible*	13	6	1	Colonies moins nombreuses sur l'enveloppe de gorgones échantillonnées en 2024			
			Biocénoses benthiques (richesse spécifique totale)	Relevés en plongée	113	95	*Non disponible*	38	61	37	Diversité inférieure sur les colonies échantillonnées en 2024			

3.10. Cas des espèces introduites au sein de Golfe du Morbihan

Les espèces exotiques/introduites collectées sur les sites d'étude du présent projet sont présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 105).

Les espèces *Crepidula fornicata*, *Ruditapes philippinarum* et *Tritia neritea* ont déjà été recensées dans le Golfe où elles sont largement réparties (Le Roux, 2008). La palourde japonaise a été volontairement introduite dans les années 70 à des fins d'exploitation. *Tritia neritea* est un gastéropode d'origine méditerranéenne présent dans le Golfe du Morbihan depuis le début des années 80. Son introduction dans le Golfe est reliée aux activités ostréicoles et aux transferts d'huîtres inter-régionaux.

En 2022, la présence du pycnogonide *Ammothea hilgendorfi*, originaire de l'océan Pacifique, a été signalée dans le Golfe du Morbihan, en rivière de Vannes (Le Roux et al., 2022). Plus précisément, des individus ont été collectés au niveau de la cale de mise à l'eau de Kérino et sur l'estran de la presqu'île de Conleau, à hauteur de 12 et 7 individus, respectivement. La dispersion de cette espèce est principalement imputable au trafic maritime de plaisance ainsi qu'aux transferts de mollusques entre les bassins conchylicoles. Dans la présente étude, quatre individus de ce grand pycnogonide ont été collectés sur la vasière subtidale de Tascon (station VS_3). Ce point se situe à environ 14 km de l'océan (goulet de Port Navalo) et à 6,5 km de la presqu'île de Conleau (distance mesurée en ligne droite). La présence d'*Ammothea hilgendorfi* dans un secteur envasé est cohérente avec les autres types d'habitats dans lesquels l'espèce a été recensée (c.à.d. lagunes côtières, baies, estuaires, rias et ports).

L'amphipode *Grandidierella japonica*, originaire du Pacifique Nord-Ouest, a été recensé dans la rivière de Noyalo à compter de 2015 (Pinsivy et al., 2024). L'espèce est présente dans les eaux françaises depuis 2009, et a été observée pour la première fois dans la baie de Marennes-Oléron, et plus tard dans le bassin d'Arcachon. Son introduction dans le Golfe du Morbihan semble irréfutablement liée à l'activité ostréicole (Droual et al., 2016).

La macro-algue *Sargassum muticum* a également été échantillonnée lors des suivis des macro-algues intertidales sur la pointe de Monténo. Le premier signalement de cette espèce exotique envahissante en provenance du Japon remonte à l'année 1982. Lors des années 1990, l'algue s'est développée sur une grande variété de supports (roches, coquilles, tubes d'annélides) colonisant ainsi une part élevée des vasières infralittorales de la partie orientale du Golfe. En 2008, les travaux d'Auguste Le Roux (Le Roux, 2008) ont fait état d'une diminution de l'aire de répartition de la sargasse au sein de la zone, réduite aux espaces rocheux situés au niveau des basses-mers.

L'huître creuse *Mallagana gigas*, observée à partir de 1975 dans le Golfe est également originaire du Japon. En 2005, Auguste Le Roux signalait son invasion progressive des estrans du Golfe du Morbihan et décrivait la concurrence spatiale avec les macro-algues pour la colonisation des zones rocheuses. D'importants couverts d'huître creuse ont été décrits sur les vasières de la baie de Sarzeau, dans les rivières de Vannes et de Noyalo (Le Roux, 2005). Plus tard, les travaux de thèse de Morgane Lejart ont étudié les densités de l'huître creuse dans le Golfe et fait état d'une colonisation forte en sortie et en fond de Golfe (Lejart, 2009).

Enfin, l'amphipode *Ampithoe valida,* originaire des côtes américaines atlantiques, a été observé au sein des vasières intertidales de Tascon et de Kerdréan. Les observations de ce crustacé au sein du Golfe sont également récentes et remontent à 2015 (Droual et al., 2024).

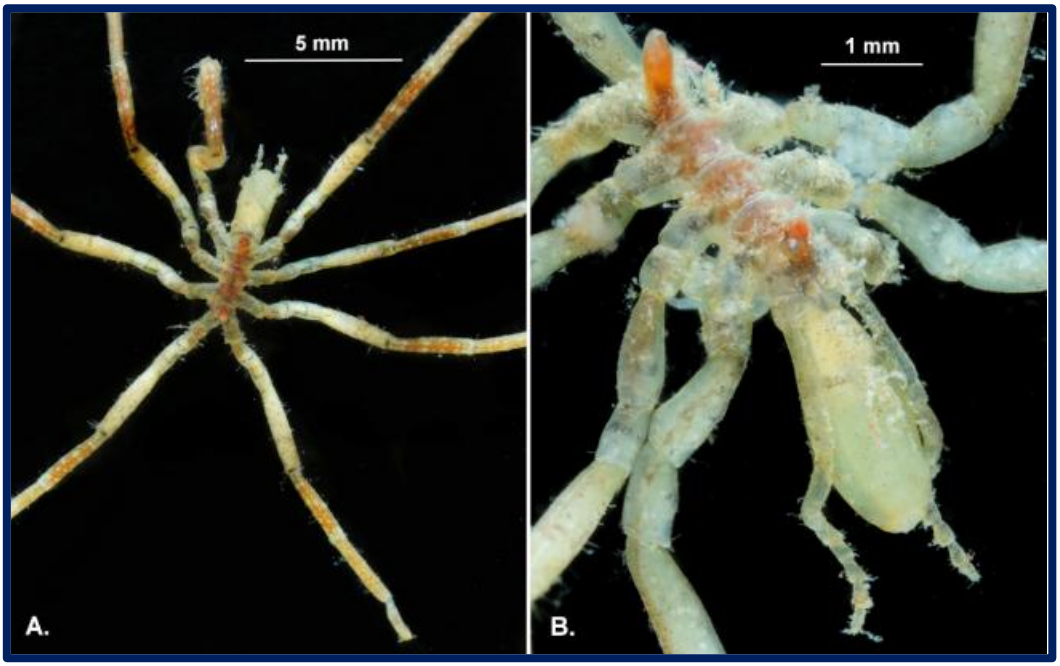


Figure 278. Individu d'Ammothea hilgendorfi (issu de Le Roux et al., 2022).

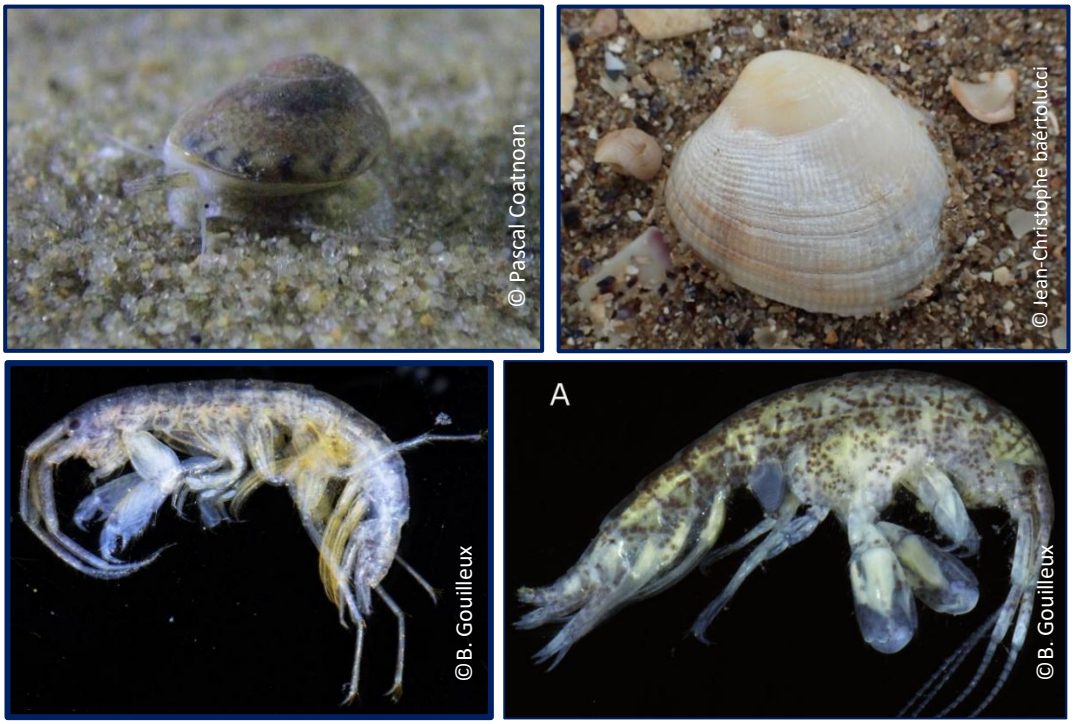


Figure 279. À gauche Tritia neritea, à droite Ruditapes philippinarum et en bas Grandidierella japonica et Ampithoe valida.

Tableau 105. Abondance totale (ind/m²) des espèces exotiques observées sur les sites d'étude en 2024.

		Abondance totale (ind/m²)							
Espèces Exotiques recensées		***Crepidula fornicata***	***Ruditapes philippinarum***	***Ammothea hilgendorfi***	***Tritia neritea***	***Grandidierella japonica***	***Ampithoe valida***	***Sargassum muticum***	***Mallagana gigas***
Vasière intertidale de Tascon	VT1	-	108	-	116	1217	42	-	-
	VT2	-	-	-	33	1283	-		
	VT3	-	-	-	-	417	33		
Vasière intertidale de Ker Georget	VK1	-	-	-	50	408	-		
	VK2	-			67	125	-		
	VK3	-	--	--	117	600	-		
Vasière subtidale de Tascon	VS_1	50	-	-	-	30	-		
	VS_2	-	10	10	10	2	-		
	VS_3	-	-		10	110	-		
Vasière intertidale de Kerdréan	KD1	-	-	-	-	-	42		
	KD2	-	-	-	-	-	100		
	KD3	-	-	-	-	-	117		
Vasière intertidale de Pénerf	PN1	-	-	-	192	3900	-		
	PN2	-	100	-	100	2617	-		
	PN3	-	-	-	50	592	-		
Vasière intertidale de Rosvellec	RV1	-	-	-	-	-	-		
	RV2	-	-	-	-	-	-		
	RV3	-	-	-	-	50	-		
Estran de la pointe de Monténo		-	-	-	-	-	-	Ceinture en mélange avec *Undaria pinnatifida* et *Himantalia elongata*	Ceinture en mélange avec des balanes et des moules

4. Synthèse

Les écosystèmes côtiers à l'interface terre-mer sont soumis à des apports terrigènes multiples en provenance des bassins versants. Dans les milieux fermés ou semi-fermés soumis à un faible hydrodynamisme, les éléments nutritifs se déposent sur le fond et entrainent généralement l'enrichissement et l'envasement de l'écosystème. La partie orientale du Golfe du Morbihan étant le siège de ces processus, le suivi de ses peuplements benthiques permet d'évaluer le degré d'eutrophisation et de dégradation du milieu. Cependant, des secteurs à forts courants sont également présents dans le secteur d'étude comme dans les chenaux par exemple. Ces endroits seront caractérisés par des sédiments plus grossiers et des communautés de filtreurs pouvant recouvrir de grandes surfaces sur les habitats rocheux (éponges, bryozoaires, etc.). Cette dernière partie expose une synthèse des principaux résultats obtenus concernant les peuplements benthiques des habitats et leur état de conservation.

Les états de conservation de chaque habitat ont été évalués et sont présentés sur la Figure 280. De manière générale, les habitats biocénotiques du site Natura 2000 sont dans un état de conservation qualifié de favorable. **Néanmoins, les différentes métriques proposées n'ont pas fait l'objet d'une pondération et contribuent toutes de façon équivalente à l'évaluation. Une réflexion sur la pondération de ces différentes métriques, adaptée aux particularités du Golfe du Morbihan, est ainsi conseillée pour les futurs suivis.**

Cette étude visait également à évaluer la suffisance du suivi mis en place ainsi que la pertinence des protocoles utilisés, en tenant compte des spécificités de chaque site.

Concernant les vasières intertidales, il est recommandé de relocaliser la station de suivi de Tascon, actuellement implantée dans un herbier de zostères naines. La station de Ker Georget, seule vasière intertidale représentant les masses d'eau côtières, doit impérativement être conservée, au même titre que les trois autres vasières situées en masse d'eau de transition. Le protocole DCE, plus sensible que le protocole RNF aux variations spatiales de la granulométrie et à la présence d'espèces rares, est à privilégier. Le maintien du suivi de la vasière subtidale de Tascon ainsi que du banc de Creïzic (sédiments meubles subtidaux) est également conseillé.

Concernant les herbiers de zostères, l'herbier de zostère naine de l'île aux moines présente une forte couverture d'algues vertes, signe d'un phénomène d'eutrophisation. Son intégration dans le programme de suivi pérenne annuel est donc recommandée. Il est également préconisé de poursuivre le suivi de l'herbier de zostères marines de Saint-Colombier, situé en fond de Golfe, car il complète utilement les suivis déjà menés à Arradon et Toulindac.

Les premières observations sur les récifs intertidaux de Monténo et de Bailleron montrent une faible compatibilité avec le protocole DCE – macro-algues intertidales. Un transfert des stations vers un site plus adapté, c'est-à-dire comprenant un plus grand nombre de ceintures algales, tel que celui de Locmariaquer, est ainsi recommandé.

Parmi les sites de tombants à gorgones évalués, seul celui des Gorets présente un intérêt manifeste pour le suivi, en raison de la densité de ses gorgones et de sa forte fréquentation par les plongeurs. Le site de Brannec, moins riche en gorgones mais présentant une forte abondance de spongiaires, serait plus adapté à un suivi ciblé sur ces derniers. Il est également conseillé de maintenir le suivi des macro-algues sur ce site, localisé plus en fond de Golfe et soumis à des conditions environnementales différentes de celles des deux autres stations.

Les bancs de maërl identifiés dans cette étude, notamment ceux d'Er Gazeg et de Gravellic, se caractérisent par leur faible densité et une emprise géographique restreinte. Leur mobilité rend leur suivi complexe et nécessite des campagnes de prospection préalables. Afin de rationaliser le dispositif de suivi, tant sur le plan logistique que financier, et de limiter les impacts destructifs, les experts recommandent un suivi annuel par photo-identification, complété tous les cinq ans par un suivi DCE-benthos.

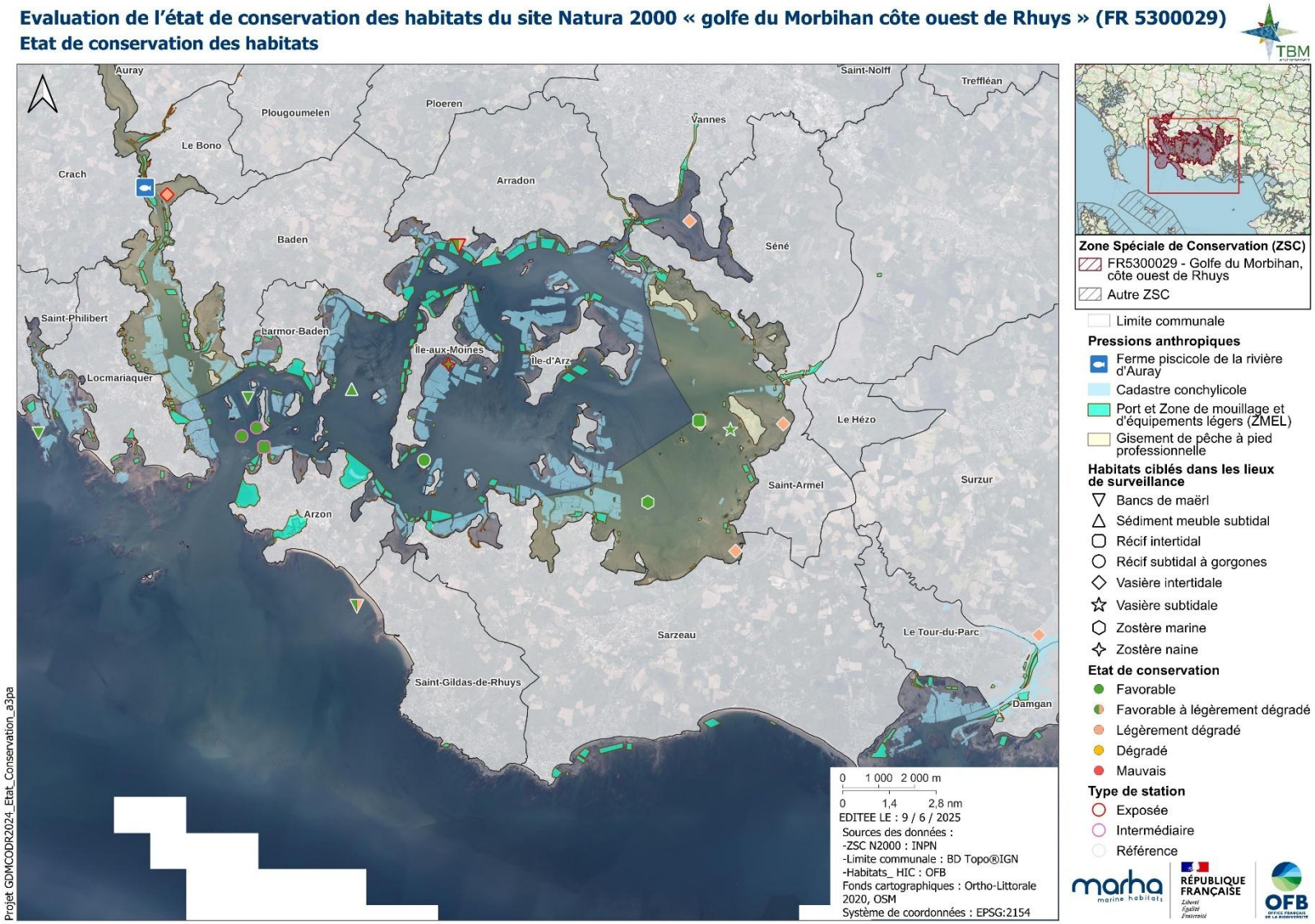


Figure 280. Etats de conservation des habitats biocénotiques des HIC du site Natura 2000 - « Golfe du Morbihan côte ouest de Rhuys (FR 5300029). ».

4.1. Vasières intertidales (Tascon, Ker Georget, Pénerf, Rosvellec et Kerdréan)

4.1.1. Masses d'eau côtières

4.1.1.1. Vasière intertidale de Tascon

Granulométrie et matière organique

Sur la vasière intertidale de Tascon, les stations sont composées de vases et de vases sableuses. L'enrichissement du sédiment est qualifié de faible sur la totalité des stations échantillonnées au sein de la vasière de Tascon.

Peuplements benthiques

Les peuplements benthiques échantillonnés sur la vasière sont diversifiés (26 taxons) et moyennement denses (4816 ind/m²). Les mollusques constituent le groupe le plus diversifié tandis que les taxons les plus abondants sont les oligochètes, l'amphipode détritivore *Grandidierella japonica* ainsi que l'Hydrobie saumâtre *Peringia ulvae.*

L'habitat majoritaire observé est A6-3.1.2 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/bivalves en mosaïque avec l'habitat A6-4.2 Herbiers à *Zostera noltei* sur vases médiolittorales en milieu à salinité variable. En effet, des pieds de *Zostera noltei* ont été observés sur les stations VT1 à VT3 lors des échantillonnages. Bien qu'elle soit renseignée comme une masse d'eau côtière, les espèces identifiées dans les échantillons sont le signe d'une masse d'eau soumise à dessalure et donc qualifiée de masse d'eau de transition. Les vasières intertidales sont inscrites sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

Les indices biotiques calculés sont l'AMBI et le BEQI-FR. L'AMBI varie de 5,4 à 5,7 (DCE) et de 4,4 à 5,0 (RNF) et décrit un état écologique médiocre à mauvais. À l'exception des oligochètes, les espèces du groupe V sont quasi-absentes des échantillons. L'indice AMBI n'étant pas adapté aux vasières car très sensible à l'enrichissement en matière organique, l'indice BEQI-FR permet d'évaluer l'état écologique avec plus de fiabilité. Il est égal à 0,73 (RNF) et 0,70 (DCE) et décrit un état écologique bon.

La vasière intertidale de Tascon abrite quatre espèces introduites : la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la nasse néritoïde *Tritia neritea*, et les amphipodes *Grandidierella japonica* et *Ampithoe valida.*

Etat de conservation – Vasière intertidale de Tascon

L'état de conservation de la vasière intertidale de Tascon est évalué comme **légèrement dégradé**. Cette dégradation est notamment liée à un enrichissement en matière organique, mis en évidence par la dominance des oligochètes, la répartition des groupes écologiques ainsi que les indices biotiques. Cet enrichissement pourrait résulter de la décomposition d'algues ou de débris de zostères présents sur la vasière. En ce qui concerne les pressions anthropiques, la vasière de Tascon est considérée comme une **station de référence**, la pêche à pied y étant limitée en raison de la zone de protection des herbiers de zostères.

4.1.1.2. Vasière intertidale de Ker Georget

Granulométrie et matière organique

La vasière intertidale de Ker Georget se compose de vases et de vases plus ou moins ensablées. La forte proportion de sable observée sur la station VK1 peut être liée à sa proximité avec des berges couvertes de végétation supralittorale. L'enrichissement du sédiment est qualifié de faible sur la totalité des stations échantillonnées.

Peuplements benthiques

Ses peuplements sont diversifiés (25 taxons) mais très denses (14 118 ind/m²). Cependant ces densités élevées sont le signe d'un peuplement déséquilibré par la prévalence des oligochètes. Les annélides forment ainsi le groupe le plus diversifié et le plus abondant.

L'habitat majoritaire observé est A6-3.1.2 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/oligochètes. Les vasières intertidales sont inscrites sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

Les indices biotiques calculés sont l'AMBI et le BEQI-FR. L'AMBI varie de 3,8 à 5,2 (DCE) et de 5,4 à 5,7 (RNF) et décrit un état écologique médiocre à mauvais. À l'exception des oligochètes, les espèces du groupe V sont quasi-absentes des échantillons. L'indice AMBI n'étant pas adapté aux vasières car très sensible à l'enrichissement en matière organique, l'indice BEQI-FR permet d'évaluer l'état écologique avec plus de fiabilité. Il est égal à 0,62 (DCE) et 0,67 (RNF) et décrit un état écologique moyen. Ce dernier découle des pics d'abondance des oligochètes.

La vasière intertidale de Ker Georget abrite quatre espèces introduites : la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la nasse néritoïde *Tritia neritea*, et les amphipodes *Grandidierella japonica* et *Ampithoe valida.*

Etat de conservation – Vasière intertidale de Ker Georget

L'état de conservation général de la vasière intertidale de Ker Georget est **légèrement dégradé.** La vasière présente un enrichissement en matière organique, décrit par la dominance des oligochètes, la répartition des groupes écologiques et les indices biotiques. Ce dernier peut découler de la dégradation des algues présentes sur la vasière. En ce qui concerne les pressions anthropiques, la vasière de Ker Georget est considérée comme une **station de référence**, la pêche à pied y étant limitée en raison de la zone de protection des herbiers de zostères.

4.1.2. Masses d'eau de transition

4.1.2.1. Vasière intertidale de Kerdréan

Granulométrie et matière organique

La vasière intertidale de Kerdréan se compose de vases dont l'enrichissement est moyen à fort. La rivière d'Auray, dont fait partie la baie de Kerdréan, est un estuaire débouchant dans le golfe du Morbihan. Cet estuaire est potentiellement exposé à des contaminations d'origine humaine et agricole, susceptibles d'expliquer les teneurs élevées en matière organique (fumier, lisier, compost) relevées dans le sédiment.

Peuplements benthiques

Ses peuplements sont peu diversifiés (9 taxons) et moyennement denses (1487 ind/m²). Les annélides forment le groupe le plus abondant et les crustacés le groupe le plus diversifié.

L'habitat majoritaire observé est A6-3.1.1 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/bivalves. Un second habitat est observé en amont de la baie de Kerdréan, sur la station KD_2 : A6-4.2 Herbiers à *Zostera noltei* sur vases médiolittorales en milieu à salinité variable. Les vasières intertidales sont inscrites sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

Les indices biotiques calculés sont l'AMBI et le BEQI-FR. L'AMBI varie de 1,6 à 2,1 (DCE) et de 1,8 à 3,8 (RBF) décrit un état écologique moyen à bon. Les espèces du groupe V sont quasi-absentes des échantillons. L'indice AMBI n'étant pas adapté aux vasières car très sensible à l'enrichissement en matière organique, l'indice BEQI-FR permet d'évaluer l'état écologique avec plus de fiabilité. Ce dernier est égal à 0,73 (RNF) et 0,70 (DCE) décrit un état écologique bon.

La vasière intertidale de Kerdréan abrite quatre espèces introduites : la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la nasse néritoïde *Tritia neritea*, et les amphipodes *Grandidierella japonica* et *Ampithoe valida.*

Etat de conservation – Vasière intertidale de Kerdréan

L'état de conservation général de la vasière intertidale de Kerdréan est **légèrement dégradé** en raison de la prolifération d'algues vertes opportunistes. Les algues vertes opportunistes y sont fortement représentées, avec un pourcentage de recouvrement de 50 à 75 %. En outre, la vasière est soumise à une pression de remaniement sédimentaire causée par la pêche à pied, professionnelle et de loisirs, et est ainsi considérée comme une **station exposée**.

4.1.2.2. Vasière intertidale de Pénerf

Granulométrie et matière organique

La vasière intertidale de Pénerf se compose de vases sableuses moyennement enrichies en matière organique.

Peuplements benthiques

Ses peuplements sont peu diversifiés (12 taxons) et denses (2524 ind/m²). Les annélides forment le groupe le plus abondant et plus diversifié.

L'habitat majoritaire observé est A6-3.1.1.6 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable à *Hediste diversicolor*, *Limecola balthica* et *Scrobicularia plana*. Les vasières intertidales sont inscrites sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

Les indices biotiques calculés sont l'AMBI et le BEQI-FR et décrivent des états écologiques moyens à bons sur les stations. L'indice AMBI n'étant pas adapté aux vasières car très sensible à l'enrichissement en matière organique, l'indice BEQI-FR permet d'évaluer l'état écologique avec plus de fiabilité. L'AMBI varie de 3,1 à 3,9 (DCE) et de 2,8 à 3,5 (RNF) et décrit un état écologique bon à moyen. L'indice BEQI-FR est égal à 0,62 (DCE) et 0,67 (RNF) et décrit un état écologique moyen.

La vasière intertidale de Pénerf abrite trois espèces introduites : la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la nasse néritoïde *Tritia neritea*, et l'amphipode *Grandidierella japonica.*

Etat de conservation – Vasière intertidale de Pénerf

L'état de conservation général de la vasière intertidale de Pénerf est **légèrement dégradé**. Les algues vertes opportunistes recouvrent 5 à 25 % de la vasière. Cette dernière n'est toutefois pas soumise à une pression de pêche à pied car elle est classée sur une zone conchylicole et la pêche à pied y est interdite toute l'année à moins de 15 m et constitue une **station de référence**.

4.1.2.3. Vasière intertidale de Rosvellec

Granulométrie et matière organique

La vasière intertidale de Rosvellec se compose de vases moyennement enrichies en matière organique.

Peuplements benthiques

Ses peuplements sont très peu diversifiés (4 taxons) et peu denses (575 ind/m²). Les annélides forment le groupe le plus abondant et les crustacés le plus diversifié.

L'habitat majoritaire observé est A6-3.1.1 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable dominées par les polychètes/bivalves. Les vasières intertidales sont inscrites sur la liste des habitats menacés et/ou en déclin de la Convention OSPAR.

Les indices biotiques calculés sont l'AMBI et le BEQI-FR. Les valeurs d'AMBI varient entre 1,3 et 2,2 (DCE) et entre 2,8 et 5,2 (RNF) et décrivent un état écologique bon à médiocre. L'indice AMBI n'étant pas adapté aux vasières car très sensible à l'enrichissement en matière organique, l'indice BEQI-FR permet d'évaluer l'état écologique avec plus de fiabilité. L'indice BEQI-FR est égal à 0,57 (DCE) et à 0,55 (RNF) et décrit un état écologique moyen.

La vasière intertidale de Rosvellec abrite une espèce introduite : l'amphipode *Grandidierella japonica.*

Etat de conservation – Vasière intertidale de Rosvellec

L'état de conservation général de la vasière intertidale de Rosvellec est **légèrement dégradé**. Les algues vertes opportunistes sont très développées et recouvrent 75 à 100 % de la vasière. La vasière n'est pas soumise à une pression de pêche car elle est en zone classée insalubre. La station est dite de **référence**.

4.1.3. Comparaison des protocoles RNF et DCE

La différence la plus marquée entre les deux protocoles intervient dans le cas de l'analyse granulométrique. En effet, le protocole RNF exprime les données à l'échelle de la vasière, tandis que le protocole DCE les exprime à l'échelle des stations. En conséquence, dans le cas d'une hétérogénéité sédimentaire de la zone, le protocole RNF ne permet pas de localiser précisément la source de variation, contrairement au protocole DCE. En revanche, lorsque les faciès sédimentaires sont homogènes sur une même vasière, les deux protocoles permettent de définir des habitats sédimentaires similaires.

L'analyse des abondances des peuplements benthiques selon les deux protocoles présente des résultats similaires. Néanmoins, les richesses spécifiques brutes sont inférieures avec le protocole RNF, ce qui se répercute sur les indices de diversité. Ces variations découlent des différences de surface et de profondeur d'échantillonnage des deux protocoles. En revanche, les compositions faunistiques ne varient pas entre les deux protocoles, ni les états écologiques.

4.1.4. Recommandations pour les suivis futurs

→ Considérer Tascon et Ker Georget comme des masses d'eau de transition

Selon la typologie des masses d'eau de la DCE, les vasières intertidales de Tascon et de Ker Georget sont considérées comme des masses d'eau côtières, bien qu'elles constituent un réceptacle de la matière organique et des eaux douces de la rivière de Noyalo. Compte tenu de cela, et de leur localisation à proximité de l'embouchure (notamment Tascon), il est toutefois probable que ces vasières subissent des variations de salinité en fonction des débits du cours d'eau et qu'elles appartiennent en réalité à des masses d'eau de transition. Dans le présent rapport, les espèces collectées en avril 2024 sont le signe d'un milieu soumis à dessalure et forment un cortège faunistique comparable à celui de la rivière de Noyalo, décrit dans le rapport de Pinsivy et *al*. (2024). L'analyse faunistique suggère donc que les vasières de Tascon et de Ker Georget sont à l'interface entre les masses d'eau de transition et les masses d'eau côtières.

→ Déplacer les stations de suivi de Tascon et de Kerdréan hors de l'herbier à zostère naine

Par ailleurs, lors des suivis, il a été constaté que la vasière de Tascon se situe sur un herbier de *Zostera noltei*. Ces éléments questionnent la pertinence du choix de la vasière de Tascon pour un suivi pérenne de l'état de conservation des vasières intertidales de masses d'eau côtière. Par conséquent, il est recommandé de déplacer la station de suivi de Tascon afin de s'éloigner de l'influence de la rivière de Noyalo et de l'herbier de zostère naine. Lors du suivi de la vasière de Kerdréan, il a été constaté que l'un des échantillonnages (KD2) était positionné au sein de l'herbier de zostère naine, localisé dans la baie de Kerdréan. Afin de respecter les préconisations du protocole DCE (stations positionnées selon un triangle équilatéral de 100 m de côté), la station d'échantillonnage n'a pas pu être déplacée. À l'avenir, il est conseillé de repositionner les 3 stations de prélèvement afin qu'elles ne soient pas positionnées au sein de l'herbier dense de Kerdréan.

→ Caractériser davantage de paramètres environnementaux

Pour les suivis à venir, une caractérisation des paramètres environnementaux permettrait une meilleure compréhension des forçages agissant sur les communautés benthiques. La mesure de la salinité de la colonne d'eau ainsi que des analyses physico-chimiques des sédiments contribuerait par exemple à évaluer l'influence du panache de la rivière de Noyalo sur les communautés benthiques et l'état de conservation des vasières.

→ Utiliser les espèces exotiques comme des indicateurs de la pression induite par l'aquaculture

Les espèces exotiques envahissantes et leurs densités dans les vasières intertidales peuvent permettre d'évaluer la pression liée aux activités aquacoles.

→ Ajouter un suivi de la couverture des algues opportunistes

La prolifération des algues vertes opportunistes entraine un phénomène d'eutrophisation conduisant à une dégradation des vasières. Il est ainsi recommandé de suivre l'évolution temporelle de la couverture algale des vasières sur deux saisons (printemps et fin d'été) en termes de composition spécifique, d'épaisseur et de biomasse.

4.2.Vasière subtidale de Tascon

Granulométrie et matière organique

La vasière subtidale de Tascon abrite des vases sableuses sur les stations VS_1 et VS_3 tandis que la station VS_2 correspond à des vases quasiment pures. L'ensablement des deux premières stations pourrait être dû à leur localisation : à proximité d'un herbier à *Zostera marina* et *Zostera noltei* pour VS_3 et à proximité du littoral de l'île de Tascon pour VS_1. La station VS_3 se compose de nombreux débris végétaux et de vases compactes. La proximité de l'herbier semble stabiliser la vase qui devient alors cohésive. L'enrichissement du sédiment est qualifié de faible sur la totalité des stations échantillonnées.

Peuplements benthiques

Ces vases abritent un peuplement peu dense (2173 ind/m²) et peu diversifié (76 taxons). Les stations sont dominées par des polychètes comme *Melinna palmata* et *Nephtys hombergii*. La richesse spécifique des stations varie également spatialement, la station VS_1 est la moins diversifiée, potentiellement en raison de sa proximité avec une zone de mouillage forain. Les faibles valeurs de richesse et d'abondance de la vasière confirment le caractère écotonal de la vasière (transition eau douce/eau salée), probablement soumise à des épisodes anoxiques ou hypoxiques durant l'été (Afli et Chenier, 2002).

L'habitat identifié est B6-3 Vases infralittorales.

L'AMBI varie de 1,6 à 2,3 et décrit un état écologique bon avec une pollution transitoire. L'indice M-AMBI décrit un état écologique bon sur VS_1 et VS_2 et très bon sur VS_3. Ces résultats sont toutefois à interpréter avec précaution car ils reposent sur un petit jeu de données (9 stations).

La vasière subtidale de Tascon abrite 4 espèces introduites : la nasse néritoïde *Tritia neritea*, la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, la crépidule *Crepidula fornicata* et le pycnogonide géant *Ammothea hitgendorfi.*

Etat de conservation – Vasière subtidale de Tascon

L'état de conservation de la vasière subtidale de Tascon est évalué comme **favorable**. En ce qui concerne les menaces et pressions d'origine anthropique, une faible artificialisation du site est observée, tandis que le remaniement sédimentaire semble limité. En effet, la vasière de Tascon est une zone de protection de zostères (Arrêté Préfectoral 63/99), où la pêche est interdite.

La vasière de Tascon apparait adaptée à un suivi pérenne des vasières subtidales et est une station de **référence**, éloignée des pressions physiques et chimiques.

4.3.Sédiments subtidaux du Banc de Creïzic

Granulométrie et matière organique

Le banc de Creïzic est caractérisé par une granulométrie hétérogène. La comparaison entre les habitats sédimentaires identifiés lors du présent suivi et les données de Moal (2015) suggère les éléments suivants :

- La station SM1 semble localisée en marge du banc car elle présente une fraction vaseuse non négligeable qui n'est pas rapportée par Moal (2015),
- Les stations SM2 et SM3 abritent des sables grossiers avec débris coquilliers et se situent donc dans la partie centrale, voir dans le chenal nord-ouest du banc.

L'enrichissement du sédiment est qualifié de faible sur la totalité des stations échantillonnées.

Peuplements benthiques

Les peuplements sont diversifiés (108 taxons) et très denses (31 411 ind/m²) et dominés numériquement par les crustacés et les polychètes.

La station SM1 est associée à l'habitat B4-1 Sédiments hétérogènes infralittoraux et est dominée par le crustacé *Apseudes talpa*. Sur la station SM2, l'habitat identifié est : B3-2 Sables grossiers et graviers infralittoraux et l'espèce caractéristique le crustacé *Leptocheirus hirsutimanus.* Enfin sur la dernière station, l'habitat identifié est B3-2.1 Sédiments grossiers très mobiles infralittoraux à faune éparse.

L'AMBI varie de 0,8 à 1,9 et décrit un milieu en bon voire très bon état écologique. L'indice M-AMBI n'est pas calculé pour cet habitat car les conditions de référence n'ont pas été définies pour des sédiments grossiers.

Aucune espèce introduite n'a été prélevée sur le banc de Creïzic.

Etat de conservation – Sédiments subtidaux du Banc de Creïzic

L'état de conservation du banc de Creïzic est évalué comme **favorable**. Les menaces et pressions pesant sur le site sont évaluées comme minimes dans la mesure où l'artificialisation est très faible, voire inexistante. Le dragage était autrefois pratiqué sur le banc pour le durcissement des parcs ostréicoles. Néanmoins, actuellement, le banc est classé comme une station de référence.

Recommandations pour les suivis futurs

Le banc de Creïzic apparait adapté à un suivi pérenne des sédiments subtidaux. Néanmoins, afin de suivre la forme du banc et son évolution, les stations pourraient être repositionnées sur un même axe pour se répartir le long du banc.

4.4.Herbiers de zostère naine de l'île aux Moines

Granulométrie et matière organique

L'herbier de zostère naine s'est développé sur des vases sableuses dont l'enrichissement en matière organique est qualifié de moyen à fort.

Taux de recouvrement

Le recouvrement moyen de l'herbier est de 76 %. Ce dernier abrite des algues rouges, vertes et brunes. Les algues vertes opportunistes, qui sont principalement composées d'algues du genre *Enteromorpha*, recouvrent 50 % de l'herbier. Leurs biomasses varient entre 0 et 120 g/m².

L'espèce *Zostera noltei* est inscrite sur la liste des espèces végétales protégées en Pays de la Loire (Arrêté du 25 janvier 1993) et en région Basse-Normandie (Arrêté du 27 avril 1995). *Zostera noltei* est également inscrite sur l'annexe II de la convention de Barcelone qui rassemble les espèces en danger ou menacées. Enfin, elle est aussi considérée comme une espèce patrimoniale et déterminante ZNIEFF.

Etat de conservation – Herbier de zostère naine de l'île aux moines

L'herbier de zostère naine de l'île aux moines s'étend sur près de 3,3 ha et est faiblement fragmenté. Son recouvrement est d'environ 76 % et ses feuilles sont en bon état général. Néanmoins, des algues vertes opportunistes sont présentes et recouvrent environ 50 % de la surface de l'herbier. Ces dernières sont susceptibles d'altérer les capacités photosynthétiques de la zostère naine. Par ailleurs, l'herbier est localisé à proximité de parcs ostréicoles. Son état de conservation est toutefois qualifié de **favorable**.

Cet herbier est situé à proximité de cadastres conchylicoles, au sein et autours desquels les activités aquacoles peuvent engendrer des pressions physiques auxquels les herbiers sont fortement sensibles. Pour ces raisons cette station est considérée comme une station **exposée.**

Recommandations pour les suivis futurs

→ *Augmenter l'effort d'échantillonnage des prélèvements sédimentaires et mener une analyse faunistique*

Répliquer les prélèvements sédimentaires (analyses granulométriques et physico-chimiques) sur chaque station d'échantillonnage permettrait de mieux décrire le site et de réduire la variabilité inter-station. Par ailleurs, une analyse faunistique permettrait une meilleure caractérisation des effets de l'enrichissement en matière organique sur les communautés.

→*Mettre en place un suivi des algues opportunistes*

Un suivi du recouvrement des algues opportunistes est conseillé, dans la mesure où cette pression est susceptible de dégrader l'état de santé de l'herbier et de causer une diminution de la densité et de la longueur de ses feuilles. Il est notamment recommandé de suivre la temporalité de la couverture d'algues et d'évaluer son épaisseur.

4.5.Herbiers de zostère marine de Saint Colombier

Caractéristiques de l'herbier

En 20 ans, la superficie de l'herbier de Saint Colombier a augmenté de 153 ha. La comparaison aux données collectées lors des suivis du REBENT effectués sur les herbiers d'Arradon et de Toulindac, situés au sein du Golfe du Morbihan, n'a pas mis pas en évidence de changements majeurs des paramètres de la biomasse foliaire et de l'état de santé de l'herbier. En 2024, ce dernier est peu fragmenté et abrite de faibles biomasses d'algues vertes et rouges. La densité moyenne de l'herbier varie entre 68 pieds/m² et 128 pieds/m².

De manière générale, les paramètres biométriques foliaires sont relativement homogènes sur les trois stations. Seuls 1 à 9 % de la surface des feuilles sont atteints par la maladie du dépérissement. En outre, les épibiontes représentent 0,02 à 0,05 g par feuille.

Etat de conservation – Herbier de zostère marine de Saint Colombier

L'état de conservation général de l'herbier est évalué comme **favorable**. L'herbier de zostère marine apparait comme peu artificialisé et faiblement remanié. Il apparait toutefois moins dense que les herbiers suivis dans le golfe et abrite une forte couverture d'algues opportunistes. Ces dernières recouvrent une part significative (50 %) du sédiment situé entre les pieds de zostère et peuvent altérer la croissance de l'herbier. Depuis les données cartographiques obtenues en 2002, l'herbier s'est étendu sur une surface additionnelle d'environ 154 ha (Bernard et Chauvaud, 2002).

La station de prélèvement est intégrée à l'ancien secteur de pêche de la palourde à la drague. Toutefois, étant donné que cette activité n'est plus pratiquée depuis plus de 10 ans et que cette station est localisée à distance des principales activités anthropiques susceptibles d'engendrer des pressions préjudiciables aux zostères marines, cette station est dite **de référence**.

Recommandations pour les suivis futurs

→*Mettre en place un suivi des algues opportunistes*

Un suivi du recouvrement des algues opportunistes est conseillé, dans la mesure où cette pression est susceptible de dégrader l'état de santé de l'herbier et de causer une diminution de la densité et de la longueur de ses feuilles. Il est notamment recommandé de suivre la temporalité de la couverture d'algues et d'évaluer son épaisseur.

4.6. Bancs de maërl (Er Gazeg, Gravellic, Baie d'Abraham et Radenec)

Caractéristiques générales

Les surfaces des différents bancs de maërl sont de 4,9 ha sur le Gravellic, 11,1 ha sur Radenec, 29,9 ha sur Er Gazeg et 198,2 ha en baie d'Abraham.

Globalement, il apparait que les bancs de maërl étudiés ne sont pas dominés par du maërl vivant pur. Ce dernier est souvent en mélange avec du sédiment sur Er Gazeg ou du maërl mort sur les autres bancs. La proportion de maërl vivant seul est plus faible sur le banc du Gravellic que sur les autres secteurs étudiés. L'indice des états de santé des bancs de maërl, en version adaptée par TBM environnement, décrit des bancs en bon à très état de santé.

Granulométrie et matière organique

Les bancs de le Gravellic, de Radenec et de Er Gazeg sont présents sur une matrice sédimentaire de sables grossiers et de graviers. En baie d'Abraham, les stations M03_1 et M03_4 sont tapissées de sédiments hétérogènes envasés. L'enrichissement du sédiment est variable entre les bancs de maërl. Il est faible sur Er Gazeg, moyen sur Gravellic et Radenec et fort dans la baie d'Abraham.

Qualité de l'eau

Les paramètres physico-chimiques de la masse d'eau mettent en évidence une eau de bonne qualité, selon les critères DCE. En termes de concentrations en nutriments, les secteurs de Gravellic et de Radenec ont un état écologique qualifié de « moyen » (> = 33 µmol/L) et les secteurs d'Abraham et d'Er Gazeg un état écologique « bon » (20 – 33 µmol/L). Ces valeurs sont cohérentes avec les concentrations en matière organique relevées et suggèrent que le milieu est soumis à un flux de nutriments d'origine anthropique (lessivage des terres agricoles, rejets urbains et industriels).

Peuplements benthiques

Les peuplements des bancs sont denses et diversifiés. Le peuplement de Radenec abrite les plus fortes densités (2280 ± 964 ind/m² à 4750 ± 2818 ind/m²), tandis que le banc d'Er Gazeg abrite les plus faible densités (1617 ± 628 ind/m²). Les richesses spécifiques sont proches et varient entre 27 taxons sur Er Gazeg et 51 taxons sur Radenec.

Les bancs de Gravellic, de Radenec et de la baie d'Abraham correspondent à l'habitat : B3-4 Bancs de maërl sur sables grossiers et graviers infralittoraux. Le banc de Er Gazeg se compose d'une fraction fine plus élevée et est associé à l'habitat : B4-3 bancs de maërl sur sédiments hétérogènes envasés infralittoraux.

Les valeurs moyennes de l'AMBI décrivent toutes un état écologique bon, décrivant un milieu légèrement pollué.

Aucune espèce à enjeu ni espèce invasive n'a été identifiée à partir des prélèvements faunistiques. Les bancs de maërl au sens large sont listés par la Convention OSPAR comme habitat menacé et/ou en déclin.

Etat de conservation – Bancs de maërl

L'état de conservation général des bancs de maërl est jugé **favorable** sur les sites de Radenec et Er Gazeg. En revanche, il est considéré comme **favorable à légèrement dégradé** sur le site de Gravellic, en raison de pressions liées à l'abrasion provoquée par les activités ostréicoles avoisinantes et la présence de mouillages. Le banc situé dans la baie d'Abraham présente également un état de conservation **favorable à légèrement dégradé**, principalement en raison d'un enrichissement en matière organique, de la petite taille des brins de maërl et de leur faible vitalité.

Le banc de Gravellic est soumis à une pression d'abrasion liée aux mouillages de bateaux et aux activités ostréicoles voisines, c'est une **station exposée**. Les autres bancs sont des **stations de référence**.

Recommandations pour les suivis futurs

→ *Conserver un suivi quinquennal par prélèvement et un suivi annuel par photo-identification*

Les suivis réalisés par photo-identification et par prélèvements à la benne fournissent des données complémentaires. L'échantillonnage par benne reste indispensable pour évaluer l'enrichissement organique des bancs. Toutefois, selon les recommandations d'experts, ce suivi destructif pourrait être limité à une fréquence quinquennale, à condition d'être couplé à un suivi annuel par photo-identification.

→ *Mettre en place un suivi des algues dérivantes*

Une biomasse importante de macro-algues dérivantes, principalement rouges, peut parfois recouvrir les bancs de maërl. Les experts préconisent d'inclure cet indicateur dans le protocole de suivi des bancs.

4.7.Roches à macroalgues intertidales (Pointe de Monténo et Bailleron)

Le suivi des macroalgues intertidales a été effectué sur deux sites Bailleron et la pointe de Monténo. Ces deux sites ont des particularités différentes. Bailleron est situé dans un secteur abrité et ses ceintures algales sont dominées par *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* et surtout *Ascophyllum nodosum* et *Fucus serratus*. La pointe de Monténo est localisée dans un secteur exposé et ses ceintures algales sont caractérisées par *Fucus serratus* et algues rouges et par *Himanthalia elongata*.

L'indice de qualité est très bon pour le site de Bailleron et bon pour le site de la pointe de Monténo. Il faut signaler que le score obtenu (80) sur Bailleron est en limite avec « bon » puis que les bornes sont « 80-100 ».

Ces résultats sont en accord avec le suivi DCE, effectué au niveau de la pointe de Berchis à l'ouest du port de Lagaden, à Larmor-Baden. Un bon état écologique est également calculé.

Etat de conservation – Roches à macro-algues intertidales

L'état de conservation général des estrans intertidaux de Bailleron et de Monténo est jugé **favorable**. Les couvertures algales présentent une qualité bonne à très bonne et sont en adéquation avec l'hydrodynamisme du site. Le site de Bailleron est moins fréquenté et exposé à la pêche à pied que le site de Monténo. Ce dernier est en outre localisé à proximité de parcs ostréicoles et de baies voisines. Le site de Bailleron est une station de référence. En revanche, Monténo subit probablement une pression de pêche à pied plus élevée, la station est dite **intermédiaire**.

Recommandations pour les suivis futurs

→ *Sélectionner des sites comprenant davantage de ceintures algales*

Les experts soulignent que le nombre de ceintures algales recensées sur ces sites reste insuffisant pour évaluer de manière fiable l'état de conservation des habitats rocheux à macro-algues intertidales.

→ *Privilégier l'indice de Haller pour les estrans en masse d'eau de transition*

Le protocole actuellement utilisé ne semble pas adapté au suivi des estrans situés en masses d'eau de transition, comme c'est le cas pour Bailleron. L'indice de Haller serait plus approprié dans ce contexte.

→ *Intégrer un suivi des espèces d'algues envahissantes*

→ *Mettre en place un suivi « champs de blocs »*

Les deux sites abritent des champs de blocs. Par conséquent, l'évaluation de leur état de conservation pourrait être complétée par un suivi des champs de bloc.

→ *Ajouter une station de suivi exposée à la pression de pêche*

4.8. Roches à macroalgues subtidales (Gorets et Brannec)

Le suivi sur les macroalgues a été réalisé sur deux sites Gorets et Brannec. Ce suivi est un suivi quantitatif sur quadrat basé sur le protocole DCE-2 « Macroalgues Subtidales » (Derrien-Courtel et Le Gal, 2022). L'objectif est d'établir un diagnostic de l'état écologique de l'habitat rocheux.

La qualité générale des stations, en appliquant l'indice de qualité et l'indice de Qualité Ecologique (EQR), indique une masse d'eau de qualité variable. Elle est classée en bon état pour cet élément de qualité sur la station Gorets et mauvaise sur la station Brannec. La mauvaise qualité est due à plusieurs faits. Premièrement, les étages de l'infralittoral supérieur et inférieur sont restreints à une bande peu profonde. Deuxièmement, les algues opportunistes sont très nombreuses dans l'infralittoral supérieur ce qui pénalise le calcul de l'indice. La localisation de ces stations est très différente puisque Gorets est situées à la sortie du Golfe du Morbihan et la station Brannec est localisée en fond de Golfe. Par ailleurs, les algues brunes *Laminaria digitata* et *Padina pavonica* sont absentes des trois sites d'études alors qu'elles sont indicatrices d'un bon état écologique du milieu. On peut ajouter que l'espèce *Padina pavonica* a été observée en 2024 sur le site de la Tourelle de Gregam lors des suivis du MNHN de Concarneau (Sandrine Derrien com. Pers.).

Il faut rajouter que la masse d'eau golfe du Morbihan (FRGC39) appartient au supertype C (côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide) est également suivie dans le cadre de la DCE sur le site de la Tourelle de Grégam. Cette masse d'eau est classée en bon état pour cet élément de qualité comme le site des Gorets (Derrien-Courtel et al., 2024). Ce résultat est essentiellement dû à la profondeur atteinte par l'infralittoral inférieur et à sa composition spécifique. L'infralittoral supérieur présente une forte densité d'algues structurantes mais sa limite inférieure peu profonde le pénalise.

Etat de conservation – Roches à macro-algues subtidales

L'état de conservation des roches subtidales à macro-algues est évalué comme **favorable** sur les trois sites. Le site des Gorets est très visité par les clubs de plongée locaux, notamment du fait de la richesse de son récif de gorgones et de son accessibilité (via des mouillages permanents). Bien que le nombre limité de mouillages restreigne le nombre de plongées journalières, ce site est probablement plus exposé que les autres à l'action mécanique (p.ex. coups de palmes) que peuvent avoir les plongeurs sur ces habitats. Le site de Grégans est également régulièrement fréquenté par les plongeurs, ce qui est nettement moins le cas du site de Brannec, dépourvu de mouillages. Par conséquent, les sites de Gorets et Grégans sont des stations dites intermédiaires et le site de Brannec une station de référence.

Recommandations pour les suivis futurs

Les trois sites étudiés sont adaptés au suivi des macro-algues subtidales.

4.9. Faciès à gorgonaires (Gorets, Brannec et Grégan)

Les résultats du suivi des Gorgones sont hétérogènes. Le site de Gorets est le plus remarquable, suivi de Grégan et de Brannec. Le site de Brannec est très peu colonisé par les gorgones, ce qui peut s'expliquer par sa localisation en fond de Golfe.

Etat de conservation – Faciès à gorgones

En l'absence de grille d'évaluation de référence, l'état de conservation des faciès à gorgones n'a pas pu être évalué. Néanmoins, les données collectées lors du suivi 2022 (Pos3idon, 2023) sur les sites des Gorets et de Grégan, conduit par le bureau d'études Pos3idon, ont été comparées à celles du suivi 2024.

Les sites des Brannec et des Grégans sont considérés comme des stations de **référence**. Il convient de noter que le site des Gorets est le seul équipé de mouillages fixes pour la plongée et est très régulièrement visité. La station est dite **intermédiaire**.

Recommandations pour les suivis futurs

→ *Préférer un suivi des porifères sur le site de Brannec plutôt qu'un suivi des gorgones*

Le site de Brannec présente une densité très faible de gorgones, en particulier lorsqu'on le compare à l'abondance des porifères. De ce fait, ce site apparaît peu adapté à un suivi ciblé sur les faciès à gorgones. En revanche, il pourrait constituer un site pertinent pour la mise en place d'un suivi spécifique des porifères.

→ *Obtenir des données actualisées concernant la fréquentation des sites par les clubs de plongée*

→ *Augmenter l'effort d'échantillonnage sur les sites de suivi*

Actuellement, sur chaque site, trois quadrat de 1 m² sont échantillonnés. Pour une meilleure représentativité du site, l'effort d'échantillonnage devrait être plus élevé (p.ex. 10 quadrats).

→ *Mener un suivi temporel à l'échelle des colonies*

Afin de pouvoir décrire l'évolution temporelle des faciès à gorgones, un suivi mené à l'échelle des colonies, au sein de quadrats fixes est recommandé.

Les coûts (équivalents temps pleins) relatifs à chacun des suivis des habitats biocénotiques sont présentés dans le Tableau 106.

Tableau 106. Equivalent temps plein (base de 35 heures) associé à la collecte des données de terrain pour chaque type de suivi.

Type de suivi	Nombre de sites	Type de campagne	Equivalent temps plein (Nb de jours de 7h)		Coût travail + traitement (€)	Coût navires (€)	Coût analyses échantillons (€)	
			Terrain	Traitement				
Vasières intertidales	5	Prospection (3 sites)	1	3	35 100		2 700	
		Prélèvement (5 sites)	12	38				
Vasière subtidale de Tascon - Sédiments subtidaux du banc de Creïzic	2	Prospection	7		19 500	2500	-	
		Prélèvement	4	19			200 (unitaire)	
Herbier de zostère naine de l'île aux Moines	1	Prélèvement	6	2	5 200		800	
Herbier de zostère marine de Saint Colombier	1	Prélèvement	5	3	5 200	1000	800	
Bancs de maërl	4	Prospection	8	36	39 000	4000	-	2000 (total)
		Photo-identification	12				-	
		Prélèvement	4				250 (unitaire)	
Roches à macro-algues intertidales	2	Prélèvement	4	10	9 100		-	
Roches à macro-algues subtidales - Faciès à gorgones	3	Prélèvement	25	21	29 900	1000	-	

5. Bibliographie

Afli, A., 1999. Utilisation des peuplements de la macrofaune benthique pour déceler les signes de perturbation du milieu : exemple du golfe du Morbihan (Bretagne, France)., Use of benthic macrofauna assemblages to detect the signs of perturbation of the area : example of the Morbihan Gulf (Brittany, France). Bull. Inst. Natl. Sci. Technol. Mer 26, 147–163.

Afli, A., Chenier, F., 2002. Etat de santé de la macrofaune benthique et rôle des espèces invasives dans le Golfe du Morbihan (Bretagne, France). Vie Milieu Life Environ. 43.

Alzieu, C., 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Editions Quae.

Ar Gall, E., Le Duff, M., 2007. Protocole d'observation in situ et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE.

Auby, I., 1991. Contribution à l'étude des herbiers de Zostera noltii du Bassin d'Arcachon : Dynamique, production et dégradation, macrofaune associée. Université Bordeaux 1.

Auby, I., Oger-Jeanneret, H., Gouillieux, B., Grall, J., Janson, A.-L., Maguer, M., Rigouin, L., Rollet, C., Sauriau, P., Trut, G., Gouillieux, B., Grall, J., Janson, A.-L., Maguer, M., Rigouin, L., Rollet, C., Sauriau, P., Trut, G., 2018. Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Zostera marina - Zostera noltei. Version 3 (No. Rapport Ifremer/ODE/UL/LER/AR/18.017). IFREMER.

Bensetti, F., Bioret, F., Roland, J., Lacoste, J.P., 2004. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers., La documentation française. ed. Paris.

Bernard, N., Chauvaud, S., 2002. Cartographie des habitats d'intérêt européen du Golfe du Morbihan et de la rivière de Penerf. Bretagne - Golfe du Morbihan.

Bizien, A., Helias, M., Tauran, A., Grall, J., 2024. Élaboration d'un protocole visant à qualifier l'état de conservation des bancs de maërl en rade de Brest par relevés photographiques (Rapport final), Série Faune-Flore. INSTITUT UNIVERSITAIRE EUROPEEN DE LA MER.

Blanchet, H., Fouet, M., 2019. Synthèse méthodologique pour la surveillance de l'élément de qualité biologique « Faune invertébrée benthique » dans les masses d'eau de transition (estuaires) de la façade Manche-Atlantique.

Borja, A., 2013. Ecological indices based on macrobenthos: the case of AMBI and M-AMBI in assessing seafloor integrity status. PERSEUS Summer School "The contribution of environmental indices in meeting objectives and principles of Marine Strategy Framework Directive 3–7.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Mar. Pollut. Bull. 40, 1100–1114.

Borja, A., Muxika, I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. Mar. Pollut. Bull. 50, 787–789. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.04.040

Boyé, A., Robert, A., Janson, A.-L., Beauvais, S., Dedieu, K., Janson, A.-L., Beauvais, S., Dedieu, K., 2023. Évaluation de l'état écologique des habitats benthiques en France métropolitaine au titre de la DCSMM. Ifremer - Patrinat - OFB.

Bray, J.R., Curtis, J.T., 1957. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27, 326–349. https://doi.org/10.2307/1942268

Burdick, D., Short, F., Wolf, J., 1993. An index to assess and monitor the progression of wasting disease in eelgrass Zostera marina. Mar. Ecol. Prog. Ser. 94, 83–90. https://doi.org/10.3354/meps094083

Byers, S.C., Mills, E.L., Stewart, P.L., 1978. A comparison of methods of determining organic carbon in marine sediments, with suggestions for a standard method. Hydrobiologia 58, 43–47. https://doi.org/10.1007/BF00018894

Caillot, Hacquebart, 2014. Protocole de surveillance des habitats benthiques intertidaux.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2015. PRIMER version 7: User manual/tutorial.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., Somerfield, P.J., Warwick, R.M., 2014. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, 3rd edition. ed. PRIMER-E, Plymouth.

Conseil de l'Europe, 1979. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. Annexe III – ESPÈCES DE FAUNE PROTÉGÉES.

Cosson, T., Boulet, A., 2023. Surveillance DCE de la masse d'eau côtière « FR GC 39 Golfe du Morbihan » pour les herbiers de Zostera noltei Point de suivi stationnel – Baie de l'Ours - 2022. PNRGM.

Cosson, T., Mézac, A., Picard, L., 2013. Document d'objectifs des sites Natura 2000 ZSC « Golfe du Morbihan – côte ouest de Rhuys » (FR 53 000 89) et ZPS « Golfe du Morbihan » (FR 53 100 86).

CRPMEM de Bretagne, IUEM, AGLIA, 2016. SYNTHESE DES CONNAISSANCES SUR LE MAËRL EN BRETAGNE. Programme DECIDER - Phase 1.

Denis, P., 1983. La macrofaune benthique des vasières du bassin oriental du Golfe du Morbihan 257–268.

Derrien-Courtel, Barillé, L., Bizien, A., Burel, T., Cocaud, A., Delemarre, M., Derrien, R., Devienne, B., Guennegez, A., Harin, N., Helias, M., Le Duff, M., Nebout, T., Truhaud, N., 2024. Le REBENT-II Bretagne - Surveillance du Benthos du littoral breton. "Rapport final-Vf1-31/12/2024 - Année 2023".

Derrien-Courtel, S., Le Gal, A., 2022. Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2). MNHN.

Desroy, N., Soudant, D., Auby, I., Barillé, L., Blanchet, H., Gentil, F., Oger-Jeanneret, H., Sauriau, P.-G., 2010. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE): Etat écologique des masses d'eau-Année 2007-Façade Atlantique (Rapport REBENT-RST No. 2000/60/CE). Ifremer, LER Bretagne Nord.

Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P., Holon, F., 2012. A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. Ecol. Indic. 20, 345–352. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.001

Droual, G., Curd, A., Gauff, R., Gouillieux, B., Gélinaud, G., Cabelguen, J., Grall, J., 2024. The French benthic newcomers: new records of Ampithoe valida S.I. Smith, 1873 and Polydora colonia Moore, 1907 in Brittany, first record of Bispira polyomma Giangrande & Faasse, 2012 in the North-East Atlantic and northernmost record of Prostheceraeus moseleyi Lang, 1884 in Europe. BioInvasions Rec. 13, 37–56. https://doi.org/10.3391/bir.2024.13.1.05

Droual, G., Garrec, V.L., Cabelguen, J., Gélinaud, G., Grall, J., 2016. The spread goes on: the non-indigenous species Grandidierella japonica Stephensen, 1938 (Amphipoda: Aoridae) has reached Brittany (Gulf of Morbihan). An aod, Les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin.

Fouet, M., Blanchet, H., Le Page, M., 2021. Water framework directive - Intercalibration of biological elements for French transitional water bodies: benthic invertebrates.

Fouet, M., Blanchet, H., Leconte, M., David, V., Lepage, M., 2018. Sélection d'un indicateur DCE « faune benthique invertébrée » adapté aux estuaires 77.

Garcia, A., Desroy, N., Le Mao, P., Miossec, L., Le Mao, P., Miossec, L., 2014. Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidaux et intertidaux dans le cadre de la DCE - Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014.

Gohin, F., 2011. Annual cycles of chlorophyll-*a*, non-algal suspended particulate matter, and turbidity observed from space and in-situ in coastal waters. Ocean Sci. 7, 705–732. https://doi.org/10.5194/os-7-705-2011

Grall, J., Coïc, N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier (No. DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT). Institut Universitaire Européen de la Mer – Université de Bretagne Occidentale Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin.

Grall, J., Glémarec, M., 1997. Biodiversité des fonds de maërl en Breatagne : Approche fonctionnelle et impacts anthropiques. Vie Milieu Life Environ. 339.

Guillaumont, B., Gauthier, E., 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs-de la DCE (No. DYNECONIGIES 2005-0511). IFREMER.

Hily, C., 2012. Résultats - Suivi stationnel des herbiers à Zostera marina, région Bretagne, Année 2011 (No. RST/IFREMER/DYNECO/AG/12-08/REBENT). REBENT, Plouzané.

Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper-trophiques de la rade de Brest (Thèse d'état). Université de Bretagne Occidentale, Brest.

Homrani, S., 2020. Morphodynamique des dunes en eau peu profonde et transport sédimentaire : le banc du Creïzic (Golfe du Morbihan) (phdthesis). Université de Bretagne occidentale - Brest.

La Rivière, M., Delavenne, J., Janson, A.-L., Andres, S., Bettignies, T. de, Blanchet, H., Decaris, F.-X., Derrien, R., Derrien-Courtel, S., Grall, J., Houbin, C., Latry, L., Gal, A.L., Lutrand, A., Menot, L., Percevault, L., Tauran, A., Thiébaut, É., 2022. Fiches descriptives des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique (Patrinat (OFB-MNHN-CNRS) No. Version 1).

Le Mao, P., Godet, L., Fournier, J., Desroy, N., Gentil, F., Eric, T., Pourinet, L., Cabioch, L., Retière, C., Chambers, P.P., 2020. Atlas de la faune marine invertébrée du golfe Normano-Breton, Éditions de la Station biologique de Roscoff. ed, Espèces d'intérêt particulier. Éditions de la Station biologique de Roscoff.

Le Roux, A., 2008. Les espèces marines introduites dans le Mor-Bihan. Penn ar Bed 202, 26–36.

Le Roux, A., 2005. Les patelles et la régression des algues brunes dans le Morbihan. Penn ar Bed 1–22.

Le Roux, A., Corbrion, P., Gully, F., Cochu, M., Picard, C., 2022. Nouveaux signalements d'Ammothea hilgendorfi (Pycnogonida, Ammotheidae) sur les côtes de Bretagne. les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin,.

Lejart, M., 2009. Etude du processus invasif de Crassostrea gigas en Bretagne: Etat des lieux, dynamique et conséquences écologiques. Université de Bretagne Occidentale, Brest.

Lepareur, F., 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique.

Licari, M.-L., 1998. Mise au point d'un systeme d'aide a l'interpretation des donnees benthiques en milieu marin et lagunaire (thesis). http://www.theses.fr. Paris, EPHE.

Michez, N., Thiébaut, É., Dubois, S., Gall, L.L., Dauvin, J.-C., Andersen, A., Baffreau, A., Bajjouk, T., Blanchet, H., Houbin, C., Janson, A.-L., Rivière, M., Lévèque, L., Menot, L., Sauriau, P.-G., Simon, N., Viard, F., 2019. Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique ([Rapport de recherche] No. Version 3). UMS PatriNat, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Moal, F., 2015. Étude hydro-morpho-sédimentaire d'un banc tidal en milieu semi-fermé. Cas du banc du Creizic dans le Golfe du Morbihan. (Master).

OSPAR, 2008. Liste OSPAR des espèces et habitats menacés et/ou en déclin (Accord OSPAR 2008-06 révisé 2021).

Pinsivy, L., Droual, G., Cabelguen, J., Gélinaud, G., 2024. Suivi des communautés benthiques intertidales de l'estuaire de la rivière de Noyalo – Réserve Naturelle Nationale des marais de Séné 38.

Rollet, C., Bernard, G., 2024. Classement des masses d'eau du littoral Manche-Atlantique sur la base de l'indicateur DCE «Angiospermes» (2018-2023). https://doi.org/10.13155/103107

SIAGM et ONCFS, (Coord.), Cosson, T., Mézac, A. (SIAGM), Picard, L. (ONCFS), 2013. – Document d'objectifs des sites Natura 2000 ZSC « Golfe du Morbihan – côte ouest de Rhuys » (FR 53 000 89) et ZPS « Golfe du Morbihan » (FR 53 100 86).

TBM environnement, i-Sea, 2023. Cartographie, caractérisation de l'état de conservation et stratégie de suivi des herbiers de zostères du Golfe du Morbihan. (Contrat TBM/OFB.). OFB/i-Sea, 2023.

Tréguier, C., 2024. Évaluation de la qualité des zones de production conchylicole – Département du Morbihan – Période 2021-2023 (No. ODE/UL/LER/MPL 24-08).

Ubertini, M., Perrin, B., Mérou, N., 2023. Évaluation de la superficie et de l'état de conservation des enveloppes de gorgones Eunicella verrucosa présentes dans le Golfe du Morbihan.

TBM environnement

Siège social :

ZA Kénéah Nord, 5/7 Rue de l'Europe, 56400 PLOUGOUMELEN

Tel 02.97.56.27.76. - Fax 02.97.29.18.89.

contact@tbm-environnement.com

www.tbm-environnement.com

« Ce document a été réalisé avec le soutien financier du programme Life de l'Union européenne, dans le cadre du projet Life Marha. Son contenu n'engage que ses auteurs et la Commission européenne ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qu'il contient. »