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

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 COTE OUEST DE RHUYS » (FR 5300029)

Lot n°2

Rapport final

V1 : Décembre 2024
V2 : Mars 2025
V3 : Juin 2025
V4 : Juillet 2025

TBM environnement



SOMMAIRE

1 Contexte général 13
2 Présentation des principales activités et pressions anthropiques dans le Golfe du Morbihan 15
2.1 Aquaculture 22
2.1.1 Présentation générale 22
2.1.2 Evolution de l'activité ostréicole 24
2.1.3 Synthèse et pressions associées à l'aquaculture 25
2.2 Pêche professionnelle et de loisir 28
2.2.1 Présentation 28
2.2.2 Pressions associées à la pêche professionnelle et récréative 29
2.3 Navigation professionnelle et de plaisance 31
2.3.1 Présentation 31
2.3.2 Pressions associées à la navigation 31
2.4 Loisirs nautiques 36
2.4.1 Présentation 36
2.4.2 Pressions associées aux loisirs nautiques 37
2.5 Activités terrestres 40
2.5.1 Présentation générale 40
2.5.2 Synthèse, enjeux et pressions associées aux activités terrestres 45
2.6 Synthèse des pressions recensées dans le Golfe du Morbihan 47
3 Sensibilité des habitats aux pressions d'origine anthropique 51
3.1 Définition de la sensibilité 51
3.1.1 Définition des notions de résistance, de résilience et de sensibilité 51
3.1.2 Evaluation d'indices de confiance 53
3.2 Evaluation des sensibilités par habitat 54
3.2.1 Vasières intertidales 54
3.2.2 Les vasières subtidales 62
3.2.3 Les herbiers de zostères naines 68
3.2.4 Les herbiers de zostères marines 76
3.2.5 Les bancs de maërl 84
3.2.6 Les sédiments meubles subtidaux 91
3.2.7 Les récifs intertidaux, roches à macroalgues intertidales 95
3.2.8 Les récifs subtidaux, roches à macroalgues subtidales et faciès à gorgones ... 101
4 Evaluation des niveaux d'impacts sur les habitats du site Natura 2000 « Golfe du Morbihan côte Ouest de Rhuys » 112

4.1 Vasières intertidales 114
4.1.1 Evaluation des menaces 114
4.1.2 Recommandations de gestion 116
4.2 Vasières subtidales 122
4.2.1 Evaluation des menaces 122
4.2.2 Recommandations de gestion 123
4.3 Les herbiers de zostères naines 130
4.3.1 Evaluation des menaces 130
4.3.2 Recommandations de gestion 131
4.4 Les herbiers de zostères marines 138
4.4.1 Evaluation des menaces 138
4.4.2 Recommandations de gestion 139
4.5 Les bancs de maërl 146
4.5.1 Evaluation des menaces 146
4.5.2 Recommandations de gestion 147
4.6 Les sédiments meubles subtidaux 154
4.6.1 Evaluation des menaces 154
4.6.2 Recommandations de gestion 156
4.7 Les récifs intertidaux 157
4.7.1 Evaluation des menaces 157
4.7.2 Recommandations de gestion 159
4.8 Les récifs subtidaux 166
4.8.1 Evaluation des menaces 166
4.8.2 Recommandations de gestion 167
5 Conclusions 174
6 Références bibliographiques 177

Liste des Figures

Figure 1 : Schéma conceptuel des différentes sources de pressions pouvant impacter un habitat dans 3 cas de figures (A, B et C), adapté de La Rivière et al. (2015). 15
Figure 2 : Présence de parcs ostréicoles intertidaux sur tables dans le golfe du Morbihan ©TBM environnement – 2024. 22
Figure 3 : Localisation des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole (Source : DDTM, données datant de 2020). 23
Figure 4 : Pêcheurs professionnels à la palourde dans le golfe du Morbihan © PNRGM. 28
Figure 5 : Forte affluence de pêcheurs à pied sur l'estran de Locmariaquer, août 2024 © TBM environnement. 29
Figure 6 : Présence de cercles d'évitage autour des chaînes de mouillages classiques © TBM environnement – 2024. 32
Figure 7 : Localisation des ports et des ZMEL de la ZCS golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (données issues de la DDTM 56, 2021). 34
Figure 8 : Illustration de la présence d'une école de voile sur l'île de Berder © TBM environnement – 2024. 36
Figure 9 : Illustration du passage au travers d'un herbier de zostères marines (Zostera marina) lors de la mise à l'eau d'embarcations légères à Arradon © TBM environnement – 2024. ... 37
Figure 10 : Zones de baignade délimitées dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (sources issues de l'Agence Régionale de Santé, 2021). 38
Figure 11 : Localisation des 43 communes du GVMA et de l'ouest de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 42
Figure 12 : Vasière intertidale de l'anse de Kerdréan (Rivière d'Auray) ©TBM environnement 2024. 55
Figure 13 : Illustration du tassement et de l'abrasion des vasières intertidales après passage à pied © TBM environnement -2024. 55
Figure 14 : Cartographie des vasières intertidales de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002). 56
Figure 15 : Vasière subtidale du golfe du Morbihan © TBM environnement - 2023. 63
Figure 16 : Présence de parcs ostréicoles à proximité d'une vasière subtidale © TBM environnement - 2023. 63
Figure 17 : Cartographie des vasières subtidales de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 64
Figure 18 : Herbier de zostères naines (Zostera noltei) à l'île d'Arz © TBM environnement - 2023. 68
Figure 19 : Présence de mouillages fixes à l'intérieur d'un herbier de zostères naines (Zostera noltei) du golfe du Morbihan © TBM environnement - 2022. 69
Figure 20 : Cartographie des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (réalisée en 2023). 70

Figure 21 : Herbier de zostères marines (Zostera marina) observé à l'intérieur du golfe du Morbihan – TBM environnement 2023. 77
Figure 22 : Effets du ragage des chaînes d'un mouillages à l'évitage sur un herbier de zostères marines © TBM environnement – 2024. 77
Figure 23 : Cartographie des herbiers de zostères marines (Zostera marina) de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (réalisée en 2023). 78
Figure 24 : Banc de maërl photographié dans le golfe du Morbihan © TBM environnement – 2024. 85
Figure 25 : Cartographie des bancs de maërl de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (réalisée en 2024). 86
Figure 26 : Prélèvement à la benne réalisé dans les sédiments subtidaux suivis dans le lot n°1 © TBM environnement – 2024. 91
Figure 27 : Récif intertidal de Larmor-Baden dominé par la présence de macroalgues brunes – TBM environnement 2024. 95
Figure 28 : Illustration de la présence de mouillages fixes sur un récif intertidal à Larmor-Baden – TBM environnement 2024. 96
Figure 29 : Cartographie des récifs intertidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 97
Figure 30 : Macroalgues rouges sur des récifs subtidaux du golfe du Morbihan © TBM environnement – 2024. 102
Figure 31 : Champ de gorgones localisé sur le site de plongée des Gorets dans le golfe du Morbihan © TBM environnement – 2024. 102
Figure 32 : Cartographie des récifs subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002). 104
Figure 33 : Localisation des stations de suivi du lot n°1 du présent projet. 113
Figure 34 : Répartition des vasières intertidales, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002). 117
Figure 35 : Répartition des vasières intertidales, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 118
Figure 36 : Répartition des vasières intertidales, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 119
Figure 37 : Répartition des vasières intertidales et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 120
Figure 38 : Répartition des vasières subtidales, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 124

Figure 39 : Répartition des vasières subtidales, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 125
Figure 40 : Répartition des vasières subtidales, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 126
Figure 41 : Répartition des vasières subtidales et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 127
Figure 42 : Répartition des herbiers à Zostera noltei, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 132
Figure 43 : Répartition des herbiers à Zostera noltei, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 133
Figure 44 : Répartition des herbiers à Zostera noltei, des ports et des ZMEL de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 134
Figure 45 : Répartition des herbiers à Zostera noltei et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 135
Figure 46 : Répartition des herbiers à Zostera marina, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 140
Figure 47 : Répartition des herbiers à Zostera marina, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 141
Figure 48 : Répartition des herbiers à Zostera marina, des ports et des ZMEL de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 142
Figure 49 : Répartition des herbiers à Zostera marina et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 143
Figure 50 : Répartition des bancs de maërl, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 148
Figure 51 : Répartition des bancs de maërl, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 149
Figure 52 : Répartition des bancs de maërl, des ports et des ZMEL de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 150
Figure 53 : Répartition des bancs de maërl et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 151
Figure 54 : Présence de pêcheurs à pied sur les récifs intertidaux de Locmariaquer © TBM environnement – 2024. 158
Figure 55 : Répartition des récifs intertidaux, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002). 160

Figure 56 : Répartition des récifs intertidaux, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 161
Figure 57 : Répartition des récifs intertidaux, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 162
Figure 58 : Répartition des récifs intertidaux et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 163
Figure 59 : Répartition des récifs subtidaux, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 168
Figure 60 : Répartition des récifs subtidaux, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 169
Figure 61 : Répartition des récifs subtidaux, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 170
Figure 62 : Répartition des récifs subtidaux et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002). 171

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des pressions physiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (1/2). 17
Tableau 2 : Liste des pressions physiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (2/2). 18
Tableau 3 : Liste des pressions chimiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (1/2). 19
Tableau 4 : Liste des pressions chimiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (2/2). 20
Tableau 5 : Liste des pressions biologiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat). 21
Tableau 6 : Evolution du mode d'élevage des huîtres dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (issu de DDTM, 2021). 25
Tableau 7 : Liste des pressions physiques susceptibles d'être engendrées par l'aquaculture dans le golfe du Morbihan. 26
Tableau 8 : Liste des pressions chimiques et biologiques susceptibles d'être engendrées par l'aquaculture dans le Golfe du Morbihan. 27
Tableau 9 : Liste des pressions physiques, chimiques et biologiques susceptibles d'être engendrées par la pêche dans le golfe du Morbihan. 30
Tableau 10 : Nombre d'emplacements dans les ports de plaisance et les ZMEL du golfe du Morbihan (issu de Menthonnex et al., 2021). 31
Tableau 11 : Liste des pressions physiques et chimiques susceptibles d'être engendrées par la navigation dans le golfe du Morbihan. 35
Tableau 12 : Liste des pressions physiques et chimiques susceptibles d'être engendrées par les activités de loisirs nautiques dans le golfe du Morbihan. 39
Tableau 13 : Comparaison de l'évolution de la population nationale, départementales et des communes du pourtour de la ZSC entre 1901 et 2021 (source : INSEE, 2021). 40
Tableau 14 : Evolution démographique dans 43 communes bordant la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (Source : INSEE, 2021) (1/2). 43
Tableau 15 : Evolution démographique dans 43 communes bordant la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (Source : INSEE, 2021) (2/2). 44
Tableau 16 : Liste des pressions chimiques et biologiques susceptibles d'être engendrées par les activités terrestres des communes bordants le golfe du Morbihan. 46
Tableau 17 : Lien entre les activités anthropiques et les pressions physiques qu'elles peuvent exercer sur les habitats marins du golfe du Morbihan. 48
Tableau 18 : Lien entre les activités anthropiques et les pressions chimiques qu'elles peuvent exercer sur les habitats marins du golfe du Morbihan. 49
Tableau 19 : Lien entre les activités anthropiques et les pressions biologiques qu'elles peuvent exercer sur les habitats marins du golfe du Morbihan. 50

Tableau 20 : Echelle qualitative de résistance d'un habitat à une pression – Issu de La Rivière et al. (2015). 52
Tableau 21 : Echelle semi-quantitative de résilience d'un habitat affecté par une pression anthropique (issu de La Rivière et al., 2015). 52
Tableau 22 : Echelle semi-quantitative de sensibilité définie par la combinaison des scores de résistance et de résilience (issu de La Rivière et al., 2015). 52
Tableau 23 : Echelle semi-quantitative de l'indice de confiance de résilience ou de résistance – Issu de La Rivière et al. (2015). 53
Tableau 24 : Echelle semi-quantitative de l'indice de confiance (IC) de l'évaluation de la sensibilité – Issu de La Rivière et al. (2015) 53
Tableau 25 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2). 57
Tableau 26 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). 58
Tableau 27 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2). 59
Tableau 28 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). 60
Tableau 29 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 61
Tableau 30 : Evaluation de la sensibilité des vasières subtidales aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan. 65
Tableau 31 : Evaluation de la sensibilité des vasières subtidales aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan. 66
Tableau 32 : Evaluation de la sensibilité des vasières subtidales aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 67
Tableau 33 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2) 71
Tableau 34 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). 72
Tableau 35 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2). 73
Tableau 36 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). 74
Tableau 37 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 75
Tableau 38 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2). 79
Tableau 39 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). 80

Tableau 40 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2). 81
Tableau 41 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). 82
Tableau 42 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan. 83
Tableau 43 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan. 87
Tableau 44 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2). 88
Tableau 45 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). 89
Tableau 46 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 90
Tableau 47 : Evaluation de la sensibilité des sédiments meubles subtidaux aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan. 92
Tableau 48 : Evaluation de la sensibilité des sédiments meubles subtidaux aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan. 93
Tableau 49 : Evaluation de la sensibilité des sédiments meubles subtidaux aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 94
Tableau 50 : Evaluation de la sensibilité des récifs intertidaux aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan. 98
Tableau 51 : Evaluation de la sensibilité des récifs intertidaux aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan. 99
Tableau 52 : Evaluation de la sensibilité des récifs intertidaux aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 100
Tableau 53 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan. 105
Tableau 54 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2). . 106
Tableau 55 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2). . 107
Tableau 56 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 108
Tableau 57 : Evaluation de la sensibilité des champs de gorgones aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan. 109
Tableau 58 : Evaluation de la sensibilité des champs de gorgones aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan. 110
Tableau 59 : Evaluation de la sensibilité des champs de gorgones aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan. 111

Tableau 60 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les vasières intertidales sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 121
Tableau 61 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les vasières subtidales sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2) 128
Tableau 62 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les vasières subtidales sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2). 129
Tableau 63 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera noltei sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2). 136
Tableau 64 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera noltei sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2). 137
Tableau 65 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera marina sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2). 144
Tableau 66 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera marina sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2). 145
Tableau 67 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les bancs de maërl sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2). 152
Tableau 68 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les bancs de maërl sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2). 153
Tableau 69 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les sédiments meubles subtidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 155
Tableau 70 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs intertidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2). 164
Tableau 71 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs intertidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2). 165
Tableau 72 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs subtidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2). 172

Tableau 73 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs subtidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2). 173
Tableau 74 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les tombants à gorgones sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. 173
Tableau 75 : Liste des pressions les plus préjudiciables aux 8 habitats biocénotiques suivis et évaluation de leur fréquence d'occurrence pour les habitats sensibles (1/2). 175
Tableau 76 : Liste des pressions les plus préjudiciables aux 8 habitats biocénotiques suivis et évaluation de leur fréquence d'occurrence pour les habitats sensibles (2/2). 176

1 CONTEXTE GENERAL

Le golfe du Morbihan constitue une unité géographique marine homogène d'une superficie d'environ 130 km² (Menthonnex et al., 2021). Les nombreux îlots et îles qu'il abrite forment un trait de côte très étendu. De ce fait, lors des basses mers de vives eaux, la surface d'estran représente environ 43 km².

Le golfe du Morbihan peut être divisé en trois unités hydrosédimentaires. Ainsi, l'entrée du golfe est caractérisée par des courants forts, des sédiments grossiers et un relief marqué. La zone de transition entre l'entrée et le fond du golfe comprend des chenaux sablo-vaseux relativement larges, dont la présence découle de la réduction progressive de la force des courants. Enfin, la partie est du golfe est très abritée et moins influencée par les courants de marée, ce qui favorise son envasement. Les différentes rivières présentes dans le golfe sont elles aussi abritées et envasées (Cosson et al, 2013). Cette hétérogénéité spatiale couplée aux importantes surfaces d'estran permet au golfe du Morbihan d'abriter une large diversité d'habitats naturels marins.

Une partie de ces habitats est remarquable et constitue un fort enjeu de conservation (p.ex. bancs de maërl, herbiers de zostères). A ce titre, les espèces et les habitats marins du golfe du Morbihan 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 vise à faire progresser la mise en œuvre de la directive européenne « habitats, faune, flore », qui définit la politique de Natura 2000. Il a pour objectif de rétablir et de maintenir le bon état de conservation des habitats naturels marins. La diversité d'habitats qu'offre le golfe du Morbihan en fait un « site test » idéal pour mettre en place un suivi des habitats biocénotiques, composants des Habitats d'Intérêt Communautaire (HIC) présents dans la typologie de classification des habitats du réseau Natura 2000 (EUR28), à l'échelle d'un site Natura 2000. Afin de mener l'action D1 « Evaluer l'état de conservation des HIC » du life Marha, un suivi global de l'état de conservation des HIC marins du golfe du Morbihan est en cours de réalisation (lot n°1 du présent projet et suivi pérennes initiés depuis plusieurs années). Pour chaque habitat identifié et analysé, des suivis stationnels ont été mis en place et s'appuient sur les protocoles de référence existants (notamment les protocoles de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)). Les habitats biocénotiques faisant l'objet de suivis sont les suivants :

- Les vasières intertidales ;
- Les vasières subtidales ;
- Les herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*) ;
- Les herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) ;

- Les bancs de maërl ;
- Les sédiments meubles subtidaux ;
- Les récifs intertidaux ou roches à macroalgues intertidales ;
- Les récifs subtidaux ou roches subtidales et faciès à gorgones.

Les suivis stationnels permettent d'acquérir des données relatives à différents paramètres biologiques (p.ex. diversité spécifique ; taux de recouvrement algaux, etc.). Afin d'accéder à l'état de conservation de chaque habitat et aux menaces potentielles auxquelles il doit faire face, ces données doivent être mises en relation avec les activités anthropiques présentes dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Ce secteur est en effet soumis à de multiples activités professionnelles et de loisirs tournées vers la mer (p.ex. pêche professionnelle, aquaculture, navigation, etc.), qui sont susceptibles d'engendrer des pressions sur les habitats naturels et sur les services écosystémiques qu'ils offrent (Coz et Ragot, 2020b).

L'objectif du présent document est de mettre en relation les pressions anthropiques s'exerçant sur les habitats précédemment listés avec leur sensibilités à celles-ci. Pour cela, ce document est articulé en quatre parties. La première partie liste les principales activités anthropiques présentes dans le golfe du Morbihan, ainsi que les pressions qui en résultent. De plus, cette partie intègre l'évolution démographique et ostréicole du golfe au cours des dernières décennies. La seconde partie évalue la sensibilité de chaque habitat biocénotique aux pressions anthropiques auxquelles il est susceptible d'être confronté dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. La troisième partie évalue les effets des pressions anthropiques sur les habitats en fonction de leur sensibilité. Cette évaluation conduit à une quatrième partie qui évalue un score de menace pour la pérennité de l'habitat concerné. Des pistes de gestions, des recommandations et des préconisations sont présentées après l'évaluation du score de menace.

2 PRESENTATION DES PRINCIPALES ACTIVITES ET PRESSIONS ANTHROPIQUES DANS LE GOLFE DU MORBIHAN

Les activités professionnelles ou de loisirs tournées directement ou indirectement vers le milieu marin sont nombreuses dans l'enceinte de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (DTTM, 2021). Ces activités sont décrites dans diverses études qui offrent un panorama détaillé des pressions qu'elles sont susceptibles d'engendrer sur l'environnement marin (Menthonnex et al., 2021). Les principales activités anthropiques présentes dans le golfe du Morbihan sont l'aquaculture ; la pêche embarquée ou à pied (professionnelle et récréative), la navigation professionnelle et de plaisance (qui comprends la présence de mouillages notamment) et les loisirs nautiques. A ces activités directes s'ajoute la présence de nombreuses villes côtières, dont les activités ont des effets indirects sur l'environnement marin du golfe du Morbihan (DTTM, 2021).

Les principales activités anthropiques présentes dans le golfe du Morbihan sont décrites et détaillées ci-après. Les informations recueillies sur ces activités proviennent de diverses sources bibliographiques, majoritairement fournies par l'OFB et par le PNRGM. Les pressions anthropiques que chaque activité anthropique est susceptible d'exercer sur l'environnement marin sont également listées et décrites.

Une pression anthropique est définie comme le mécanisme à travers lequel une activité humaine peut avoir un impact sur les caractéristiques biotiques et/ou abiotiques d'un habitat (Robinson et al., 2008 ; Coz et Ragot, 2020b). Un impact peut être défini comme la conséquence d'une pression sur l'habitat exposé, exprimée sous forme d'une modification de ses caractéristiques biotiques et/ou abiotiques (Figure 1).

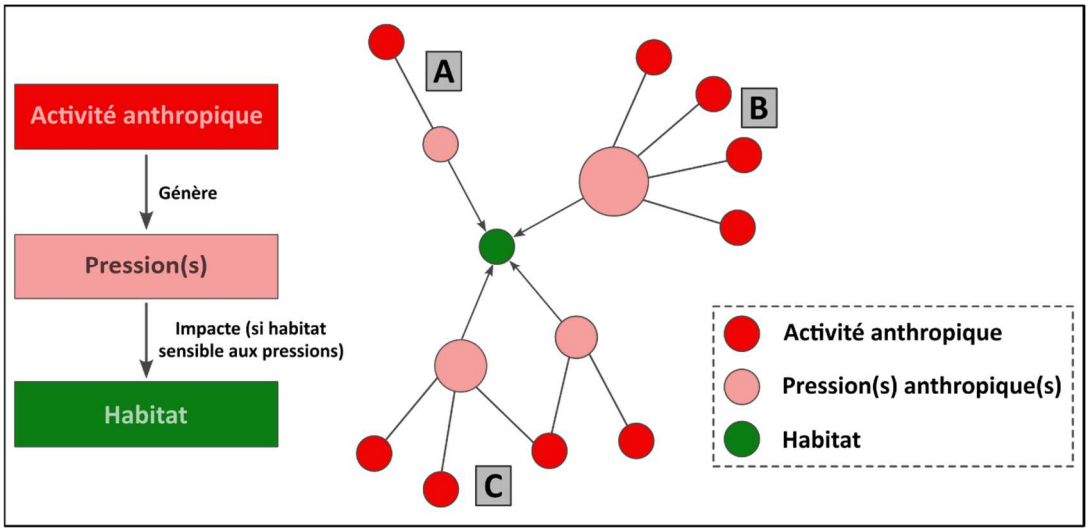


Figure 1 : Schéma conceptuel des différentes sources de pressions pouvant impacter un habitat dans 3 cas de figures (A, B et C), adapté de La Rivière et al. (2015).

Les pressions retenues dans le cadre de cette étude peuvent être directement ou indirectement engendrées par une activité (p.ex. trituration des sédiments directement générée par le passage d'une drague de pêche et modification de la charge en particules

indirectement issue de cette activité). Pour chaque activité anthropique, les pressions susceptibles d'impacter les habitats marins du golfe du Morbihan sont listées. Cela permettra ensuite d'étudier la sensibilité de chaque habitat à ces pressions. Au total, 16 pressions distinctes sont retenues. Elles proviennent de la typologie Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM) du tableau 2a de l'annexe III de la Directive (UE) 2017/845 du 17 mai 2017. De plus, l'UMS Patrinat a produit une matrice de pressions supplémentaire qui a également été utilisée dans ce rapport (La Rivière et al., 2015). Les définitions des pressions de la typologie DCSMM et de l'UMS Patrinat sont présentées du Tableau 1 au Tableau 5. Il est à noter que la pression chimique C5 (Introduction de substance à caractère visqueux) est associée à des activités susceptibles de la générer mais qu'elle ne figure pas dans les évaluations de sensibilité des habitats. En effet, les informations disponibles quant à la sensibilité des habitats à cette pression étaient systématiquement insuffisantes pour définir avec certitudes des niveaux de sensibilité.

Tableau 1 : Liste des pressions physiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (1/2).

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Définition de l'UMS Patrinat
Physique	Perte physique (due à une modification permanente du substrat ou de la morphologie des fonds marins ou à l'extraction de substrat)	Perte d'un habitat (M1)	Perte physique permanente d'un habitat marin existant au profit d'un habitat terrestre ou dulcicole
		Changement d'habitat pour un autre type de fond marin (M2)	Perte permanente du type d'habitat marin d'origine et création d'un habitat marin différent par modification du type de substrat (addition/ exposition permanente de matériel de nature différente de celle qui compose le substrat d'origine) ou par modification de l'étagement. Dans le cas des habitats de substrats meubles, la modification du type de substrat est définie comme le changement d'une classe dans le diagramme modifié de Folk. Cette pression inclut la modification vers un substrat artificiel
	Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Extraction de substrat (M3)	Suppression de substrat, y compris des éléments biogéniques, qui expose du substrat de même nature que le substrat d'origine ou bien qui expose temporairement du substrat de nature différente mais qui permettra la recolonisation par les communautés d'origine
		Tassement (M4)	Compression verticale du substrat et écrasement des espèces vivant sur le fond
		Abrasion superficielle (M5)	Frottement limité à la surface du fond et pression sur l'épifaune et l'épiflore. Perturbation pour laquelle la parte de substrat est limitée ou nulle
		Abrasion peu profonde (M6)	Pénétration du fond jusqu'à 5 cm de profondeur et pression sur les espèces vivant dans les 5 premiers cm du substrat (meuble) ou décapage des substrats durs. Perturbation pour laquelle la perte de substrat est limitée ou nulle
		Abrasion profonde (M7)	Pénétration du fond à une profondeur supérieure à 5 cm et pression sur les espèces vivant dans le substrat (meuble) ou décapage des substrats durs. Perturbation pour laquelle la perte de substrat est limitée ou nulle
		Remaniement (M8)	Déplacement et réarrangement du substrat sans perte de matière. Cette pression ne concerne pas les substrats rocheux
		Dépôt faible de matériel (M9)	Addition de 5 cm maximum de matériel sur le fond. Cette pression inclut l'apport de matériel de même nature que le substrat d'origine ; ou l'apport de matériel de nature différent si les caractéristiques de l'habitat et termes d'hydrodynamisme permettent d'éliminer le dépôt dans un délai court
		Dépôt important de matériel (M10)	Addition de plus de 5 cm de matériel sur le fond. Cette pression inclut l'apport de matériel de même nature que le substrat d'origine ; ou l'apport de matériel de nature différente si les caractéristiques de l'habitat en termes d'hydrodynamisme permettent d'éliminer le dépôt dans un délai court

Tableau 2 : Liste des pressions physiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (2/2).

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Définition de l'UMS Patrinat
Physique	Modification des conditions hydrologiques	Modification des conditions hydrodynamiques (M11)	Changement intervenant dans le régime des marées ou dans l'action du courant et des vagues d'une durée inférieure à 1 an
		Modification de la charge en particules (M12)	Augmentation de la charge en sédiment ou matière organique (particulaire ou dissoute) de l'eau provoquant une modification de sa clarté et/ou un colmatage des organismes filtreurs, d'une durée inférieure à 1 an
		Modification de la température (P5)	Augmentation ou diminution/réduction locale de la température de l'eau.
		Modification de la salinité (P6)	Augmentation ou diminution de la salinité locale de l'eau entraînant un changement d'une catégorie de salinité telle que définie par Hiscock et al. (1996) OU Augmentation ou réduction de la salinité locale de l'eau hors de la fourchette normale de salinité du biotope / de l'habitat considéré, pendant un an
		Modification du pH (P7)	Réduction locale du PH de l'eau

Tableau 3 : Liste des pressions chimiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (1/2).

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Définition de l'UMS Patrinat
Chimique - Substances, déchets et énergie	Apports de sons anthropiques (impulsionnels, continus)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Augmentation du niveau sonore au-dessus des niveaux naturels de bruit de fond
	Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Modification de la température (P5)	Augmentation ou diminution/réduction locale de la température de l'eau.
		Champs électromagnétiques (P9)	Modification des champs électromagnétiques
		Introduction de lumière artificielle (P10)	Augmentation de la quantité de lumière incidente par des moyens humains
		Diminution de la lumière naturelle (P11)	Diminution de la lumière naturelle incidente, causée par des sources anthropiques (pontons flottants par exemple)
	Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Dépassement des seuils de concentration d'un ou plusieurs éléments traces métalliques, métalloïdes et/ou organo-métaux dans les compartiments pertinents (eau, biote ou sédiment), au-delà desquels il y a une probabilité non-nulle d'observer un effet toxique pour l'habitat
		Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Dépassement des seuils de concentration d'un ou plusieurs hydrocarbures et HAP dans les compartiments pertinents (eau, biote ou sédiment), au-delà desquels il y a une probabilité non-nulle d'observer un effet toxique pour l'habitat
		Contamination par des composés synthétiques (C3)	Dépassement des seuils de concentration d'un ou plusieurs composés synthétiques dans les compartiments pertinents (eau, biote ou sédiment), au-delà desquels il y a une probabilité non-nulle d'observer un effet toxique pour l'habitat
		Contamination par les radionucléides (C4)	Introduction de radionucléides augmentant le débit de dose des organismes benthiques au-dessus du seuil de protection radiologique de 10 µGy/h en incrément du bruit de fond naturel
		Introduction de substance à caractère visqueux (C5)	Recouvrement d'espèces ou d'habitats par des substances visqueuses (généralement hydrophobes), comme les huiles, les paraffines ou les hydrocarbures

Tableau 4 : Liste des pressions chimiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat) (2/2).

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Définition de l'UMS Patrinat
Chimique - Substances, déchets et énergie	Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Dépassement des concentrations en un ou plusieurs nutriments par rapport aux concentrations de référence, et/ou déséquilibre des rapports molaires en nutriments (azote, phosphore, silice, fer …). Les concentrations de référence sont définies selon les seuils entre Moyen état et Bon état au sens de la DCE ou de la DCSMM
	Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Modification de la concentrions en matière organique de l'eau par rapport aux concentrations caractérisant l'habitat
		Désoxygénation (ou "hypoxie") (C8)	Réduction de la concentration en oxygène dissous de l'eau en deçà de mg/l pendant plusieurs jours
	Apports d'eau - sources ponctuelles (saumure, par exemple)	Modification de la salinité (P6)	Augmentation ou diminution de la salinité locale de l'eau entraînant un changement d'une catégorie de salinité telle que définie par Hiscock et al. (1996) OU Augmentation ou réduction de la salinité locale de l'eau hors de la fourchette normale de salinité du biotope / de l'habitat considéré, pendant un an
		Modification du pH (P7)	Réduction locale du PH de l'eau
	Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Apport d'objets manufacturés ou transformés (non-naturels) (par exemple : plastiques, métaux, engins de pêche abandonnés, bois, cordes, etc.) et leurs composés de dégradation (par exemple : microplastiques)

Tableau 5 : Liste des pressions biologiques susceptibles de s'exercer sur les habitats marins (Définition DCSMM et Patrinat).

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Définition de l'UMS Patrinat
Biologique	Introduction d'espèces génétiquement modifiées et translocation d'espèces indigènes	Transfert d'individus génétiquement différents d'espèces indigènes (B1)	Transfert/déplacement d'une ou plusieurs espèces indigènes et/ou introduction de populations d'espèces indigènes génétiquement modifiées ou génétiquement différents, hors de leur zone géographique
	Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Introduction directe ou indirecte d'une ou plusieurs espèces non-indigènes pouvant entrer en compétition avec les espèces indigènes OU il existe un potentiel important d'introduction d'espèce non-indigène
	Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Introduction de pathogènes microbiens (bactéries, fungi, virus, protozoaires) ou de métazoaires vecteurs de maladies dans une zone dans laquelle ils n'étaient pas présents naturellement
	Disparition ou altération des communautés biologiques naturelles due à l'élevage d'espèces animales ou à la culture d'espèces végétales	Appauvrissement génétique de populations naturelles (B7)	Diminution et/ou augmentation de la représentation de certains allèles d'une ou plusieurs populations naturelles OU Modification des équilibres alléliques et génotypiques d'une ou plusieurs populations naturelles
	Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Prélèvement d'espèces ciblées par une activité récréative ou commerciale, amateur ou professionnelle
		Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Prélèvement d'espèces benthiques non ciblées par une activité de récolte récréative ou commerciale, amateur ou professionnelle (ciblant une autre espèce)
		Mort ou blessure par collision/interaction (P2)	Blessure ou mortalité des espèces par collision avec des structures statiques ou mobiles
	Perturbation des espèces (aires de reproduction, de repos et d'alimentation, par exemple) due à la présence humaine	Obstacle au mouvement (P1)	Obstruction physiques partielle ou temporaire aux déplacements des espèces benthiques et pélagiques, qu'ils soient locaux ou à large échelle (migration)
		Dérangement visuel d'espèces (P3)	Dérangement visuel des espèces pouvant entraîner une perturbation de leur cycle de vie (reproduction nourrissages, repos…)

2.1 Aquaculture

2.1.1 Présentation générale

L'aquaculture définie la production de ressources aquacoles. Elle comprend principalement la conchyliculture et la pisciculture, mais aussi d'autres cultures marines (p.ex. algoculture) (Coz et Ragot, 2020a). La conchyliculture et plus particulièrement l'ostréiculture est un élément structurant des caractéristiques socio-économiques du golfe du Morbihan et de ses abords. Outre cette activité largement dominante, certains ostréiculteurs du golfe réalisent de la vénériculture de palourdes japonaises (*Ruditapes philippinarum*) au sein de leurs concessions. Néanmoins, cette pratique décroît depuis plusieurs années du fait d'importantes mortalités dans les palourdes ainsi implantées. Enfin, une ferme piscicole de production de truites est installée dans la rivière d'Auray et produit quelques dizaines de tonnes par an (DDTM, 2021).

Le golfe du Morbihan comptabilise environ 112 entreprises de conchyliculture (majoritairement des entreprises ostréicoles), basées principalement sur les communes de Baden et de Sarzeau (Herry et Pasco, 2013). Les concessions de ces professionnels représentent environ 1500 hectares. Elles couvrent 11,5 % de la surface totale du bassin du golfe du Morbihan et 22 % de la surface totale du bassin de la rivière d'Auray (DTTM, 2021). Ces concessions sont majoritairement situées dans la zone intertidale ou en haut de l'étage infralittoral (Figure 3). La production ostréicole du golfe du Morbihan est principalement tournée vers l'huître creuse (*Magallana gigas*), bien que l'élevage d'huîtres plates (*Ostrea edulis*) soit toujours pratiqué. Ces activités ostréicoles sont majoritairement réalisées à plat ou sur des tables surélevées, sur lesquelles sont fixées des poches contenant des huîtres (Cassé et al., 2010 ; Figure 2). Afin d'appréhender l'activité ostréicole au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, une présentation de son évolution temporelle est proposée ci-après.



Figure 2 : Présence de parcs ostréicoles intertidaux sur tables dans le golfe du Morbihan ©TBM environnement – 2024.

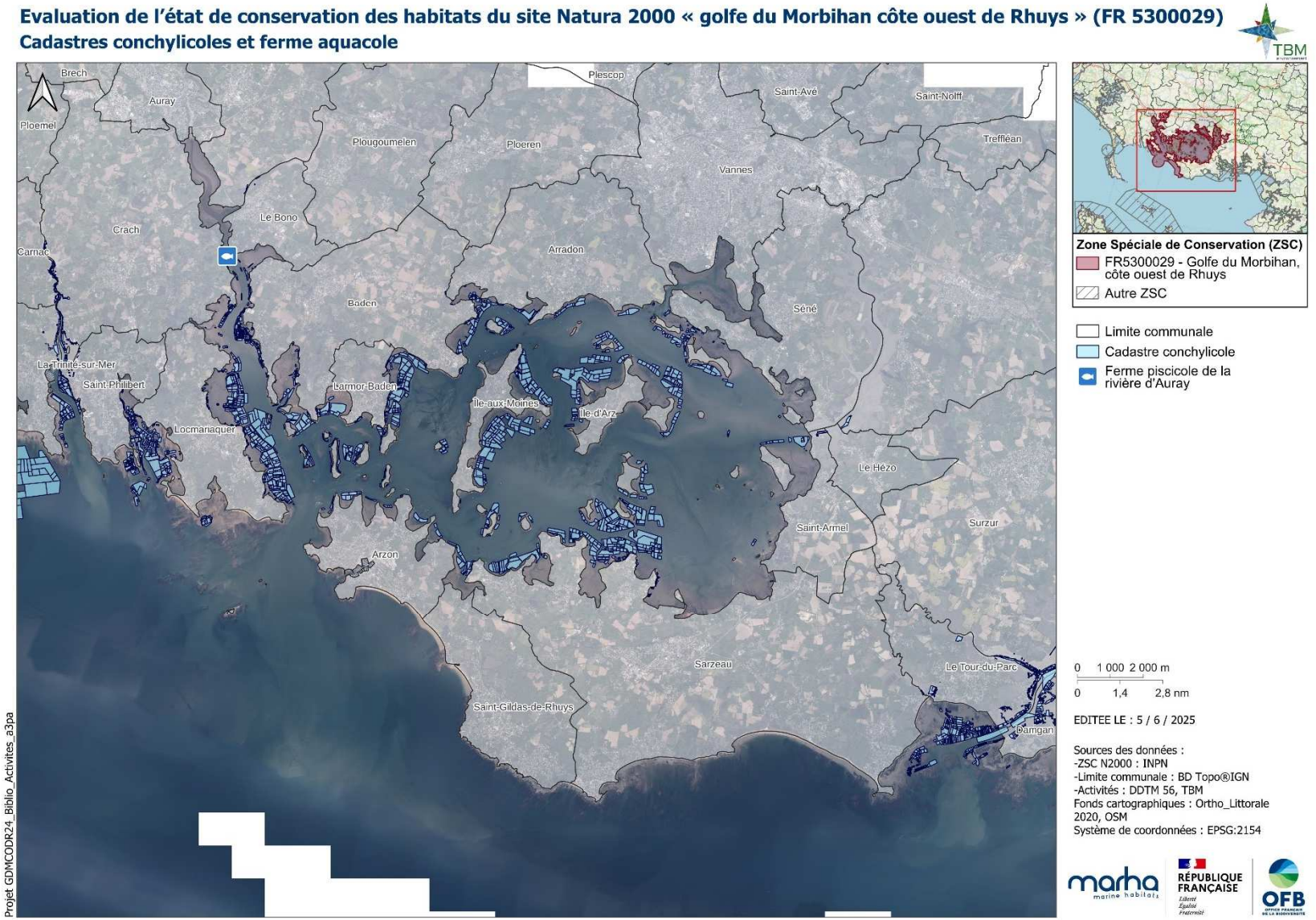


Figure 3 : Localisation des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole (Source : DDTM, données datant de 2020).

2.1.2 Evolution de l'activité ostréicole

L'ostréiculture est une activité économique majeure dans l'exploitation maritime de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Cette pratique est apparue en Bretagne à partir des années 1860 et a été rendue possible par la maîtrise du cycle de vie de l'huître plate (*Ostrea edulis*) et notamment de son captage (Le Bouëdec, 2010). Cet élevage s'est traduit par l'implantation sur l'estran de parcs à huîtres à collecteurs pour le captage, de parcs à huîtres d'étendage pour l'élevage et de parcs d'engraissement. Ces activités ostréicoles se déroulant sur l'espace public maritime, des concessions ont été établies dès 1853 pour permettre aux ostréiculteurs de disposer des surfaces nécessaires à leur activité (Le Bouëdec, 2010). L'huître plate a longtemps été la seule espèce d'huître élevée dans le golfe du Morbihan. Cependant, des épisodes de mortalités massives dues à une parasitose ont entraîné la quasi-disparition de l'élevage de cette espèce dans le golfe du Morbihan dans les années 1970. Afin de pérenniser les activités ostréicoles du golfe, les ostréiculteurs se sont tournés vers l'élevage d'une espèce d'huître japonaise, l'huître creuse (*Magallana gigas*) (Pelloté et al., 2019 ; Vanlaer, 2021). Cette espèce est encore aujourd'hui la principale espèce d'huître élevée dans le golfe du Morbihan, avec l'huître plate, pour laquelle la production est quasi-confidentielle au regard des tonnages d'huîtres creuses produits.

Ainsi, l'ostréiculture représente une activité économique ancienne et majeure dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. En 2005, cette activité représentait 125 entreprises pour environ 455 emplois et approximativement 1661 hectares de concession, répartis entre la rivière d'Auray et le bassin du golfe du Morbihan (DDTM, 2021). Entre 2005 et 2012, le nombre d'entreprises ostréicoles a diminué, passant de 125 à 112. Le nombre d'emplois a également diminué de 15 % (396 en 2012), tout comme la surface de concession accordée à cette activité (de 1661 ha à 1526 ha). Cette diminution a plusieurs causes dont la principale est probablement liée aux difficultés économiques rencontrées face aux épisodes de mortalités massives des juvéniles infectés par des herpès virus du genre *Vibrio* (Cochennec-Laureau et al., 2011). Cette diminution du nombre d'entreprise et les épisodes de mortalités a entrainé une baisse moyenne de la production ostréicole de 50 % entre 2007 et 2012. Cette production est néanmoins repartie à la hausse depuis 2012 suite à l'adaptation des stratégies de production et ce malgré des mortalités toujours présentes (DDTM, 2021). Cette stratégie repose principalement sur la diversification des méthodes de production de juvéniles, combinant du captage naturel et de l'achat à des écloseries. De plus, afin de limiter la prédation des huîtres, l'élevage à plat, majoritaire en 2005, a été partiellement remplacé par l'élevage surélevé, sur table.

Tableau 6 : Evolution du mode d'élevage des huîtres dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (issu de DDTM, 2021).

Surface de concession	Elevage surélevé (ha)	Elevage à plat (ha)	Total (ha)
2006	768	893	1661
2018	906	620	1526

2.1.3 Synthèse et pressions associées à l'aquaculture

L'activité ostréicole a connu des changements majeurs depuis sa mise en place dans le golfe du Morbihan, autour de 1852. La production d'huîtres plates (*Ostrea edulis*) a notamment été remplacée, quasiment dans sa totalité, par la production d'huîtres creuses (*Magallana gigas*) dans les années 1970. En outre, d'importants épisodes de mortalité des juvéniles de l'huître creuse, observés depuis 2008, ont déstabilisé la profession et entrainé des fermetures d'entreprises ainsi qu'une restructuration de l'activité (DDTM, 2021). En dépit de ces événements, la surface des concessions accordées à l'ostréiculture a peu évolué depuis 2005. Il semble toutefois probable que la diminution du nombre d'entreprises et d'emplois entre 2005 et 2012 ait entrainé une réduction des pressions imputables aux activités ostréicoles sur les habitats marins intertidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Néanmoins, cette activité nécessite une manutention régulière (p.ex. dédoublement, retournement des poches ou retournement direct des huîtres si élevage à plat), ce qui requiert notamment l'utilisation de tracteurs et/ou de barges amphibies. Ces engins et le piétinement humain peuvent engendrer du tassement (M4), des abrasions superficielles à profondes (M5 à M7), du remaniement (M8) et des émissions sonores (P8) (Coz et Ragot, 2020b). De plus, les tables et les poches ostréicoles engendrent une modification des conditions hydrodynamiques (M11), ainsi que de l'arrivée de lumière naturelle (P11). En outre, les espèces élevées dans le golfe du Morbihan (huîtres, palourdes et truites) produisent des fèces, pseudo-fèces ou encore des coquilles. Cela peut entrainer de épisodes de désoxygénation (C8), des dépôts faibles à important de matériel (M9 et M10), des modifications de la charge en particules (M12) et des apports en nutriments et en matériel organique (C6 et C7) (Coz et Ragot, 2020b). Les activités aquacoles peuvent également amener au rejet de macro et micro-déchets (P4). Les pressions physiques, chimiques et biologiques pouvant être dues aux activités aquacoles du golfe du Morbihan sont présentées dans le Tableau 7 et le Tableau 8.

Tableau 7 : Liste des pressions physiques susceptibles d'être engendrées par l'aquaculture dans le golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Description	Activité(s) concernée(s)	Fréquence d'occurrence	Zone concernée	Références bibliographiques
Physique	Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	Les déplacements sur l'estran à pied ou avec des engins motorisés (tracteurs, barges amphibies) peuvent induire un tassement des sédiments meubles	Ostréiculture, vénériculture	Bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Principalement les contours des parcs ostréicoles intertidaux	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b
		Abrasion superficielle (M5)	Les déplacements sur l'estran à pied ou avec des engins motorisés (tracteurs, barges amphibies) peuvent induire une abrasion superficielle. Ceci s'applique principalement aux substrats meubles les moins vaseux	Ostréiculture, vénériculture	Bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Principalement les contours des parcs ostréicoles intertidaux	
		Abrasion peu profonde (M6)	Les déplacements sur l'estran à pied ou avec des engins motorisés (tracteurs, barges amphibies) peuvent induire une abrasion peu profonde. Ceci s'applique principalement aux substrats meubles moyennement vaseux	Ostréiculture, vénériculture	Bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Principalement les contours des parcs ostréicoles intertidaux	
		Abrasion profonde (M7)	Les déplacements sur l'estran à pied ou avec des engins motorisés (tracteurs, barges amphibies) peuvent induire une abrasion profonde. Ceci s'applique principalement aux substrats meubles vaseux	Ostréiculture, vénériculture	Bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Principalement les contours des parcs ostréicoles intertidaux	
		Remaniement (M8)	Les déplacements sur l'estran à pied ou avec des engins motorisés (tracteurs, barges amphibies) peuvent induire un remaniement des sédiments meubles	Ostréiculture, vénériculture	Bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Principalement les contours des parcs ostréicoles intertidaux	
		Dépôt faible de matériel (M9)	La présence des tables ostréicoles et des huîtres peut amener à l'accumulation de particules fines sous et à proximité des concessions conchylicoles. De plus, dans certaines conditions la pisciculture peut induire une accumulation de particules sous les cages	Ostréiculture, pisciculture	Permanente	Principalement les abords des concessions conchylicoles	
		Dépôt important de matériel (M10)	Dans certaines configurations, la présence des tables ostréicoles et des huîtres peut amener à une forte accumulation de particules fines, dont l'épaisseur peut atteindre plusieurs dizaines de cm	Ostréiculture	Permanente	Principalement les abords des concessions conchylicoles	
	Modification des conditions hydrologiques	Modification des conditions hydrodynamiques (M11)	La présence des tables ostréicoles ou des cages piscicoles peut entraîner des modifications dans les régimes de courant à l'interface eau-sédiment	Ostréiculture, pisciculture	Occasionnelle	Principalement les abords des concessions conchylicoles	
		Modification de la charge en particules (M12)	Les rejets des huîtres et/ou poissons (fèces, pseudo-fèces) peuvent augmenter la charge particulaire de l'eau, bien que les bivalves jouent également un rôle de purification	Ostréiculture, pisciculture	Transitoire à permanente	Principalement les concessions conchylicoles	

Tableau 8 : Liste des pressions chimiques et biologiques susceptibles d'être engendrées par l'aquaculture dans le Golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Description	Activité(s) concernée(s)	Fréquence d'occurrence	Zone concernée	Références bibliographiques
Chimique - Substances, déchets et énergie	Apports de sons anthropiques (impulsionnels, continus)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Les engins ostréicoles (tracteurs, bateaux) produisent des émissions sonores pouvant être perçues par les organismes benthiques	Ostréiculture, pisciculture	Bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Principalement les contours des tables ostréicoles de l'estran et les contours des cages piscicoles	Coz et Ragot., 2020b
	Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Diminution de la lumière naturelle (P11)	Les poches ostréicoles et les cages piscicoles peuvent occasionner une diminution des apports de lumière sur le sédiment	Ostréiculture, pisciculture	Permanente	Principalement les tables ostréicoles et les cages de pisciculture de la rivière d'Auray	
	Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	L'apport d'aliments aux truites et la production de fèces des truites, des huîtres et des palourdes peuvent entrainer une modification locale des concentrations naturelles en nutriments	Ostréiculture, vénériculture, pisciculture	Permanente	Principalement les concessions conchylicoles et les cages de pisciculture de la rivière d'Auray	
	Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Tout comme pour les nutriments, l'alimentation et la production de fèces peut induire une modification des apports en matière organique sur les habitats marins	Ostréiculture, vénériculture, pisciculture	Permanente	Principalement les concessions conchylicoles et les cages de pisciculture de la rivière d'Auray	
	-	Désoxygénation (ou "hypoxie") (C8)	L'alimentation et la production de fèces peut induire une diminution de l'oxygène disponible à l'interface eau-sédiment, ainsi que dans les sédiments	Ostréiculture, pisciculture	Transitoire à permanente	Principalement les tables ostréicoles et les cages de pisciculture de la rivière d'Auray	
	Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Des macrodéchets peuvent être émis par les activités aquacoles (p.ex. perte de rondelles de captation de naissain, perte de poches ostréicoles, etc.)	Ostréiculture, pisciculture	Occasionnelle	Ces déchets peuvent être retrouvés partout dans le golfe et sont susceptibles de s'échouer dans l'étage supralittoral	
Biologique	Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Le transport d'individus et les structures aquacoles (p.ex. tables ostréicoles) peuvent favoriser l'installation et/ou la prolifération d'espèces non-indigènes	Ostréiculture, vénériculture, pisciculture	Exceptionnelle	L'ensemble des zones aquacoles du golfe du Morbihan	
	Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Tout comme pour les espèces non-indigènes les activités aquacoles peuvent engendrer l'introduction de pathogènes	Ostréiculture, vénériculture, pisciculture	Exceptionnelle	L'ensemble des zones aquacoles du golfe du Morbihan	

2.2 Pêche professionnelle et de loisir

2.2.1 Présentation

La pêche professionnelle et la pêche récréative revêtent une forte importance culturelle et économique dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. En 2013, environ 42 navires professionnels pêchaient dans le golfe et ses abords. Ces professionnels utilisent de petits bateaux (c.à.d. environ 8 mètres de moyenne) et réalisent majoritairement de la pêche aux casiers (à seiches et à crustacés), aux filets (droits, trémails), à la palangre et au verveux à anguilles (Herry et Pasco, 2013 ; DTTM, 2021). La pêche de la palourde à la drague a également existé sur la commune de Sarzeau mais elle n'est aujourd'hui plus exercée. Une importante pêche de loisir est pratiquée depuis des embarcations, notamment pour les arts dormants (casiers, filets, palangres) et pour la pêche active à la ligne.

De la pêche à pied professionnelle et récréative est également réalisée dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. La pêche à pied professionnelle s'est progressivement intensifiée depuis les années 1990 et concerne aujourd'hui exclusivement la palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*) (PNRGM, 2015). Elle est pratiquée dans deux gisements, en rivière d'Auray et à l'est du golfe, principalement à pied à basse mer, ou en apnée à de faibles profondeurs (Figure 4 ; Herry et Pasco, 2013). En 2018, 138 licences de pêche professionnelle à la palourde à pied ont été délivrées pour ces deux gisements (D'Hardivillé et Bouche, 2019).



Figure 4 : Pêcheurs professionnels à la palourde dans le golfe du Morbihan © PNRGM.

La pêche à pied récréative cible un plus grand nombre d'habitats et est ainsi pratiquée sur l'ensemble des estrans rocheux et sur la majorité des estrans meubles du golfe du Morbihan et de ses abords. Celle-ci peut localement représenter un grand nombre de pratiquants en simultané (plusieurs centaines par exemple sur les estrans de Locmariaquer ; Figure 5). A titre d'exemple, plus de 500 pratiquants de la pêche à pied récréative sont régulièrement répertoriés en simultané dans l'enceinte du golfe du Morbihan (données issues du projet ESTAMP).



Figure 5 : Forte affluence de pêcheurs à pied sur l'estran de Locmariaquer, août 2024 © TBM environnement.

2.2.2 Pressions associées à la pêche professionnelle et récréative

Les principales pressions associées à la pêche embarquée sont imputables aux arts trainants (chalut et drague notamment). Toutefois, les pêcheurs professionnels du golfe n'utilisent que des arts dormants (p.ex. casiers, filets, etc.), dont l'impact physique sur les habitats marins est moindre. De ce fait, la modification de la charge en particules (M12) pouvant notamment être associée à la pêche aux arts trainants n'a pas été considérée. Malgré cela, cette activité peut exercer plusieurs pressions sur les habitats marins, telles que le tassement (M4), l'abrasion superficielle (M5), le rejet de déchets solides (P4), des émissions sonores (et vibration) (P8), le prélèvement d'espèces cibles et non-cibles (B5 et B6) ou encore le dérangement visuel d'espèces (P3).

La pêche professionnelle et récréative à pied engendre des pressions physiques importantes du fait de la présence humaine sur l'estran. Ainsi, les principales pressions associées à cette activité sont le tassement (M4), l'abrasion superficielle à profonde (M5 à M7), le remaniement (M8) et le prélèvement d'espèces cibles et non cibles (B5 et B6).
Les pressions physiques, chimiques et biologiques imputables aux activités de pêche dans le golfe du Morbihan sont présentées dans Tableau 9.

Tableau 9 : Liste des pressions physiques, chimiques et biologiques susceptibles d'être engendrées par la pêche dans le golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Description	Activité(s) concernée(s)	Fréquence d'occurrence	Zone concernée	Références bibliographiques
Physique	Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	La pêche aux casiers et le piétinement de l'estran peuvent entrainer un tassement du substrat	Pêche au casier et pêche à pied	Journalière pour les casiers et bimensuelle pour la pêche à pied	La quasi-totalité des estrans et des substrats meubles subtidaux	Herry et Pasco., 2014 ; Sauriau et al., 2016
		Abrasion superficielle (M5)	La pêche aux casiers et le piétinement de l'estran peuvent entrainer une abrasion superficielle, sur les substrats meubles et rocheux	Pêche au casier et pêche à pied	Journalière pour les casiers et bimensuelle pour la pêche à pied	La quasi-totalité substrats meubles intertidaux et subtidaux	
		Abrasion peu profonde (M6)	Le piétinement des substrats meubles moyennement vaseux peut entrainer une pénétration du sédiment de quelques cm	Pêche à pied	Journalière pour les casiers et bimensuelle pour la pêche à pied	La quasi-totalité substrats meubles intertidaux et subtidaux	
		Abrasion profonde (M7)	Le piétinement des substrats meubles vaseux peut entrainer une pénétration du sédiment sur plus de 5 cm	Pêche à pied	*A minima* bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Spécifiquement les substrats vaseux intertidaux	
		Remaniement (M8)	La pêche des bivalves dans des habitats de substrat meuble entraîne un remaniement sédimentaire	Pêche à pied	Bimensuelle, à chaque cycle de grande marée	Spécifiquement les substrats vaseux intertidaux	
Chimique - Substances, déchets et énergie	Apports de sons anthropiques (impulsionnels, continus)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Les bateaux de pêche peuvent générer des sons anthropiques via le fonctionnement de leurs moteurs ou les engins de pêche utilisés	Pêche embarquée	Journalière	Tous les secteurs dans lesquels est pratiquée la pêche embarquée	
	Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	La pêche embarquée peut amener à des rejets involontaires de matières plastiques (p.ex. morceaux de bout, de filets…)	Pêche embarquée	Irrégulière	Ces déchets peuvent être retrouvés partout dans le golfe du Morbihan et sont susceptibles de s'échouer sur l'étage supralittoral	
Biologique	Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	La pêche commerciale et récréative, embarquée ou à pied entraîne le prélèvement des espèces ciblées par chaque type de pêche	Pêche embarquée et à pied	Journalière	Tous les secteurs dans lesquels de la pêche est pratiquée	
		Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Certaines méthodes de pêche (p.ex. filets) amènent à la capture d'espèces non ciblées.	Pêche embarquée	Journalière	Tous les secteurs dans lesquels de la pêche embarquée est pratiquée	

2.3 Navigation professionnelle et de plaisance

2.3.1 Présentation

Le golfe du Morbihan abrite de nombreux bateaux, à la fois professionnels (p.ex. conchyliculture, pêche, transport maritime, etc.) et de plaisance (Menthonnex et al., 2021). Il y a environ 170 navires professionnels dans le golfe (150 pour la pêche et la conchyliculture et 20 pour le transport maritime) (Cassé et al., 2010). La navigation de plaisance est très développée et majoritaire. Elle a notamment amené à l'installation de près de 6800 emplacements de mouillage dans les ports et les Zones de Mouillages et d'Equipements Légers (ZMEL) du golfe (Tableau 10 et Figure 7). Ainsi, les 12 principaux ports du golfe abritent majoritairement des navires de plaisance, bien que 8 d'entre-deux aient également des emplacements dédiés aux navires professionnels (pêche, conchyliculture et transport maritime) (Menthonnex et al., 2021). La fréquentation des mouillages et la navigation est maximale pendant les mois d'été (Peuziat et al., 2010). Une partie des bateaux qui naviguent dans le golfe sont mis à l'eau à chaque sortie, ce qui nécessite la présence de cales de mise à l'eau. Il existe 31 cales à usage public dans le golfe du Morbihan et toutes ont été construites avant 2006 (DDTM, 2021).

Tableau 10 : Nombre d'emplacements dans les ports de plaisance et les ZMEL du golfe du Morbihan (issu de Menthonnex et al., 2021).

	Ports						
	Arradon, Baden, Larmor-Baden, Port Blanc, île aux Moines	Arzon et Sarzeau	Vannes	Auray, Le Bono, Plougoumelen et Locmariaquer	Iles du Golfe	Saint-Armel, Séné, Theix	Total
Nombre de mouillages dans les ports	985	759	285	462	-	39	2530
Nombre de mouillages dans les ZMEL	1462	696	362	551	542	647	4260
Total	2247	1455	647	1013	542	686	6790

2.3.2 Pressions associées à la navigation

La navigation professionnelle et de plaisance engendre des pressions sur les habitats marins à plusieurs niveaux. En effet, les mouillages, qu'ils soient fixes ou temporaires, peuvent avoir un effet délétère sur les fonds marins. De plus, le fonctionnement et l'entretien des navires entrainent de nombreuses pressions, notamment d'ordres physique et chimique.

Historiquement, les mouillages installés dans les ports et dans les ZMEL du golfe du Morbihan étaient dits « à l'évitage », c'est-à-dire composés d'un corps-mort auquel est fixé un ensemble chaîne et bouée. Ces chaînes, qui trainent sur le fond, ont un mouvement dont la direction et l'intensité sont largement influencées par les cycles de marée et par la direction

des courants dominants (Ouisse et al., 2020). En général, elles se déplacent selon un mouvement circulaire, qui est responsable de la majorité des dommages associés aux mouillages. En effet, les chaînes métalliques raguent les fonds marins, ce qui, à forte fréquence et intensité, peut entrainer la formation de cercles d'évitage, au sein desquels les organismes sessiles et les algues ou plantes marines ne peuvent se développer (Figure 6). Ainsi, ce type de mouillage peut entrainer un changement d'habitat pour un autre type de fond marin (M2), de l'abrasion superficielle (M5) et du remaniement (M8). De plus, les mouillages temporaires, qui nécessitent l'utilisation d'ancres, peuvent entrainer des abrasions superficielles à profondes (M5 à M7) (Boulet et al., 2020). Enfin, il est à noter que bien que les mouillages « classiques » (à l'évitage) soient encore majoritaires dans le golfe, ils sont peu à peu remplacés par des mouillages de moindre impact , nettement moins impactant pour les fonds marins (Seto et al., 2023). Ainsi, sur les 700 mouillages identifiés comme étant localisés sur des herbiers de zostères au sein de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, 420 sont des mouillages de moindre impact et 200 mouillages classiques seront prochainement remplacés par ce type de mouillage (*comm. pers*. Anne Boulet, PNRGM).

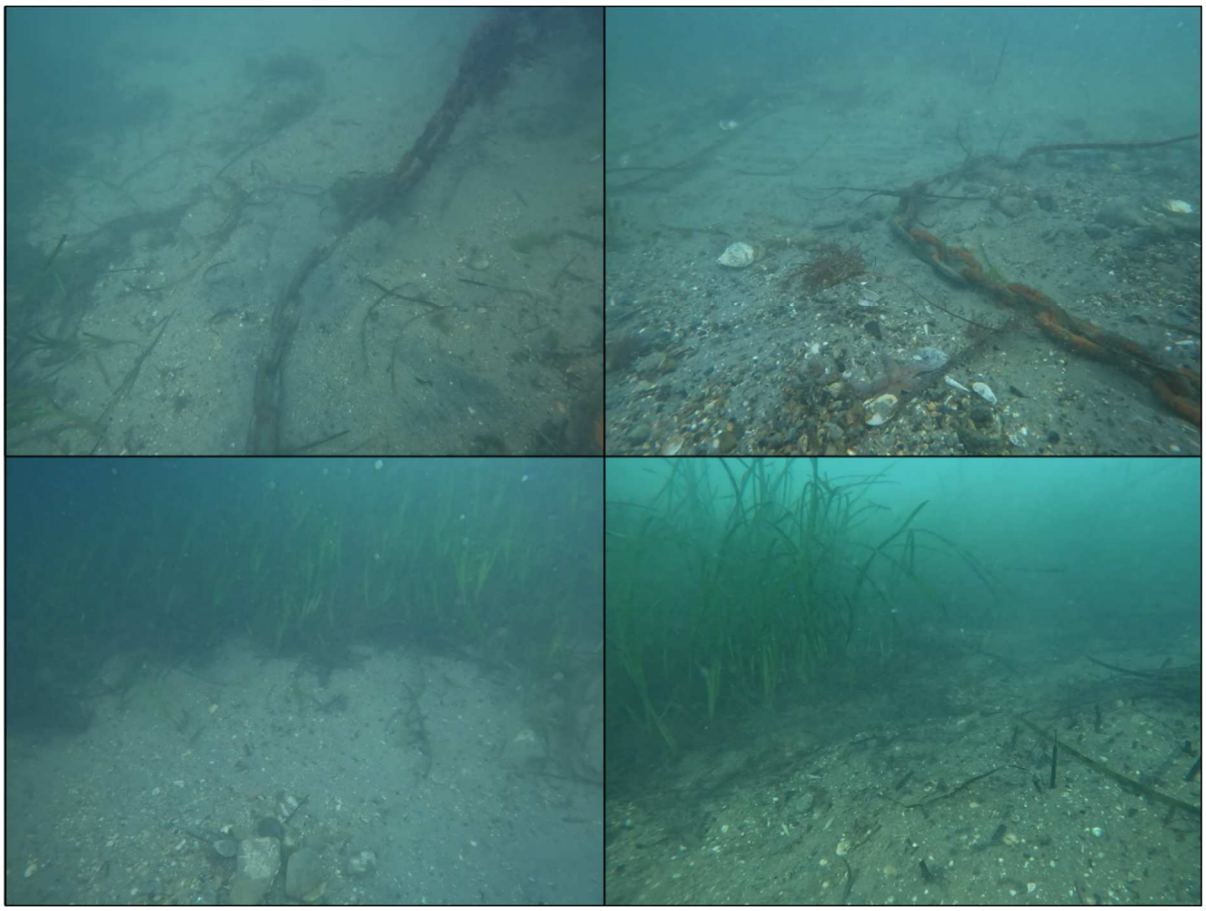


Figure 6 : Présence de cercles d'évitage autour des chaînes de mouillages classiques © TBM environnement – 2024.

Le fonctionnement et l'entretien des bateaux entrainent plusieurs pressions sur les habitats marins. En effet, bien que cela soit encadré et que des structures dédiées existent (à Port Navalo, à Saint Goustan et au Crouesty notamment), il est possible que le carénage de

certains bateaux en dehors de ces structures entraine le relargage accidentel de substances toxiques dans l'environnement (antifouling, pressions C1 et C3) (DDTM, 2021). De plus, des fuites d'hydrocarbures (C2) et le relargage de déchets solides (P4) sont envisageables, notamment pendant la réalisation du plein des navires de plaisance et pendant leur navigation. En effet, la majorité des plaisanciers réalisent le plein de leurs navires via des bidons d'essence et ce du fait du nombre limité de pompes accessibles. Enfin, le fonctionnement des moteurs des bateaux engendre une pollution sonore (P8), qui est exacerbée pendant les mois d'été, quand la fréquentation de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys est maximale (Peuziat et al., 2010). Les pressions physiques, chimiques et biologiques imputables aux activités de navigation dans le golfe du Morbihan sont présentées dans le Tableau 11.

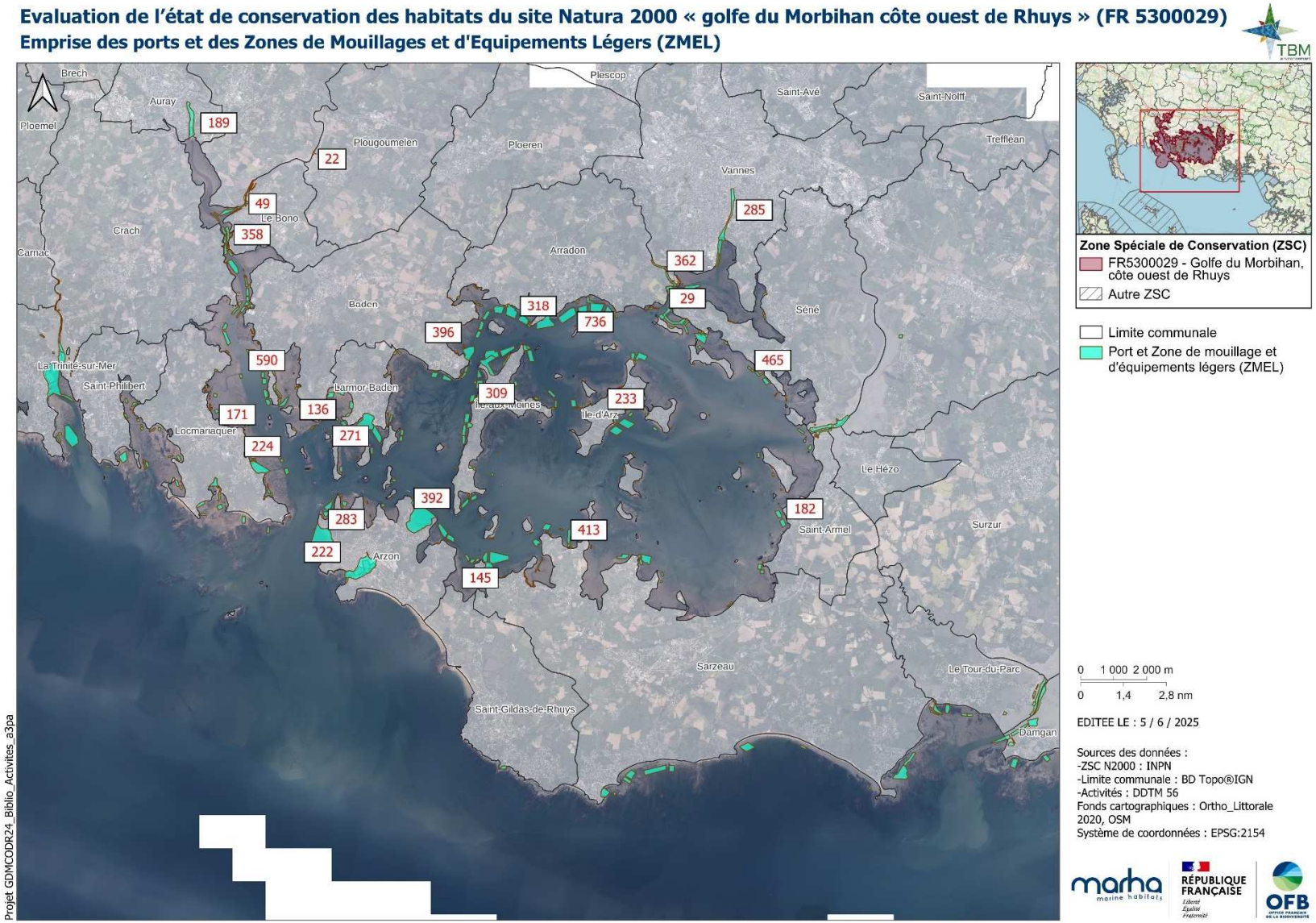


Figure 7 : Localisation des ports et des ZMEL de la ZCS golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (données issues de la DDTM 56, 2021).

Tableau 11 : Liste des pressions physiques et chimiques susceptibles d'être engendrées par la navigation dans le golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Description	Activité(s) concernée(s)	Fréquence d'occurrence	Zone concernée	Références bibliographiques
Physique	Perte physique (due à une modification permanente du substrat ou de la morphologie des fonds marins ou à l'extraction de substrat)	Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Le ragage des fonds par les chaînes des mouillages peut entrainer un changement dans la nature des sédiments et de l'habitat dans les cercles d'évitage	Mouillages permanents	Journalière	Toutes les zones de mouillages classiques, qu'ils soient fixes ou forains	Cassé et al., 2010 / Peuziat et al., 2010 / Ouisse et al., 2020
	Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	L'ancrage temporaire peut engendrer un tassement du substrat	Ancrage	Occasionnelle	Toutes les zones ou de l'ancrage est effectué	
		Abrasion superficielle (M5)	Lorsque le ragage des fonds par les chaînes de mouillage est limité, il peut n'entrainer qu'une abrasion superficielle (sur substrat meuble ou rocheux). L'ancrage peut avoir le même effet	Mouillages permanents ou ancrage	Journalière	Certaines zones de mouillage et toutes les zones ou de l'ancrage est effectué	
		Abrasion peu profonde (M6)	Une abrasion significative peut être due à de l'ancrage sur des sédiments meubles moyennement vaseux. Elle peut aussi s'appliquer à des substrats rocheux	Ancrage	Occasionnelle	Toutes les zones ou de l'ancrage est effectué	
		Abrasion profonde (M7)	Une abrasion profonde (supérieure à 5cm) peut être due à de l'ancrage sur des sédiments meubles vaseux. Elle peut aussi s'appliquer à des substrats rocheux	Ancrage	Occasionnelle	Toutes les zones ou de l'ancrage est effectué	
		Remaniement (M8)	Le ragage des fonds par les chaînes de mouillage peut entrainer un remaniement des sédiments	Mouillages permanents	Journalière	Certaines zones de mouillages	
	Modification des conditions hydrologiques	Modification de la charge en particules (M12)	Le ragage des chaines des mouillages peut entrainer une remise en suspension de sédiments fins, modifiant ainsi la charge en particules de la colonne d'eau	Mouillages permanents et ancrage	Journalière	Certaines zones de mouillages	
Chimiques - Substances, déchets et énergie	Apports de sons anthropiques (impulsionnels, continus)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Augmentation du niveau sonore au-dessus des niveaux naturels de bruit de fond	Navigation navires à moteur	Journalière	Toutes les zones au-dessus et autours desquels passent des bateaux	
	Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des métalliques (C1)	Les rejets issus du carénage des bateaux (antifouling) sont susceptibles de contaminer le milieu marin avec des polluants métalliques	Entretien des navires	Occasionnelle	Toutes les zones susceptibles d'accueillir des rejets issus du carénage	
		Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Les bateaux qui naviguent dans le golfe sont susceptibles de rejeter des hydrocarbures (remplissage des réservoirs, fuites, rejets accidentels)	Navigation des navires	Occasionnelle	Toutes les zones susceptibles d'accueillir des rejets d'hydrocarbures	
		Contamination par des composés synthétiques (C3)	Les rejets issus du carénage des bateaux sont susceptibles de contaminer le milieu marin avec des composés synthétiques	Entretien des bateaux	Occasionnelle	Toutes les zones susceptibles d'accueillir des rejets issus du carénage	
	Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	La navigation de plaisance et professionnelle amène au rejet de déchets solides, qu'il soit volontaire ou accidentel	Navigation des navires	Occasionnelle	Partout dans le golfe du Morbihan	

2.4 Loisirs nautiques

2.4.1 Présentation

Outre la navigation de plaisance, le golfe du Morbihan est le théâtre de nombreux loisirs nautiques, que ce soit sur ses plages, sur l'eau ou dans l'eau. Ainsi, le golfe abrite 13 clubs et écoles de voile pour 4500 licenciés (1500 annuels et 3000 temporaires), 3 clubs d'aviron et environ 25 loueurs de kayaks et paddles (DTTM, 2021 ; Menthonnex et al., 2021). Ceci entraîne une fréquentation importante du plan d'eau, qui s'ajoute aux autres embarcations à moteur ou à voile déjà présentes (Figure 8).

De plus, de nombreuses zones de baignade sont réparties sur l'ensemble des plages de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (Figure 10), ce qui entraine une fréquentation des plages et du plan d'eau par les baigneurs. Enfin, le golfe du Morbihan est attractif pour les plongeurs sous-marins, notamment au niveau des tombants à gorgones de l'île Longue (Cosson et al., 2013 ; DDTM, 2021). Ainsi, environ 25 000 plongées bouteilles sont pratiquées chaque année dans le golfe.



Figure 8 : Illustration de la présence d'une école de voile sur l'île de Berder © TBM environnement – 2024.

2.4.2 Pressions associées aux loisirs nautiques

Les loisirs nautiques peuvent exercer des pressions sur les habitats marins intertidaux et subtidaux. Ces pressions sont principalement physiques et se produisent particulièrement sur l'estran, au moment de la mise à l'eau des embarcations légères (p.ex. optimist, kayak, etc.) ou de l'entrée dans l'eau pour une baignade. La plongée sous-marine, lorsqu'elle est mal maitrisée ou mal pratiquée, peut également entrainer des pressions physiques sur les organismes constitutifs de certains habitats (p.ex. récifs de gorgones). Mise à part les pressions physiques qui sont détaillées ci-après, les loisirs nautiques n'exercent pas ou peu de pressions chimiques et biologiques. Les principales pressions physiques imputables aux activités de loisir dans le golfe du Morbihan et ses abords sont les tassement (M4), l'abrasion superficielle à profonde (M5 à M7) et le remaniement (M8). Comme pour les autres activités, les loisirs nautiques sont susceptibles d'entrainer le rejet de déchets solides dans l'environnement (P4). De la même manière que pour la navigation, les pressions exercées par les loisirs nautiques sont maximales durant les mois d'été. Les pressions physiques et chimiques imputables aux loisirs nautiques dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys sont présentées dans le Tableau 12.

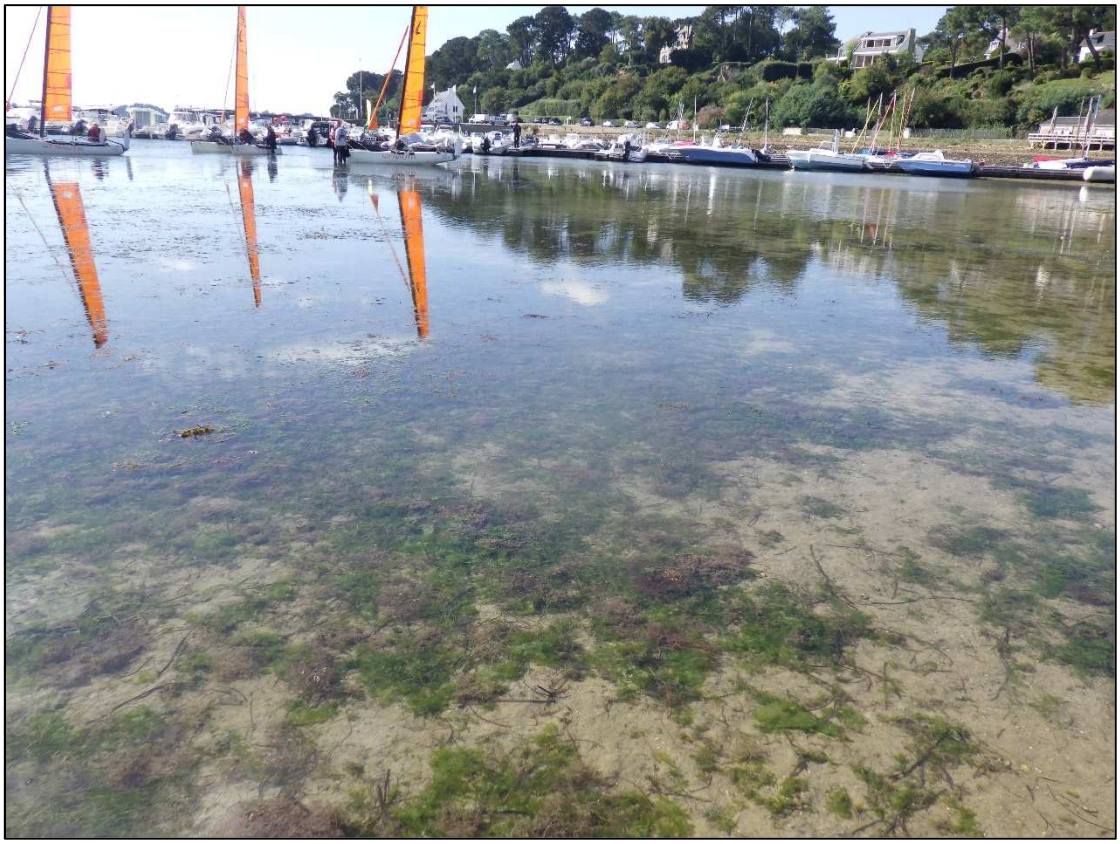


Figure 9 : Illustration du passage au travers d'un herbier de zostères marines (Zostera marina) lors de la mise à l'eau d'embarcations légères à Arradon © TBM environnement – 2024.

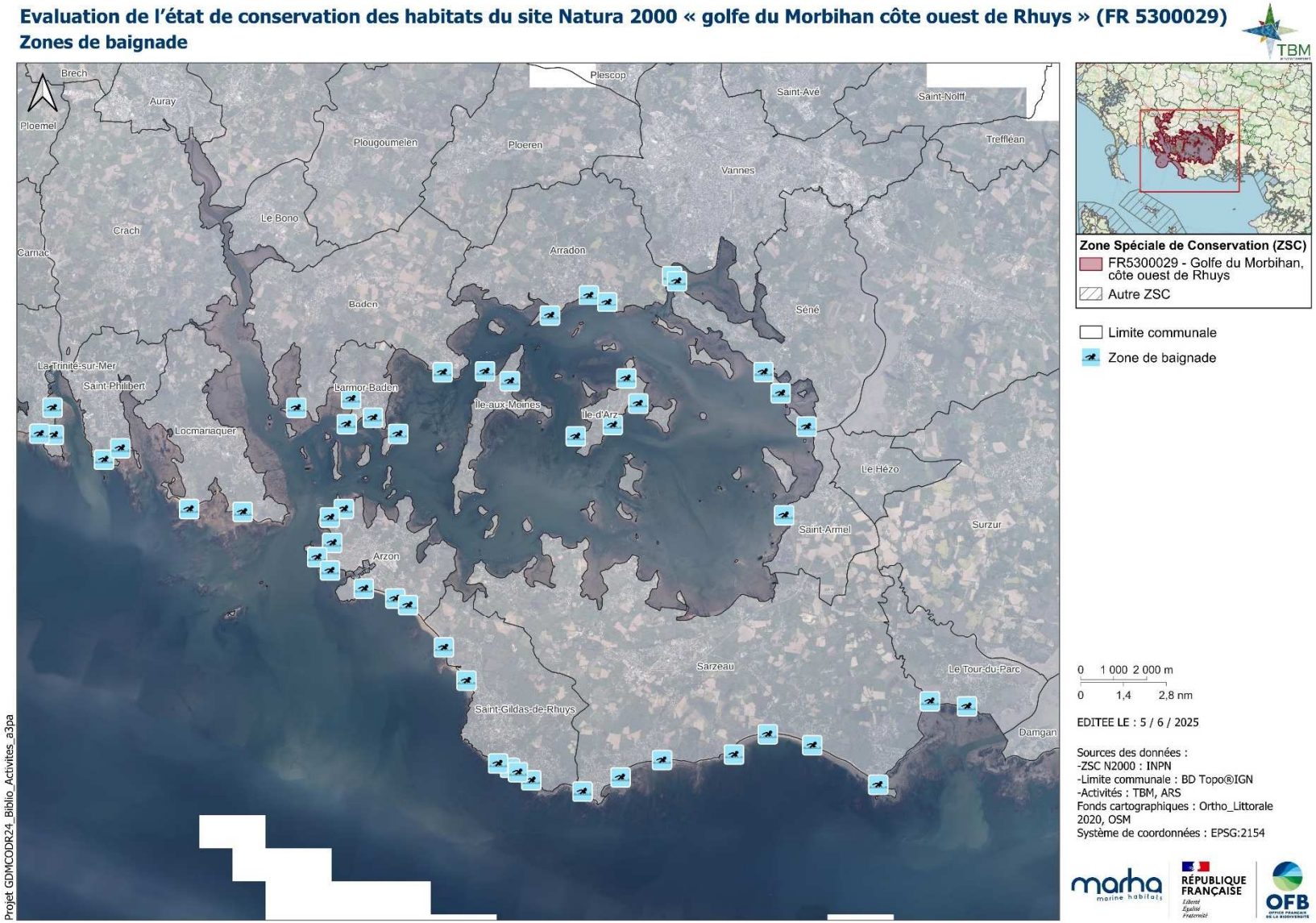


Figure 10 : Zones de baignade délimitées dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (sources issues de l'Agence Régionale de Santé, 2021).

Tableau 12 : Liste des pressions physiques et chimiques susceptibles d'être engendrées par les activités de loisirs nautiques dans le golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Description	Activité(s) concernée(s)	Fréquence d'occurrence	Zone concernée	Références bibliographiques
Physique	Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	Les embarcations légères, la plongée ou les déplacements sur l'estran peuvent entrainer un tassement et ce indépendamment de la nature du substrat	L'ensemble des loisirs nautiques	Occasionnelle	Majoritairement la zone intertidale	Cosson et al., 2013 / Menthonnex et al., 2021
		Abrasion superficielle (M5)	Les embarcations légères, la plongée ou les déplacements sur l'estran peuvent entrainer une abrasion légère et ce indépendamment de la nature du substrat	L'ensemble des loisirs nautiques	Occasionnelle	Majoritairement la zone intertidale et les sites de plongée	
		Abrasion peu profonde (M6)	Les embarcations légères, la plongée ou les déplacements sur l'estran peuvent entrainer une abrasion peu profonde (inférieure à 5 cm) ou un décapage des substrats meubles et rocheux, respectivement	L'ensemble des loisirs nautiques	Occasionnelle	Majoritairement la zone intertidale et les sites de plongée	
		Abrasion profonde (M7)	Les embarcations légères, la plongée ou les déplacements sur l'estran peuvent entrainer une abrasion profonde (supérieure à 5 cm) ou un décapage des substrats meubles et rocheux, respectivement	L'ensemble des loisirs nautiques	Occasionnelle	Majoritairement la zone intertidale et les sites de plongée	
		Remaniement (M8)	Des passages répétés sur des sédiments meubles intertidaux peut entrainer un remaniement de ceux-ci	Mise à l'eau d'embarcations et baignade	Occasionnelle	Majoritairement la zone intertidale	
Chimiques - Substances, déchets et énergie	Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Les loisirs nautiques peuvent amener au rejet de déchets solides, qu'il soit volontaire ou accidentel	L'ensemble des loisirs nautiques	Occasionnelle	Partout dans le golfe du Morbihan	

2.5 Activités terrestres

Cette partie présente l'évolution démographique des communes situées autour de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. À travers cette présentation de l'évolution des activités humaines dans ce secteur, l'objectif est de présenter les changements dans la nature et l'intensité des pressions humaine sur le golfe du Morbihan et ses abords.

2.5.1 Présentation générale

Cette analyse de l'évolution démographique regroupe l'ensemble des 34 communes de la Communauté d'Agglomération Golfe du Morbihan – Vannes Agglomération (GMVA), ainsi que 9 autres communes bordant la partie ouest de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (soit 43 communes au total) (Figure 11). L'objectif de ce regroupement est de pouvoir analyser l'évolution de la démographie de l'ensemble des communes littorales de la ZSC, ainsi que des communes des principaux bassins versants de ce secteur. De plus, les principales informations d'urbanisme et d'activités économiques liés à ces communes sont présentées. L'évolution de la démographie de ces communes entre 1901 et 2021 est présentée dans le Tableau 14 et dans le Tableau 15.

Entre 1901 et 2021, la population de ces communes a augmenté de 134,4 %, ce qui est supérieur à la moyenne nationale sur la même période (77,0 %) et très supérieur à la hausse de population observée dans le Morbihan (51,4 %) (Tableau 13 ; SCOT, 2020 ; INSEE, 2021). Cette tendance s'est confirmée jusqu'en 2010, avec une augmentation de la population plus importante dans les communes sélectionnées que dans le reste du département et qu'au niveau national (Tableau 13). Depuis 2010, la hausse de la population dans ces communes a rejoint le niveau national mais reste supérieure au niveau départemental (c.à.d. environ 5 % d'augmentation entre 2015 et 2021), ce qui en fait l'un des territoires les plus démographiquement dynamique de Bretagne (SCOT, 2020).

Tableau 13 : Comparaison de l'évolution de la population nationale, départementales et des communes du pourtour de la ZSC entre 1901 et 2021 (source : INSEE, 2021).

Evolution de la population	Echelle géographique considérée		
	Nationale	Morbihan	Communes du pourtour de la ZSC
Entre 1901 et 2021	+ 77,00%	+ 51,40%	+ 134,40%
Entre 1999 et 2021	+ 15,90%	+ 19,40%	+ 32,10%
Entre 2010 et 2021	+ 7,40%	+ 6,51%	+ 11,10%
Entre 2015 et 2021	+ 5,40%	+ 3,20%	+ 5,50%

Depuis 2010, les communes du littoral font face à une saturation du foncier et à une augmentation substantielle des prix de l'immobilier. En conséquence, la croissance démographique de ces communes stagne et depuis 2015 certaines d'entre elles affichent même une baisse de

population (Larmor-Baden, Locmariaquer, Saint-Armel et Saint-Gildas de Rhuys) (INSEE, 2021). Cependant, la pression démographique s'est portée sur les collectivités rétro-littorales qui affichent des prix de l'immobilier moins élevés et qui ont de ce fait connu de fortes hausses de population, supérieures à 10 % entre 2015 et 2021 (Damgan, Elven, Grand-Champ, La Trinité-Surzur, Locmaria Grand-Champ, Locqueltas, Plescop, Pluneret, Surzur, Trédion et Treffléan).

L'augmentation générale de la population des communes du pourtour de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys s'est accompagnée d'une hausse notable de l'urbanisme et de l'industrie dans ce territoire. Ainsi, au cours du 20^{éme} siècle les pourtours des bourgs ont connu un développement résidentiel important (SCOT, 2020). L'économie de ces communes est très tertiarisée, en atteste la présence d'un fort maillage de services publics (p.ex. administration, structures d'enseignement supérieur) et de tertiaire marchand (p.ex. commerces, transports, services divers), l'ensemble témoignant d'une économie tournée vers les services à la personne et aux entreprises (SCOT, 2020). En parallèle de l'augmentation de la population résidente et du secteur tertiaire, l'industrie touristique s'est considérablement développée depuis 1960 autour du golfe du Morbihan (SAGE, 2020 ; SCOT, 2020). Cela a progressivement amené à une transition d'une économie traditionnelle agricole et maritime (toujours existante néanmoins) vers une spécialisation touristique (résidences secondaires, équipements de loisirs). En effet, les résidences secondaires représentent plus de 70 % du parc de logements dans certaines communes (Arzon, île d'Arz, île aux Moines, Saint-Gildas de Rhuys). De plus, l'ensemble des villes littorales abritent de nombreux hôtels et campings (SCOT, 2020). Au global, l'amplitude touristique potentielle des communes ciblées par cette étude se situe autour de 1,77. Cette forte affluence est surtout présente en période estivale et a nécessité des adaptations dans les capacités de traitement des déchets sur toutes les communes les plus concernées, notamment en termes de traitement des eaux usées (SAGE, 2020).

Le poids de l'agriculture dans le tissu économique des communes rétro-littorales et rurales, situées au nord des communes présentées, est bien plus important que pour les communes littorales. A titre d'exemple, bien que le nombre d'établissements agricoles soit similaire entre Arradon et Brandivy (24 et 26 respectivement), ceux-ci ne représentent que 4 % des établissement actifs d'Arradon, contre 32 % pour Brandivy (SCOT, 2020). L'agriculture de ces communes est principalement orientée vers la production laitière (environ 30 % des exploitations), la production de viande (ovine, bovine et aviaire pour 44 % des exploitations) et la production de céréales et de légumes (SCOT, 2020). Ainsi, l'agriculture est restée dense dans les zones rurales et demeure un acteur économique important dans les communes bordants la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (ONCFS, 2016).

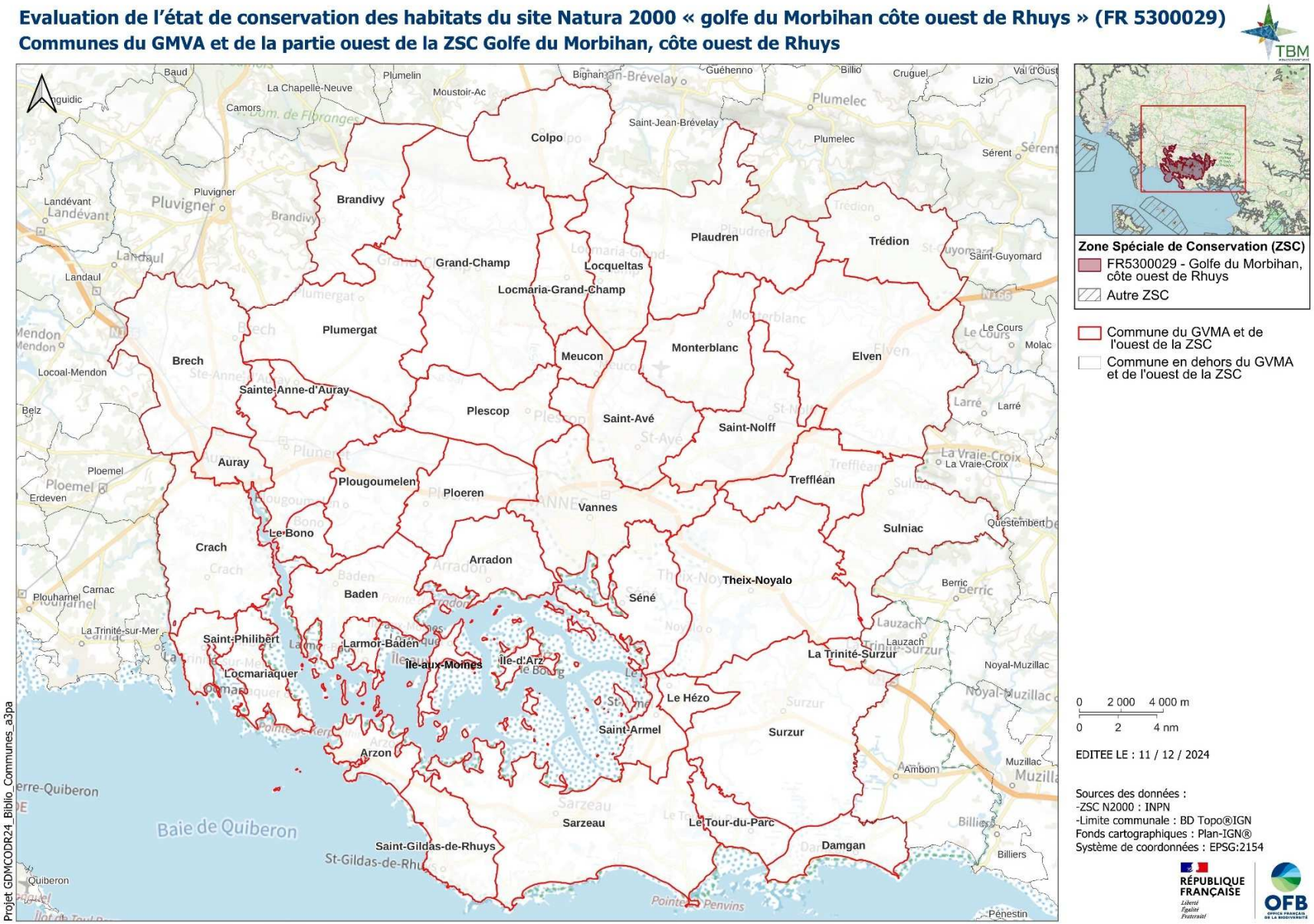


Figure 11 : Localisation des 43 communes du GVMA et de l'ouest de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Tableau 14 : Evolution démographique dans 43 communes bordant la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (Source : INSEE, 2021) (1/2).

Commune	Périmètre	Population par année									
		2021	2015	2010	2006	1999	1975	1954	1936	1921	1901
Arradon	GMVA	5 685	5 413	5 378	5 125	4 719	2 760	1 782	1 609	1 801	1 898
Arzon	GMVA	2 269	2 095	2 112	2 170	2 056	1 326	1 369	1 451	1 436	1 857
Auray	Ouest de la ZSC	14 222	13 746	12 322	12 420	10 911	10 256	8 159	7 088	6 949	6 485
Baden	GMVA	4 642	4 412	4 137	3 899	3 360	1 957	1 896	1 982	2 201	2 107
Brandivy	GMVA	1 382	1 276	1 204	1 037	930	753	981	1 108	1 152	1 171
Brech	Ouest de la ZSC	6 924	6 661	6 487	5 948	4 500	3 079	3 062	2 978	2 497	2 376
Colpo	GMVA	2 237	2 237	2 230	2 147	1 809	1 158	1 230	1 254	1 234	1 203
Crach	Ouest de la ZSC	3 422	3 318	3 283	3 233	3 030	2 001	1 771	1 875	1 932	1 978
Damgan	Ouest de la ZSC	1 917	1 703	1 625	1 456	1 327	874	839	926	973	1 229
Elven	GMVA	6 436	5 718	5 310	4 525	3 559	2 928	2 854	3 325	3 368	3 283
Grand-Champ	GMVA	5 782	5 295	4 964	4 691	4 246	3 052	2 562	2 857	2 874	3 208
Île-aux-Moines	GMVA	628	600	629	536	610	588	879	1 029	1 016	1 226
Île-d'Arz	GMVA	287	234	247	254	231	332	537	678	743	937
La Trinité-Surzur	GMVA	1 721	1 515	1 227	958	571	336	252	282	285	322
Larmor-Baden	GMVA	865	907	810	847	954	751	675	650	647	620
Le Bono	GMVA	2 581	2 229	2 176	2 112	1 859	1 561	1 525	1 532	1 371	1 331
Le Hézo	GMVA	865	782	730	660	550	277	241	273	294	355
Le Tour-du-Parc	GMVA	1 237	1 233	1 130	990	741	583	435	445	532	640
Locmaria-Grand-Champ	GMVA	1 811	1 633	1 382	925	733	451	485	560	607	635
Locmariaquer	Ouest de la ZSC	1 557	1 565	1 661	1 598	1 367	1 288	1 286	1 333	1 460	1 581
Locqueltas	GMVA	1 954	1 637	1 616	1 484	1 215	745	743	780	714	722
Meucon	GMVA	2 277	2 251	2 119	1 919	1 268	606	424	368	318	342
Monterblanc	GMVA	3 316	3 267	3 077	2 542	1 951	1 386	1 172	1 045	974	1 026

Tableau 15 : Evolution démographique dans 43 communes bordant la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (Source : INSEE, 2021) (2/2).

Commune	Périmètre	Population par année									
		2021	2015	2010	2006	1999	1975	1954	1936	1921	1901
Plaudren	GMVA	1 962	1 896	1 617	1 622	1 448	1 275	1 503	1 784	1 808	1 855
Plescop	GMVA	6 225	5 638	4 696	4 631	3 671	1 857	1 030	1 007	1 064	1 137
Ploeren	GMVA	6 699	6 611	5 786	5 274	3 974	1 584	1 049	906	1 050	1 192
Plougoumelen	GMVA	2 605	2 471	2 404	2 200	1 762	1 023	831	843	747	726
Plumergat	Ouest de la ZSC	4 179	4 028	3 552	3 143	2 597	1 961	1 837	1 880	1 944	2 476
Pluneret	Ouest de la ZSC	6 140	5 473	5 149	4 554	3 714	1 871	1 585	1 606	1 301	1 669
Saint-Armel	GMVA	883	894	846	796	707	295	319	400	463	580
Saint-Avé	GMVA	11 927	11 095	10 450	9 883	8 303	5 628	3 278	2 855	2 465	2 470
Sainte-Anne-d'Auray	Ouest de la ZSC	2 827	2 633	2 433	2 102	1 844	1 395	1 626	1 652	1 334	1 712
Saint-Gildas-de-Rhuys	GMVA	1 565	1 694	1 656	1 601	1 436	980	1 003	1 181	1 180	1 263
Saint-Nolff	GMVA	3 901	3 660	3 736	3 564	3 300	1 830	1 082	1 110	1 135	1 269
Saint-Philibert	Ouest de la ZSC	1 552	1 529	1 564	1 442	1 258	1 037	771	791	757	696
Sarzeau	GMVA	8 977	7 825	7 682	7 155	6 143	4 088	3 701	4 009	4 040	5 011
Séné	GMVA	8 944	8 943	8 682	8 064	7 868	3 596	2 017	2 091	2 590	2 780
Sulniac	GMVA	3 829	3 541	3 206	2 898	2 209	1 404	1 062	1 276	1 310	1 358
Surzur	GMVA	5 008	4 224	3 720	3 171	2 434	1 452	1 490	1 686	1 801	2 165
Theix-Noyalo	GMVA	8 403	7 907	7 513	7 311	5 695	2 545	2 157	2 206	2 564	2 967
Trédion	GMVA	1 349	1 231	1 055	1 008	888	905	856	899	956	956
Treffléan	GMVA	2 491	2 197	2 025	1 806	1 445	705	628	681	714	783
Vannes	GMVA	54 420	53 200	52 515	53 079	51 759	40 359	28 403	24 068	21 402	23 375
Total		**219 924**	**208 432**	**198 153**	**188 786**	**166 951**	**116 813**	**93 341**	**90 295**	**87 924**	**94 873**

2.5.2 Synthèse, enjeux et pressions associées aux activités terrestres

Les 43 communes bordant la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys et ses bassins versants ont connu un fort développement démographique depuis le début du 20-ème siècle. Cette augmentation de la population a nécessité de développer un réseau urbain conséquent et a mené au développement d'une économie tertiaire, centrée sur l'aide aux personnes. De plus, les communes littorales accueillent une forte activité touristique, notamment au travers de la présence de nombreuses résidences secondaires. Enfin, bien que le poids économique de l'agriculture ait diminué au cours des dernières décennies pour les communes littorales, il reste important voir très important pour les communes du nord, rurales ou rétro-rurales. Ainsi, la pression humaine sur l'environnement terrestre et marin s'est accrue depuis plusieurs dizaines d'années.

Cet accroissement de la population, de l'urbanisation, du tourisme et le maintien d'une forte agriculture entraînent des pressions directes et indirectes sur l'environnement marin de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Les pressions directes concernent les activités professionnelles ou de loisir pratiquées directement sur l'environnement marin (p.ex. pêche, nautisme, baignade, etc.). Les pressions indirectes sont issues des polluants émis par l'ensemble des activités humaines, et qui peuvent être véhiculés dans le golfe du Morbihan, notamment au travers des rivières des principaux bassins versants. Ainsi, par le biais des bassins versants, toutes les activités terrestres sont susceptibles de rejeter des polluants organiques ou inorganiques dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, notamment dans les périodes de fortes précipitations. Dans le cadre de cette étude, il est toutefois difficile d'estimer quels composants peuvent être rejetés et en quelles quantités. De plus, le temps de rétention de ces polluants dans le golfe est variable et dépend notamment de leur nature et de leur localisation (DDTM, 2021). Toutefois, il est possible d'estimer que les pollutions terrestres peuvent engendrer des contaminations par des éléments métalliques (C1), des hydrocarbures et HAP (C2), des composés synthétiques (C3), des substances à caractères visqueux (C5) et des déchets solides (P4). De plus, elles sont susceptibles de modifier les apports naturels en nutriments (C6) et en matières organiques (C7). Enfin, les activités terrestres peuvent induire des introductions de pathogènes (B3).

Les pressions chimiques et biologiques imputables aux activités terrestres dans le golfe du Morbihan sont présentées dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Liste des pressions chimiques et biologiques susceptibles d'être engendrées par les activités terrestres des communes bordants le golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Description	Activité (s) concernée(s)	Fréquence d'occurrence	Zone concernée	Références bibliographiques
Chimique - Substances, déchets et énergie	Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Les activités humaines à terre peuvent engendrer une contamination de l'environnement marin par des éléments métalliques, notamment transportés par les rivières	Activités terrestres industrielles	Occasionnelle	Indéterminée	DDTM, 2021
		Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Les activités humaines à terre peuvent amener au relargage d'hydrocarbures dans l'environnement marin. Néanmoins, autour du golfe du Morbihan, la survenue de ce type de contamination est probablement extrêmement ponctuelle	Activités terrestres industrielles, commerciales et agricoles	Occasionnelle	Indéterminée	
		Contamination par des composés synthétiques (C3)	Les activités humaines à terre peuvent engendrer une contamination de l'environnement marin par des composés synthétiques, issus de l'industrie et notamment transportés par les rivières	Activités terrestres industrielles	Occasionnelle	Indéterminée	
		Introduction de substance à caractère visqueux (C5)	La pollution de l'environnement par des substances visqueuses peut provenir d'activités terrestres émettrices de ces substances qui sont notamment transportées par les rivières	Activités terrestres industrielles, commerciales et agricoles	Occasionnelle	Indéterminée	
	Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Le lessivage de terres agricoles, les rejets involontaires des systèmes d'eaux usées peuvent induire des modifications dans les apports de nutriments au niveau des habitats marins, intertidaux ou subtidaux	Activités agricoles et de traitement des eaux	Occasionnelle	Indéterminée	
	Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Le lessivage de terres agricoles, les rejets involontaires des systèmes d'eaux usées peuvent induire des modifications dans les apports de matériels organiques au niveau des habitats marins, intertidaux ou subtidaux	Activités agricoles et de traitement des eaux	Occasionnelle	Indéterminée	
	Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	L'ensemble des activités humaines terrestres peuvent induire le rejet direct ou indirect (via les rivières) de déchets solides dans l'environnement marin	Toutes les activités terrestres	Occasionnelle	Partout dans le golfe	
Biologiques	Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Des pathogènes peuvent être relargués dans l'environnement marins depuis la terre, notamment en cas de défaut de traitement des eaux ou de forts épisodes pluvieux	Toutes les activités terrestres	Occasionnelle	Partout dans le golfe	

2.6 Synthèse des pressions recensées dans le Golfe du Morbihan

Les activités humaines présentes dans et autour de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys peuvent générer diverses pressions sur les habitats marins, qu'ils soient intertidaux ou subtidaux. Toutes les pressions présentées ne s'exercent pas nécessairement sur l'ensemble des habitats évalués dans ce document. Les Tableau 17 à Tableau 19 présentent les habitats que chaque pression physique, chimique ou biologique est susceptible d'impacter.

Tableau 17 : Lien entre les activités anthropiques et les pressions physiques qu'elles peuvent exercer sur les habitats marins du golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Activités pouvant provoquer cette pression	Habitats susceptibles d'être impactés	Bibliographie
Physique	Perte physique (due à une modification permanente du substrat ou de la morphologie des fonds marins ou à l'extraction de substrat)	Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Navigation par le biais des mouillages à l'évitage	Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Cassé et al., 2010 / Peuziat et al., 2010 / Boulet et al., 2020 / Ouisse et al., 2020
		Tassement (M4)	Aquaculture / Pêche / Navigation / Loisirs nautiques	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cosson et al., 2013 / Herry et Pasco, 2013/ Herry et Pasco, 2014 / Coz et Ragot., 2020b / Menthonnex et al., 2021
		Abrasion superficielle (M5)	Aquaculture / Pêche / Navigation / Loisirs nautiques	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cosson et al., 2013 / Herry et Pasco, 2013/ Herry et Pasco, 2014 / Sauriau et al., 2016 / Boulet et al., 2020 / Coz et Ragot., 2020b / Ouisse et al., 2020 / Menthonnex et al., 2021
		Abrasion peu profonde (M6)	Aquaculture / Pêche / Navigation / Loisirs nautiques	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cosson et al., 2013 / Herry et Pasco, 2013/ Herry et Pasco, 2014 / Sauriau et al., 2016 / Boulet et al., 2020 / Coz et Ragot., 2020b / Ouisse et al., 2020 / Menthonnex et al., 2021
		Abrasion profonde (M7)	Aquaculture / Pêche / Navigation / Loisirs nautiques	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cosson et al., 2013 / Herry et Pasco, 2013/ Herry et Pasco, 2014 / Sauriau et al., 2016 / Boulet et al., 2020 / Coz et Ragot., 2020b / Ouisse et al., 2020 / Menthonnex et al., 2021
		Remaniement (M8)	Aquaculture / Pêche / Navigation / Loisirs nautiques	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Cosson et al., 2013 / Herry et Pasco, 2013/ Herry et Pasco, 2014 / Sauriau et al., 2016 / Boulet et al., 2020 / Coz et Ragot., 2020b / Ouisse et al., 2020 / Menthonnex et al., 2021
		Dépôt faible de matériel (M9)	Aquaculture	Vasières intertidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b
		Dépôt important de matériel (M10)	Aquaculture	Vasières intertidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b
	Modification des conditions hydrologiques	Modification des conditions hydrodynamiques (M11)	Aquaculture	Vasières intertidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b
		Modification de la charge en particules (M12)	Aquaculture / Navigation	Vasières intertidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Récifs intertidaux	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b

Tableau 18 : Lien entre les activités anthropiques et les pressions chimiques qu'elles peuvent exercer sur les habitats marins du golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Activités pouvant provoquer cette pression	Habitats susceptibles d'être impactés	Bibliographie
Chimiques - Substances, déchets et énergie	Apports de sons anthropiques (impulsionnels, continus)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Aquaculture / Pêche / Navigation	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cassé et al., 2010 / Peuziat et al., 2010 / Boulet et al., 2020 / Ouisse et al., 2020
	Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Diminution de la lumière naturelle (P11)	Aquaculture	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b
	Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Navigation / Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cassé et al., 2010 / Peuziat et al., 2010 / Boulet et al., 2020 / Ouisse et al., 2020 / DDTM, 2021
		Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Navigation / Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cassé et al., 2010 / Peuziat et al., 2010 / Boulet et al., 2020 / Ouisse et al., 2020 / DDTM, 2021
		Contamination par des composés synthétiques (C3)	Navigation / Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cassé et al., 2010 / Peuziat et al., 2010 / Boulet et al., 2020 / Ouisse et al., 2020 / DDTM, 2021
		Introduction de substance à caractère visqueux (C5)	Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	DDTM, 2021
	Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Aquaculture / Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b / DDTM, 2021
	Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Aquaculture / Navigation / Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b / DDTM, 2021
	-	Désoxygénation (ou "hypoxie") (C8)	Aquaculture	Vasières intertidales / Herbiers de zostères naines	Herry et Pasco
	Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Aquaculture / Pêche / Navigation / Loisirs nautiques / Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Cosson et al., 2013 / Herry et Pasco, 2013/ Herry et Pasco, 2013 / Boulet et al., 2020 / Coz et Ragot., 2020b / Ouisse et al., 2020 / DDTM, 2021 / Menthonnex et al., 2021

Tableau 19 : Lien entre les activités anthropiques et les pressions biologiques qu'elles peuvent exercer sur les habitats marins du golfe du Morbihan.

Thème DCSMM	Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Activités pouvant provoquer cette pression	Habitats susceptibles d'être impactés	Bibliographie
Biologique	Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Multiples possibilités dont aquaculture	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b
	Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Aquaculture / Navigation / Activités terrestres	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Herry et Pasco, 2013 / Coz et Ragot., 2020b / DDTM, 2021
	Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Pêche	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Herry et Pasco., 2014
		Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Pêche	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux	Herry et Pasco., 2014

3 SENSIBILITE DES HABITATS AUX PRESSIONS D'ORIGINE ANTHROPIQUE

3.1 Définition de la sensibilité

Cette partie du document relie la sensibilité des différents HIC étudiés dans le lot n°1 aux activités anthropiques présentes dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys et aux pressions qu'elles engendrent. Pour cela, l'ensemble des activités anthropiques auxquelles chaque habitat est soumis est listé. Ensuite, la sensibilité des habitats à chacune des pressions est évaluée selon la méthodologie décrite par La Rivière et al. (2015). Ce travail est nécessaire pour :

- Identifier les pressions susceptibles de compromettre l'atteinte ou le maintien d'un état de conservation favorable et le bon état écologique ;
- Évaluer les risques d'impacts liés aux activités humaines ;
- Orienter les mesures de gestion des habitats.

Les étapes d'évaluation de la sensibilité sont les suivantes :

- Identification des éléments clés de l'habitat (biotiques et abiotiques) qui conditionnent sa sensibilité ;
- Évaluation de la **résistance** de l'habitat à la pression définie ;
- Évaluation de la **résilience** de l'habitat à la pression définie ;
- **Combinaison** des scores de résistance et de résilience pour dériver le score de sensibilité.

Les définitions des sensibilités se sont notamment basées sur le document de référence de la sensibilité des habitats de la typologie NatHab-Atlantique aux pressions physiques (La Rivière et Hébert, 2023) et le site anglais Marlin.UK pour les pressions chimiques et biologiques. Lorsque des informations étaient disponibles, les sensibilités ont été évaluées en se basant sur des études locales (centrée sur le golfe du Morbihan ou la Bretagne). Toutefois, en l'absence de telles études, les définitions de sensibilité se sont basées sur les deux documents de référence présentés précédemment. En effet, il est considéré que les conclusions quant à la sensibilité d'un habitat face à une pression donnée sont indépendantes du lieu où les études de sensibilité ont été menées.

3.1.1 Définition des notions de résistance, de résilience et de sensibilité

La **résistance** est définie comme la capacité d'un habitat à tolérer une pression sans modification notable de ses caractéristiques biotiques et abiotiques (Avack et al., 2014). Elle est définie en 4 catégories selon une échelle qualitative ; Tableau 20).

Tableau 20 : Echelle qualitative de résistance d'un habitat à une pression – Issu de La Rivière et al. (2015).

Aucune	Faible	Modérée	Haute
Destruction de l'habitat, en raison d'une perte totale de ses caractéristiques biotiques (p.ex. disparition d'espèces caractéristiques) et abiotiques (p.ex. disparition du substrat) pouvant entraîner une modification du type d'habitat. La perte peut par exemple se traduire par une réduction quasi-totale de la surface de recouvrement, de la densité ou de l'abondance des espèces clés ou caractéristiques	**Dégradation sévère** de l'habitat, en raison d'une perte majeure des caractéristiques biotiques (p.ex. déclin drastique des espèces clés ou caractéristiques) et abiotiques (p.ex. dégradation importante du substrat) de l'habitat pouvant entraîner une modification du type d'habitat. La perte peut par exemple se traduire par une diminution de la surface de recouvrement, de la densité, de l'abondance	**Modification notable** des caractéristiques biotiques (p.ex. déclin des espèces clés ou caractéristiques) et abiotiques (p.ex. dégradation du substrat) de l'habitat sans risque de changement du type d'habitat.	**Pas de modification notable** des caractéristiques biotiques et abiotiques de l'habitat. Certains processus biologiques tels que la nutrition, la respiration ou le taux de reproduction peuvent être perturbés, mais la viabilité des populations d'espèces clés ou caractéristiques n'est pas affectée

La **résilience** est définie comme le temps nécessaire à la récupération d'un habitat une fois que la pression impactante a cessé. Elle est définie en 5 catégories selon une échelle semi-quantitative (Tableau 21).

Tableau 21 : Echelle semi-quantitative de résilience d'un habitat affecté par une pression anthropique (issu de La Rivière et al., 2015).

Niveau de résilience	Aucune	Faible	Modérée	Haute	Très haute
Temps nécessaire avant récupération	> 25 ans	10-25 ans	2-10 ans	1-2 ans	< 1 an

Enfin, la **sensibilité** est qualifiée selon une échelle qualitative après combinaison des scores de **résistance** et de **résilience** (Tableau 22).

Tableau 22 : Echelle semi-quantitative de sensibilité définie par la combinaison des scores de résistance et de résilience (issu de La Rivière et al., 2015).

Résilience / **Résistance**	**Aucune**	**Faible**	**Modérée**	**Haute**	**Très haute**
Aucune	Très haute	Haute	Haute	Modérée	Faible
Faible	Haute	Haute	Modérée	Modérée	Faible
Modérée	Haute	Modérée	Modérée	Faible	Faible
Haute	Modérée	Modérée	Faible	Faible	Très faible

3.1.2 Evaluation d'indices de confiance

Chaque évaluation de sensibilité est dépendante des connaissances des évaluateurs sur l'habitat en lui-même d'une part, et sur la zone analysée d'autre part. Ainsi, définir un indice de confiance pour les deux composantes de la sensibilité (c.à.d. résilience et résistance) est indispensable pour permettre l'utilisation des résultats avec précaution si nécessaire. Cet indice de confiance est basé sur une combinaison de 3 composantes, définies selon une échelle semi-quantitative (La Rivière et al., 2015) :

- Qualité de l'information : dire d'experts, publications scientifiques, littérature grise, etc. ;
- Applicabilité : Même habitat / zone / pression que ceux considérés pour l'évaluation ;
- Concordance des résultats entre études, quantité d'information disponible.

Ainsi, La Rivière et al. (2015) ont définis trois scores d'indices de confiance, par croisement des trois composante précédemment présentées (Tableau 23).

Tableau 23 : Echelle semi-quantitative de l'indice de confiance de résilience ou de résistance – Issu de La Rivière et al. (2015).

<table>
<tr><th rowspan="2">Qualité</th><th rowspan="2">Applicabilité</th><th colspan="3">Concordance</th></tr>
<tr><td>Faible - 0</td><td>Moyenne - 1</td><td>Elevée - 2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Faible - 0</td><td>Faible - 1</td><td rowspan="9">0 - Faible</td><td colspan="2" rowspan="3">0 - Faible</td></tr>
<tr><td>Moyenne - 2</td></tr>
<tr><td>Elevée - 3</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Moyenne - 1</td><td>Faible - 1</td><td>1 - Faible</td><td>2 - Moyen</td></tr>
<tr><td>Moyenne - 2</td><td>2 - Moyen</td><td>4 - Moyen</td></tr>
<tr><td>Elevée - 3</td><td>3 - Moyen</td><td>6 - Haut</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Elevée - 2</td><td>Faible - 1</td><td rowspan="3">0 - Faible</td><td>2 - Moyen</td><td>4 - Moyen</td></tr>
<tr><td>Moyenne - 2</td><td>4 - Moyen</td><td>8 - Haut</td></tr>
<tr><td>Elevée - 3</td><td>6 - Haut</td><td>12 - Haut</td></tr>
</table>

Enfin, l'indice de confiance de l'évaluation de la sensibilité est défini par la combinaison des indices de confiance de la résilience et de la résistance (Tableau 24).

Tableau 24 : Echelle semi-quantitative de l'indice de confiance (IC) de l'évaluation de la sensibilité – Issu de La Rivière et al. (2015)

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2"></th><th colspan="3">Indice de confiance Résilience</th></tr>
<tr><th>Faible</th><th>Moyen</th><th>Haut</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Indice de confiance Résistance</td><td>Faible</td><td>Faible</td><td>Faible</td><td>Faible</td></tr>
<tr><td>Moyen</td><td>Faible</td><td>Moyen</td><td>Moyen</td></tr>
<tr><td>Haut</td><td>Faible</td><td>Moyen</td><td>Haut</td></tr>
</table>

3.2 Evaluation des sensibilités par habitat

3.2.1 Vasières intertidales

Pour les rivières de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, les vasières intertidales appartiennent à l'HIC 1130 « Estuaires » alors que pour le bassin du golfe elles appartiennent à l'HIC 1140 « Replats boueux exondés à marée basse ». Ces deux HIC correspondent respectivement aux habitats de la typologie NatHab-Atlantique « A6-3 Vases médiolittorales en milieu à salinité variable de la slikke » et « A6-1 Vases médiolittorales marines » (Michez et al., 2019).

Ces vasières abritent communément des polychètes (p.ex. *Arenicola marina, Hediste diversicolor, Nephtys hombergii)*, des bivalves (p.ex. *Cerastoderma edule, Macoma baltica ; Ruditapes philippinarum)*, des gastéropodes (p.ex. *Peringia ulvae, Littorina littorea*), des crustacés (p.ex. *Corophium volutator)* et des échinodermes (p.ex. *Amphipholis squamata*). Elles constituent une zone de nourricerie importante pour plusieurs espèces d'oiseaux (p.ex. bécasseau variable, avocette élégante), mais aussi pour des poissons prédateurs comme la sole ou le flet (La Rivière et al., 2022). Dans le cadre de cette étude, seules les vasières intertidales nues ou présentant un recouvrement algal faible et/ou temporaire seront considérées. Ainsi, les vasières intertidales accueillant des zostères naines (*Zostera noltei*) sont considérées comme des habitats à herbiers. La ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys comprend de nombreuses zones de vasières intertidales (Figure 12). Cependant, il est probable que la superficie de cet habitat ait tendance à diminuer du fait de l'expansion des herbiers de zostères naines observée ces dernières années. La dernière cartographie exhaustive, datant de 2002, fait état de vasières intertidales étendues avec environ 3700 ha (Figure 14).

Du fait de leur large répartition dans le golfe et de la nature de leurs sédiments, les vasières intertidales sont sujettes à l'ensemble des pressions physiques identifiées (Figure 13). De plus, elles peuvent être soumises à diverses pressions chimiques et biologiques, lesquelles ont déjà été présentées du Tableau 17 au Tableau 19. La sensibilité des vasières intertidales à l'ensemble des pressions identifiées a été évaluée et est présentée du Tableau 25 au Tableau 29.



Figure 12 : Vasière intertidale de l'anse de Kerdréan (Rivière d'Auray) ©TBM environnement 2024.



Figure 13 : Illustration du tassement et de l'abrasion des vasières intertidales après passage à pied © TBM environnement - 2024.

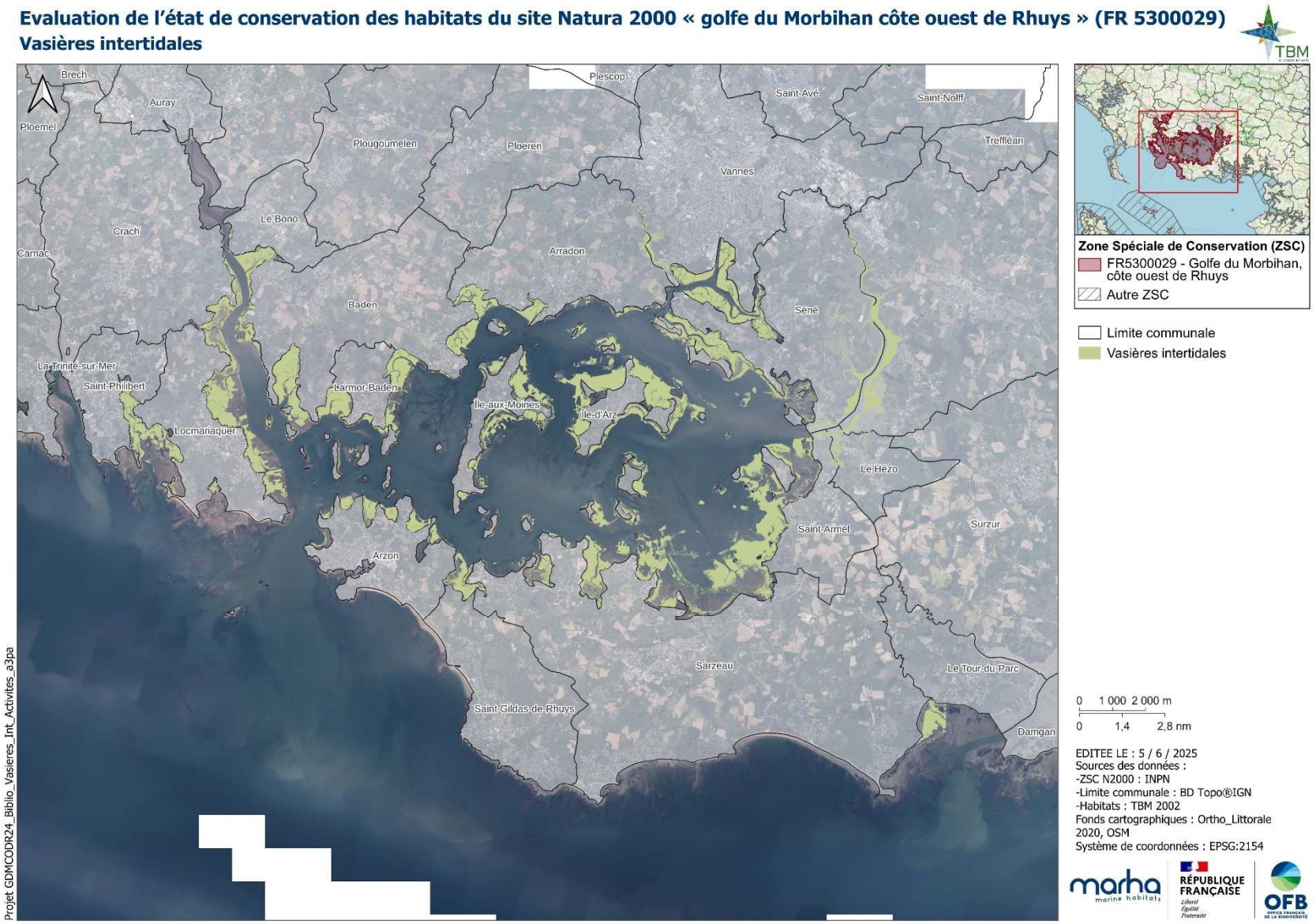


Figure 14 : Cartographie des vasières intertidales de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002).

Tableau 25 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles des fonds marins)	Tassement (M4)	Modérée	*Haut*	Très haute	*Haut*	Faible	*Haut*	Le tassement réduit la disponibilité en oxygène à l'intérieur des sédiments. La majorité des espèces caractéristiques de cet habitat sont endogées et donc protégées de cette pression, même si les siphons de certains bivalves peuvent être endommagés. Ainsi, malgré une modification des caractéristiques abiotiques de l'habitat, la **résistance** de celui-ci est modérée. Si les épisodes de tassement sont occasionnels et de faible intensité, la **résilience** de cet habitat est très haute car inférieure à une année. **La sensibilité des vasières intertidales au tassement est faible.**
	Abrasion superficielle (M5)	Haute	*Haut*	Très haute	*Haut*	Très faible	*Haut*	L'abrasion superficielle perturbe peu la communauté et n'affecte pas la stratification du substrat. La **résistance** à cette pression est haute. Le **résilience** est très haute du fait de d'une haute résistance. **La sensibilité à cette pression est très faible.**
	Abrasion peu profonde (M6)	Modérée	*Haut*	Très haute	*Haut*	Faible	*Haut*	L'abrasion peu profonde (< 5 cm) perturbe la stratification du sédiment et de la majorité des espèces caractéristiques des vasières intertidales (p.ex. l'amphipode *Corophium volutator)*. La **résistance** est toutefois qualifiée de modérée car une partie des espèces caractéristiques est capable de se déplacer plus en profondeur et d'échapper à cette pression. Après dérangement, il faut moins d'un an au sédiment pour se stratifier de nouveau et aux espèces caractéristiques pour recoloniser (**résilience** très haute car espèces opportunistes à cycle de vie très court). **La sensibilité des vasières intertidales à l'abrasion peu profonde est faible.**
	Abrasion profonde (M7)	Modérée	*Haut*	Très haute	*Haut*	Faible	*Haut*	L'abrasion profonde (> 5 cm) perturbe la stratification du sédiment et les espèces endogées. La **résistance** est toutefois qualifiée de modérée car une partie des espèces caractéristique est capable de se déplacer en profondeur. Après dérangement, il faut moins d'un an au sédiment pour se stratifier de nouveau et aux espèces caractéristiques pour recoloniser (**résilience** très haute car espèces opportunistes à cycle de vie très court). **La sensibilité des vasières intertidales à l'abrasion profonde est faible.**

Tableau 26 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles des fonds marins)	Remaniement (M8)	Modérée	*Haut*	Très haute	*Haut*	Faible	*Haut*	Le remaniement des sédiments constitutifs d'une vasière intertidale perturbe la stratification en place. En effet, cela peut entrainer des mortalités dans les espèces caractéristiques et explique la **résistance** modérée de cet habitat à cette pression (Bolam, 2011). En revanche, si le remaniement a une faible emprise géographique, les communautés se reconstituent intégralement en 6 mois. De ce fait la **résilience** à cette pression est très haute. **La sensibilité au remaniement est faible.**
	Dépôt faible de matériel (M9)	Haute	*Haut*	Très haute	*Haut*	Très faible	*Haut*	Cet habitat est naturellement soumis à un faible apport de matériel sédimentaire en raison du taux d'envasement naturel important. Bien que certaines espèces soient sensibles à un dépôt de plusieurs cm, la majorité des autres espèces sont mobiles et ne sont pas affectées (Bolam, 2011). Ainsi, l'abondance de certaines espèces peut être affectée sans que cela ne perturbe durablement l'habitat. La **résistance** à cette pression est haute et la **résilience** est très haute. **La sensibilité au faible dépôt de matériel est très faible.**
	Dépôt important de matériel (M10)	Faible	*Haut*	Haute	*Haut*	Modérée	*Haut*	Malgré le fait que cet habitat soit vaseux, un important dépôt de matériel peut entraîner la mortalité d'une part conséquente des espèces caractéristiques, incapables de se déplacer vers la surface (Bolam, 2011). En effet, un tel dépôt est difficilement éliminé car les vasières sont par nature présentes dans des zones de faible hydrodynamisme. De ce fait, la **résistance** à cette pression est faible. En revanche, comme cet habitat abrite majoritairement des espèces opportunistes à cycle de vie court, la **résilience** est haute. **Par conséquent, la sensibilité est modérée, à condition que la granulométrie du matériel déposé soit similaire à celle du substrat d'origine.**
Modification des conditions hydrologiques	Modification des conditions hydrodynamiques (M11)	Modérée	*Haut*	Haute	*Haut*	Faible	*Haut*	Les vasières intertidales sont structurées par un régime hydrographique stable dans le temps. La modification des conditions hydrodynamiques correspond généralement à une augmentation ou à une diminution de la force des courants. Cela peut respectivement entraîner une érosion sédimentaire ou accroître l'envasement, ce qui peut modifier l'abondance des espèces et la composition des communautés sans toutefois modifier la nature de l'habitat. Ainsi, la **résistance** à cette pression est modérée. La **résilience** est en revanche haute puisque cet habitat est caractérisé par des espèces à cycle de vie court, pouvant rapidement recoloniser un substrat redevenu propice. **De ce fait la sensibilité à cette pression est faible.** Il est à noter qu'en cas d'une modification prolongée et importante des condition hydrodynamiques, la nature de cet habitat peut être modifiée.
	Modification de la charge en particules (M12)	Haute	*Haut*	Très haute	*Haut*	Très faible	*Haut*	Les vasières intertidales sont situées dans des environnement ou les variations annuelles de la charge en particules sont très importantes. De ce fait, les espèces caractéristiques de ces habitats sont très **résistance** et **résilientes** à cette pression. De plus, une modification de la charge particulaire peut amener à une augmentation de la quantité de nourriture disponible pour les détritivores et les déposivores, augmentant de ce fait leur abondance. **La sensibilité des vasières intertidales à cette pression est très faible.**

Tableau 27 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	La majorité des espèces de l'endofaune ne perçoivent pas les sons mais peuvent probablement détecter les vibrations causées par le bruit. En réaction, elles peuvent se retirer dans les sédiments pour se protéger. **Il est toutefois peu probable que cette communauté soit sensible au bruit et l'analyse de la sensibilité est « non pertinente » pour cette pression.**
	Diminution de la lumière naturelle (P11)	Haute	*Haut*	Haute	*Haut*	Faible	*Haut*	Les espèces de l'endofaune vivent enfouies dans les sédiments et ne dépendent donc pas directement des niveaux de lumière pour se nourrir. Par ailleurs, le milieu n'est pas structuré par des producteurs primaires. La diminution de lumière peut toutefois réduire la photosynthèse du microphytobenthos, entrainer sa migration et donc modifier la cohésion des sédiments et l'approvisionnement en nourriture des niveaux trophiques supérieurs. Ces effets indirects sont difficilement quantifiables. **Globalement, la résistance et la résilience du milieu sont hautes et la sensibilité faible.**
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Haute	*Moyen*	Haute	*Haut*	Faible	*Moyen*	Au sein des vasières intertidales, l'enrichissement en nutriments stimule essentiellement la production primaire des micro-algues présentes à la surface du sédiment. Ces changements sont susceptibles d'altérer directement le milieu mais peuvent aussi agir sur la faune. Par exemple, les blooms de micro-algues favorisent un mode de nutrition déposivore au détriment de la prédation et d'une microphagie suspensivore, ce qui peut entrainer des variations d'abondance au sein de l'assemblage faunistique (Raffaelli, 2000 ; Aberson et al, 2016). Lorsque l'enrichissement perdure, les espèces opportunistes telles que *Capitella capitata* et *Pygospio elegans* prolifèrent dans les milieux enrichis, tandis que d'autres voient leurs effectifs diminuer (p.ex. *Corophium volutator, Macoma balthica, Hediste diversicolor* (Raffaelli, 1999). Les vasières intertidales sont naturellement riches en nutriments et ne sont pas structurées par la production primaire**. Aussi, dans la majorité des cas, la résistance et la résilience du milieu sont hautes et la sensibilité faible.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Haute	*Moyen*	Haute	*Haut*	Faible	*Moyen*	La plupart des espèces caractéristiques des vasières intertidales sont indifférentes, tolérantes ou favorisées par des conditions d'enrichissement en matières organiques (Borja et al., 2000). Les oligochètes sont généralement très tolérants et dominent les sédiments enrichis (McLusky et al., 1980). Seules quelques espèces sont sensibles, notamment *Macoma balthica*. Néanmoins, cette dernière démontre une résistance face au couvert algal qui peut se développer sur plus de deux mois, grâce à son long siphon qui lui permet d'atteindre les eaux oxygénées (Thiel et al., 1998). **Ainsi, la résistance et la résilience du milieu sont hautes et la sensibilité faible.**
-	Désoxygénation (ou "hypoxie") (C8)	Faible	*Haut*	Haute	*Haut*	Modérée	*Haut*	Les vasières médiolittorales sont naturellement pauvres en oxygène. Cependant, un important dépôt d'algues opportunistes (tant en termes de recouvrement que d'épaisseur) peut provoquer des épisodes de désoxygénation pendant plusieurs semaines. Les polychètes et oligochètes présents dans cet habitat sont résistants à cette pression. Par exemple, le polychète *Hediste diversicolor* peut survivre plus de 5 jours dans des conditions d'hypoxie (Theede, 1973). En revanche, d'autres groupes taxonomiques (p.ex. crustacés) sont nettement moins résistants. Ainsi, les vasières intertidales sont faiblement **résistantes** à la pression de désoxygénation induite par un fort recouvrement d'algues opportunistes. En revanche, comme les espèces caractéristiques de cet habitat ont un cycle de vie court, la **résilience** de celui-ci est haute. **La sensibilité est donc modérée**

Tableau 28 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Faible	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	La présence de particules de plastique à l'intérieur des organismes vivants provient exclusivement de l'ingestion et intervient à tous les échelons de la chaîne alimentaire (Kedzierski, 2017). Ces plastiques, une fois ingérés, risquent de se bioaccumuler et, au cours de la chaîne alimentaire, d'être bioamplifiés. Les microplastiques peuvent notamment provoquer une neurotoxicité chez *Hediste diversicolor* (Urban-Malinga et al., 2022). Si la présence de plastiques est avérée et en présence de fortes concentrations, alors la **résistance** des vasières intertidales est faible et la **résilience** modérée. **En conséquence, la sensibilité est modérée.**
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les polychètes ont une large gamme de tolérance aux métaux lourds tels que le Cu, Zn, As et Sn (1500-3500 µg/g) (Bryan, 1984). *Hediste diversicolor* est relativement tolérant et tolère des niveaux de contamination élevés de cuivre (20 µm Cu/g à > 4000 Ym Cu/g) (Bryan et Hummerstone, 1971). Ce polychète présente toutefois des altérations de l'ADN lorsqu'il est exposé à des concentrations élevées de Ag, Cd, Hg (Buffet et al., 2014 ; Dedeh, 2014). La vitesse d'absorption détermine si les mécanismes de détoxification de l'organisme peuvent réguler les concentrations internes. L'amphipode *Corophium volutator* est toutefois très sensible à la pollution par les métaux et peut subir une forte mortalité, une réduction de sa croissance et de sa reproduction (Bryant et al., 1985). La **résistance** et la **résilience** des organismes caractéristiques des vasières intertidales est évaluée comme modérée car la tolérance des organismes est variable. **La sensibilité est qualifiée de modérée.**
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	De manière générale, les espèces de l'endofaune de sédiments meubles sont très affectées par cette pression. Des mortalités massives ont été observées suite aux marées noires chez les genres *Nereis, Cerastoderma, Macoma, Arenicola, Hydrobia, Corophium* (Hailey, 1995 ; Roddie et al., 1994). En recouvrant la surface du sédiment, le pétrole bloque le transport de l'oxygène vers les couches inférieures et favorise l'anoxie. En outre, la remobilisation des hydrocarbures par les processus de bioturbation, prolonge les effets. Dans les environs immédiats de la pollution, les épisodes anoxiques sont longs et dépassent les seuils de tolérance des espèces. Au-delà de 500 m, les effluents peuvent contribuer à enrichir la faune benthique (McLusky, 1982), notamment les polychètes opportunistes et les oligochètes (*Tubificoides benedii*) (Giere et Rhode, 1987 ; Gray et al., 1990). Considérant la faible intensité des épisodes de pollution de HAP au sein du Golfe, **la résistance et la résilience du milieu sont évaluées comme modérées et la sensibilité comme modérée.**
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les polychètes, notamment *Hediste diversicolor*, sont sensibles aux substances chimiques, notamment aux pesticides comme l'Ivermectine. Ces derniers entrainent des variations de leur biomasse et de leur abondance. Par exemple, une concentration d'ivermectine de 8,0 mg/m² a provoqué une mortalité de 100 % chez *Hediste diversicolor* en 14 jours (Collier et Pin, 1998). Le polychète n'est toutefois pas sensible aux composés organo-siliconés (Craig et Caunter, 1990). L'amphipode *Corophium volutator* est affecté par certains composés synthétiques tels que le pyrethrum, le nonylphenol ou l'éthanol (Brown et al., 1999). La **résistance** et la **résilience** des organismes est évaluée comme modérée car dépendante du type de contaminant**. La sensibilité est qualifiée de modérée.**

Tableau 29 : Evaluation de la sensibilité des vasières intertidales aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Modérée	*Faible*	Très faible	*Haut*	Modérée	*Faible*	Le cas de deux espèces non-indigènes a été évaluée dans la littérature. Les vasières intertidales sont *a priori* peu appropriées à l'établissement de *Crepidula fornicata* en raison de l'absence de substrats durs. Par conséquent, la résistance et la résilience à la colonisation par *Crepidula fornicata* sont élevées, ce qui conduit à une très faible sensibilité. Néanmoins, la distribution du bivalve invasif *Magallana gigas*, est susceptible de chevaucher celle de *Macoma balthica*. La **résistance** des vasières intertidales à l'arrivée d'espèces non-indigènes est évaluée comme modérée et la **résilience** comme très faible**. De ce fait, la sensibilité est évaluée comme modérée.**
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Haute	*Faible*	Haute	*Haut*	Très faible	*Faible*	Peu d'éléments permettent d'évaluer la sensibilité des vasières à cette pression. Desrina et al. (2014) n'ont pas réussi à induire une infection au syndrome "des taches blanches" chez *Hediste diversicolor.* Quant aux oligochètes marins, ces derniers hébergent de nombreux parasites protozoaires sans effets pathogènes apparents, même à des niveaux d'infestation élevés (Giere et Pfannkuche, 1982). **Compte tenu de ces observations, la résilience et la résistance des vasières sont définies comme hautes et la sensibilité comme très faible.**
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Faible	*Haut*	Très haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Le polychète *Hediste diversicolor* constitue un appât et est donc ciblé par les pêches récréative et commerciale. Le ratio mâle/femelle étant déséquilibré, l'extraction des spécimens est susceptible de retirer plus de femelles que de mâles. Or, une réduction de la proportion de femelles avant la fraie pourrait réduire le recrutement dans la population. Le rétablissement dépend du succès de la reproduction et de la survie de la population restante et de la colonisation par des adultes provenant de zones non affectées. **La résistance est évaluée comme faible et la résilience comme très haute. De ce fait, la sensibilité est qualifiée de faible.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Haute	*Faible*	Haute	*Moyen*	Faible	*Faible*	Le prélèvement accidentel d'espèces caractéristiques de cet habitat pourrait modifier la fonction écosystémique du milieu. Les populations d'oligochètes fournissent de la nourriture aux macroinvertébrés, aux crustacés, aux polychètes, aux poissons et aux oiseaux. La perte de la population d'oligochètes pourrait donc avoir un impact sur d'autres niveaux trophiques. De la même façon l'effondrement des populations de *Corophium volutator* a entraîné des changements radicaux dans les schémas d'érosion, les caractéristiques des sédiments et la microtopographie, ainsi que des changements marqués dans l'abondance d'autres espèces de macrofaune dans la vasière (Poulin et Mouritsen, 2006). Néanmoins, face aux faibles prélèvements induits par cette pression, la **résistance** et la **résilience** sont évaluées comme hautes. **La sensibilité est donc faible.**

3.2.2 Les vasières subtidales

Au sein de la ZSC FR 53 000 29 « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys », les vasières subtidales peuvent correspondre aux HIC 1130 « Estuaires » pour le secteur de la rivière d'Auray et 1160 « Grandes criques et baies peu profondes » pour le reste du golfe et de ses abords. Les deux habitats représentatifs des vasières subtidales dans la typologie NatHab-Atlantique sont pour la rivière d'Auray « B6-4 Vases infralittorales en milieu à salinité variables » et pour le bassin du golfe « B6-3 Vases infralittorales » (Michez et al., 2019).

Ces vasières sont caractéristiques de secteurs particulièrement abrités et sont présentes à des profondeurs n'excédant généralement pas les 20 mètres (Cosson et al., 2013 ; La Rivière et al., 2022). Elles sont très stables, ce qui engendre la formation de tapis de procaryotes à leur surface, qui conduisent à une anoxie permanente ou périodique. Seules quelques espèces benthiques sont adaptées à ces conditions environnementales mais celles-ci sont présentes en fortes densités et constituent une ressource alimentaire pour diverses espèces de poissons (p.ex. sole, bar). Dans le présent document, ces vasières sont séparées des herbiers de zostères marines (*Zostera marina ;* Figure 15). La répartition de ces vasières subtidales a probablement diminué au cours des dernières décennies, au profit des herbiers de zostères marines. La Figure 17 présente la répartition des vasières subtidales en 2002, lors de la dernière cartographie exhaustive du golfe du Morbihan. Celles-ci couvraient alors une surface d'environ 1850 ha.

Ces vasières sont exposées à de multiples pressions physiques, chimiques et biologiques. Celles-ci sont principalement causées par les activités de pêche, de production aquacole et de navigation (Figure 16). La sensibilité des vasières subtidales à ces pressions est évaluée du Tableau 30 au Tableau 32.

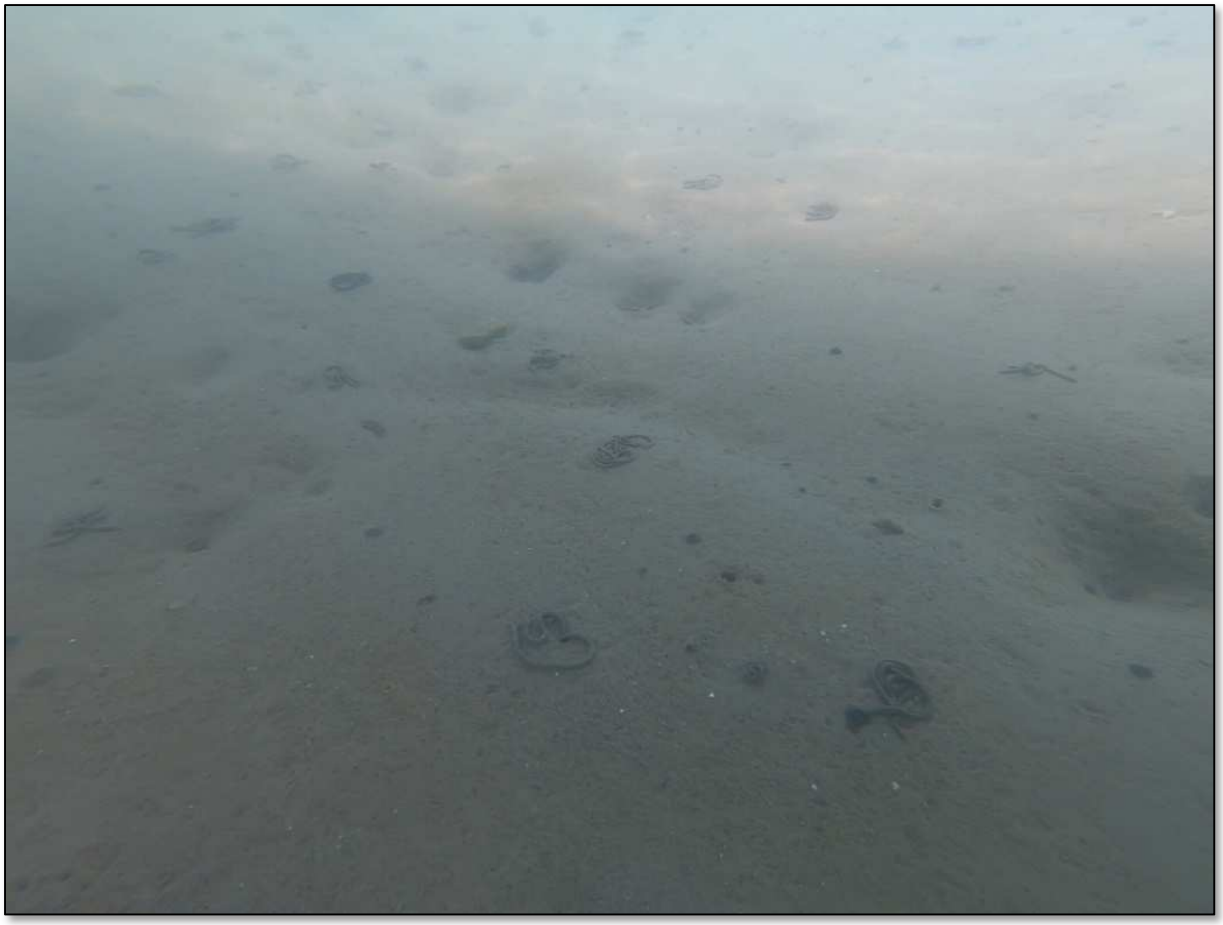


Figure 15 : Vasière subtidale du golfe du Morbihan © TBM environnement - 2023.



Figure 16 : Présence de parcs ostréicoles à proximité d'une vasière subtidale © TBM environnement - 2023.

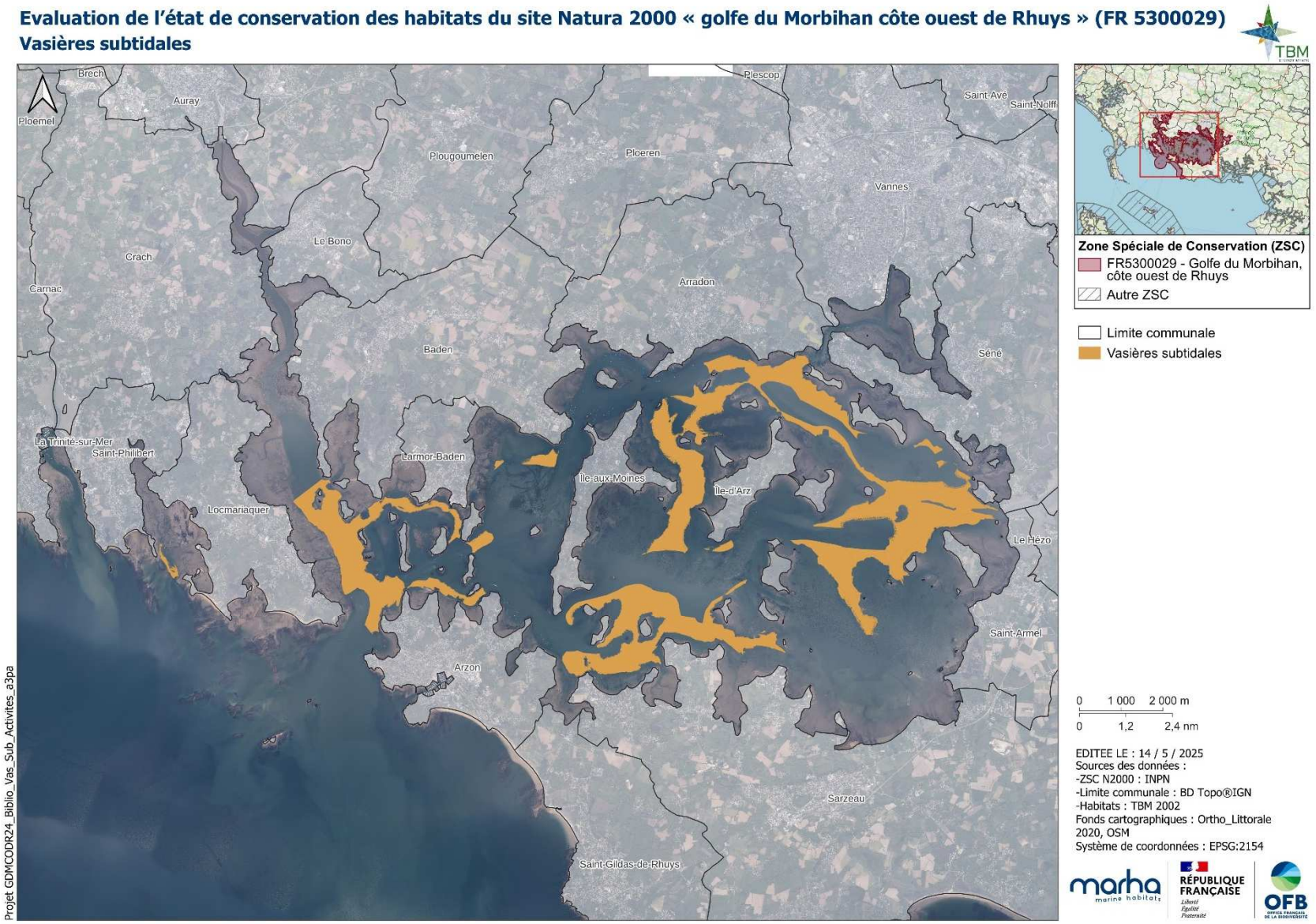


Figure 17 : Cartographie des vasières subtidales de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

Tableau 30 : Evaluation de la sensibilité des vasières subtidales aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	Modérée	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Le tassement réduit la disponibilité en oxygène au sein des sédiments. Néanmoins, la plupart des espèces caractéristiques de cet habitat sont endogées et seront protégées, sauf certaines espèces de bivalves dont les siphons pourraient être endommagés. De plus, des espèces épigées peuvent être écrasées ou enfoncées dans le sédiment (p.ex. *Virgularia mirabilis*). Ainsi, la **résistance** à cette pression est modérée. La **résilience** est haute car estimée à moins de 2 ans. **Par conséquent, la sensibilité de cet habitat au tassement est faible.**
	Abrasion superficielle (M5)	Modérée	*Moyen*	Modérée à Très haute	*Moyen*	Modérée à Faible	*Moyen*	Une partie des espèces caractéristiques de cet habitat sont endogées et ne craignent pas une abrasion superficielle. Toutefois, des espèces épigées peuvent être endommagées par cette pression (p.ex.*Virgularia mirabilis*, *Philine aperta*), sans toutefois que cela ne perturbe la stratification des sédiments. De ce fait la **résistance** à cette pression est modérée. La **résilience** est modérée pour la vasières marines (« B6-3 ») car une partie des espèces caractéristiques de cet habitat ont une croissance lente et leur recolonisation peut prendre entre 2 et 5 années. En revanche, cette résilience est très haute (< 1 an) pour les vasières présentes dans les milieux à salinité variable ("B6-4) car celles-ci sont caractérisées par des espèces à cycle de vie court. Ainsi, **la sensibilité à cette pression est respectivement modérée et faible pour ces deux habitats**
	Abrasion peu profonde (M6)	Faible	*Haut*	Modérée à Très haute	*Moyen*	Modérée à Faible	*Moyen*	L'abrasion peu profonde perturbe la stratification et les espèces endogées, ce qui entraîne des mortalités importantes. Seules les espèces enfouies plus profondément peuvent survivre. La **résistance** est qualifiée de faible et ce pour les deux habitats de vasière ("B6-3" et "B6-4"). La **résilience** des vasières à influence marine ("B6-3") est modérée (2 à 10 ans), alors que celle des vasières présentes dans les milieux à salinité variable ("B6-4) est très haute (< 1 an). **De ce fait, la sensibilité est respectivement modérée et faible pour ces deux habitats.**
	Abrasion profonde (M7)	Faible	*Haut*	Modérée à Très haute	*Moyen*	Modérée à Faible	*Moyen*	L'abrasion profonde perturbe la stratification des sédiments et peut entraîner des mortalités sur l'ensemble des espèces caractéristiques des vasières subtidales. La **résistance** est qualifiée de faible en raison de la destruction importante de l'habitat et de ses espèces caractéristiques, et ce pour les deux habitats de vasière ("B6-3" et "B6-4"). Une partie des espèces caractéristiques des vasières infralittorales marines (habitat "B6-3") ont un recrutement sporadique et/ou une croissance lente (p.ex. *Virgularia mirabilis, Philine aperta*), ce qui diminue la capacité de **résilience** de cet habitat. Ainsi, la **résilience** varie de très haute pour l'habitat "B6-4" à modérée pour l'habitat "B6-3". **De ce fait, la sensibilité varie de modérée à faible.**
	Remaniement (M8)	Faible	*Faible*	Modérée à Très Haute	*Faible*	Modérée à Faible	*Faible*	Le remaniement induit une déstabilisation de la stratification des sédiments ce qui dégrade significativement cet habitat et les espèces caractéristiques de celui-ci. Cette pression est par conséquent associée à une **résistance** faible des vasières subtidales, qu'elles soient strictement marines ou associées à un milieu à salinité variable. La **résilience** varie en fonction de l'habitat considéré. Ainsi, celle-ci est très haute (< 1an) pour les vasières subtidales associées à des salinités variables (« B6-4 ») et modérée (2-5 ans) pour les vasières subtidales marines (« B6-3 »). **Ainsi, la sensibilité est respectivement faible et modérée pour les habitats « B6-4 » et « B6-3 ».**

Tableau 31 : Evaluation de la sensibilité des vasières subtidales aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	La majorité des espèces de l'endofaune ne perçoivent pas les sons mais peuvent probablement détecter les vibrations causées par le bruit. En réaction, elles peuvent se retirer dans les sédiments pour se protéger. **Il est peu probable que la communauté soit sensible au bruit mais les informations pour le confirmer sont aujourd'hui insuffisantes**
	Diminution de la lumière naturelle (P11)	Haute	*Haut*	Haute	*Haut*	Faible	*Haut*	Les espèces de l'endofaune vivent enfouies dans les sédiments et ne dépendent donc pas directement des niveaux de lumière pour se nourrir. Par ailleurs, le milieu n'est pas structuré par des producteurs primaires. La diminution de lumière peut toutefois réduire la photosynthèse du microphytobenthos, entrainer sa migration et donc modifier la cohésion des sédiments et l'approvisionnement en nourriture des niveaux trophiques supérieurs. Ces effets indirects sont difficilement quantifiables. **Globalement, la résistance et la résilience du milieu sont hautes et la sensibilité faible.**
Apports de substances dangereuses	Contamination par des éléments métalliques (C1)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Haute	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Une faible augmentation des niveaux de nutriments peut accroître la productivité du phytoplancton et augmenter la disponibilité de nourriture pour *Cerastoderma edule*. Lorsque l'enrichissement en nutriment conduit à un épisode hypoxique (eutrophisation), des mortalités massives de ce bivalve sont observées (Rosenberg et al., 1992 ; Desprez et al., 1992). *Cerastoderma edule* et les autres espèces caractéristiques du biotope n'étant pas des producteurs primaires, elles ne sont pas considérées comme directement sensibles à une augmentation des nutriments végétaux dans la colonne d'eau. **La résistance et la résilience sont donc évaluées comme hautes et la sensibilité comme faible.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Haute	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Les espèces caractéristiques de cet habitat (p.ex. *Cerastoderma edule, Abra nitida*) sont considérées comme tolérantes à un enrichissement excessif en matière organique car elles se nourrissent des dépôts de surface. L'enrichissement organique sous les tables ostréicoles, les sites de mytiliculture et les cages à poissons conduit au remplacement/dominance de la communauté par des polychètes cirratulidés, capitellidés et spionidés (Bouchet et Sauriau 2008). Toutefois, les espèces du milieu ont une **résistance** et une **résilience** hautes face à cette pression**. Leur sensibilité est faible.**
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Faible	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	La présence de particules de plastique à l'intérieur des organismes vivants provient exclusivement de l'ingestion et intervient à tous les échelons de la chaîne alimentaire (Kedzierski, 2017). Ces plastiques, une fois ingérés, risquent de se bioaccumuler et, au cours de la chaîne alimentaire, d'être bioamplifiés. Des quantités élevées de microplastiques ont été mesurées chez le bivalve *Cerastoderma edule* (Kneel et al., 2024). Des effets positifs des microplastiques, tel qu'une diminution de la mortalité ont été observés chez *Cerastoderma edule* (Ruijter et al., 2023). Ainsi, face à de fortes concentrations en déchets plastiques la **résistance** des vasières subtidales est qualifiée de faible et la **résilience** de modérée**. La sensibilité est modérée.**

Tableau 32 : Evaluation de la sensibilité des vasières subtidales aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Faible	*Faible*	Très faible	*Faible*	Très haute	*Faible*	La crépidule *Crepidula fornicata* est une espèce invasive présente dans le golfe du Morbihan. Dans les vasières subtidales, dominées par les déposivores, la richesse spécifique, l'abondance et la biomasse augmentent en présence de fortes densités de crépidules, en raison de la fourniture d'un substrat dur (coquilles) (De Montaudouin et Sauriau, 1999). *Crepidula fornicata* peut coloniser les vasières subtidales dès lors que des substrats durs sont présents pour l'établissement des larves. La **résistance** et la **résilience** de cet habitat sont respectivement évaluées comme faible et très faible car *Crepidula fornicata* ne peut être éliminée naturellement. **La sensibilité est évaluée comme très haute.** Toutefois, *Crepidula fornicata* n'a pas encore été signalée dans cet habitat, de sorte que la confiance dans l'évaluation est « Faible » et des preuves supplémentaires sont nécessaires.
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Faible	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Les bivalves, particulièrement les coques (p.ex. *Cerastoderma edule*), sont des hôtes pour de nombreux pathogènes. Les mortalités surviennent principalement suite aux infections par des digènes et certains protistes, lesquels peuvent également limiter la croissance, la fécondité et altérer le comportement fouisseur (Longshaw et Malham, 2013). Les parasites et les maladies sont plus susceptibles de provoquer des mortalités dans les populations soumises à des conditions sous-optimales ou à d'autres facteurs de stress tels que des étés chauds ou des hivers froids. Les données disponibles suggèrent que *Cerastoderma edule* et d'autres espèces associées sont sensibles à une série de pathogènes et de parasites. Étant donné qu'il existe des exemples de mortalités massives, la **résistance** de cet habitat est évaluée comme faible (sur la base de *Cerastoderma edule*) et la **résilience** comme modérée. **La sensibilité est donc classée comme modérée.**
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Faible	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Les coques (*Cerastoderma edule*) peuvent être caractéristiques de certaines vasières intertidales et leur récolte mécanique (via des dragues par exemple) peut endommager les individus, et si elles sont rejetées, retarde leur réenfouissement, entraînant une augmentation de la prédation et/ou une dispersion par les vagues et les courants de marée (Coffen-Smout et Rees, 1998). La récolte mécanique réduit l'abondance de *Cerastoderma edule* d'environ 34 % et les populations ne retrouvent pas leur abondance initiale après 174 jours (Ferns et al., 2000). La présence de bancs de coques inhibe l'établissement d'autres espèces, aussi, leur retrait engendre une hausse de la biodiversité et permet le développement de polychètes opportunistes *(Pygospio elegans*), ce qui est néfaste au maintien d'une communauté stable (Desprez, 1992). La **résistance** de cet habitat est considérée comme faible et la **résilience** comme modérée**. La sensibilité est donc modérée.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Faible	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Le prélèvement d'espèces cibles (p.ex. *Cerastoderma edule, Ostrea* edulis), s'il est pratiqué à la drague, peut entrainer le prélèvement d'espèces non-cibles, caractéristiques des vasières subtidales. Ainsi, des espèces telles que *Abra alba* sont peu enfouies, sédentaires ou incapables de mouvements d'évasion rapides et peuvent être capturées accidentellement. Cependant, l'élimination de prédateurs tels que les crevettes et les crabes pourrait favoriser le recrutement des larves (Beukema et Dekker, 2005). Malgré cela, la **résistance** des communautés caractéristiques des vasières subtidales aux prélèvements non ciblés est faible. La **résilience** des espèces caractéristiques des vasières subtidales marines nécessite entre 2 et 5 années et est modérée**. Ainsi, la sensibilité des vasières subtidales au prélèvement accidentel d'espèces caractéristiques est modérée.**

3.2.3 Les herbiers de zostères naines

Les herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*) sont très présents dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Ils sont intégrés à l'HIC 1140 « Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ». Les deux habitats représentatifs des herbiers de zostères naines du golfe selon la typologie NatHab-Atlantique sont « A5-6 Herbiers à *Zostera noltei* sur sables médiolittoraux » et « A6-4 Herbiers à *Zostera noltei* sur vases médiolittorales » (Michez et al., 2019).

La zostère naine se développe presque exclusivement sur l'estran, ou elle constitue de vastes herbiers (Figure 18). Cette espèce est présente sur des sédiments meubles auxquels elle se fixe via un rhizome et des racines peu profondes (c.à.d. quelques cm maximum). Sa reproduction est principalement végétative malgré une importante production de graines. C'est une espèce majoritairement annuelle dont une partie de la population survit à l'hiver. Ainsi, les densités sont maximales au printemps et en été (La Rivière et al., 2022). Les herbiers constitués par les zostères naines abritent une forte diversité spécifique, notamment composée de polychètes, de crustacés, de bivalves et de gastéropodes. Par ailleurs, cette espèce constitue une importante source de nourriture pour plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs (Bernache cravant notamment). En 2023, une actualisation de la cartographie des herbiers de zostères naines présents dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys a permis d'en inventorier 1224,5 hectares. Ceci correspond à une expansion de 128,1 % par rapport à la précédente cartographie exhaustive, datant de 2002. Ainsi, cette espèce est aujourd'hui présente dans la majorité des anses et des baies du golfe du Morbihan (Figure 20).



Figure 18 : Herbier de zostères naines (Zostera noltei) à l'île d'Arz © TBM environnement - 2023.

Malgré le fait que l'accès d'une partie des herbiers de zostères naines du golfe du Morbihan soit réglementé, son extension récente l'expose à de multiples pressions anthropiques (Figure 19), listées du Tableau 17 au Tableau 19. L'évaluation de la sensibilité de ces herbiers à ces pressions est présentée du Tableau 33 au Tableau 37.



Figure 19 : Présence de mouillages fixes à l'intérieur d'un herbier de zostères naines (Zostera noltei) du golfe du Morbihan © TBM environnement - 2022.

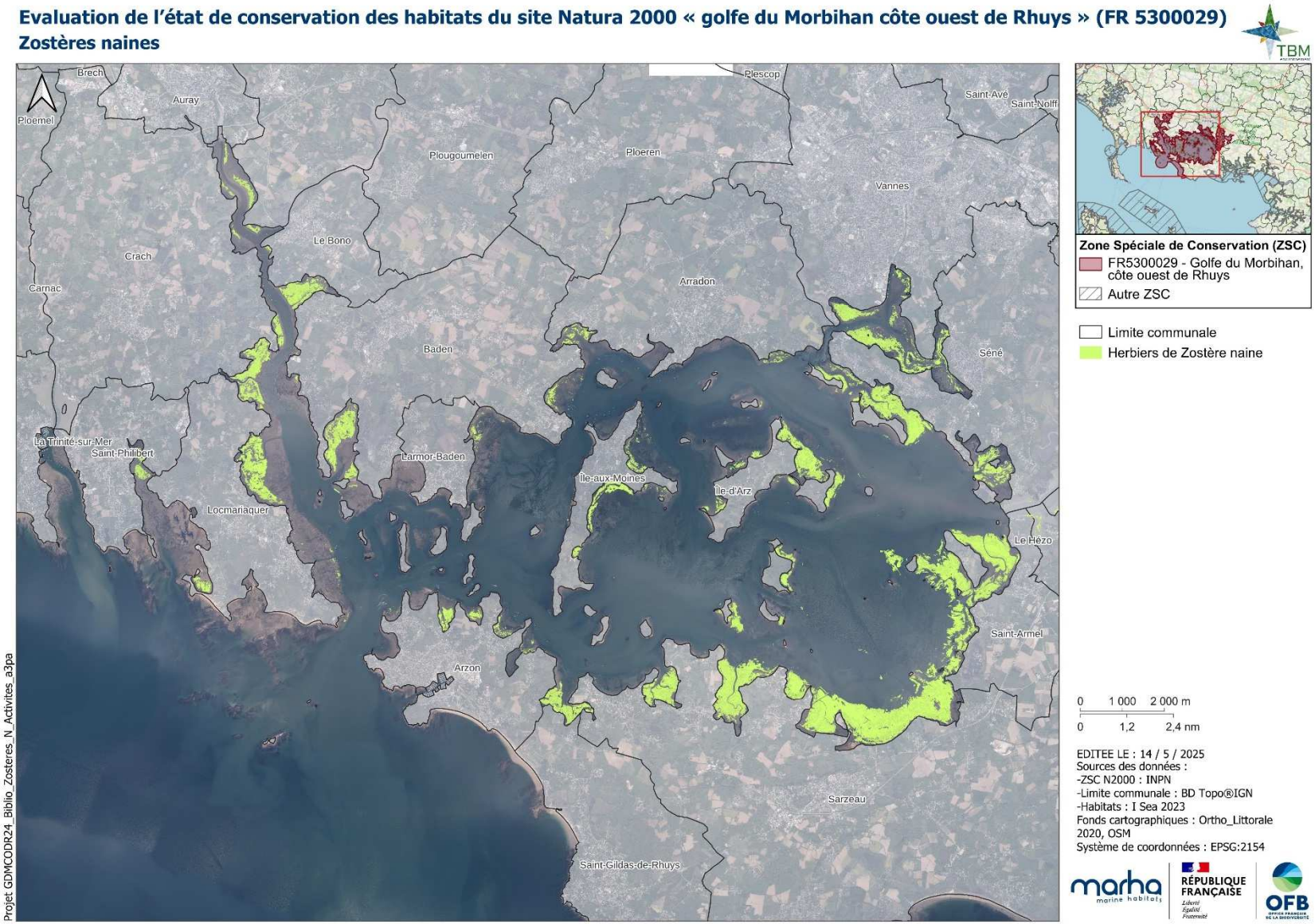


Figure 20 : Cartographie des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (réalisée en 2023).

Tableau 33 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2)

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perte physique (due à une modification permanente du substrat ou de la morphologie des fonds marins ou à l'extraction de substrat)	Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Aucune	*Haut*	Aucune	*Haut*	Très haute	*Haut*	Un changement de substrat entraîne la perte des conditions favorables à l'établissement de *Zostera noltei* et une disparition totale de cette espèce (**aucune résistance**). De plus, étant donné qu'avec cette pression la perte de substrat est permanente, les herbiers de zostères naines n'ont aucune **résilience**. **Par conséquent, la sensibilité face à cette pression est très haute.**
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles des fonds marins)	Tassement (M4)	Faible	*Haut*	Haute à Faible	*Haut*	Modérée à haute	*Haut*	Sur les substrats vaseux, très majoritaires pour les herbiers de zostères naines du golfe du Morbihan, le tassement peut endommager l'intégrité des rhizomes et nuire à la future germination de graines en les enterrant trop profondément. La résistance est qualifiée de faible. Le tassement par un objet léger (p.ex. piétinement occasionnel, petite ancre) entraine une compressions verticale légère et temporaire et donc une **résilience haute**. En revanche, un tassement par un objet lourd et massif (p.ex. engin motorisé ou grosse ancre), l'habitat peut mettre plus de 10 ans à récupérer après l'arrêt de la pression (**résilience faible**). **La sensibilité varie donc de modérée à haute en fonction de l'intensité initiale de la pression.**
	Abrasion superficielle (M5)	Faible	*Moyen*	Très haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	L'abrasion superficielle n'affecte que la partie aérienne (feuilles) des zostères constituants cet habitat (*Zostera noltei*). Bien que les pieds puissent survivre, cette pression réduit la productivité de l'herbier et est de ce fait néfaste à tous les organismes associés à cet habitat. La **résistance** est donc qualifiée de faible. Si seules les feuilles sont atteintes par cette abrasion alors la **résilience** est **très haute**. En revanche, en cas d'atteinte des graines ou des rhizomes (et donc du substrat), ou en cas d'abrasion superficielle récurrente, la **résilience** peut être altérée (Fonseca et Cahalan, 1992). **Néanmoins, la sensibilité de cet habitat à une pression modérée et non répétée est faible.**
	Abrasion peu profonde (M6) et profonde (M7)	Aucune	*Haut*	Modérée à Aucune	*Haut*	Haute à Très haute	*Haut*	Dès lors qu'elle dépasse les premiers cm de profondeur, l'abrasion arrache les feuilles et les rhizomes des zostères naines, ainsi que les espèces associées. Cela détruit la structure tridimensionnelle et donc fonctionnelle de l'habitat. Cet habitat n'a donc **aucune résistance** à cette pression (Sauriau et al., 2016). Si les conditions environnementales sont favorables, il faut *a minima* entre 5 à 10 ans pour récupérer l'habitat originel. Néanmoins, dans des conditions défavorables le temps de récupération est supérieur à 25 ans. Ce temps de récupération dépend notamment de la présence d'un herbier sein à proximité. **La résilience peut donc aller de modérée à aucune. La sensibilité varie de haute à très haute.**

Tableau 34 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles des fonds marins)	Remaniement (M8)	Aucune	*Faible*	Modérée	*Faible*	Haute	*Faible*	Les herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*) n'ont aucune résistance au remaniement des sédiments. En effet, cette espèce possède des racines superficielles et est facilement arrachée du substrat. Ainsi, la **résistance** de cet habitat est nulle sur les zones concernées par du remaniement. Si cette pression reste localisée et intervient sur un herbier en bonne santé alors la recolonisation des zones impactée peut être observée en quelques années et ce via l'arrivée de graines ou par la reproduction végétative. Ainsi, la **résilience** peut être modérée. **La sensibilité à un remaniement localisé sur un herbier sain et haute et peut-être encore plus importante si ce remaniement est plus important.**
	Dépôt faible de matériel (M9)	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	La sensibilité d'un herbier de zostères naines à cette pression dépend du stade de vie des zostères et notamment de la hauteur de leurs feuilles. Les stades de vie précoces sont plus sensibles car plus facilement ensevelis par un faible dépôt. Néanmoins, même en cas de dépôt important, *Z. noltei* peut relocaliser ses rhizomes dans la couche de sédiment apporté. La **résistance** est donc qualifiée de **modérée**. Si l'épaisseur de dépôt ne recouvre pas la totalité de l'herbier, celui-ci est capable de relocaliser des rhizomes en 5 à 10 ans. **La résilience est modérée et la sensibilité à cette pression est moyenne.**
	Dépôt important de matériel (M10)	Aucune	*Haut*	Faible	*Haut*	Haute	*Haut*	Les zostères naines sont des organismes photosynthétiques et ont de ce fait besoin d'un accès à la lumière pour se développer. Le dépôt important de matériel (c.à.d. plus de 10 cm) entraine un recouvrement total de leurs feuilles et empêche la photosynthèse, ce qui se traduit par une disparition complète en moins de 6 mois (Coz et Ragot, 2020b). La **résistance** des habitats à *Zostera noltei* au dépôt important de matériel est **nulle**. Après arrêt de la pression, la **résilience** dépend de la présence d'autres herbiers à proximité, susceptibles de véhiculer des graines, et de la nature du substrat. Dans des conditions favorables celle-ci est estimée à environ 5 ans (Avack et al., 2020). **La sensibilité à cette pression est haute.**
Modification des conditions hydrologiques	Modification des conditions hydrodynamiques (M11)	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	La présence de tables ostréicoles est susceptible d'engendrer une diminution de la force des courants à l'interface eau-sédiment. Cela peut notamment augmenter la turbidité et de la sédimentation, ce qui peut réduire l'activité photosynthétique des zostères naines. Ceci peut entrainer une modification significative de l'herbier qui a une **résistance modérée** à cette pression (Avack et al., 2020). En cas d'arrêt de cette pression, la **résilience** des herbiers de zostères naines est également **modérée** (entre 2 et 5 ans). **En conséquence, les herbiers de zostères naines sont modérément sensibles à des réductions des régimes de courants.**
	Modification de la charge en particules (M12)	Haute	*Haut*	Haute	*Haut*	Faible	*Haut*	Une augmentation de la charge en particules induit une diminution de la quantité de lumière disponible pour l'activité photosynthétique des herbiers. Néanmoins, ces herbiers intertidaux peuvent s'adapter à des conditions lumineuses variées (pigments, longueur des feuilles) et y sont donc **hautement résistants** (Angst et al., 2014). De plus, la **résilience** est également **haute** pour une pression de courte durée. **La sensibilité est donc faible, à condition que la modification de la charge en particules ne soit pas longue ou répétée.**

Tableau 35 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les espèces caractérisant cet habitat n'ont pas de perception auditive, mais les vibrations peuvent avoir un impact. Cependant, aucune étude n'existe pour étayer cette évaluation.
	Diminution de la lumière naturelle (P11)	Faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les herbiers de zostères ont des exigences élevées en termes de rayonnement lumineux. Philippart (1995) a constaté qu'un ombragement permanent induisait une diminution de 30 % du taux de croissance des feuilles, un triplement du taux de perte des feuilles et une réduction de 80 % de la biomasse totale de *Zostera noltei*. **La résistance est faible, la résilience est modérée et la sensibilité modérée.**
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Une hausse de la charge en nutriments peut entrainer des pertes importantes d'herbiers, au profit des macroalgues ou du phytoplancton (Baden et al., 2003). La prolifération de phytoplancton augmente la turbidité de l'eau et réduit la productivité des zostères. En outre, la prolifération d'épiphytes peut entrainer un étouffement des herbiers. Une étude de Greening et Janicki (2006) a trouvé qu'en Floride, aux États-Unis, la récupération des herbiers de zostères était incomplète 20 ans après un événement eutrophique déclenché par un enrichissement en nutriments. Les herbiers de zostères naines ont une **résistance** et une **résilience** modérée. **En conséquence, la sensibilité est modérée.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les effets de l'enrichissement organique sur le genre *Zostera* sont peu étudiés, mais bien documentés pour d'autres herbiers marins. Les rejets des stations d'épuration réduisent les surfaces d'herbiers, notamment la posidonie, en favorisant les espèces épiphytes. Bryars et Neverauskas (2004) ont montré qu'après huit ans sans rejets, la couverture des herbiers ne retrouvait qu'environ 28 % de son étendue initiale. Les fermes piscicoles ont des impacts similaires en enrichissant les sédiments en matière organique (Delgado et al., 1999). Bien que les herbiers puissent se régénérer après l'arrêt de la pollution, cela peut prendre des décennies (Delgado et al, 1999). Par ailleurs, un excès de matière organique dans l'eau prive les plantes d'oxygène, causant leur mort rapide. L'enrichissement en nutriments est reconnu mondialement comme une grave menace pour les herbiers (Jones et Unsworth, 2016). Les études sur les autres espèces suggèrent que *Zostera noltei* pourrait être affectée négativement par l'enrichissement en matières organiques. **La résistance, la résilience et la sensibilité sont qualifiées de modérées.**
-	Désoxygénation (ou « hypoxie ») (C8)	Haute	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Sur les herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*), la pression de désoxygénation peut notamment survenir suite à un recouvrement important par des algues opportunistes. Les effets de cette pression sur la croissance et la survie de *Zostera noltei* sont peu étudiés. Toutefois, cette espèce est productrice d'oxygène et le véhicule dans les premières strates sédimentaires. Ceci suggère que cette espèce peut très bien tolérer des épisodes d'hypoxie, notamment si ceux-ci sont de courte durée. Ainsi, bien que cette hypoxie puisse porter préjudice aux communautés associées aux herbiers, cela ne risque pas d'altérer la pérennité de cet habitat. La **résistance** à une hypoxie de relativement courte durée est haute. Ainsi, de cette haute **résistance** résulte une haute **résilience**. **La sensibilité des herbiers de zostères naines à des épisodes d'hypoxie transitoires est faible. En revanche, si l'épisode d'hypoxie est prolongé (c.à.d. plusieurs semaines) alors la sensibilité associée est haute.**

Tableau 36 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Haute	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Les herbiers marins sont fortement soumis à la pollution par les microplastiques. D'après Li et al. (2023), les polluants organiques persistants sont omniprésents dans les couverts des herbiers, les sédiments et les organismes marins. Néanmoins, les preuves que les microplastiques ont un effet négatif sur la croissance et le déclin des herbiers marins sont faibles. À l'heure actuelle, les implications précises des microplastiques sur la végétation submergée ne sont pas concluantes. **La résistance et la résilience sont hautes et la sensibilité faible.**
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Modérée	*Faible*	Faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les marées noires affectent les herbiers marins différemment selon les espèces. La zostère marine, espèce subtidale, tolère le pétrole brut, subissant seulement des effets sublétaux à court terme (baisse des pousses, feuilles noircies). En revanche, les herbiers intertidaux, exposés directement au pétrole, subissent davantage de dommages et de mortalité (Keesing et al., 2018). Les effets signalés des hydrocarbures sur les herbiers marins sont généralement sublétaux (64,5 %). Il s'agit notamment d'une réduction de l'efficacité de la photosynthèse, d'une perte de pigmentation des feuilles, d'une réduction du taux de croissance et d'une perte de feuilles. Les huiles raffinées, le diesel et les combustibles sont plus toxiques que le pétrole brut. Les mortalités sévères (>75 %) surviennent dans 6,4 % des cas, les mortalités modérées (25-75 %) dans 6,3 %, et les mortalités légères (<25 %) dans 18,75 % des cas, le reste étant des effets sublétaux. Les dispersants ont des effets majoritairement sublétaux, bien que, selon Howard et Short (1986), un traitement de *Zostera* spp. avec un mélange de pétrole et dispersant ait réduit la couverture de 55 % à 15 % en 18 mois. En revanche, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ne semblent ni causer de mortalité ni d'effets sublétaux chez les herbiers (Mauro et al., 2013). **Sur la base de toutes ces informations, la résistance est modérée, la résilience faible et la sensibilité modérée.**
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Aucune	*Moyen*	Très Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Dans le cas des herbiers, ce sont les effets des pesticides qui ont été principalement étudiés. Ils varient selon la concentration, la durée d'exposition, le type d'herbicide, l'espèce concernée et le mode d'application. La majorité des impacts signalés (76 %) sont sublétaux, tandis qu'une mortalité « certaine » a été rapportée dans une seule étude et une mortalité « grave » (>75 %) dans 18 % des cas (sept études). Au total, 72 % des études concernent Zostera spp., et toutes les mortalités « graves » proviennent de cette espèce. De plus, une étude centrée sur *Zostera noltei* montre qu'en forte concentration, un mélange de 15 composés chimiques notamment retrouvés dans les pesticides et les antifouling, est susceptible d'engendrer des diminutions de croissance et de modifier l'expression des gènes (Gamain et al., 2018). Dans **l'ensemble, dans le cas des herbicides (les plus étudiés), la résistance des herbiers est qualifiée de nulle et la résilience de très faible. La sensibilité est donc haute.**

Tableau 37 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères naines (Zostera noltei) aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Faible à Aucune	*Haut*	Faible à Aucune	*Faible*	Haute à Très Haute	*Faible*	Les espèces non indigènes envahissant potentiellement les herbiers marins sont des plantes et des invertébrés, tels que *Sargassum muticum, Spartina anglica, Codium fragile* ssp. ou encore le tunicier *Didemnum vexillum*. Des déclins de *Zostera noltei* dus à l'envahissement de *Spartina anglica* ont été observés dans la réserve nationale de Lindisfarne, au nord-est de l'Angleterre (Percival et al., 1998), ce qui a directement affecté les populations d'oiseaux sauvages en réduisant la disponibilité de leur nourriture. Les effets du tunicier *Didemnum vexillum* sur les herbiers marins sont moins bien documentés, mais Long et Grosholz (2015) ont observé que cette espèce réduit la croissance aérienne et la biomasse des pousses de *Zostera* lorsqu'elle recouvre jusqu'à 20 % de leur longueur. Ainsi, la **résistance** des herbiers à ces espèces invasives est faible à nulle. La **résilience** est faible si un retrait manuel des espèces non-indigènes est réalisé et nulle en cas de non-intervention humaine. **La sensibilité est considérée comme variant de haute à très haute.**
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Les herbiers, notamment *Zostera marina*, sont très vulnérables aux pathogènes microbiens. Dans les années 1930, la maladie du dépérissement causée par le protiste *Labyrinthula zosterae* a détruit plus de 90 % des populations de *Zostera marina* en Europe et sur la côte atlantique nord-américaine (Muehlstein, 1989). Le rétablissement a été extrêmement lent, voire inexistant dans certaines régions, comme la mer des Wadden. En revanche, *Zostera noltei*, vivant souvent en eaux à faible salinité, a été moins touchée par cette maladie (Davison et Hughes, 1998), bien qu'elle y soit également sensible (Vergeer et Den Hartog, 1991). **En conséquence, la résistance de *Zostera noltei* est considérée comme « modérée », tout comme sa résilience, ce qui se traduit par une sensibilité globale modérée.**
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Haute	*Moyen*	Très Haute	*Moyen*	Très faible	*Moyen*	Les principales espèces commerciales visées par la pêche dans les herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*) sont les palourdes. Ces espèces ne sont pas caractéristiques de cet habitat et leur capture, bien qu'elle puisse être associée à des pressions physiques et à des arrachages accidentels de zostères, n'est pas susceptible d'altérer directement la pérennité des herbiers de zostères naines. Les herbiers peuvent également être ciblés par des récoltes visant à réaliser des transplantations pour la restauration d'autres herbiers. Toutefois, lorsqu'elle a lieu en France cette collecte est généralement limitée de ne met pas en péril la pérennité des herbiers sources. Ainsi, la **résistance** de cet habitat au prélèvement d'espèces cibles est haute et la **résilience** très haute. **De ce fait, la sensibilité des herbiers est très faible.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Aucune	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Les herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*) abritent des espèces de bivalves commerciales (palourdes notamment). Leur pêche utilise des méthodes de pêche non ciblées qui entrainent le prélèvement des pieds de zostères. Les habitats de zostères ne dépendent pas d'autres organismes, mais leur collecte accidentelle peut nuire à la pérennité de l'habitat. **La résistance est donc nulle, la résilience faible et la sensibilité haute.**

3.2.4 Les herbiers de zostères marines

Les herbiers constitués par la zostère marine (*Zostera marina*) sont très présents dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Lorsqu'ils sont immergés en permanence, ils appartiennent aux HIC 1110 « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » et 1160 « Grandes criques et baies peu profondes », selon la nature du substrat sur lesquels ils se développent (sédiments hétérogènes et sables, respectivement). Ces deux types d'herbiers correspondent respectivement aux habitats de la typologie NatHab-Atlantique « B4-4 Herbiers à *Zostera marina* sur sédiments hétérogènes infralittoraux » et « B5-5 Herbiers à *Zostera marina* sur sables infralittoraux ». De plus, lorsque les herbiers de zostères marines émergent à marée basse, ils appartiennent à l'HIC 1140 « Replats boueux ou sableux exondés à marée basse » et aux habitats NatHab-Atlantique « A3-4 Herbiers à *Zostera marina* sur sédiments grossiers médiolittoraux » et « A5-7 Herbiers à *Zostera marina* sur sables médiolittoraux ». Néanmoins, dans le golfe du Morbihan et ses abords les herbiers strictement subtidaux sont majoritaires et ce sont les habitats qui les caractérisent qui sont utilisés pour les évaluations de sensibilité de ce document.

Les zostères marines (*Zostera marina*) se développent de la partie basse de la zone intertidale, jusqu'à une profondeur d'une dizaine de mètres (Figure 21). C'est une espèce vivace, pouvant vivre plusieurs années. Elle est ancrée au sédiment par un système racinaire relativement superficiel, ne dépassant pas quelques centimètres de profondeur. Tout comme la zostère naine (*Zostera noltei*), sa reproduction est majoritairement végétative. Les densités sont également maximales au printemps et en été mais les différences avec l'hiver et l'automne sont moins marquées que chez *Zostera noltei* (La Rivière et al., 2022). Les herbiers de zostères marines abritent une forte diversité spécifique puisque plusieurs centaines d'espèces y ont à ce jour été répertoriées. En outre, cet habitat joue un rôle de nurserie pour plusieurs espèces commerciales (p.ex. seiche). En 2023, une actualisation de la cartographie des herbiers de zostères de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys a permis d'y comptabiliser 1294 hectares de zostères marines, ce qui correspond à une augmentation de 60,5 % par rapport à la dernière cartographie exhaustive, datant de 2002. Cette espèce est aujourd'hui particulièrement présente dans la partie est du golfe du Morbihan, bien qu'elle soit également retrouvée dans la quasi-totalité des autres secteurs du golfe (Figure 23).



Figure 21 : Herbier de zostères marines (Zostera marina) observé à l'intérieur du golfe du Morbihan – TBM environnement 2023.

Les herbiers de zostères marines sont soumis à de multiples pressions anthropiques (exemple dans la Figure 22) et leur sensibilité à ces pressions est évaluée du Tableau 38 au Tableau 42.



Figure 22 : Effets du ragage des chaînes d'un mouillages à l'évitage sur un herbier de zostères marines © TBM environnement – 2024.

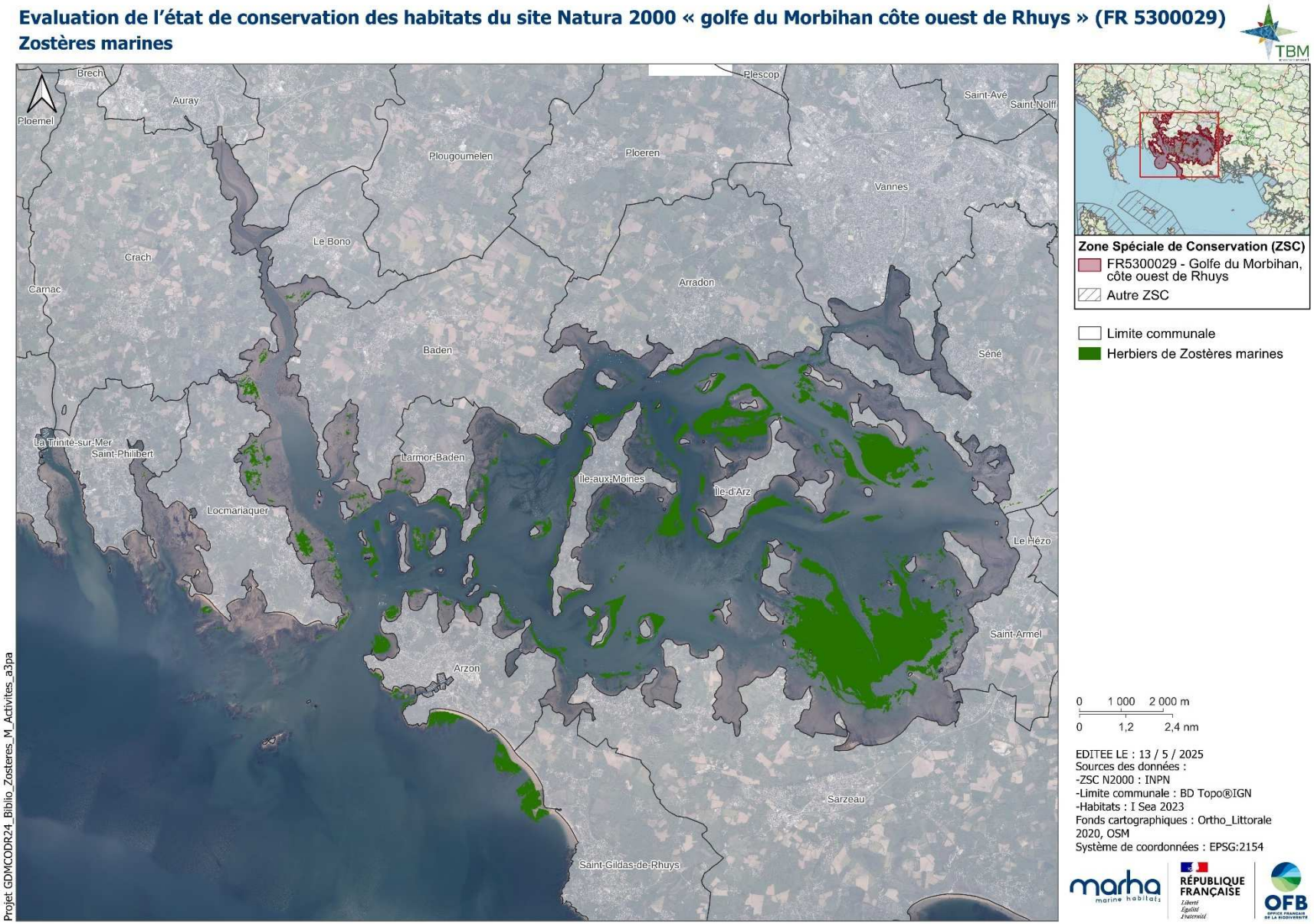


Figure 23 : Cartographie des herbiers de zostères marines (Zostera marina) de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (réalisée en 2023).

Tableau 38 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perte physique (due à une modification permanente du substrat ou de la morphologie des fonds marins ou à l'extraction de substrat)	Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Aucune	*Haut*	Aucune	*Haut*	Très haute	*Haut*	En cas de changement du type de substrat, les deux habitats de zostères marines ("B4-4" et "B5-5") sont intégralement perdus car cela entraîne la perte des conditions favorables à leur établissement. De ce fait la **résistance** à cette pression est nulle. Si après l'arrêt de la pression l'environnement ne retrouve pas son substrat d'origine alors la **résilience** des herbiers de zostères marines est également nulle. **De ce fait, la sensibilité des herbiers de zostères marines au changement du type de substrat est très haute.**
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles des fonds marins)	Tassement (M4)	Modérée à Faible	*Moyen*	Très haute à Modérée	*Moyen*	Faible à Modérée	*Moyen*	Si le tassement est provoqué par un objet léger (p.ex. petite ancre) la **résistance** est qualifiée de modérée car les feuilles de zostères marines résistent à une compression légère et temporaire. Si l'objet est lourd (p.ex. ancre de navire de transport), la **résistance** est faible car cela peut endommager l'intégrité des rhizomes et enterrer les graines. Si l'objet est léger la **résilience** est très haute alors que s'il est lourd la **résilience** est modérée car il faut en moyenne 5 ans pour récupérer après l'arrêt de la pression (Avack et al., 2019). **La sensibilité varie donc de faible à modérée, en fonction de l'intensité du tassement.**
	Abrasion superficielle (M5)	Faible	*Moyen*	Très haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Cette pression arrache les feuilles de zostères marines sans toutefois que les rhizomes ne soient affectés. Cela résulte en une perte de la structure tridimensionnelle de l'habitat et une baisse de sa productivité (Avack et al., 2019). De ce fait, même si les pieds ne meurent pas, la **résistance** à cette pression est faible. En revanche, si cette abrasion n'est pas régulière, la **résilience** est très haute car les pieds de zostères peuvent rapidement produire de nouvelles feuilles. **En considèrent cette forte résilience, la sensibilité de cet habitat à l'abrasion superficielle est faible.**
	Abrasion peu profonde et profonde (M6 et M7)	Aucune	*Haut*	Modérée à Aucune	*Haut*	Haute à Très haute	*Haut*	Les feuilles et les rhizomes des zostères marines, ainsi que les principales espèces qui y sont associées sont arrachés quand surviennent des phénomènes d'abrasion, qu'elle soit peu profonde ou profonde. De ce fait, la structure tridimensionnelle et fonctionnelle de l'habitat sont perdues (aucune **résistance**). Le temps nécessaire avant récupération dépend de l'étendue de la zone impactée d'une part, et de la présence d'un herbier sain à proximité d'autre part (en mesure de véhiculer des graines ; Cunha et Santos, 2009). Ainsi, cette récupération peut avoir lieu en 5 à 10 ans si les conditions sont favorables et en plus de 25 ans si les conditions sont défavorables. De ce fait, la **résilience** peut aller de modérée à aucune. **En conséquence, la sensibilité des herbiers de zostères marine à l'abrasion peu profonde et profonde varie de haute à très haute**

Tableau 39 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles des fonds marins	Remaniement (M8)	Aucune	*Faible*	Modérée	*Faible*	Haute	*Faible*	Les herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) sont très sensibles à la pression de remaniement des sédiments. En effet, leurs racines sont relativement superficielles et cette pression provoque un arrachage des pieds. Ainsi, à l'endroit où une pression de remaniement s'exerce, les herbiers de zostères marine n'ont aucune **résistance**. La **résilience** peut être relativement rapide (quelques années) si l'herbier présent autour de la zone impactée est sain. En effet, une recolonisation rapide par reproduction végétative est envisageable, tout comme une recolonisation via l'arrivée de graines. **Ainsi, dans le cas d'une pression de remaniement localisée la sensibilité est haute.** Si cette pression est spatialement importante alors la résilience peut être nulle et la **sensibilité** très haute.
	Dépôt faible de matériel (M9)	Faible	*Haut*	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Les zostères marines sont généralement pérennes. Toutefois, de nouvelles feuilles poussent chaque année, à partir du printemps (Jacobs et McRoy, 1984). Le dépôt de matériel sur des feuilles en pleine croissance est très néfaste. De plus, si ce dépôt recouvre plus de 25 % de la hauteur des feuilles d'un plan de zostère marine, cela peut entrainer des taux de mortalités avoisinant les 50 % (Mills et Fonseca, 2003). De ce fait, les herbiers de zostères marines ont une faible **résistance** aux dépôts de matériel sur le substrat, même lorsque ceux-ci sont de faible ampleur. Comme les herbiers de zostères marines se développent généralement dans des milieux à faible hydrodynamisme, tout dépôt sur le sédiment peut mettre du temps à être évacué. Ainsi, si le dépôt ne couvre pas tout l'herbier, la recolonisation des zones impactées par reproduction végétative peut prendre 5 à 10 ans (**résilience** modérée**). La sensibilité des herbiers de zostères marines à cette pression est modérée.**
	Dépôt important de matériel (M10)	Aucune	*Haut*	Faible	*Haut*	Haute	*Haut*	L'arrivée d'un dépôt de plusieurs dizaines de centimètres sur un herbiers de zostères marines entraîne une mortalité totale des plants (Mills et Fonseca, 2003). Ainsi, la **résistance** à cette pression est nulle. Comme les herbiers de zostères marines se développent généralement dans des milieux à faible hydrodynamisme, tout dépôt sur le sédiment peut mettre du temps à être évacué. Ainsi, la recolonisation d'un herbier totalement détruit requiert généralement plus de 10 ans. Cela peut être réduit à moins de 10 ans si les conditions environnementales sont particulièrement favorables. En général, la **résilience** des herbiers de zostères marines à cette pression est faible. **Par conséquent, ces herbiers sont hautement sensibles à cette pression.**
Modification des conditions hydrologiques	Modification des conditions hydrodynamiques (M11)	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Les tables ostréicoles sont susceptibles d'induire une diminution de la clarté de l'eau et une augmentation de la sédimentation. Ces modifications environnementales sont néfastes aux herbiers de zostères marines car elles limitent leur photosynthèse, sans toutefois entrainer de mortalité. La **résistance** à cette pression est modérée. Comme les herbiers se développent déjà dans des zones de faible hydrodynamisme, la survenue de cette pression peut induire des temps de récupération de plusieurs années. La **résilience** est de ce fait considérée comme modérée. **Bien que la présence de table ostréicoles n'entraîne pas de mortalité dans les zostères marines, celles-ci y sont toutefois modérément sensibles.**
	Modification de la charge en particules (M12)	Faible	*Haut*	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Une augmentation de la charge en particules induit une diminution de la quantité de lumière disponible pour l'activité photosynthétique des herbiers. Ceci diminue la productivité des zostères, qui disposent toutefois de moyens naturels pour s'adapter à des variations dans les conditions de lumière (croissance de leurs feuilles et changement dans leur pigmentation). Ainsi, ces herbiers peuvent s'adapter à de courts épisodes de modification de la charge en particules mais ont une faible **résistance** à des épisodes prolongés (Avack et al., 2019). De la même manière, la résilience de ces herbiers dépend de la durée de l'épisode de turbidité. Si celui-ci se prolonge plus de quelques semaines alors cette **résilience** est modérée. **Conséquemment, les herbiers de zostères marines sont modérément sensibles à l'augmentation de la turbidité de la colonne d'eau.**

Tableau 40 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les espèces caractérisant cet habitat n'ont pas de perception auditive, mais les vibrations peuvent avoir un impact. Cependant, aucune étude n'existe pour étayer cette évaluation.
	Diminution de la lumière naturelle (P11)	Faible	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	L'ombrage causé par les structures artificielles (poches à huîtres, pontons) réduit la lumière incidente, avec des conséquences sur la photosynthèse et les taux de croissance. Des expériences en mésocosme ont montré que l'ombrage entraînait une réduction de la densité des pousses mais une augmentation de leur hauteur. **La résistance et la résilience des herbiers sont jugées faibles et la sensibilité haute.**
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Modérée	*Haut*	Une hausse de la charge en nutriments peut entrainer une hausse de la croissance des zostères. Néanmoins, de fortes concentrations en certains éléments (p.ex. ammonium) peuvent réduire la vitalité des zostères marines (Angst et al., 2014). De plus à ces effets directs peuvent s'ajouter des effets indirects. En effet, une hausse de la charge en nutriments peut favoriser la croissance des macroalgues ou du phytoplancton, ce qui augmente la turbidité de l'eau et réduit la productivité des zostères (Angst et al., 2014 ; Young et al., 2018). En outre, la prolifération d'algues concurrentes peut entrainer un étouffement des herbiers de zostères marines (Angst et al., 2014). Dans une étude menée sur les îles Britanniques, Jones et Unsworth (2016) ont conclu que de nombreux herbiers proches des populations humaines étaient dans un mauvais état, notamment du fait de l'enrichissement de la colonne d'eau et des sédiments en nutriments. **L'ensemble de ces observations permettent d'estimer que les herbiers de zostères marines ont une résistance et une résilience modérée à cette pression et que de ce fait leur sensibilité est également modérée.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Les effets de l'enrichissement organique sur le genre *Zostera* sont peu étudiés, mais bien documentés pour d'autres herbiers marins. Les rejets des stations d'épuration réduisent les surfaces d'herbiers, notamment la posidonie, en favorisant les espèces épiphytes. Bryars et Neverauskas (2004) ont montré qu'après huit ans sans rejets, la couverture des herbiers ne retrouvait qu'environ 28 % de son étendue initiale. Les fermes piscicoles ont des impacts similaires en enrichissant les sédiments en matière organique. Bien que les herbiers puissent se régénérer après l'arrêt de la pollution, cela peut prendre des décennies (Delgado et al, 1999). Par ailleurs, un excès de matière organique dans l'eau prive les plantes d'oxygène, causant leur mort rapide. L'enrichissement en nutriments est reconnu mondialement comme une grave menace pour les herbiers (Jones et Unsworth, 2016). Les études sur les autres espèces suggèrent que *Zostera marina* pourrait être affectée négativement par l'enrichissement en matières organiques. **La résistance, la résilience et la sensibilité sont qualifiées de modérées.**
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Haute	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Les herbiers marins sont fortement soumis à la pollution par les microplastiques. D'après Li et al. (2023), les polluants organiques persistants sont omniprésents dans les couverts des herbiers, les sédiments et les organismes marins. Néanmoins, les preuves que les microplastiques ont un effet négatif sur la croissance et le déclin des herbiers marins sont faibles. À l'heure actuelle, les implications précises des microplastiques sur la végétation submergée ne sont pas concluantes. **La résistance et la résilience sont hautes et la sensibilité faible.**

Tableau 41 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les marées noires affectent les herbiers marins différemment selon les espèces. La zostère marine, espèce subtidale, tolère le pétrole brut, subissant seulement des effets sublétaux à court terme (baisse des pousses, feuilles noircies). La majorité des effets signalés des hydrocarbures sur les herbiers marins sont généralement sublétaux (64,5 %). Il s'agit notamment d'une réduction de l'efficacité de la photosynthèse, d'une perte de pigmentation des feuilles, d'une réduction du taux de croissance et d'une perte de feuilles. Les huiles raffinées, le diesel et les combustibles sont plus toxiques que le pétrole brut. Les mortalités sévères (>75 %) surviennent dans 6,4 % des cas, les mortalités modérées (25-75 %) dans 6,3 %, et les mortalités légères (<25 %) dans 18,75 % des cas, le reste étant des effets sublétaux. Les dispersants ont des effets majoritairement sublétaux, bien que, selon Howard et Short (1986), un traitement de *Zostera* spp. avec un mélange de pétrole et dispersant ait réduit la couverture de 55 % à 15 % en 18 mois (Howard et al., 1989). En revanche, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ne semblent ni causer de mortalité ni d'effets sublétaux chez les herbiers. **Sur la base de toutes ces informations, la résistance est faible, la résilience modérée et la sensibilité modérée.**
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Aucune	*Moyen*	Très Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Dans le cas des herbiers, ce sont les effets des herbicides qui ont été principalement étudiés Ils varient selon la concentration, la durée d'exposition, le type d'herbicide, l'espèce concernée et le mode d'application. La majorité des impacts signalés (76 %) sont sublétaux, tandis qu'une mortalité « certaine » a été rapportée dans une seule étude et une mortalité « grave » (>75 %) dans 18 % des cas (sept études). Au total, 72 % des études concernent *Zostera spp.*, et toutes les mortalités « graves » proviennent de cette espèce. En outre, *Zostera marina* n'a pas été affectée par des produits pharmaceutiques humains (Hershner et al., 1982). Dans l'ensemble, dans le cas des herbicides (les plus étudiés), la **résistance** des herbiers de zostères marines est qualifiée de nulle et la **résilience** de très faible. **La sensibilité est donc haute.**

Tableau 42 : Evaluation de la sensibilité des herbiers de zostères marines (Zostera marina) aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Faible	*Haut*	Aucune	*Faible*	Haute	*Faible*	Les espèces non indigènes envahissant potentiellement les herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) sont des algues et des invertébrés, tels que *Sargassum muticum, Spartina anglica, Codium fragile* ssp. ou encore le tunicier *Didemnum vexillum*. L'algue *Sargassum muticum* s'établit dans les habitats de *Zostera* lorsque les herbiers reculent et occupe presque immédiatement les espaces vides, perturbant ainsi le cycle naturel de régénération de l'herbier. De plus, une étude réalisée par Tweedley et al. (2008) a démontré que la présence de *Zostera marina* pourrait favoriser l'attachement de *Sargassum muticum* sur des substrats mous. Les effets du tunicier *Didemnum vexillum* sur les herbiers marins sont moins bien documentés, mais Long et Grosholz (2015) ont observé que cette espèce réduit la croissance aérienne et la biomasse des pousses de *Zostera* lorsqu'elle recouvre jusqu'à 20 % de leur longueur. Enfin, l'huître invasive *Magallana gigas* modifie l'habitat, provoque l'accumulation de sulfure toxique et diminue la croissance des herbiers (Kelly et Volpe, 2007). **La résistance des herbiers marins à ces invasions est faible, et leur résilience est considérée comme nulle, entraînant une haute sensibilité.**
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Faible	*Haut*	Faible	*Haut*	Haute	*Haut*	Les herbiers, notamment *Zostera marina*, sont très vulnérables aux pathogènes microbiens. Dans les années 1930, la maladie du dépérissement causée par le protiste *Labyrinthula zosterae* a détruit plus de 90 % des populations de *Zostera marina* en Europe et sur la côte atlantique nord-américaine (Muehlstein, 1989). Le rétablissement a été extrêmement lent, voire inexistant dans certaines régions, comme la mer des Wadden. **En conséquence, la résistance et la résilience de *Zostera marina* sont faibles et la sensibilité haute, si les pathogènes introduits sont susceptibles d'affecter les herbiers.**
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Haute	*Moyen*	Très haute	*Moyen*	Très faible	*Moyen*	Les principales espèces commerciales visées par la pêche dans les herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) sont les palourdes et les seiches. Ces espèces ne sont pas caractéristiques de cet habitat et leur capture, bien qu'elle puisse être associée à des arrachages accidentels de zostères, n'est pas susceptible d'altérer directement la pérennité des herbiers de zostères marines. Les graines et les pieds de zostères marines peuvent cependant être récoltés pour des projets de transplantation visant à restaurer les herbiers marins dans des zones dénudées. Cette collecte, peu développée en France, a un faible impact sur les herbiers sources. Ainsi, la **résistance** de cet habitat au prélèvement d'espèces cibles est haute et la **résilience** très haute. **De ce fait, la sensibilité des herbiers de zostères marines au prélèvement d'espèces ciblées par la pêche est très faible.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Aucune	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Les herbiers abritent des espèces de bivalves commerciales. Leur pêche utilise des méthodes de pêche non ciblée qui entrainent le prélèvement des pieds de zostères. Les habitats de zostères ne dépendent pas d'autres organismes, mais leur collecte accidentelle peut nuire au biotope. **La résistance est donc nulle, la résilience faible et la sensibilité haute.**

3.2.5 Les bancs de maërl

Les bancs de maërl présents dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys appartiennent aux HIC 1110 « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » et 1160 « Grandes criques et baies peu profondes ». Ces HIC correspondent respectivement aux habitats de la typologie NatHab-Atlantique « B3-4 Bancs de maërl sur sables grossiers et graviers infralittoraux » et « B4-3 Bancs de maërl sur sables grossiers et graviers infralittoraux » (Michez et al., 2019).

Ces bancs de maërl résultent de l'accumulation de thalles ramifiés et libres d'algues corallinacées (Grall, 2009) (Figure 24). Dans des conditions semi-abritées, les bancs de maërl sont essentiellement constitués par l'espèce *Lithothamnion corallioides* alors que dans des conditions plus ouvertes ils sont dominés par l'espèce *Phymatolithon calcareum.* Dans les deux configurations, d'autres espèces de maërl peuvent être présentes (*Phymatolithon lusitanicum, Lithophyllum fasciculatum*) (La Rivière et al., 2022). Le maërl a besoin de lumière pour réaliser le cycle de la photosynthèse. Par conséquent, sa répartition bathymétrique dépend de la clarté de l'eau et n'excède pas une trentaine de mètres (Grall, 2002). Les brins de maërl s'accumulent généralement au-dessus de sédiments meubles, constitués de sables grossiers et de graviers, ou de sédiments hétérogènes envasés. Les bancs de maërl accueillent une diversité floristique et faunistique exceptionnelle, puisque plus de 1000 espèces y ont été recensées sur les côtes Bretonnes (Grall, 2009). La faune associée à cet habitat est essentiellement composée d'éponges, de cnidaires, de siponcles, de polychètes, de crustacés, de mollusques, d'échinodermes et d'ascidies.

Dans le cadre du présent marché, les contours des principaux bancs de maërl connu dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys ont été redéfinis avec précision. Ainsi, 4 bancs distincts ont été recensés (Figure 25) :

- Au nord de l'île d'Irus ;
- Au nord-ouest de l'île Longue ;
- En face de la plage de Saint-Pierre, à Locmariaquer et à l'est de l'île du Mousker, à Saint-Philibert ;
- En face de la plage de Kervert, sur la presqu'île de Rhuys.

Les bancs de maërl situés à l'extérieur du golfe du Morbihan, en face de la plage de Saint-Pierre (Locmariaquer et Saint-Philibert) et en face de la plage de Kervert (Presqu'île de Rhuys) correspondent à l'habitat « B3-4 Bancs de maërl sur sables grossiers et graviers infralittoraux » alors que les bancs de maërl localisés à l'intérieur du golfe du Morbihan sont probablement plus proches de l'habitat « B4-3 Bancs de maërl sur sédiments hétérogènes envasés ».

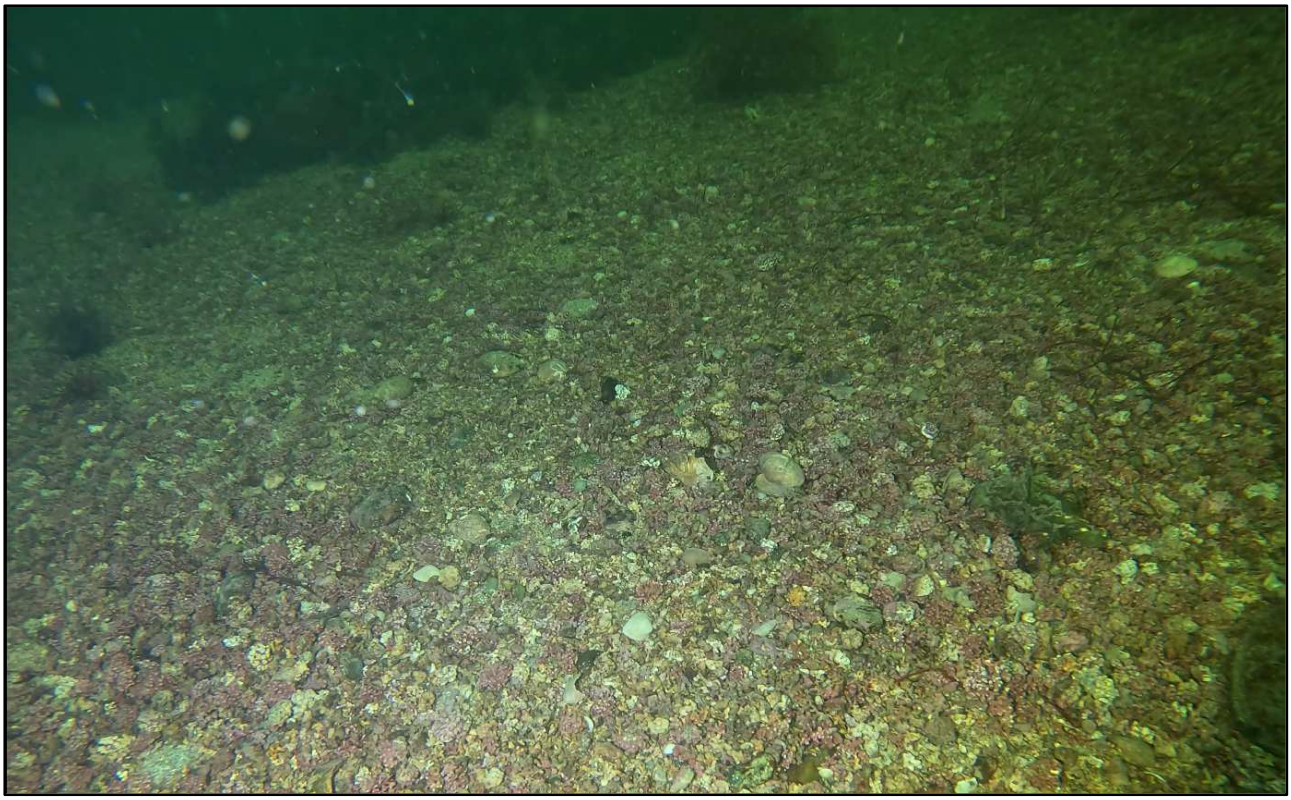


Figure 24 : Banc de maërl photographié dans le golfe du Morbihan © TBM environnement – 2024.

Historiquement, les bancs de maërl du golfe et de ses abords étaient exploités pour amender les cultures et de la pêche à la drague y était pratiquée (Cosson et al., 2013). Ces pratiques ne sont plus exercées aujourd'hui, ce qui est bénéfique puisqu'elles détruisaient les bancs de maërl. Malgré cela, ces bancs sont toujours soumis à plusieurs types de pressions auxquelles ils peuvent être sensibles. L'évaluation de la sensibilité à ces pressions est présentée du Tableau 43 au Tableau 46.

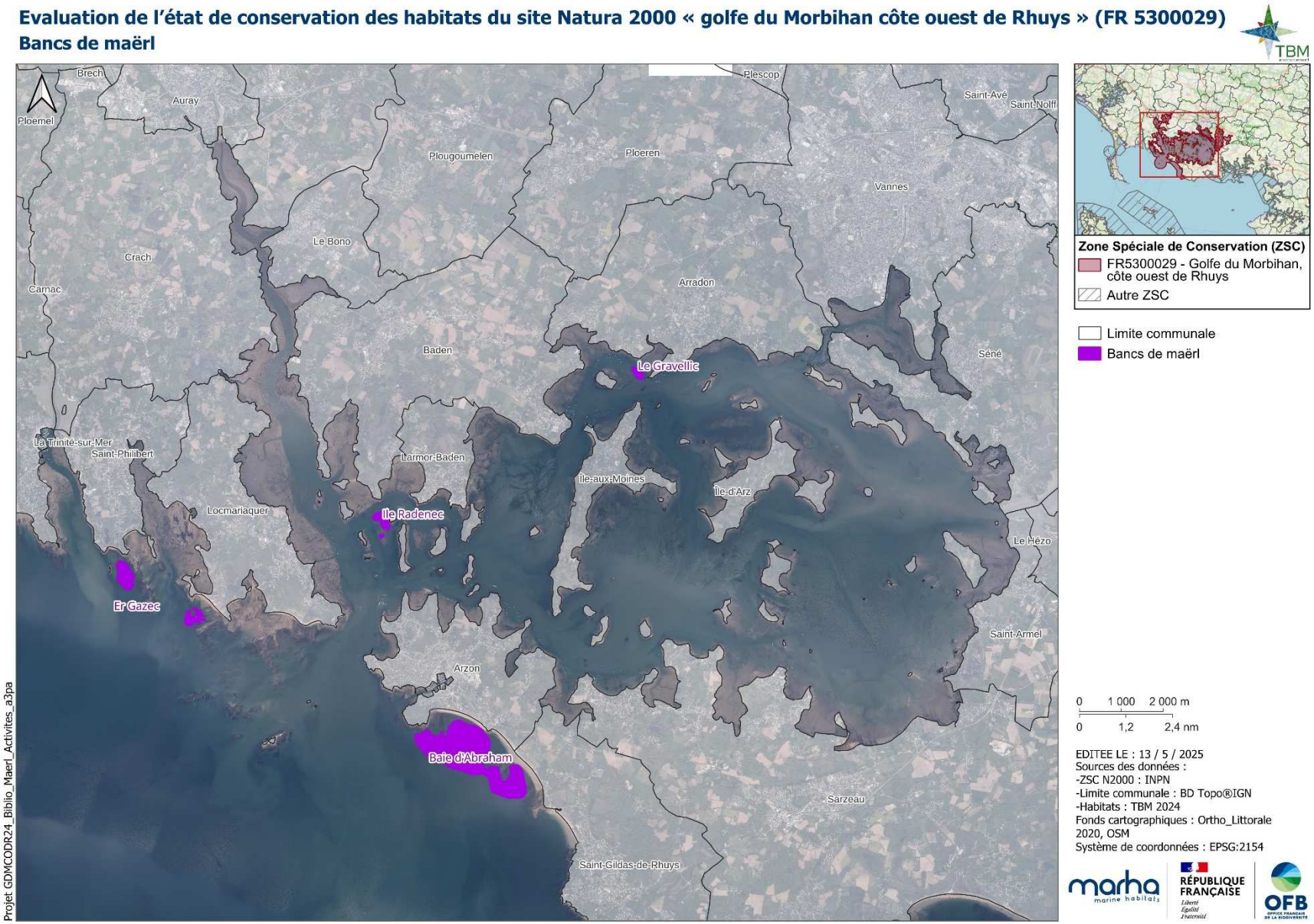


Figure 25 : Cartographie des bancs de maërl de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (réalisée en 2024).

Tableau 43 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	Haute à Aucune	*Faible*	Très haute à Aucune	*Faible*	Faible à Très Haute	*Faible*	La **résistance** aux pressions de tassement dépend particulièrement de la nature du substrat sous-jacent. Si le banc de maërl repose sur des sables grossiers et graviers alors il est très résistant à la compression alors qu'en revanche s'il repose sur des sédiments hétérogènes envasés il n'a aucune résistance car les conditions hydroclimatiques ne permettent pas aux thalles d'être de nouveau exposés à la lumière. De la même manière, la **résilience** est très haute si le banc de maërl repose sur des sables grossiers et graviers et inexistante si celui-ci repose sur des sédiments hétérogènes envasés. En effet, la recolonisation nécessite plus de 25 ans en raison de la très faible vitesse de croissance du maërl (environ 200 µm/an). **La sensibilité est très faible pour du maërl sur sables grossiers et graviers et très haute pour du maërl sur sédiments hétérogènes envasés.**
	Abrasion superficielle (M5)	Faible	*Haut*	Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	L'abrasion superficielle altère uniquement la communauté d'épifaune abritée par le maërl et constituée d'espèce longivives. Néanmoins, cela altère la vitalité générale du banc de maërl, qui est un paramètre essentiel au maintien du banc dans le temps. Ainsi, les bancs de maërl ont une faible **résistance** à cette pression. De plus, la **résilience** de la communauté associée aux bancs de maërl est faible car elle est estimée à plus de 10 ans en cas de persistance de la pression d'abrasion. **La sensibilité des bancs de maërl à cette pression est haute.**
	Abrasion peu profonde et profonde (M6 et M7)	Aucune	*Haut*	Aucune	*Haut*	Très haute	*Haut*	L'abrasion, qu'elle soit peu profonde ou profonde altère la partie vivante et la matrice du maërl, ce qui entraîne une destruction de l'habitat (aucune **résistance**) (Grall, 2009). La **résilience** est nulle car elle est estimée à plus de 25 ans, en raison du très faible taux de croissance du maërl. **La sensibilité des bancs de maërl à ces pressions est très haute** (Miquerol et al., 2023).

Tableau 44 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les espèces caractérisant cet habitat n'ont pas de perception auditive, mais les vibrations peuvent avoir un impact. Cependant, aucune étude n'existe pour étayer cette évaluation.
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Non évalué	-	Non évalué	-	Non évalué	-	En règle générale, l'eutrophisation réduit la richesse spécifique des habitats marins de 30 à 50 % (Johnston et Roberts, 2009). Dans les bancs de maërl voisins de fermes piscicoles, Hall-Spencer et al. (2006) ont constaté une accumulation de matières organiques, une augmentation importante de la faune charognarde (p.ex. crabes) et une réduction de la biodiversité, notamment des petits crustacés, au profit d'espèces tolérantes à l'enrichissement organique comme *Capitella* sp.. La majorité des bancs de maërls proches des fermes étaient morts et obstrués par des sédiments anoxiques. En Bretagne, Grall et Hall-Spencer (2003) notent que deux bancs de maërl situés directement sous des rejets d'eaux usées sont passés de dépôts denses de maërl vivant dans les années 1950 à des boues hétérogènes avec des fragments de maërl enfouis sous plusieurs centimètres de sédiments fins et des communautés pauvres en espèces. Les effets de l'eutrophisation sur les bancs de maërl sont difficiles à distinguer de ceux de l'enrichissement organique et de la sédimentation. Bien que l'enrichissement en nutriments puisse avoir des effets négatifs sur les communautés, l'impact direct sur le maërl reste incertain. **Ainsi, la résistance, la résilience et la sensibilité à cette pression ne sont pas évaluées.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Aucune	*Haut*	Aucune	*Haut*	Très Haute	*Haut*	En règle générale, l'eutrophisation réduit la richesse spécifique des habitats marins de 30 à 50 % (Johnston et Roberts, 2009). Dans les bancs de maërl voisins de fermes piscicoles, Hall-Spencer et al. (2006) ont constaté une accumulation de matières organiques, une augmentation importante de la faune charognarde (e.g., crabes) et une réduction de la biodiversité, notamment des petits crustacés, au profit d'espèces tolérantes à l'enrichissement organique comme *Capitella sp.*. La majorité des bancs de maërls proches des fermes étaient morts et obstrués par des sédiments anoxiques. En Bretagne, Grall et Hall-Spencer (2003) notent que deux bancs de maërl situés directement sous des rejets d'eaux usées sont passés de dépôts denses de maërl vivant dans les années 1950 à des boues hétérogènes avec des fragments de maërl enfouis sous plusieurs centimètres de sédiments fins et des communautés pauvres en espèces. Il n'existe pas ou peu de données sur l'enrichissement organique naturel des bancs de maërl. Néanmoins, les données ci-dessus suggèrent que l'eutrophisation engendre une perte des bancs. Ainsi, si cette pression concerne tout ou partie d'un banc de maërl alors la **résistance** et la **résilience** sont nulles. En effet, au vu de la faible vitesse de croissance du maërl (environ 200 µm/an), le temps nécessaire au retour à l'état d'origine de l'habitat est supérieur à 25 ans. **De ce fait la sensibilité à cette pression est très haute.**

Tableau 45 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Modérée à Faible	*Moyen*	Aucune	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Une étude menée sur le banc de maërl sur vase du Roz en rade de Brest a mis en évidence qu'une importante accumulation de macrodéchets sur le fond peut causer une nette dégradation de l'état de conservation de cet habitat (Sagan et al., 2024). En effet, ces déchets généraient du ragage et de l'écrasement, ce qui a particulièrement affecté les brins de maërl (Sagan et al., 2025). De ce fait, il est possible d'estimer que les bancs de maërl ont une **résistance** modérée à faible face à une forte accumulation de macrodéchets. De plus, la **résilience** face à cette pression est nulle car en l'absence d'un retrait des déchets, le maërl initialement présent ne peut se reconstituer. **Ainsi, la sensibilité de cet habitat face à une forte accumulation de macrodéchets sur le sédiment est haute.**
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Faible	*Faible*	Très Faible	*Faible*	Haute	*Faible*	Sur la partie supérieure de l'estran, la couverture de l'algue encroûtante *Phymatolithon lenormandii* a significativement diminué après une exposition de deux ans à 129,4 µg/l de diesel (Bokn et al., 1993). Plusieurs études ont observé des blanchiments et de la mortalité chez des algues corallinacées après des marées noires (Felder et al., 2014). Néanmoins, un rétablissement rapide des algues encroûtantes a été observé, suggérant que seules les couches superficielles ont été affectées et non les individus entiers (Crump et al., 1999). De la même façon, les dispersants engendrent des mortalités chez *Corallina* et *Lithophyllum* (Smith, 1968). Bien que les effets des hydrocarbures n'aient jamais été évalués sur les espèces formant les bancs de maërl, les résultats obtenus sur des espèces similaires ont été extrapolés. **La résistance des bancs de maërl à cette pression est faible, leur résilience est très faible et leur sensibilité est haute.**
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Modérée	*Faible*	Très Faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les traitements antiparasitaires utilisés dans les fermes piscicoles réduisent significativement la photosynthèse de l'espèce formant le maërl *Lithothamnion soriferum,* mais de façon temporaire. Toutefois, des blanchiments ont été observés 28 jours plus tard, indiquant potentiellement la mort des algues corallinacées (Legrand et al., 2022). **La résistance à des composés de synthèse est modérée, la résilience très faible et la sensibilité modérée.**

Tableau 46 : Evaluation de la sensibilité des bancs de maërl aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Aucune	*Haut*	Aucune	*Haut*	Très Haute	*Haut*	L'espèce invasive *Crepidula fornicata* peut coloniser les bancs de maërl et entrainer la mort des thalles par envasement, réduisant de fait la biodiversité du milieu (Grall et Hall-Spencer, 2003). Par ailleurs, Peña et al. (2014) ont identifié onze espèces d'algues invasives sur les bancs de maërl du Nord-Est Atlantique, dont *Sargassum muticum*. **La résistance et la résilience des bancs de maërl aux espèces invasives est nulle. La sensibilité est très haute.**
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Aucune étude ne permet d'évaluer la sensibilité des bancs de maërl aux pathogènes.
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Aucune	*Haut*	Aucune	*Haut*	Très Haute	*Haut*	Kamenos et al. (2003) ont montré que le prélèvement de coquilles Saint-Jacques ou de praires sur des bancs de maërl impactait leur structure tridimensionnelle, ce qui réduisait leur biodiversité. Toutefois, cette diminution n'est pas directement reliée au prélèvement de ces espèces cibles mais aux effets des engins de pêche. En Bretagne, plusieurs bancs de maërl ont subi des extractions, comme le banc des Glénans, qui est passé d'un gravier propre à un sable boueux dominé par des organismes filtreurs et omnivores en 30 ans. Grall & Hall-Spencer (2003) avaient estimés que ces bancs pourraient être complètement supprimés en 50 à 100 ans si l'extraction continuait à ce rythme. **Ainsi, cet habitat n'est pas directement sensible au prélèvement d'espèces de bivalves commerciales mais des extractions de maërl sont extrêmement destructrices. La résistance et la résilience sont qualifiées de nulles, ce qui donne une évaluation de sensibilité très haute.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Haute	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	La pêche à la drague dans le bancs de maërl est susceptible de prélever des espèces sessiles et vagiles non visées par la pêche. Néanmoins, bien qu'elles engendrent de nombreuses pressions physiques, ces dragues ne remontent pas directement de maërl. De ce fait, cette pression n'engendre pas le prélèvement de la principale espèce caractéristique de cet habitat. La **résistance** et la **résilience** sont donc estimées comme hautes. De ce fait, la **sensibilité** à cette pression est faible.

3.2.6 Les sédiments meubles subtidaux

Les sédiments meubles subtidaux étudiés dans le lot n°1 du présent dossier appartiennent aux HIC 1110 « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » et 1160 « Grandes criques et baies peu profondes » et correspondent à l'habitat de la typologie NatHab-Atlantique « B3-2 Sables grossiers et graviers infralittoraux » (Figure 26 ; Michez et al., 2019). Nous ne disposons pas de suffisamment d'informations pour attribuer d'autres habitats de la typologie NatHab-Atlantique à ces sédiments meubles subtidaux. Aussi, l'analyse de la sensibilité des sédiments meubles subtidaux aux pressions anthropiques se basera sur l'habitat « B3-2 ».

Ces sédiments meubles sont généralement présents entre 10 et 25 mètres de profondeur et peuvent être soumis à un fort hydrodynamisme, dû aux courants de marées (La Rivière et al., 2022). Cet habitat peut se décliner en plusieurs sous-habitats, selon les espèces caractéristiques présentes. Ainsi, plus la proportion de particules fines est importante et plus les polychètes sont dominants, au détriment des bivalves. Cet habitat peut ainsi abriter le céphalocordé *Branchiostoma lanceolatum*, des cnidaires (p.ex. *Halcampa chrysanthellum*), des bivalves (p.ex. *Moerella donacina, Glycera lapidum*), des polychètes (p.ex. *Hesionura elongata, Microphthalmus similis*) ou encore des crustacés (p.ex. *Iphinoe trispinosa, Diastylis bradyi)* (La Rivière et al., 2022).



Figure 26 : Prélèvement à la benne réalisé dans les sédiments subtidaux suivis dans le lot n°1 © TBM environnement – 2024.

Tableau 47 : Evaluation de la sensibilité des sédiments meubles subtidaux aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles des fonds marins)	Tassement (M4)	Haute	*Faible*	Très haute	*Faible*	Très faible	*Faible*	Les sédiments meubles subtidaux sont peu vaseux et de ce fait peu compactables. Ainsi, un tassement n'aura probablement que peu d'effet sur la structure de cet habitat, ainsi que sur les espèces endogées qui le caractérisent (haute **résistance**). Comme cette pression ne détériore par particulièrement l'habitat, la **résilience** est très haute. **En conséquence, la sensibilité des sédiments meubles subtidaux au tassement est supposée très faible.** Toutefois, il manque encore des études scientifiques pour étayer ces suppositions.
	Abrasion superficielle (M5)	Modérée	*Faible*	Très haute	*Faible*	Faible	*Faible*	L'abrasion superficielle n'est pas susceptible de modifier la structure de cet habitat. En revanche, elle peut endommager certaines espèces de l'épifaune qui y sont associées (p.ex. *Halcampa chrysanthellum*), sans toutefois risquer de modifier la nature de l'habitat. La **résistance** à l'abrasion superficielle est donc modérée. Comme les espèces susceptibles d'être impactées ont des cycles de vie courts, la **résilience** est très haute. **La sensibilité à cette pression est faible.** Toutefois, bien que ces conclusions soient très certainement exactes, il manque encore des études scientifiques pour les étayer.
	Abrasion peu profonde (M6) et profonde (M7)	Modérée à Faible	*Haut*	Haute à Modérée	*Haut*	Faible à Modérée	*Haut*	La majorité de l'endofaune caractéristique de cet habitat est sensible à une abrasion peu profonde et toutes les espèces caractéristiques sont affectées par une abrasion profonde. De plus, l'abrasion peu profonde et profonde altèrent la structure physique de cet habitat qui a une **résistance** allant de modérée (abrasion peu profonde) à faible (abrasion profonde) (Gilkinson et al., 2005). Bien que la plupart des espèces caractéristiques des substrats meubles subtidaux aient un cycle de vie court, la perturbation physique couplée à de très fortes mortalités en cas d'abrasion profonde induise une **résilience** modérée (comprise entre 2 et 10 ans). Le moindre impact d'une abrasion peu profonde permet à ces espèces de récupérer plus rapidement, en moins de deux années (haute **résilience**). **Ainsi, la sensibilité des substrats meubles subtidaux est faible pour l'abrasion peu profonde mais modérée pour l'abrasion profonde.**

Tableau 48 : Evaluation de la sensibilité des sédiments meubles subtidaux aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les espèces caractérisant cet habitat n'ont pas de perception auditive, mais les vibrations peuvent avoir un impact. Cependant, aucune étude n'existe pour étayer cette évaluation.
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Haute	*Haut*	Haute	*Haut*	Faible	*Haut*	L'hydrodynamisme élevé entraine un appauvrissement de la faune, le milieu est ainsi défini par une faune peu diversifiée et peu abondante. Ainsi, la production primaire in-situ est probablement limitée aux microphytobenthos et à certaines macroalgues. L'enrichissement en nutriments n'entraînera donc pas d'effets significatifs sur une faune déjà appauvrie. **La résistance et la résilience sont hautes et la sensibilité est faible.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Haute	*Haut*	Haute	*Haut*	Faible	*Haut*	Les dépôts organiques sont susceptibles d'être rapidement éliminés par l'action des vagues, bien qu'en cas de faible hydrodynamisme, un dépôt organique puisse être rapidement colonisé par des oligochètes ou des amphipodes. **L**a production primaire in-situ est probablement limitée aux microphytobenthos et à certaines macroalgues. L'apport de matière organique servirait donc principalement de source de nourriture pour les polychètes qui se nourrissent de dépôts. Borja et al. (2000) et Gittenberger et Van Loon (2011) ont classé les polychètes *Glycera alba, Glycera lapidum* et *Spiophanes bombyx* comme des espèces tolérantes à l'enrichissement en matière organique excédentaire**. La résistance et la résilience du biotope sont hautes car l'enrichissement est susceptible de durer très peu de temps. La sensibilité est faible.**
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments métalliques (C1)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.

Tableau 49 : Evaluation de la sensibilité des sédiments meubles subtidaux aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Modérée	*Faible*	Très faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	L'instabilité sédimentaire du milieu limite l'établissement d'espèces invasives non indigènes, à l'exception des espèces résistantes à l'érosion. De la même façon, les faibles teneurs en matière organique du milieu sont défavorables à l'établissement d'espèces non-natives. Bohn et al. (2015) ont toutefois suggéré que des densités élevées de *Crepidula fornicata* dans des environnements à forte énergie étaient possibles en zone subtidale. Dans l'ensemble, aucune preuve n'indique que ce biotope soit affecté négativement par des espèces non indigènes. La **résistance** est modérée car l'hydrodynamisme est défavorable à l'établissement de ces espèces. La **résilience** est très faible, bien qu'aucune espèce invasive n'ait encore colonisé ce type de biotope. **La sensibilité est modérée.**
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Modérée	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Aucune preuve n'a été trouvée concernant les espèces de polychètes caractéristiques de ce biotope. Berilli et al. (2000) a observé des mortalités anormales chez le bivalve *Chamelea gallina* dans les bancs naturels de la mer Adriatique, en lien avec des protozoaires provoquant des problèmes respiratoires. Chez les mollusques adultes, les maladies bactériennes sont fréquentes durant leur phase larvaire, mais elles semblent avoir un impact limité une fois adultes (López-Flores et al., 2004). Les pathogènes peuvent provoquer des mortalités et entraîner un léger déclin de la richesse ou de l'abondance des espèces dans le biotope. **Cependant, comme il n'existe aucune preuve de mortalités massives des espèces caractéristiques qui entraîneraient un changement de classification de l'habitat, sa résistance est modérée, sa résilience est haute et sa sensibilité est faible.**
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Faible	*Faible*	Haute	*Faible*	Modérée	*Faible*	Le milieu est défini par des assemblages pauvres, comprenant notamment la présence occasionnelle et éphémère de polychètes robustes, de bryozoaires encroûtants ou d'anémones. À l'exception des polychètes tels que *Nephtys cirrosa*, qui font l'objet d'un prélèvement pour les appâts de pêche, le milieu ne fait pas l'objet de prélèvements ciblés ou non ciblés. La **résistance** est faible, la **résilience** est haute car la récupération des polychètes peut être rapide**. En conséquence, la sensibilité est modérée.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Faible	*Moyen*	Haute	*Haut*	Faible	*Moyen*	Les espèces présentes dans cet habitat ne dépendent pas fonctionnellement les unes des autres, bien que les interactions biologiques, comme la prédation et la compétition, contribuent à structurer l'assemblage biologique. Les espèces de cet habitat étant relativement sédentaires ou peu mobiles, leur retrait est probable, bien que la position enfouie de certaines espèces leur offre une protection partielle. La **résistance** est faible, la **résilience** est haute grâce à la capacité de recolonisation rapide de certaines espèces (2 ans). **La sensibilité est faible.**

3.2.7 Les récifs intertidaux, roches à macroalgues intertidales

Les récifs intertidaux intègrent tous les habitats de l'estran qui se développent sur un substrat rocheux intertidal. Ces habitats appartiennent à l'HIC 1170 « Récifs ». Selon leur niveau d'exposition à l'hydrodynamisme, ces récifs peuvent être dominés par des algues ou par de la faune. Ainsi, les estrans rocheux abrités ou semi-abrités auront tendance à accueillir des macroalgues dominées par une succession d'espèces de fucales, dont l'étagement en ceinture dépend du niveau bathymétrique considéré (La Rivière et al., 2022 ; Figure 27). Les estrans plus exposés auront quant à eux tendance à accueillir des communautés dominées par des organismes filtreurs tels que des balanes et des bivalves, plus résistants à l'action mécanique de la houle. Lorsqu'ils accueillent des ceintures algales, les estrans rocheux bretons abritent généralement une forte diversité spécifique (La Rivière et al., 2022).

Au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, les estrans rocheux intertidaux couvrent une surface d'environ 300 ha, dont 270 ha sont exposés à l'hydrodynamisme et 30 ha sont abrités (Cosson et al., 2013). La majorité des estrans rocheux exposés sont situés à l'extérieur et vers l'entrée du golfe du Morbihan, alors que les estrans rocheux abrités sont situés dans sa partie orientale. La dernière cartographie exhaustive des récifs intertidaux de la ZSC date de 2002 et est présentée dans la Figure 29.

Pour l'analyse de la sensibilité des récifs intertidaux aux pressions anthropiques, deux habitats de la typologie NatHab-Atlantique ont été retenus. Il s'agit par ordre d'importance les habitats et « A1-3 Roches ou blocs médiolittoraux à dominance animale » et « A1-2 Roches ou blocs médiolittoraux à dominance algale ».



Figure 27 : Récif intertidal de Larmor-Baden dominé par la présence de macroalgues brunes – TBM environnement 2024.

Les récifs intertidaux du golfe du Morbihan sont soumis à des pressions physiques, chimiques et biologiques (Figure 28), lesquelles ont été présentées du Tableau 17 au Tableau 19. La sensibilité de ces récifs à ces pressions est évaluée du Tableau 50 au Tableau 52.



Figure 28 : Illustration de la présence de mouillages fixes sur un récif intertidal à Larmor-Baden – TBM environnement 2024.

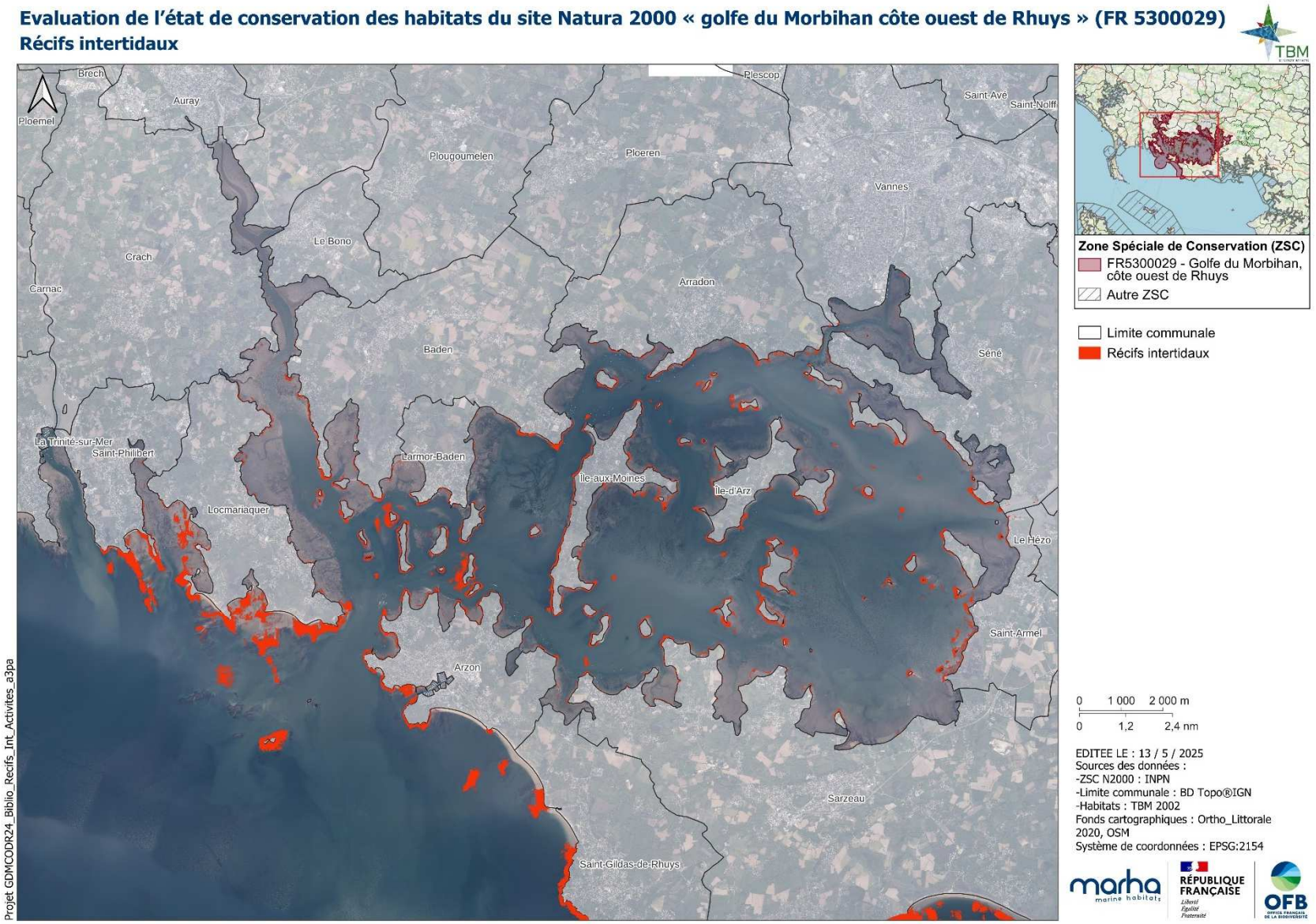


Figure 29 : Cartographie des récifs intertidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

Tableau 50 : Evaluation de la sensibilité des récifs intertidaux aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	En fonction de leur bathymétrie et de leur exposition à l'hydrodynamisme, les récifs intertidaux peuvent accueillir des communautés algales et/ou animales (Burel et al., 2020). Les macroalgues brunes sont peu résistantes au tassement car cela entraine la cassure de leurs thalles, une réduction de leur hauteur et de leur biomasse. Les organismes filtreurs caractéristiques des substrats rocheux exposés sont plus résistants, surtout s'ils sont adultes. Néanmoins, le tassement peut entrainer une dégradation de l'état des communautés, qu'elles soient algales et/ou animales (habitats "A1-2" et "A1-3"). Ainsi, la **résistance** à cette pression est modérée. Si le tassement est occasionnel et de faible envergure, le temps de récupération des macroalgues brunes est inférieur à 10 ans (**résilience** modérée), alors que celui des organismes filtreurs est inférieur à deux ans (haute **résilience**). A l'échelle des récifs intertidaux, la résilience est modérée. **La sensibilité globale des récifs intertidaux à cette pression est modérée.**
	Abrasion superficielle, (M5)	Modérée à Aucune	*Haut*	Haute à Modérée	*Moyen*	Faible à Haute	*Moyen*	Les macroalgues brunes et l'ensemble bivalves filtreurs + balanes, caractéristiques des substrats rocheux abrités et exposés (habitats "A1-2" et "A1-3") ont respectivement une **résistance** nulle et modérée à cette pression. De plus, la disparition des algues, des bivalves et des balanes peut entrainer une dégradation sévère de la qualité des habitats auxquels ces organismes sont associés (p.ex. ceintures algales et récifs biogéniques intertidaux). Si cette abrasion est occasionnelle, la **résilience** est haute pour communautés animales, qui ont généralement un cycle de vie court et moyenne (c.à.d. 2 à 10 ans) pour les macroalgues brunes, si toutes n'ont pas disparues suite à la pression et/ou si des propagules étaient abritées. Cependant, si les conditions sont défavorables (abrasion de toutes les algues et/ou prolifération d'organismes brouteurs), le temps nécessaire à la récupération des communautés algales peut largement dépasser 10 ans. **En conséquence, la sensibilité des récifs dominés par des macroalgues est haute alors que la sensibilité des récifs à dominance animale est faible.**
	Abrasion peu profonde et profonde (M6 et M7)	Aucune	*Haut*	Modérée	*Moyen*	Haute	*Moyen*	La pénétration d'un substrat rocheux ne peut s'appliquer qu'à de la roche tendre (type calcaires), ou des blocs. Toutes les espèces animales et végétales caractéristiques de ces habitats sont épigées et n'ont aucune **résistance** à l'abrasion, d'autant plus lorsque celle-ci est couplée au remaniement du substrat (pour les blocs rocheux). Après arrêt de la pression, le retour aux communautés d'origine nécessite une recolonisation qui se déroule en plusieurs phases. En effet, ce sont préalablement des espèces pionnières qui s'installeront et qui seront peu à peu remplacées par les espèces caractéristiques de communautés algales et animales à l'équilibre (climax) (Wahl, 1989 ; Kerckof et al., 2012). Ainsi, la **résilience** est modérée car le retour aux communautés d'origine nécessite généralement entre 4 et 10 ans. **La sensibilité des communautés algales et animales des substrats rocheux intertidaux aux abrasions peu profondes et profondes est haute.**
Physique - Modification des conditions hydrologiques	Modification de la charge en particules (M12)	Modérée	*Moyen*	Très Haute à Modérée	*Moyen*	Faible à Modérée	*Moyen*	L'augmentation de la charge en particules de l'eau peut altérer les capacités photosynthétiques des macroalgues brunes et colmater les branchies des organismes filtreurs. Cependant, l'exposition à la houle des récifs à dominance animale réduit le risque d'exposition à ce phénomène et les macroalgues peuvent subir des changements d'abondance sans toutefois risquer de changement du type d'habitat (Burel et al., 2020). La **résistance** globale est modérée. La **résilience** est modérée (c.à.d. 2 à 5 ans) pour les macroalgues si la pression exercée dure moins d'une année et très haute pour les organismes filtreurs. **La sensibilité est faible pour les substrats rocheux à dominance animale et modérée pour les substrats dominés par les communautés algales.**

Tableau 51 : Evaluation de la sensibilité des récifs intertidaux aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les espèces caractérisant cet habitat n'ont pas de perception auditive, mais les vibrations peuvent avoir un impact. Cependant, aucune étude n'existe pour étayer cette évaluation.
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Haute	*Haut*	Haute	*Haut*	Faible	*Haut*	L'enrichissement en nutriments favorise les algues éphémères à croissance rapide comme *Ulva lactuca et Ulva intestinalis* (Kraufvelin, 2007) ainsi que les algues filamenteuses libres et les microalgues épiphytes (Rohde et Wahl, 2008). Cela intensifie la compétition pour la lumière et l'espace, défavorisant les espèces pérennes comme *Fucus vesiculosus* (Berger et al., 2001). Les nutriments favorisent aussi les biofilms sur les frondes de *Fucus* et augmentent les espèces brouteuses tout en inhibant la fixation des spores et le développement initial de l'algue (Bergström et al., 2003). Cependant, des communautés intertidales bien établies peuvent persister malgré ces impacts et maintenir leurs fonctions écologiques (Bokn et al., 2003). Par conséquent, la **résistance** est évaluée comme haute. En raison de cette haute **résistance**, aucune récupération n'est nécessaire, et la **résilience** est également évaluée comme haute. **Ainsi, la sensibilité globale du biotope est jugée faible.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	L'enrichissement organique des côtes rocheuses intertidales entraîne généralement une réduction de la diversité des espèces et la domination d'algues à croissance rapide comme les Ulves (Archambault et al., 2001). En mer Baltique, l'eutrophisation favorise les algues éphémères au détriment des algues pérennes comme *Fucus vesiculosus*, perturbant ainsi leur développement (Kraufvelin, 2007). Cet enrichissement entraîne aussi la formation de biofilms et peut inhiber la fixation des spores de Fucus. Bien que les communautés intertidales réagissent rapidement à ces changements, elles peuvent maintenir leurs fonctions écologiques si elles sont en bonne santé (Bokn et al., 2003). En raison des impacts négatifs possibles associés à l'excès de carbone organique, la **résistance** et le **résilience** sont évaluées comme modérée. **Ainsi, la sensibilité des récifs intertidaux à cette pression est modérée.**
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments métalliques (C1)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.

Tableau 52 : Evaluation de la sensibilité des récifs intertidaux aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Haute	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Les algues caractéristiques des récifs intertidaux (notamment les fucales) sont généralement assez résistantes à la prolifération d'algues non indigènes (p.ex. *Undaria pinnatifida*). Cependant, des études montrent que la densité de *Fucus vesiculosus* diminue en présence de *Sargassum muticum* et de *Gracilaria vermiculophylla* (Stæhr et al., 2000 ; Hammann et al. 2013). En outre, bien qu'il existe de nombreuses espèces de faune considérées comme « invasives avérée », peu d'études rendent compte de leurs effets potentiels sur la pérennité des communautés caractéristiques des récifs intertidaux (Bretagne-environnement.fr). Toutefois, Lejart (2009) a démontré qu'en Rade de Brest l'huître creuse *Magallana gigas* n'impactait l'abondance de la macrofaune associée qu'une fois le substrat presqu'entièrement recouvert. La présence de cette espèce ne serait cependant pas responsable de la régression généralisée des fucales sur les côtes bretonnes (Lejart, 2009). Ces éléments permettent d'estimer que les récifs intertidaux sont hautement **résistants** et **résilients** à l'arrivée des espèces non indigènes déjà présentes sur les côtes bretonnes. **Ainsi, la sensibilité de ces récifs à ces espèces non indigènes est considérée comme généralement faible**. Cependant, il est peu aisé d'estimer quelle peut-être la sensibilité de cet habitat à l'arrivée de nouvelles espèces non-indigènes.
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Haute	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Il y a peu d'informations sur les infections chez les espèces de *Fucus* et sur la faune associée aux récifs exposés (Wahl et al., 2012). Des nématodes parasites causant des galles sur *Fucus serratus* ont été identifiés dans le sud-ouest de la Grande-Bretagne. Plus récemment, Zuccaro et al. (2008) ont trouvé plusieurs espèces fongiques associées à *Fucus serratus*. Jusqu'à présent, aucune mortalité n'a été liée à l'introduction de pathogènes microbiens. **La résistance et la résilience sont hautes, et de ce fait la sensibilité est faible.**
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Aucune	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	La récolte commerciale des algues, comme *Fucus vesiculosus*, affecte les écosystèmes marins en supprimant les canopées algales, ce qui réduit la production primaire et la respiration des communautés, et altère la diversité des espèces (Stagnol et al., 2013). La disparition de ces canopées perturbe également les espèces dépendantes, comme les suspensivores et les algues sous-jacentes. La récolte affecte aussi les espèces comme *Patella vulgata*, qui joue un rôle crucial dans la structure du biotope en régulant les algues et la colonisation des patelles**.** La suppression de la canopée de *Fucus vesiculosus* ou de *Patella vulgata* modifie profondément la composition de la communauté du biotope. La moule *Mytilus edulis* est trop dispersée dans ce biotope pour être ciblée par la récolte commerciale. Cependant, il peut y avoir une collecte manuelle de cette espèce ainsi que des espèces comestibles comme le bigorneau comestible *Littorina littorea*. Des algues comestibles, comme le carragheen (*Chondrus crispus*) et la dulse (*Palmaria palmata*), peuvent également être récoltées. Étant donné que ces espèces sont généralement présentes en faibles densités, il n'est pas prévu que la récolte entraîne des effets écologiques significatifs. Dans tous les cas, la **résistance** au prélèvement est nulle. La **résilience** est évaluée comme modérée, car la récupération ne commence que lorsque la pression de récolte est levée. **Ainsi, la sensibilité globale est modérée.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Faible	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Modérée	*Moyen*	Les ceintures de fucales, qui sont caractéristiques des récifs intertidaux peu exposés, peuvent être arrachées accidentellement lors de la récolte d'autres espèces de faune ou de flore (p.ex. pêche aux étrilles ou récolte d'algues). En outre, le retournement des blocs rocheux pour la recherche d'espèces cibles peut entrainer des mortalités importantes des communautés faunistiques et floristiques, notamment si ceux-ci ne sont pas remis en place (Vivarmor). Ainsi, les récifs intertidaux ont une faible **résistance** à cette pression si celle-ci est conséquente et récurrente. De plus, après arrachage ou retournement des blocs rocheux, la **résilience** est modérée car elle nécessite plusieurs années. **Ainsi, la sensibilité est dévaluée comme modérée.**

3.2.8 Les récifs subtidaux, roches à macroalgues subtidales et faciès à gorgones

La ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys abrite des récifs subtidaux qui appartiennent à l'HIC 1170 « Récifs ». Ces récifs sont représentés par de nombreux habitats de la typologie NatHab-Atlantique. Les principaux habitats de cette typologie présents dans le golfe et retenus pour l'évaluation de la sensibilité des récifs intertidaux sont « B1-4 Laminaires de l'infralittoral inférieur », « B1-5 Roches ou blocs infralittoraux à couverture végétale autre que les laminaires », « B1-6 Roches ou blocs infralittoraux à dominance animale » et « C1-1 Roches ou blocs circalittoraux côtiers à gorgonaires, *Pentapora fascialis* et algues sciaphiles » (Michez et al., 2019). Etant donné que les récifs infralittoraux à dominance algale ou à dominance de macrofaune sont assez différents des récifs à gorgonaires, ils sont présentés séparément.

Les récifs infralittoraux à dominance algale sont très présents dans les zones rocheuses subtidales de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (Figure 30). Ils sont recouverts de laminaires (p.ex. *Saccorhiza polyschides*) et/ou de macroalgues brunes et rouges (p.ex. *Halidrys siliquosa*, *Solieria chordalis, Chondrus crispus, Dictyopteris polypodiodes*), en fonction des conditions environnementales (p.ex. disponibilité en lumière, force des courants, etc.) (La Rivière et al., 2022). A ces communautés de macroalgues sont associées diverses espèces de la macrofaune vagile et sessile, sans toutefois que ces espèces soient caractéristiques. Une partie des récifs et tombant de l'étage subtidal sont quant à eux dominés et caractérisés par la présence d'une faune sessile. De tels récifs sont particulièrement présent dans des milieux plus turbides ou dans des zones de fort hydrodynamisme (La Rivière et al., 2022). Ils peuvent également se développer en mosaïque avec des habitats à laminaires, lorsque les stipes de celles-ci sont suffisamment hauts pour permettre leur développement. Ces récifs sont notamment caractérisés par la présence d'ascidies (p.ex. *Ascidiella aspersa*), de cnidaires (p.ex. *Corynactis viridis, Alcyonium digitatum*), de crustacés (p.ex. *Inachus palangium, Necora puber, Balanus crenatus*), de spongiaires (p.ex. *Cliona celata*) ou de polychètes (p.ex. *Spirobranchus triqueter*) (La Rivière et al., 2022). La dernière cartographie exhaustive des récifs subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys date de 2002. Elle avait permis de mettre en évidence qu'ils sont majoritairement présents à proximité de l'entrée du golfe, ainsi qu'autour de l'île de Méaban et le long des côtes de Saint-Philibert et de d'Arzon (Figure 32).

L'habitat « C1-1 Roches ou blocs circalittoraux côtiers à gorgonaires, *Pentapora fascialis* et algues sciaphiles » est présents dans le golfe du Morbihan le long de plusieurs tombants, à partir d'une quinzaine de mètres de profondeur (Figure 31). Ces récifs subtidaux à gorgonaires sont particulièrement représentés sur trois tombants rocheux, à savoir :

- Les sites des Gorets et de Grégan, tous deux localisés au sud de l'île longue ;
- Le site de l'île Brannec.

Sur ces tombants, la principale espèce caractéristique de cet habitat est la gorgone *Enicella verrucosa*, qui forme de vastes champs. A ces gorgones sont associées des espèces de

spongiaires (p.ex. *Axinella dissimilis*, *Stelligera stuposa*), d'anthozoaires, d'hydraires et de bryozoaires. En outre, cet habitat abrite des algues rouges sciaphiles, de petite taille, dont la densité diminue à mesure que la profondeur augmente (La Rivière et al., 2022).

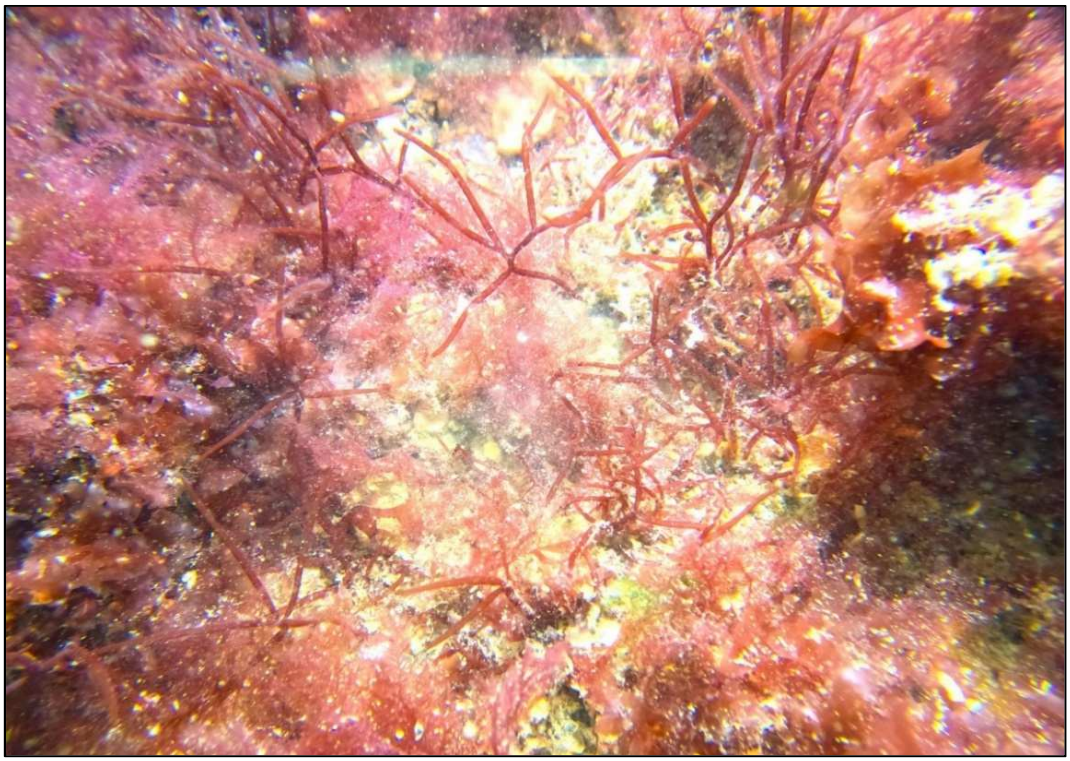


Figure 30 : Macroalgues rouges sur des récifs subtidaux du golfe du Morbihan © TBM environnement – 2024.



Figure 31 : Champ de gorgones localisé sur le site de plongée des Gorets dans le golfe du Morbihan © TBM environnement – 2024.

Les récifs subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys sont soumis à diverses pressions physiques, chimiques et biologiques. La sensibilité des récifs subtidaux à ces pressions est discutée pour les récifs à macroalgues et à dominance animale de l'étage infralittoral d'une part, et pour les tombants à gorgones d'autre part. Ainsi, la sensibilité des récifs infralittoraux est présentée du Tableau 53 au Tableau 56 alors que la sensibilité des tombants à gorgones est discutée du Tableau 57 au Tableau 59.

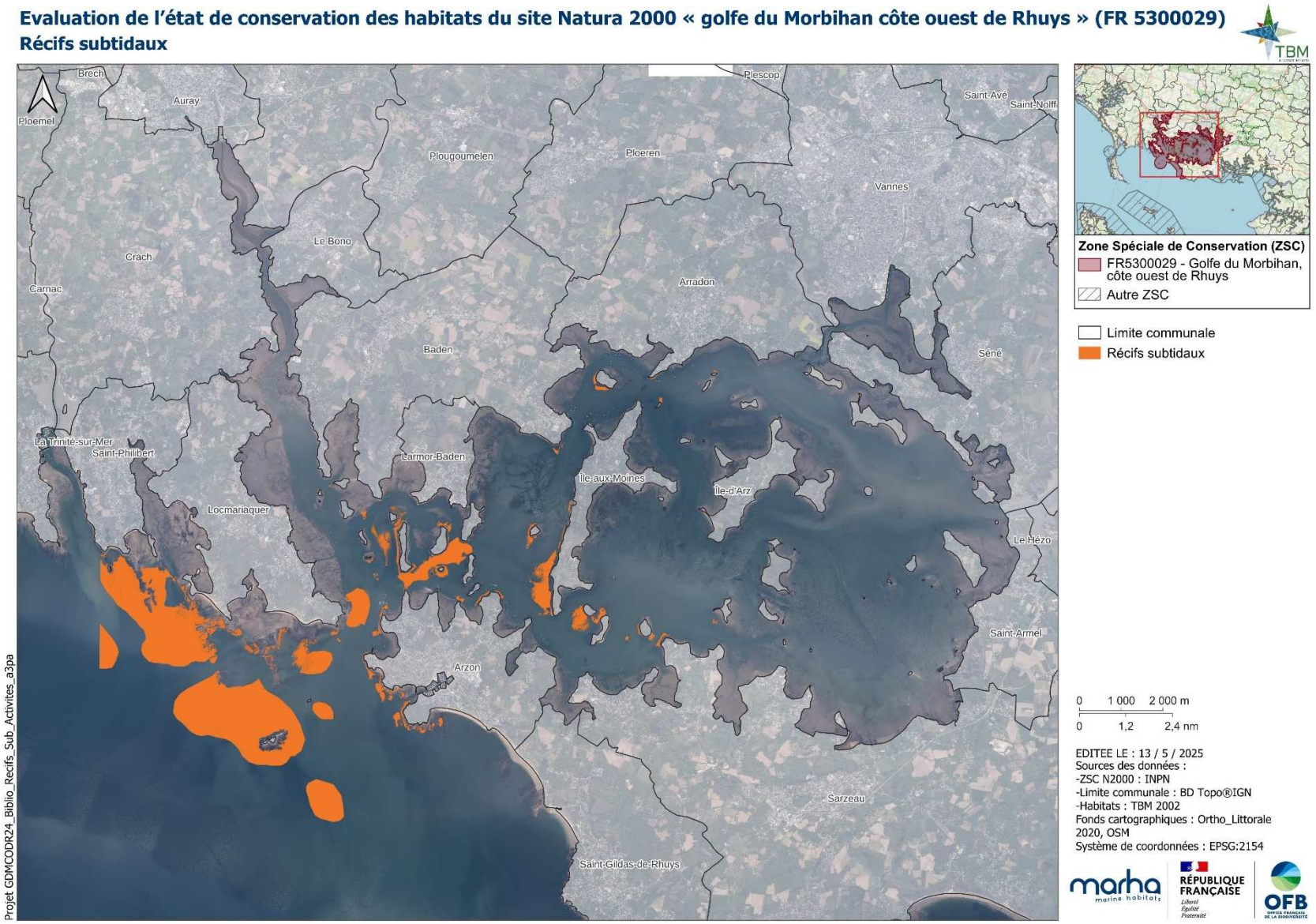


Figure 32 : Cartographie des récifs subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002).

Tableau 53 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	Modérée	*Faible*	Haute à Modérée	*Faible*	Faible à Modérée	*Faible*	De manière générale les macroalgues infralittorales (brunes ou rouges) sont assez résistantes à la compression si celle-ci est modérée et non répétée (Perry et Tillin, 2015 ; Stamp, 2015). Néanmoins, cette pression peut endommager leurs frondes et diminuer la couverture végétale des habitats à dominance algale. Pour les récifs subtidaux à dominance animale, la compression peut détruire la majorité des espèces caractéristiques, sans toutefois modifier le type d'habitat. Pour ces raisons, la **résistance** à la pression de tassement est modérée à la fois pour les récifs subtidaux à laminaires ou autres macroalgues et pour les récifs à dominance animale. La résilience face aux dommages causés par le tassement est plus importante pour les habitats à dominance de macroalgues, en comparaison aux habitats à dominance animale. En effet, cette pression n'entraîne pas ou peu de mortalités chez les macroalgues alors qu'elle élimine une partie de la faune lorsque celle-ci n'est pas protégée par une canopée algale. De ce fait, il faut généralement moins de deux ans aux algues pour retrouver leur état initial (haute **résilience**), là où la macrofaune sessile a besoin d'environ 5 ans (**résilience** modérée). **En conséquence, la sensibilité varie de faible pour les récifs subtidaux à macroalgues, à modérée pour les récifs à dominance animale.**
	Abrasion superficielle, (M5)	Faible à Aucune	*Faible*	Modérée	*Moyen*	Modérée à Haute	*Faible*	L'abrasion superficielle est très impactante pour les récifs subtidaux et ce quel que soit les espèces qui les dominent. En effet, cette pression entraîne une perte totale des laminaires, une perte importante des frondes des autres espèces de macroalgues foliacées et une perte majeure des espèces de la macrofaune sessile caractéristiques de récifs à dominance animale. En revanche, une partie des recrues de macroalgues peuvent subsister, au même titre qu'une partie de la faune associées à récifs à dominance algale. Ainsi, la **résistance** est nulle pour les récifs à laminaire et faible pour les récifs à dominance couverture algale autre que les laminaires et pour les récifs à dominance animale. Après arrêt de la pression, le retour à l'état d'origine prend de 2 à 10 ans, selon les espèces caractéristiques des récifs subtidaux (p.ex. laminaires, macrofaune sessiles ou algues rouges foliacées) (Fredriksen et al., 1995). Ainsi, la **résilience** des récifs subtidaux est modérée. **La sensibilité est haute pour les récifs dominés par des laminaires et modérée pour les récifs à autres macroalgues et à macrofaune.**
	Abrasion peu profonde et profonde (M6 et M7)	Aucune	*Haut*	Modérée	*Faible*	Haute	*Faible*	L'abrasion peu profonde et profonde ne pénètre pas les roches granitiques caractéristiques du golfe du Morbihan. En revanche, cette pression induit une action mécanique importante sur tous les organismes sessiles présents sur des récifs subtidaux, que ce soit de la faune ou de la flore. Ainsi, l'abrasion induit une destruction totale des algues et des organismes sessiles qui y sont confrontés. La **résistance** à cette pression est nulle. Après la survenue de cette pression, si la qualité du substrat est conservée et que des populations sauvages d'algues et/ou de macrofaune subsistent à proximité, le retour à l'état initial prend généralement entre 2 et 10 ans et ce quel que soit les communautés (algales ou animales) (Christie et al., 1998). La **résilience** est donc modérée. **Ainsi, l'absence de résistance et la résilience modérée des récifs subtidaux face aux pressions d'abrasion (peu profonde et profonde) induit une haute sensibilité de ces récifs.**

Tableau 54 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (1/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Modérée	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Lors d'une méta-analyse portant sur 216 articles, Johnston et Roberts (2009) ont observé une diminution de 30 à 50 % de la diversité et de la richesse des espèces dans les récifs subtidaux exposés à divers contaminants. Cependant, ils ont également noté que les communautés de macroalgues montrent une certaine tolérance à l'eutrophisation. Néanmoins, la diversité et le nombre d'espèces associées diminuent, laissant place à la domination d'espèces opportunistes et à croissance rapide. Cette dynamique contribue également à la prolifération d'algues éphémères et opportunistes, ce qui entraîne une réduction des macrophytes pérennes (Fletcher, 1987). Les herbivores de cet habitat, tels que *Patella ulyssiponensis*, peuvent toutefois limiter les effets de l'eutrophisation en réduisant la couverture d'algues invasives. Dans des expériences contrôlées, l'ajout de nutriments a réduit la couverture des algues coralligènes encroûtantes uniquement lorsque le broutage était limité. Les algues éphémères peuvent remplacer des algues rouges après des perturbations physiques comme l'abrasion, mais les fortes vagues et la dynamique de broutage empêchent leur colonisation permanente. La **résistance** est modérée et la **résilience** haute (entre 1 et 2 ans). **En conséquence, la sensibilité à cette pression est faible.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Modérée	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Lors d'une méta-analyse portant sur 216 articles, Johnston et Roberts (2009) ont observé une diminution de 30 à 50 % de la diversité et de la richesse des espèces dans les récifs subtidaux exposés à divers contaminants. L'enrichissement organique altère particulièrement les communautés animales, laissant place à la domination d'espèces opportunistes et à croissance rapide. La **résistance** est modérée mais la **résilience** est haute**. Ainsi, la sensibilité à cette pression est faible.**
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.

Tableau 55 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan (2/2).

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments métalliques (C1)	Modérée	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Les métaux lourds sont très toxiques pour les macrophytes, entraînant une réduction de leur croissance et de leur respiration. La présence de contaminants métalliques favorise la dominance des suspensivores dans la faune associée aux crampons des macroalgues brunes, tandis que les gastéropodes montrent une relative tolérance (Sheppard et al, 1980 ; Bryan, 1984). En revanche, les échinodermes, notamment *Echinus esculentus*, sont intolérants, leurs larves étant particulièrement sensibles à la contamination. **La résistance est modérée mais la résilience est haute. Conséquemment, la sensibilité à cette pression est faible.**
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Cet habitat subtidal n'est pas directement exposé au pétrole fraichement déversé mais plutôt à du pétrole émulsifié en train de couler ou adsorbé sur des particules. Cependant, un gradient décroissant de l'abondance et de la richesse de la faune des crampons de laminaires a été observé à l'approche de la marée noire de la *Sea Empress* (Sommerfield et Warwick, 1999). Les algues rouges, en particulier *Corallina officinalis*, sont sensibles à la contamination par le pétrole et les dispersants. L**a résistance et la résilience sont évaluées comme modérées et la sensibilité est de ce fait également modérée.**
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Faible	*Faible*	Faible	*Faible*	Haute	*Faible*	La faune associée aux crampons des laminaires est affectée par une pollution aux effluents halogénés, avec une richesse spécifique diminuant près des effluents, notamment chez les amphipodes. Les gastéropodes et les algues rouges sont également affectés négativement (Holt et al., 1995). Les algues rouges comme *Chondrus crispus* et *Mastocarpus stellatus* sont moins affectées par les détergents. Les herbicides et pesticides, quant à eux, sont très toxiques pour les algues et les invertébrés, notamment les crustacés et les poissons. Les algues rouges sont également sensibles aux produits chimiques comme les halogénures et les acides présents dans les effluents industriels. **La résistance et la résilience sont évaluées comme faibles et la sensibilité comme haute.**

Tableau 56 : Evaluation de la sensibilité des récifs infralittoraux à macroalgues et à dominance animale aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	La concurrence avec des organismes tels que *Celtodoryx ciocaliptoides* ou desmacroalgues invasives, telles que *Undaria pinnatifida* et *Sargassum muticum*, représente une menace potentielle pour les récifs subtidaux à dominance de macroalgues ou de faune. Dans le Limfjorden, au Danemark, *Sargassum muticum* a supplanté les macroalgues indigènes comme *Saccharina latissima*, *Halidrys siliquosa* et *Fucus* spp., ainsi que certaines espèces telles que *Codium fragile* et *Chondrus crispus*. Par ailleurs, bien que *Undaria pinnatifida* puisse potentiellement coloniser et coexister au sein d'habitats dominés par *Laminaria*, en particulier dans les zones peu profondes, elle y reste inférieure. La **résistance** des récifs subtidaux à macroalgues aux macroalgues invasives est évaluée comme faible, ce qui indique qu'une colonisation initiale est possible, bien que les informations aujourd'hui disponibles indiquent qu'elle ne perdurerait probablement pas sur le long terme. **A ce titre, la résilience est modérée ce qui se traduit par une sensibilité également modérée.**
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Modérée	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Les laminaires peuvent être affectées par des galles causées par l'endophyte *Streblonema* sp., bien que l'agent causal reste inconnu (bactéries, virus ou endophyte). L'endophyte inhibe la production de spores, ce qui réduit le recrutement et la capacité de récupération de l'espèce (Lein et al., 1991). *Echinus esculentus*, un oursin pouvant être présent dans les récifs subtidaux du golfe, est également sujet à diverses infections et parasites, tels que les copépodes parasitaires (*Asterocheres echinola*) et des maladies causées par les bactéries *Vibrio anguillarum* et *Aeromonas salmonicida*, provoquant des lésions et la mort de l'oursin. Ainsi, en cas d'introduction de pathogènes nocifs aux espèces listées, la **résistance** des récifs subtidaux est modérée mais leur **résilience** est cependant élevée. **Par conséquent, la sensibilité des récifs subtidaux à l'introduction d'agents pathogènes est faible.**
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Aucune	*Forte*	Modérée	*Forte*	Modérée	*Forte*	De manière générale, les espèces caractéristiques dans cet habitat sont fixées ou sédentaires et relativement visibles et peuvent être efficacement retirées par une seule récolte ciblée. Néanmoins, hormis les laminaires dans certaines zones (mais pas dans le golfe du Morbihan), les espèces caractéristiques de cet habitat subtidal sont peu sujettes à une pêche ciblée. Ainsi, cet habitat n'a aucune **résistance** à une pêche ciblée de ses espèces caractéristiques et a une **résilience** modérée. **De ce fait, la sensibilité est modérée.** Toutefois, il apparaît très improbable qu'une telle pression intervienne réellement dans la ZSC.
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Haute	*Faible*	Haute	*Faible*	Faible	*Faible*	Cet habitat peut accueillir des espèces visées par la pêche (p.ex. homard, araignées, bars, etc.) et la capture de ces espèces peut amener au prélèvement accidentel de certaines espèces d'algues caractéristiques des récifs subtidaux (p.ex. arrachées par des filets). Néanmoins, ces arrachages accidentels sont très probablement anecdotiques et ne sont pas susceptibles de modifier la structure et la pérennité des habitats des récifs subtidaux. Ainsi la **résistance** à cette pression est haute. De ce fait, la **résilience** l'est également. **En conséquence, la sensibilité au prélèvement accidentel d'espèces non ciblées par la pêche dans cet habitat est faible.**

Tableau 57 : Evaluation de la sensibilité des champs de gorgones aux pressions physiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Perturbations physiques (temporaires ou réversibles) des fonds marins	Tassement (M4)	Faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les gorgones (*Eunicella verrucosa*) sont caractéristiques de plusieurs tombants subtidaux du golfe du Morbihan. Elles sont sensibles au tassement mais si celui-ci reste de faible intensité il n'entraine pas de mortalité car les gorgones sont relativement souples. Cette pression peu néanmoins entrainer des mortalités dans la macrofaune sessile associées aux récifs à gorgones. Ainsi, bien que cette pression ne menace pas directement la pérennité de l'habitat, la **résistance** de celui-ci est faible (Boulcott et Howell, 2011). Suite à un tassement, si les conditions environnementales sont favorables et qu'une partie de l'habitat considéré est resté non impacté alors la **résilience** des gorgones endommagées et des espèces sessiles associées peut ne prendre que quelques années (moins de 5 ans), ce qui correspond à une **résilience** modérée (Readman et Hiscock, 2017). **En conséquence, la sensibilité des récifs de gorgones à la pression de tassement est modérée.**
	Abrasion superficielle, (M5)	Faible	*Moyen*	Aucune	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Les espèces caractéristiques des récifs de gorgones sont majoritairement sessiles et épigées et de ce fait impactées par une abrasion mécanique du substrat, même superficielle. Ainsi, l'ancrage ou des coups de palmes de plongeurs peuvent endommager ou arracher plusieurs espèces, dont les gorgones (Boulcott et Howell, 2011). La **résistance** de cet habitat à cette pression est donc faible. Les gorgones ont une croissance très lente. Dès lors, en cas d'abrasions superficielles régulières sur celles-ci, la récupération est compromise ou nécessite plus de 10 ans, voir plus de 25 ans (Readman et Hiscock, 2017). Dès lors, la **résilience** de cet habitat à l'abrasion superficielle est nulle. **La sensibilité de cet habitat à cette pression est haute.**
	Abrasion peu profonde et profonde (M6 et M7)	Aucune	*Faible*	Aucune	*Faible*	Très haute	*Faible*	L'abrasion peu profonde et profonde ne pénètre pas les roches granitiques caractéristiques du golfe du Morbihan. En revanche, cette pression induit une destruction de l'habitat par élimination des gorgones et de toutes les espèces sessiles (animales et végétales) associées. De ce fait, la **résistance** à cette pression est nulle. Etant donné que les gorgones ne croissent que d'environ 1 cm par année, le temps nécessaire au recouvrement de grands récifs composés de gorgones de plus de 30 cm est estimé à plus de 25 ans (Readman et Hiscock, 2017). Ainsi, les récifs à gorgones n'ont aucune **résilience** face à cette pression. **Conséquemment, ces récifs sont extrêmement sensibles à l'abrasion peu profonde et profonde.**

Tableau 58 : Evaluation de la sensibilité des champs de gorgones aux pressions chimiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Apports d'autres formes d'énergie (y compris champs électromagnétiques, lumière et chaleur)	Emissions sonores (et vibration) (P8)	Haute	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Stanley et al. (2014) ont constaté que les bryozoaires *Bugula neritina*, *Watersipora arcuata* et *Watersipora subtorquata* réagissaient positivement au bruit des navires : plus de deux fois plus de bryozoaires se sont installés et établis sur des surfaces exposées par rapport à celles en conditions silencieuses. Leur croissance était également significativement plus élevée. Bien qu'aucune preuve n'ait été trouvée concernant les effets du bruit ou des vibrations sur les espèces caractéristiques, il est peu probable que ces espèces soient affectées négativement par le bruit. **La résistance et la résilience sont haute et la sensibilité est faible.**
Apports de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Modification des apports en nutriments (C6)	Haute	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	Peu d'informations sont disponibles concernant *Pentapora* spp, qui peut être caractéristique de cet habitat. Néanmoins, O'Dea et Okamura (2000) ainsi que Echavarri-Erasun (2007) ont observé que l'eutrophisation des zones côtières entraine une hausse de la biomasse phytoplanctonique qui stimule l'abondance des communautés des récifs rocheux, dont les bryozoaires. **La résistance et la résilience sont considérées hautes et la sensibilité faible.**
Apports de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Haute	*Moyen*	Haute	*Moyen*	Faible	*Moyen*	*Eunicella verrucosa* et d'autres gorgones ont la capacité de se nourrir à la fois de matière organique en suspension et de zooplancton (Cocito et al., 2013). Par ailleurs, l'eutrophisation semble favoriser la croissance des gorgones (voir évaluation de la pression C6). Les espèces typiques des substrats durs (y compris *Caryophyllia smithii* et les bryozoaires) ont vu leur richesse et leur abondance totale augmenter près du point de rejet Echavarri-Erasun (2007). **La résistance et la résilience du milieu sont évaluées comme hautes et la sensibilité comme faible.**
Apports de déchets (déchets solides, y compris les déchets microscopiques)	Déchets solides (P4)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
Apports de substances dangereuses (substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques, phénomènes aigus	Contamination par des éléments traces métalliques (C1)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.
	Contamination par les radionucléides (C4)	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Données manquantes	-	Les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer la sensibilité à cette pression.

Tableau 59 : Evaluation de la sensibilité des champs de gorgones aux pressions biologiques recensées dans le golfe du Morbihan.

Catégorie de pression DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Résistance	IC - Résistance	Résilience	IC - Résilience	Sensibilité	IC - Sensibilité	Description de l'évaluation
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les gorgones peuvent être sensibles à l'arrivée d'espèces non-indigènes. Par exemple, l'arrivée de l'éponge *Celtodoryx ciocalyptoides* vers 1999 dans le golfe du Morbihan a pu par endroit engendrer une compétition pour l'espace, sans toutefois engendrer de mortalité dans les colonies déjà en place (Perez et al., 2006). Cet exemple montre qu'en cas de colonisation totale du substrat par des espèces sessiles non indigènes, les gorgones pourraient rencontrer des difficultés à s'implanter. **Ainsi, cet habitat y est modérément résistant et résilient, ce qui conduit à une sensibilité modérée.**
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Introduction de pathogènes (B3)	Modérée	*Faible*	Très Faible	*Faible*	Modérée	*Faible*	Les coraux d'eau froide tels que *Eunicella verrucosa* peuvent être atteints par une maladie bactérienne (bactérie *Vibrio*) engendrant des nécroses de leurs tissus (Hall-Spencer et al., 2007), conduisant à la mort des individus. Par ailleurs, les bactéries peuvent aussi infecter les éponges et causer des diminutions de leur masse et de leur contenu protéique (Gochfeld et al., 2012). Certaines éponges ayant une croissance lente, de nombreuses épidémies ont presque décimé les populations, avec une perte de 70 à 95 % des individus. **En s'appuyant sur ces données, la résistance est évaluée comme modérée, la résilience comme très faible et la sensibilité comme modérée**.
Prélèvement d'espèces sauvages ou mortalité/blessures infligées à de telles espèces, y compris les espèces ciblées et les espèces non ciblées (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités)	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Aucune	*Moyen*	Très Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	*Eunicella verrucosa* est désormais sous protection en vertu de l'annexe 5 du Wildlife and Countryside Act de 1981, et sa récolte est illégale. Aucune preuve de récolte des autres espèces caractéristiques n'a été trouvée. La récolte de l'éponge *Axinella damicornis* est suivie d'un rétablissement très lent (envrion 25 ans) (Bell, 2007). **Les espèces caractéristiques de l'épifaune n'ont aucune résistance à la récolte et leur résilience est très faible. La sensibilité est haute.**
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Faible	*Moyen*	Très Faible	*Moyen*	Haute	*Moyen*	La pêche aux casiers à crustacés pouvant être réalisée dans de genre d'habitat est susceptible d'engendrer des prélèvements accidentels de gorgones (arrachage au moment de la remontée des casiers). Ainsi, si ces prises sont récurrentes elles peuvent entrainer la disparition d'une partie de l'habitat et modifier sa fonction écologique. **La résistance est faible, la résilience très faible et la sensibilité haute.**

4 EVALUATION DES NIVEAUX D'IMPACTS SUR LES HABITATS DU SITE NATURA 2000 « GOLFE DU MORBIHAN COTE OUEST DE RHUYS »

Dans cette partie du document, l'objectif pour chaque habitat est d'évaluer le niveau de menace imputable aux principales pressions anthropiques recensées dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Pour cela, lorsque l'information est disponible, des cartes de spatialisation des pressions sont produites et comparées à la répartition des habitats. Ceci permet notamment de calculer quelle proportion de chaque habitat cohabite avec des zones de fortes pression (p.ex. zones de mouillages, cadastres conchylicoles). De plus, dans la mesure du possible, l'intensité et la récurrence des pressions les plus préjudiciables (c.à.d. celles auxquelles les habitats sont les plus sensibles) est estimée pour chaque habitat. Ensuite, la menace liée à ces pressions est évaluée. Cette menace est divisée en 5 classes (nulle ; faible ; modérée ; haute et très haute) et est obtenue en combinant les scores d'intensité et de fréquence des pressions anthropiques, ainsi que la proportion d'habitat exposé. Enfin, des recommandations et des préconisations sont proposées pour chaque habitat. Les niveaux de menaces sont exprimés à l'échelle de chaque habitat au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys et peuvent être différents très localement, à l'échelle d'une station de suivi. Néanmoins, ces menaces globales sont utilisées lors de l'évaluation des états de conservation du lot n°1 afin d'être mises en relation avec les données biologiques et environnementales recueillies, ainsi qu'avec les résultats des suivis pérennes déjà en place (Figure 33). En fonction de leur localisation, ces stations de suivi sont plus ou moins exposées à des pressions anthropiques auxquelles les habitats sont sensibles et peuvent de ce fait être considérées soit comme des stations de référence (peu soumises aux pressions), des stations intermédiaires ou des stations exposées.

Seuls 2 des habitats biocénotiques analysés ont été cartographiés avec précision ces dernières années. Il s'agit des herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*) et marines (*Zostera marina*), pour lesquels une cartographie complète a été réalisée en 2022-2023 dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Dans le cadre du lot 1 du présent projet, des prospections ont également été réalisées sur les bancs de maërl de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Pour les autres habitats, la dernière cartographie exhaustive date de 2002 et a été réalisée par TBM environnement (Chauvaud, 2002). Néanmoins, les typologies utilisées étaient alors différentes de la typologie faisant référence dans ce projet (EUR28 et cahiers d'habitats contre NatHab-Atlantique, respectivement). En concertation avec Mr Chauvaud, des correspondances entre les habitats cartographiés en 2002 et les habitats de la typologie NatHab-Atlantique ont été faites. Ainsi, cette cartographie de 2002 est utilisée pour déterminer la localisation des vasières (intertidales et subtidales) et des récifs (intertidaux et subtidaux). Il est à souligner qu'une cartographie actualisée de l'ensemble des habitats marin de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys est en cours de réalisation et sera disponible dans le courant de l'année 2025.

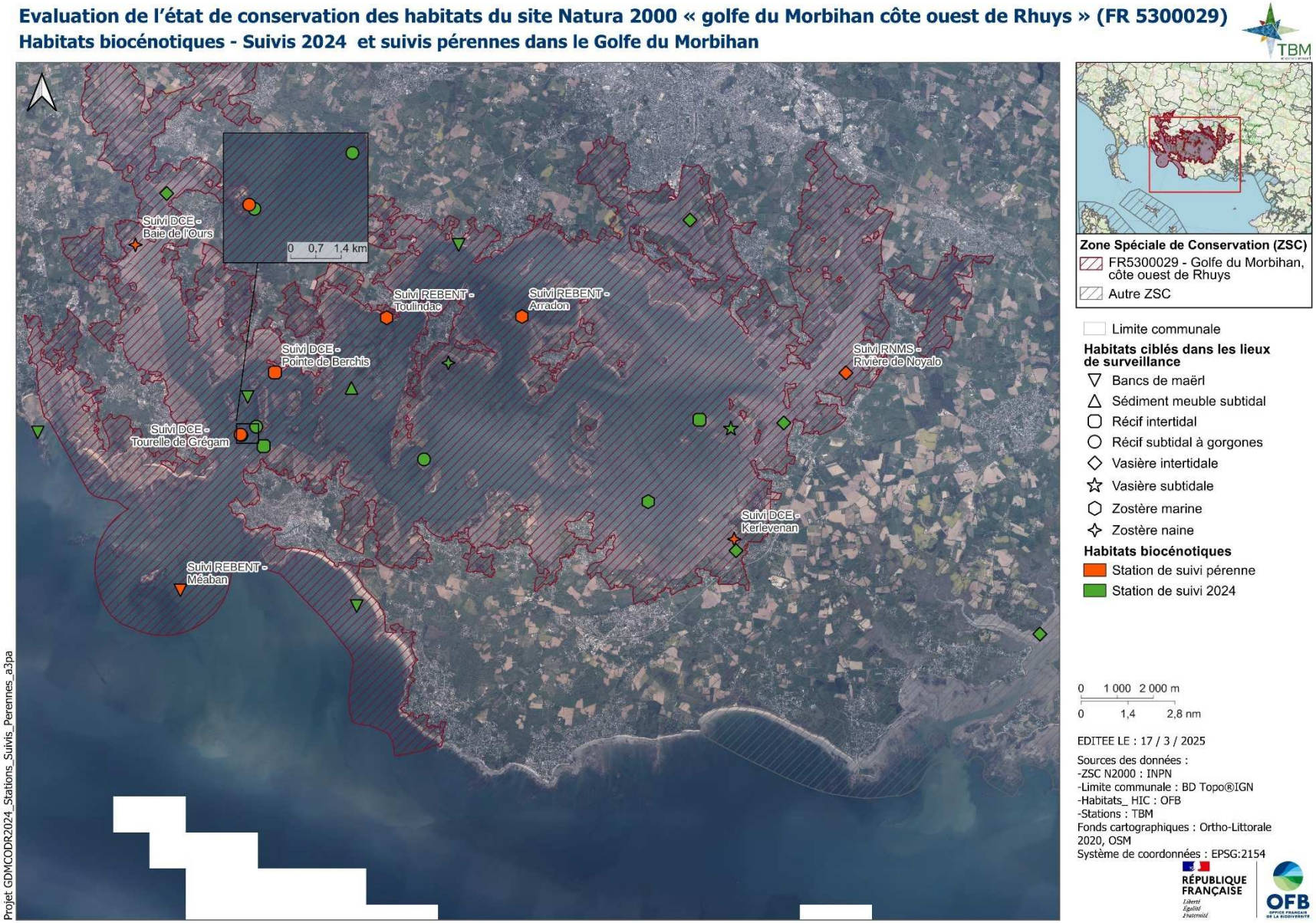


Figure 33 : Localisation des stations de suivi du lot n°1 du présent projet.

4.1 Vasières intertidales

4.1.1 Evaluation des menaces

La dernière cartographie exhaustive des vasières intertidales de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys date de 2002 et a été présentée dans la Figure 14. Celle-ci faisait état d'environ 3700 ha de vasières intertidales au sein de la ZSC. Depuis 2002, environ 700 ha de vasières intertidales ont été remplacées par des herbiers de zostères naines (*Zostera noltei*).

Les vasières intertidales sont accessibles à marée basse et sont de ce fait soumises à diverses pressions anthropiques. Les Figure 34 à

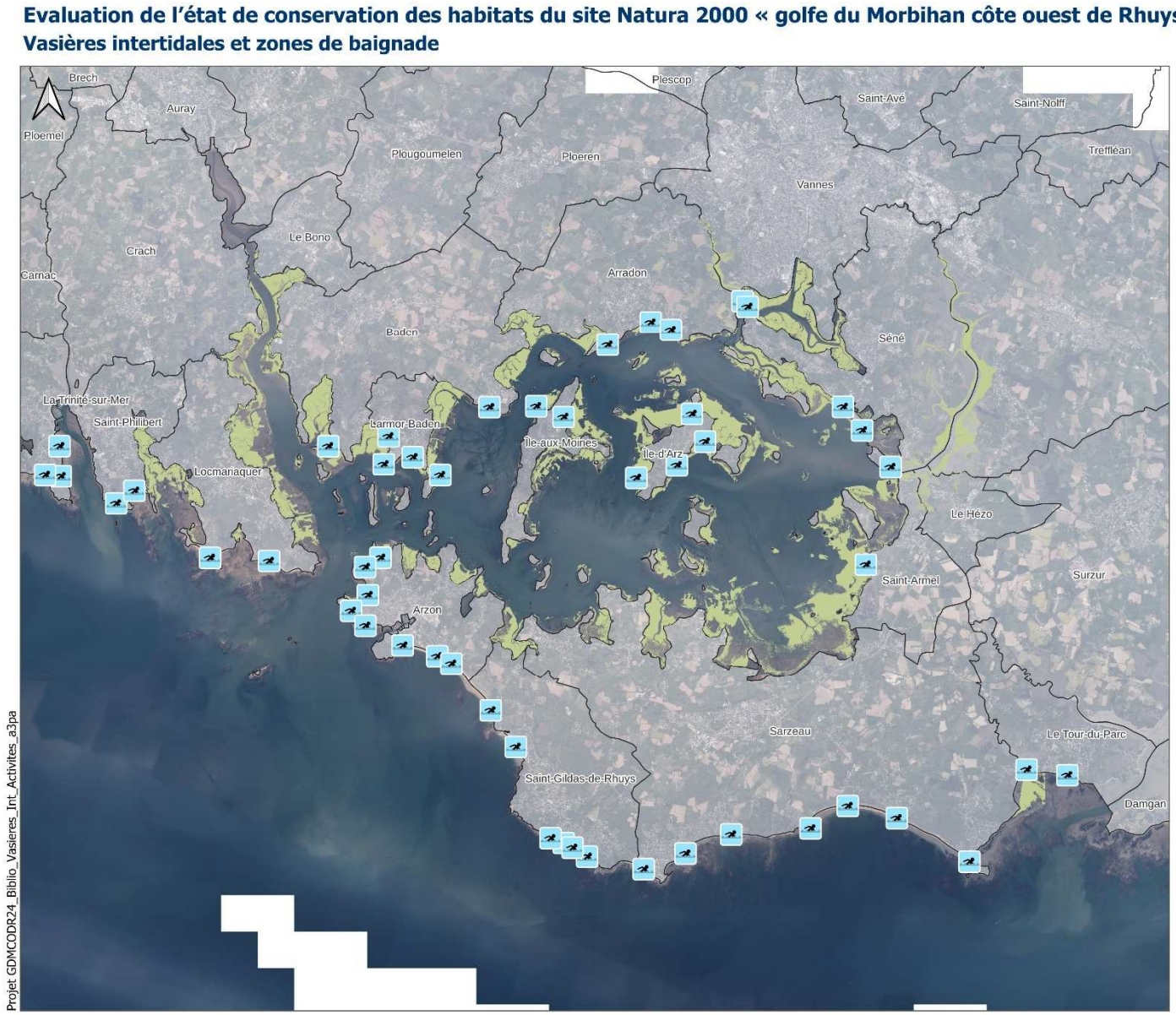


Figure 37 présentent la localisation des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages et des zones de baignade, en parallèle de la répartition des vasières intertidales. La Figure 35 montre la présence concomitante de cadastres conchylicoles et de vasières intertidales, particulièrement dans les secteurs suivants :

- Rivière d'Auray ;

- Côtes de Locmariaquer (est et ouest) ;
- Contours des 7 îles et anse de Baden ;
- Côte est de Larmor-Baden et anse du Moustran ;
- Sud des îles de Boëd et de Boëdic ;
- Ile aux Moines avec l'anse du Vran et l'anse du Guéric ;
- Ile d'Arz avec les contours de la pointe de Berno et de la pointe de Ménézic ;
- Ouest de la baie de Sarzeau et contours des îles d'Ilur et d'Illuric ;
- Pointe du Ruaud et Anse du Ruaud.

En outre, des zones de mouillages, matérialisées par les ports et les ZMEL, sont également présentes conjointement avec des vasières intertidales. Il s'agit principalement :

- Des côtes est et ouest de Locmariaquer ;
- De l'anse de Locmiquel ;
- Du nord de l'île de Boëd ;
- Du port de l'île d'Arz ;
- De la partie nord du Hézo ;
- De la pointe du Ruaud ;
- De l'anse de Kerners ;
- De l'anse du Motenno.

De plus, les vasières intertidales sont présentes à proximité de la majorité des zones de baignades de l'intérieur du golfe du Morbihan. Enfin, les vasières intertidales de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, sont soumises à des activités de pêche à pied professionnelle et récréative. La pêche à pied professionnelle se situe dans la rivière d'Auray et sur toute la partie est du golfe du Morbihan (c.à.d. communes de Sarzeau, de Saint-Armel, d'Arradon et de Séné), alors que la pêche à pied récréative est pratiquée pratiquement partout, même dans des secteurs où elle est interdite. La liste des secteurs présentés ci-dessus n'est pas nécessairement exhaustive mais représente les principales aires géographiques pour lesquelles des activités humaines bien référencées et répertoriées cohabitent avec la présence de vasières intertidales.

Étant données leur nature et la composition des communautés des espèces qui les caractérisent, ces vasières intertidales sont peu sensibles à la majorité des pressions physiques, chimiques et biologiques référencées dans la ZSC. Néanmoins, elles sont modérément sensibles à un dépôt important de matériel (M10), à des contaminations par des déchets solides (P4), des éléments métalliques (C1), des hydrocarbures et HAP (C2), des composés synthétiques (C3), à des épisodes de désoxygénation (C8) ainsi qu'à l'introduction d'espèces non-indigènes (B2). Toutes ces pressions, si elles sont fréquentes, de forte intensité et qu'elles s'appliquent à une importante proportion de l'habitat au sein de la ZSC peuvent porter atteinte à sa pérennité. Les menaces inhérentes à chacune de ces pressions sont estimées et présentées dans le

Tableau 60. Les vasières intertidales font face à des menaces modérées liées à diverses activités, notamment l'aquaculture et certaines activités terrestres pouvant engendrer des événements de contamination. Bien que le risque de survenue de ces événements soit généralement faible, ils peuvent tout de même affecter une grande proportion de cet habitat. Ces épisodes de contamination, imprévisibles, nécessitent une gestion axée sur l'évaluation des risques associés aux activités susceptibles de les provoquer.

4.1.2 Recommandations de gestion

Parmi les menaces, l'ostréiculture est la plus préoccupante, notamment en raison du dépôt de fèces et de pseudo-fèces qui peut entraîner un exhaussement vaseux ainsi qu'un affaiblissement de l'hydrodynamisme. De nouvelles techniques de production visant à limiter l'envasement dans les concessions ostréicoles sont notamment étudiées dans le secteur du bassin de Marennes-Oléron (projet LIMITENVASE (Carpentier et *al.,* 2022), porté par CAPENA en partenariat avec le PNM EGMP-OFB). Le volet environnemental de ces études a été considéré et l'effet de ces nouvelles méthodes testé sur les communautés benthiques. Les résultats montrent que l'efficacité des systèmes de dévasage mécanique ne perturbe ni les assemblages d'espèces benthiques ni les teneurs en matière organique. Cependant, les systèmes d'élevage utilisant des casiers australiens semblent produire des effets variables selon les sites et ne garantissent pas systématiquement une réduction de l'envasement. Ces techniques, bien que récentes et perfectibles, offrent des perspectives intéressantes pour limiter l'envasement du golfe causé par l'activité ostréicole. En outre, le signalement d'une expansion récente de récifs d'huîtres creuses sur certaines vasières intertidales du la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (source : PNRGM) montre qu'il est nécessaire de conserver une vigilance quant à l'arrivée et à l'expansion d'espèces non-indigènes dans et sur ces vasières. Enfin, l'eutrophisation peut entraîner des proliférations estivales d'algues opportunistes sur les vasières intertidales, lesquelles sont néfastes à la pérennité de cet habitat (du fait de la désoxygénation qu'elles engendrent). Afin de limiter la fréquence et l'intensité de cette menace, il est nécessaire de réduire l'enrichissement du milieu marin par des intrants terrestres.

En revanche, les autres menaces identifiées, jugées faibles à très faibles, ne nécessitent pas de recommandations particulières.

Les suivis des vasières intertidales réalisé dans le lot 1 comprends 5 stations au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. La station située dans la baie de Kerdréan est particulièrement exposée aux activités de pêche à pied professionnelle et est de ce fait considérée comme une « station exposée ». Les 4 autres stations sont toutes relativement éloignées des principales sources de pressions physiques identifiées (conchyliculture, ports et zones de mouillages notamment). De ce fait, elles sont qualifiées de « stations de référence ».

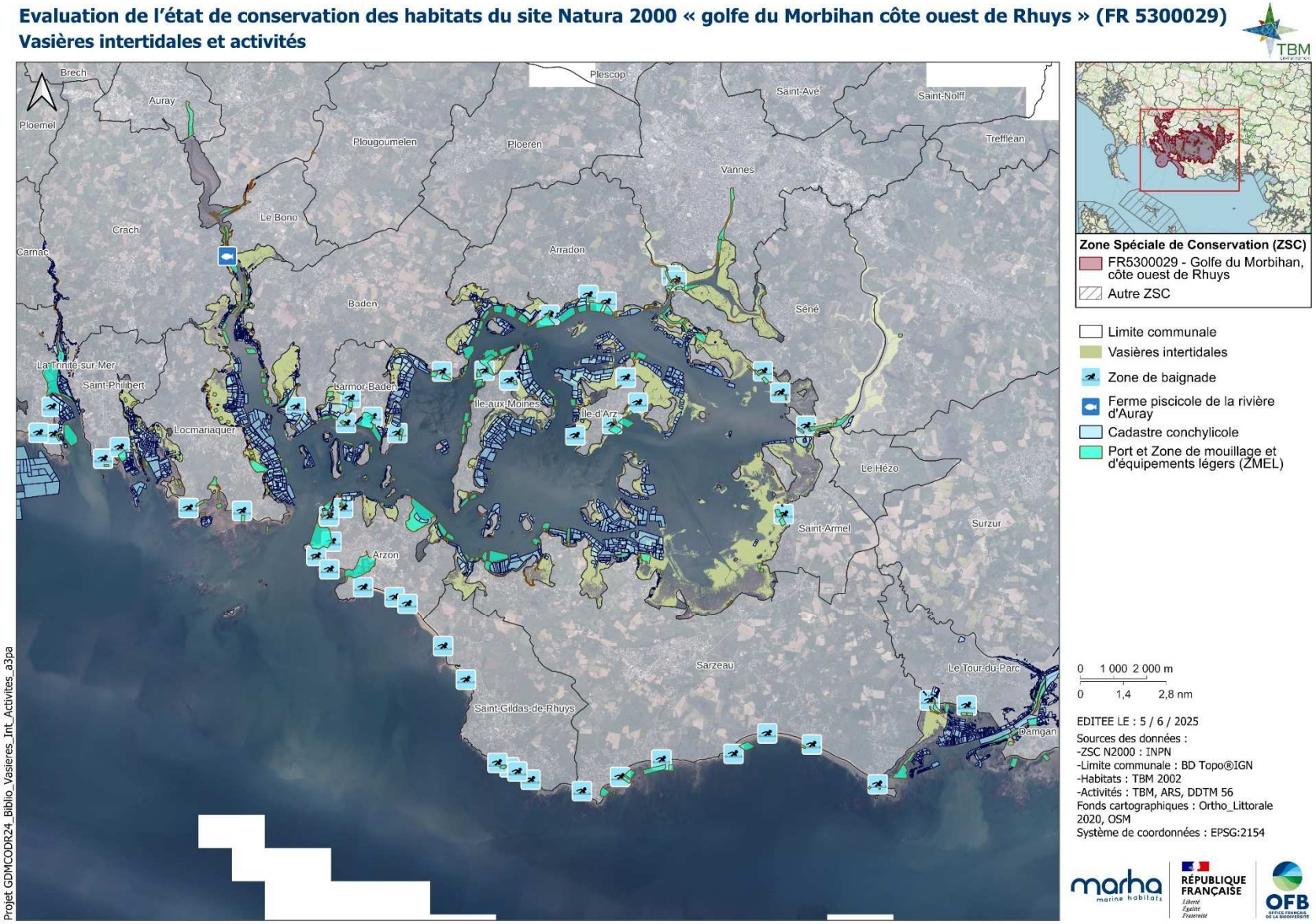


Figure 34 : Répartition des vasières intertidales, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002).

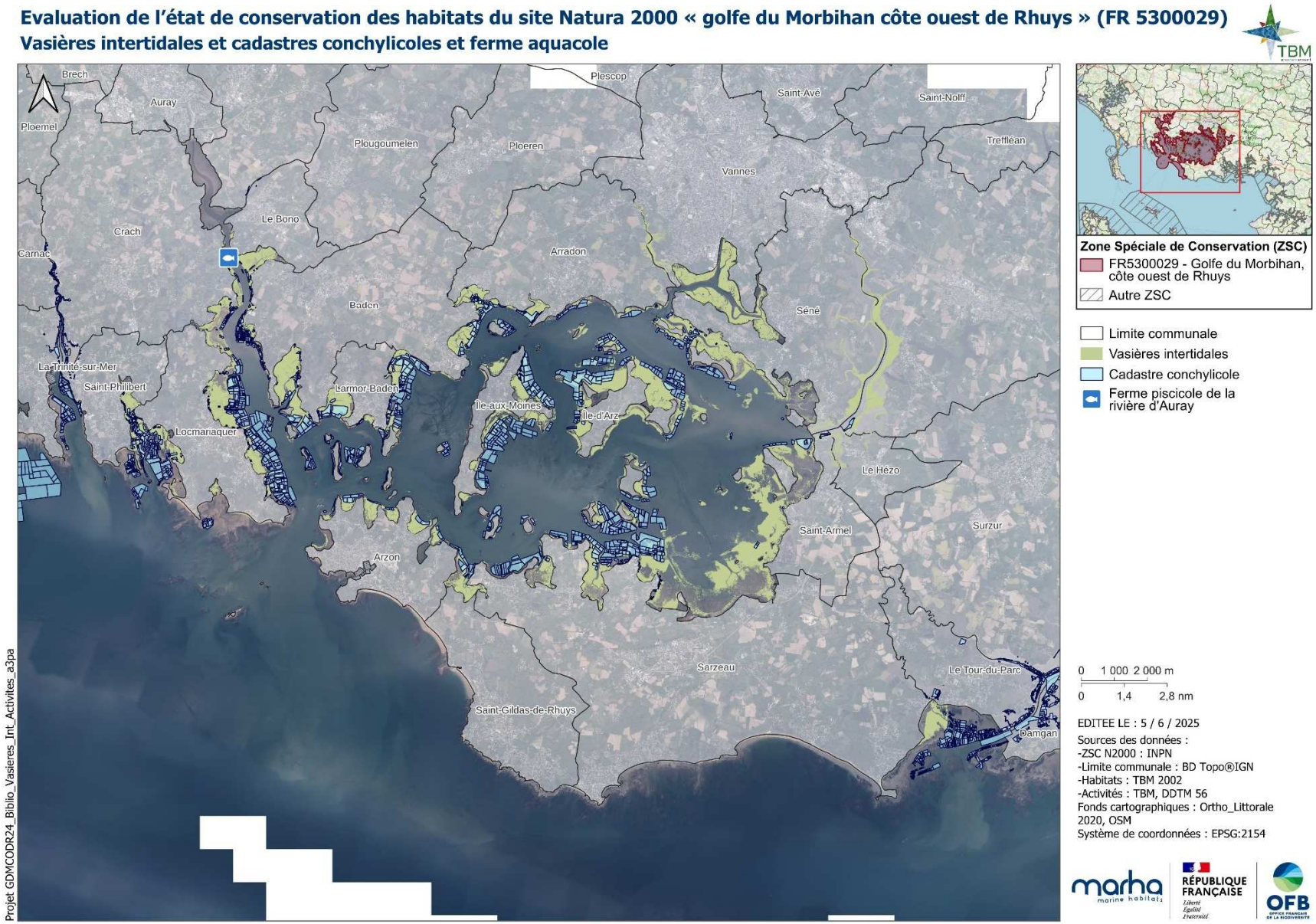


Figure 35 : Répartition des vasières intertidales, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

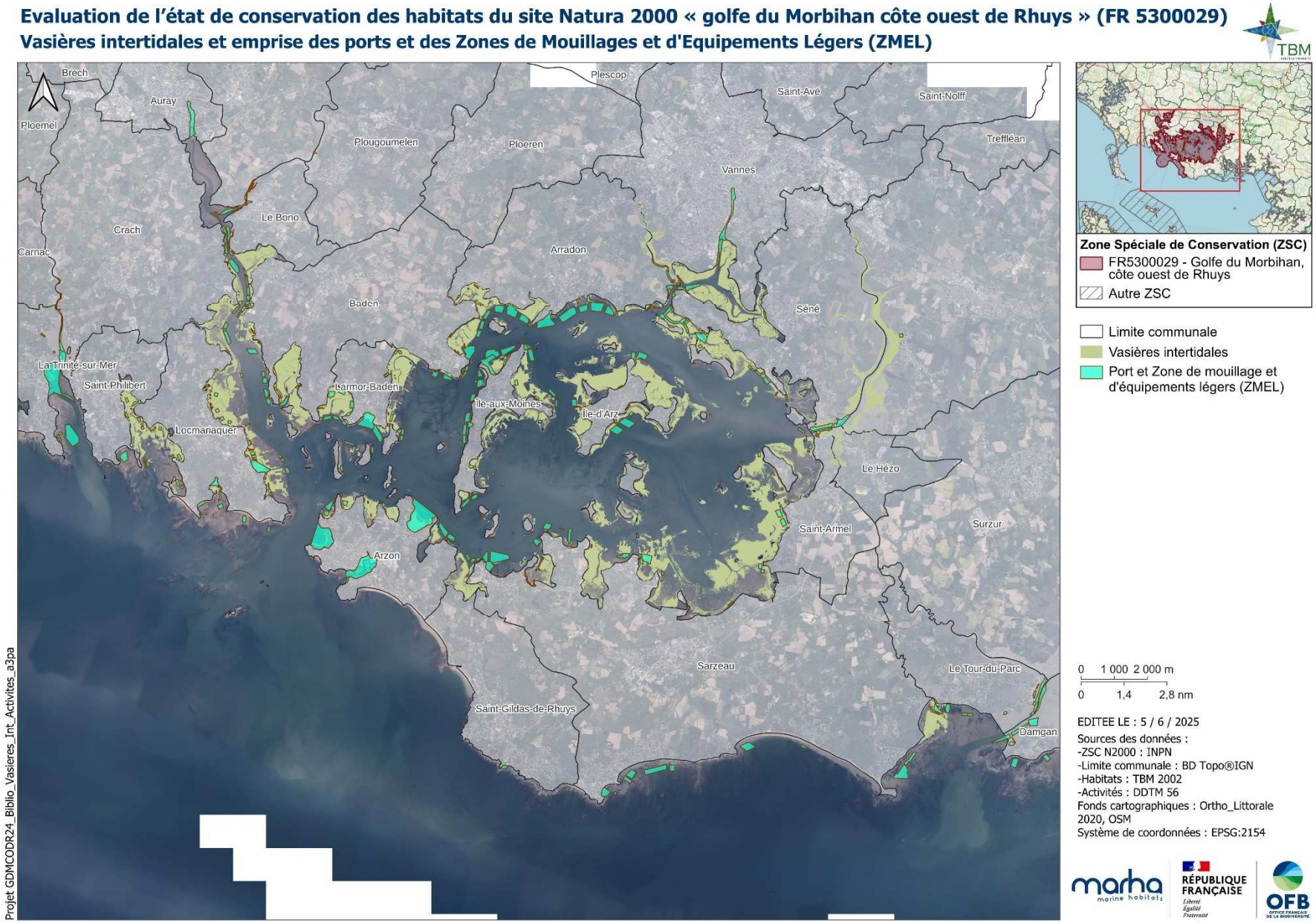


Figure 36 : Répartition des vasières intertidales, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

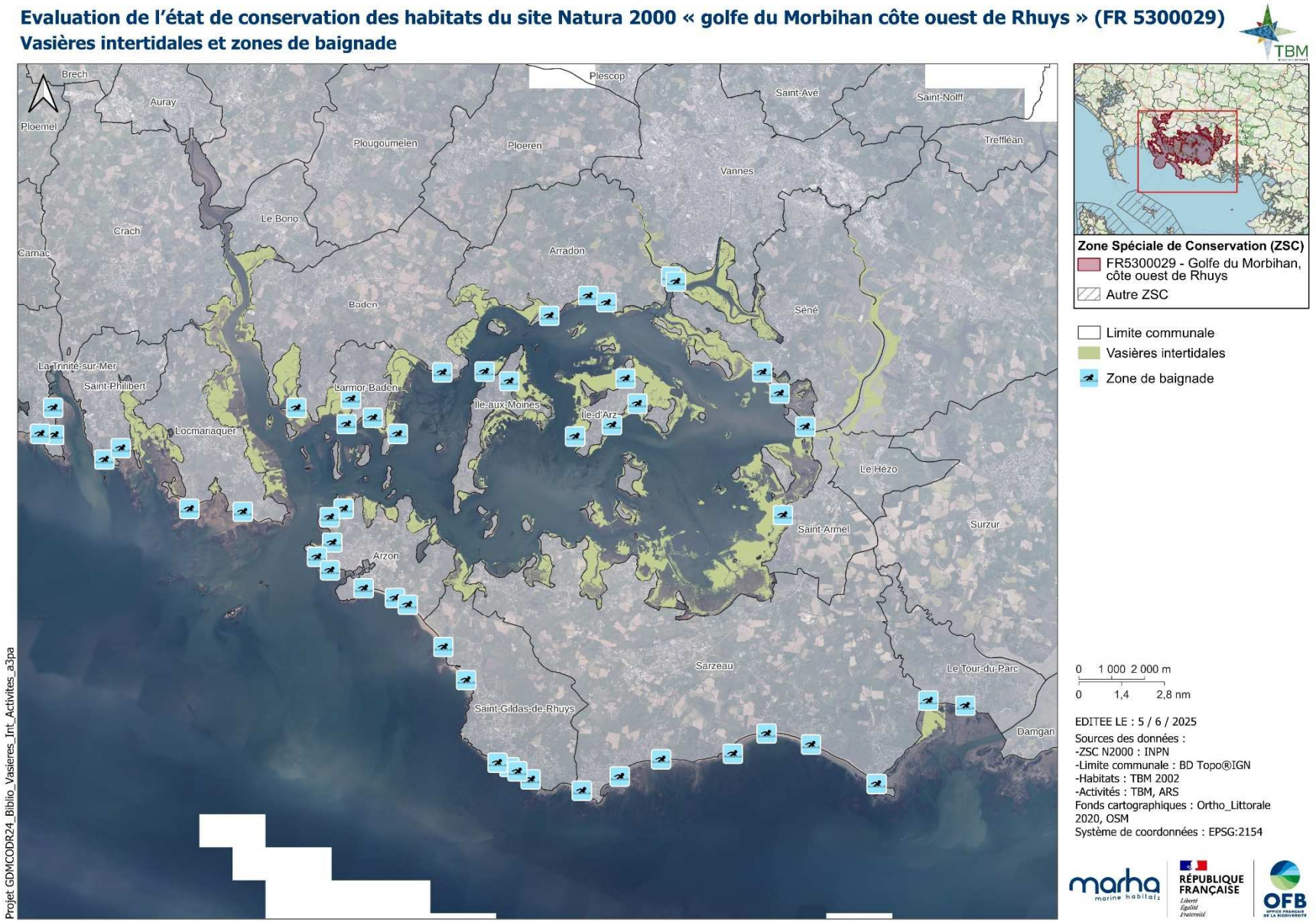


Figure 37 : Répartition des vasières intertidales et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

Tableau 60 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les vasières intertidales sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Dépôt important de matériel (M10)	Aquaculture	Dans des secteurs de faible hydrodynamisme, de fortes concentrations d'huîtres peuvent entrainer un dépôt de fèces et/ou de pseudo-fèces conséquent, peuvent à terme représenter plusieurs cm voire plusieurs dizaines de centimètres	Permanente	Haute car ces dépôts importants ont lieu dans des zones de faible hydrodynamisme, caractéristiques des vasières intertidales	Modérée car entre 10 et 15 % des vasières intertidales de ZSC sont localisées au sein de cadastres conchylicoles.	Modérée
Déchets solides (P4)	Non spécifique	Les activités humaines, maritimes ou terrestres amènent au relargage en mer de déchets solides de multiples natures	Occasionnelle	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car les déchets solides sont présents sur tous les estrans, notamment sous la forme de microplastiques	Modérée
Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Navigation et Activités terrestres	La contamination des estrans par des éléments métalliques peut être due à des apports terrigènes, véhiculés notamment par les rivières ou encore à des pollutions imputables à la navigation (antifouling notamment)	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car il est possible d'estimer qu'une contamination de grande ampleur puisse être retrouvée sur l'ensemble des vasières de la ZSC	Modérée
Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Navigation	Lors du remplissage des réservoirs de bateaux ; des pertes de carburants peuvent se produire, de même que des fuites accidentelles (p.ex. réservoir percé). Dans de très rares cas, des marées noires peuvent également survenir	Probablement occasionnelle mais difficilement quantifiable	Données insuffisantes pour estimer l'intensité mais ces contaminations sont plus probables à proximité des ports ou des ZMEL	Modérée car une partie significative des vasières intertidales sont situées à proximité des ports et des zones de mouillages	Faible
	Activités terrestres	Des apports terrigènes peuvent véhiculer des hydrocarbures dans l'environnement marin	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Faible car des apports terrigènes en hydrocarbures seront généralement limités et non susceptibles de recouvrir une part très significative des vasières intertidales	Très faible
Contamination par des composés synthétiques (C3)		La contamination des estrans par des composés synthétiques peut être due à des apports terrigènes, véhiculés notamment par les rivières	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car il est possible d'estimer qu'une contamination de grande ampleur puisse être retrouvée sur l'ensemble des vasières de la ZSC	Modérée
Désoxygénation (ou "hypoxie") (C8)	Non spécifique	Le recouvrement des vasières intertidales par une couche épaisse d'algues opportunistes pendant plusieurs jours à plusieurs semaine engendre une désoxygénation à l'intérieur des sédiments	Occasionnelle	L'intensité est estimée comme modérée car les taux de recouvrement sont généralement supérieurs à 25 % mais inférieur à 50 %	Probablement haute car une part significative (c.à.d. supérieur à 25 %) des vasières intertidales connaît des épisodes de recouvrement par des algues opportunistes en été	Modérée
Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation d'espèces non-indigènes, comme cela a par exemple été observé avec l'huître creuse (*Magallana gigas*) dans certaines vasières intertidales, ou plus généralement avec la palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*)	Occasionnelle	Modérée car la palourde japonaise a colonisé toutes les vasières intertidales dans la ZSC sans toutefois porter atteinte à sa pérennité. De plus, les récifs d'huîtres creuses sur vasières intertidales sont rares et peu étendus (bien qu'il semble qu'ils soient globalement en expansion)	Modérée car les espèces non-indigènes peuvent coloniser une part très significative des vasières intertidales	Modérée

4.2 Vasières subtidales

4.2.1 Evaluation des menaces

Tout comme pour les vasières intertidales, la dernière cartographie exhaustive des vasières subtidales date de 2002 (Chauvaud, 2002) et a été présentée dans la Figure 17. Ces vasières couvraient en 2002 environ 1850 ha au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Depuis, une partie d'entre elles ont probablement été remplacées par des herbiers de zostères marines (*Zostera marina*), lesquels se sont largement étendus depuis 2002 (en passant de 804 ha à 1294 ha au sein de la ZSC).

Les Figure 38 à Figure 41 présentent la localisation des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages et des zones de baignade, en parallèle de la répartition des vasières subtidales. La Figure 39 montre la présence concomitante de cadastres conchylicoles et de vasières subtidales, notamment dans les secteurs suivants :

- Côte est de Locmariaquer ;
- Nord de l'île Piren ;
- Sud de l'île de Boëdic ;
- Nord de la pointe de Nénézic (île d'Arz) ;
- Sud de l'île Illuric.

De plus, des zones de mouillages, matérialisées par les ports et les ZMEL, sont également présentes conjointement avec des vasières subtidales. Il s'agit principalement :

- Du port de Larmor-Baden ;
- De la ZMEL située à l'est du port d'Arradon ;
- Du chenal de Saint-Léonard, au nord du Hézo ;
- De l'anse du Logéo ;
- De la plage du Tréno.

Les vasières subtidales sont peu concernées par les activités de loisirs nautiques (baignade, mise à l'eau d'embarcation légères, etc.), mais elles sont cependant soumises à de la pêche professionnelle à la palourde en apnée. Les évaluations de sensibilité ont permis d'évaluer que cet habitat est hautement sensible à l'introduction d'espèces non-indigènes (B2). Par ailleurs, il est modérément sensible à l'abrasion (superficielle, peu profonde et profonde ; M5, M6 et M7, respectivement), à la contamination par des déchets solides (P4), à l'introduction d'espèces pathogènes (B3) et au prélèvement d'espèces cibles et non-cibles (B5 et B6). Toutes ces pressions, si elles sont fréquentes, de forte intensité et qu'elles s'appliquent à une importante proportion de l'habitat au sein de la ZSC peuvent porter atteinte à la pérennité de celui-ci. Les risques inhérents aux pressions auxquelles les vasières subtidales sont les plus sensibles sont estimés et présentés dans le Tableau 61 et le Tableau 62. Les menaces significatives pesant sur les vasières subtidales restent limitées et sont principalement associées au ragage provoqué par les chaînes de mouillages classiques, qui peuvent altérer leur sédimentologie.

4.2.2 Recommandations de gestion

Le remplacement progressif des mouillages classiques par des mouillages de moindre impact apparaît comme une mesure de gestion efficace pour atténuer les effets du ragage. Des études récentes, notamment celle de TBM Environnement (2024), indiquent que les mouillages de moindre impact déjà installés dans la Zone Spéciale de Conservation Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (à Arradon et l'île aux Moines), ont un impact négligeable sur les sédiments du site et permettent de limiter l'abrasion mécanique.

Les vasières subtidales peuvent également être impactées par la prolifération d'espèces non indigènes. Bien que les suivis réalisés n'aient jusqu'à présent pas révélés de tels déséquilibres, la mise en place de suivis environnementaux réguliers est recommandée pour assurer une détection précoce de tout déséquilibre des communautés benthiques.

Dans le lot n°1 du présent projet, seule une station de vasière subtidale est étudiée. Celle-ci est située à l'ouest de l'île de Tascon et est éloignée de zones de mouillages, qui représentent les principales pressions auxquelles cet habitat est sensible (via le ragage des chaînes de mouillages). De ce fait, cette station est considérée comme une station dite « de référence ». La mise à jour de la cartographie des habitats benthiques de la ZSC permettra de positionner un station dite « exposée » aux principales pressions physiques auxquelles cet habitat est le plus sensible.

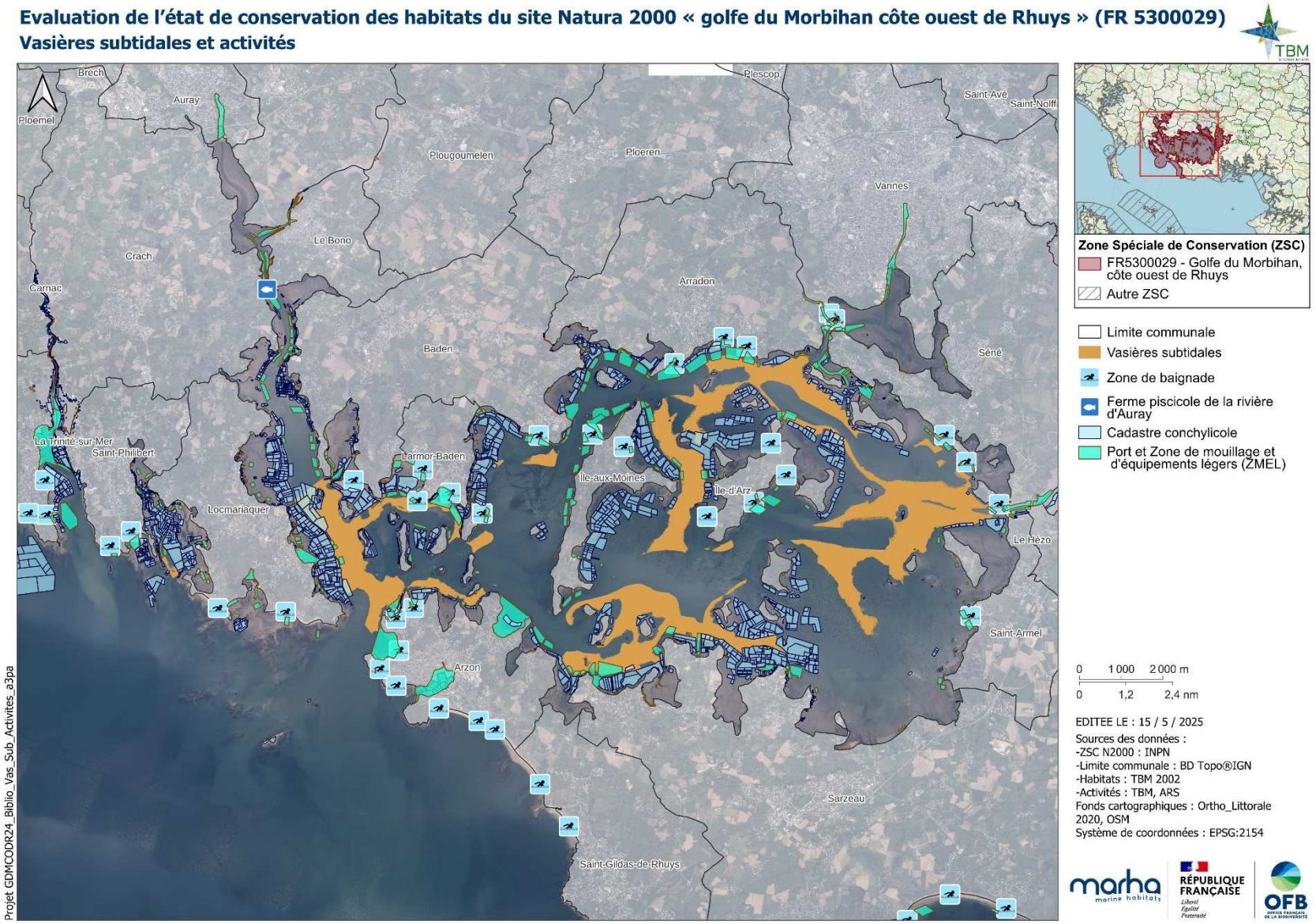


Figure 38 : Répartition des vasières subtidales, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

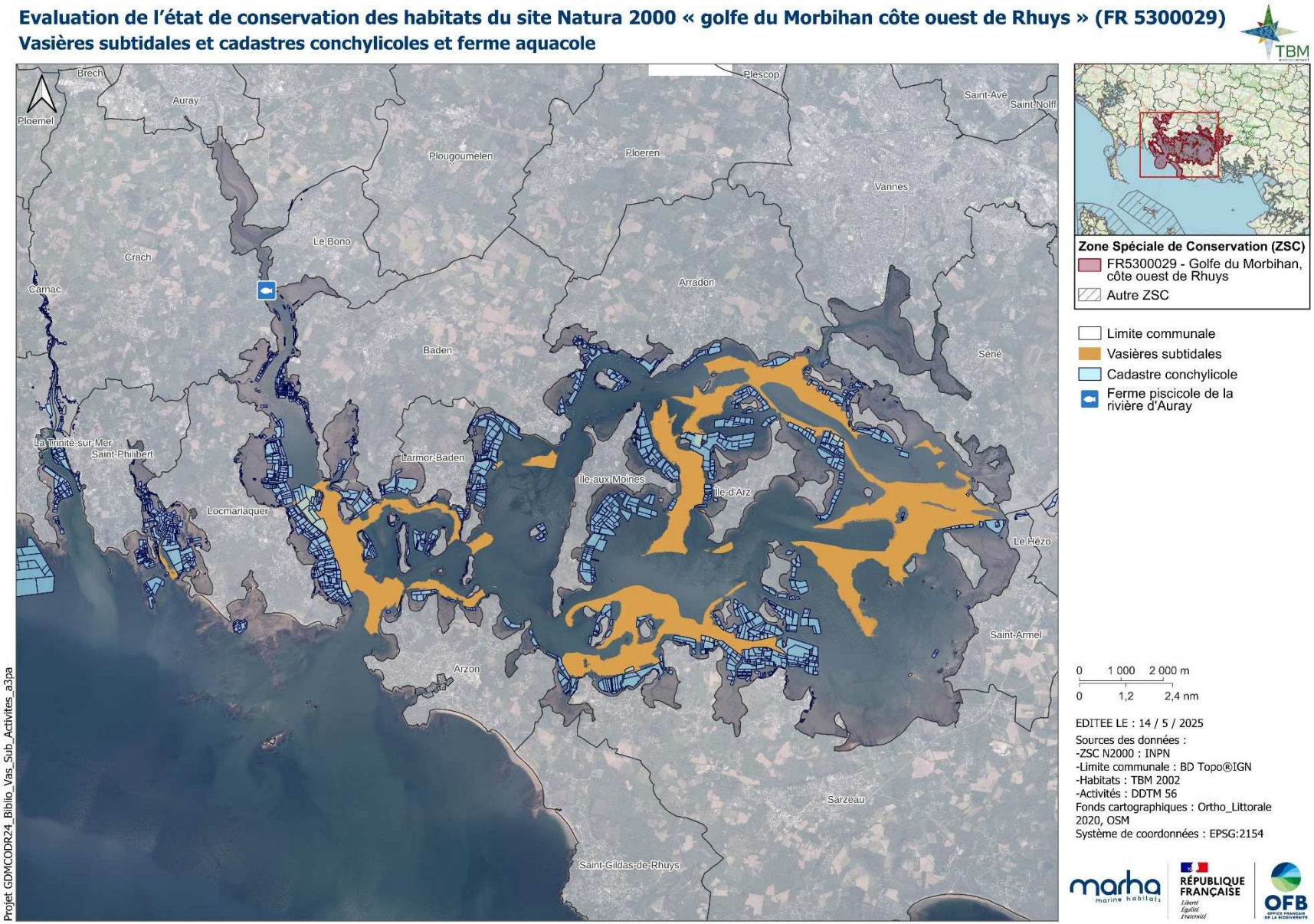


Figure 39 : Répartition des vasières subtidales, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

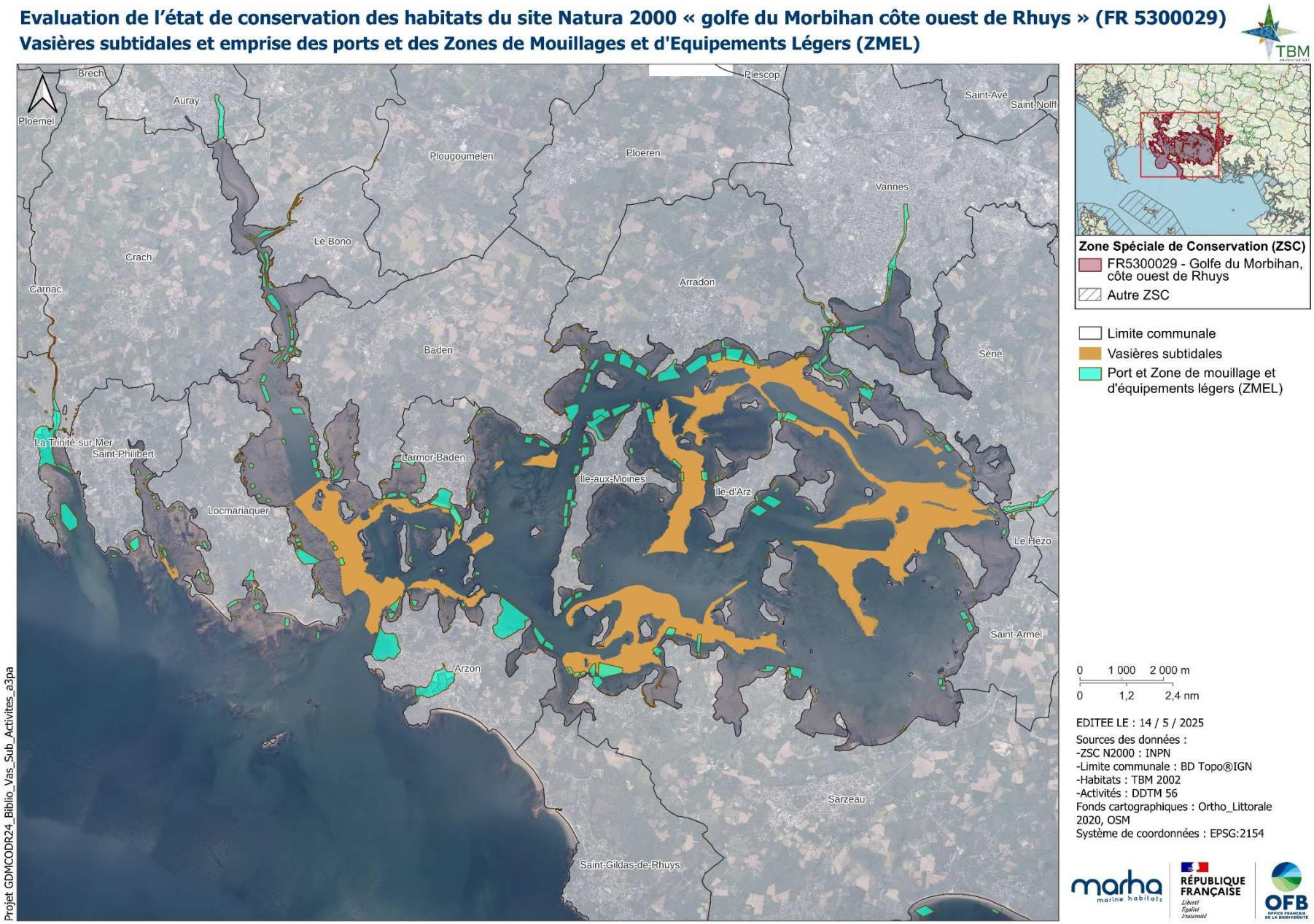


Figure 40 : Répartition des vasières subtidales, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

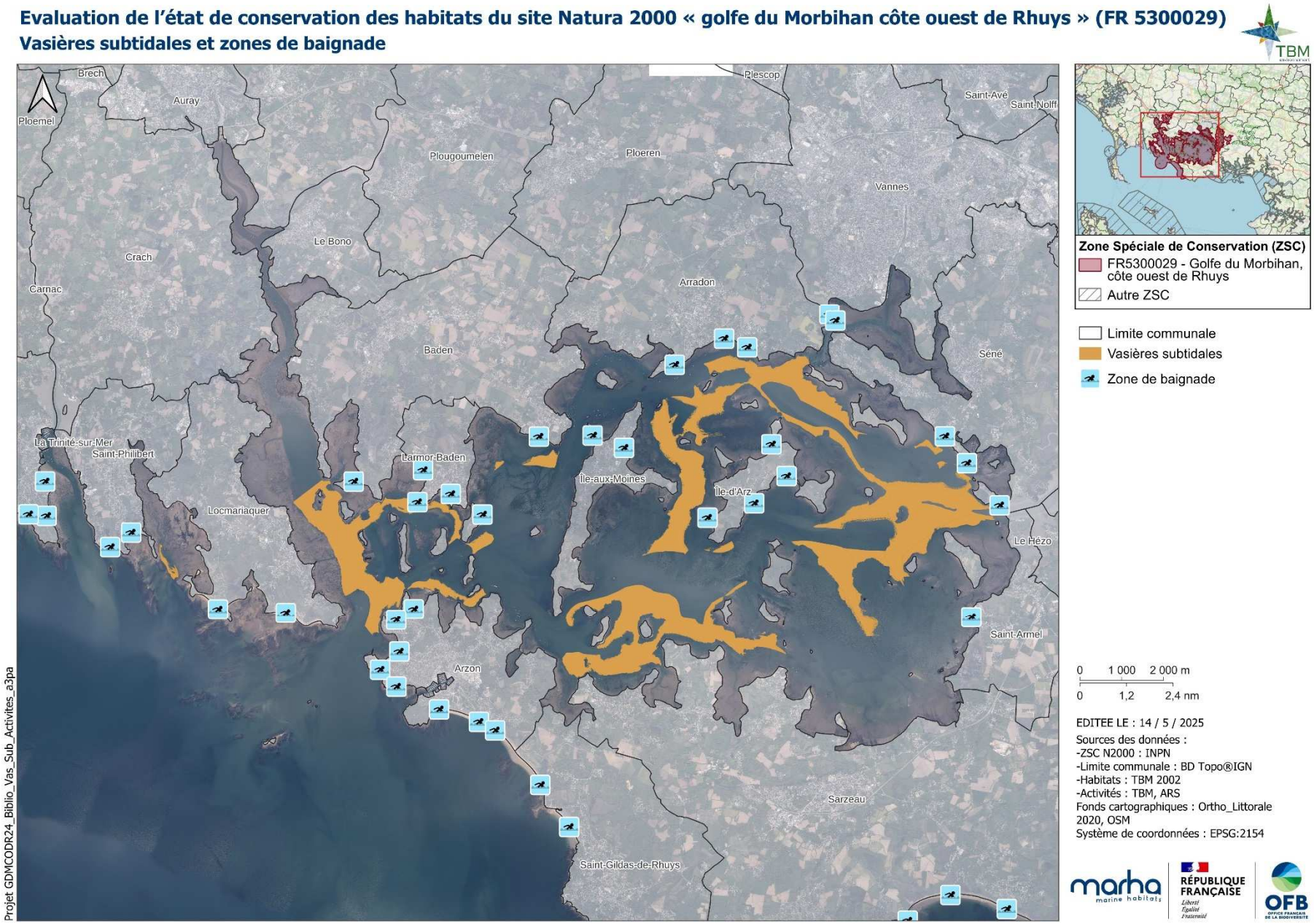


Figure 41 : Répartition des vasières subtidales et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

Tableau 61 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les vasières subtidales sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2)

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL)	Le raguage des chaînes de mouillages peut entraîner un changement complet dans la nature des sédiments (p.ex. d'un substrat vaseux vers un substrat sableux)	Permanente	Faible car les vasières sont situées dans des zones de faible hydrodynamisme et les substrats découverts par le raguage des chaînes sont probablement recouverts de vases au fur et à mesure	Faible car moins de 5 % des vasières subtidales sont situées dans des zone portuaires ou des ZMEL	Modérée
Extraction de substrat (M3)	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL)	Le raguage des chaînes de mouillages peut entraîner une extraction totale ou partielle du substrat d'origine	Permanente	Haute dans les zones de mouillages classiques	Faible car moins de 5 % des vasières subtidales sont situées dans des zone portuaires ou des ZMEL	Modérée
Abrasion superficielle (M5), peu profonde (M6) et profonde (M7)	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL)	L'ancrage temporaire et le ragage des chaînes de mouillages peuvent entraîner des abrasions, allant de superficielles à profondes	Récurrent pour les mouillages fixes et occasionnelle pour l'ancrage	Haute dans les zones de mouillages classiques	Faible car seuls 3,1 % des vasières subtidales de la ZSC sont présentes à l'intérieur de ports ou de ZMEL	Modérée
	Pêche embarquée	La pose de casiers, la mise en place de filets ou encore la pêche à la drague peuvent entraîner des abrasions superficielles, peu profondes et profondes des sédiments constitutifs des vasières subtidales	Rare	Faible car à l'échelle de la ZSC, la pose d'engins de pêche dormants est limitée sur les vasières subtidales	Faible car les vasières subtidales ne sont pas soumises aux dragages et peu soumises aux autres méthodes de pêche	Nulle
	Loisirs nautiques	La mise à l'eau des embarcations légères à marée basse peut entrainer un piétinement des vasières subtidales, ce qui peut cause de l'abrasion	Rare à l'échelle de la ZSC	Faible car il s'agit d'activités avec peu de contacts au sol	Faible car peu de zones de mise à l'eau d'embarcations légères abritent des vasières subtidales	Nulle
	Aquaculture	Une partie des vasières subtidales de la ZSC sont présentes à stricte proximité de cadastres conchylicoles et peuvent être impactées par le piétinement et les barges ostréicoles lors des marées basses	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Haute autour des tables ostréicole	Faible car 5 % des vasières subtidales sont présentes à l'intérieur de cadastres conchylicoles	Faible

Tableau 62 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les vasières subtidales sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Déchets solides (P4)	Non spécifique	L'ensemble des activités maritimes et terrestres peuvent amener au dépôt de déchets solides sur les fonds marins. En cas de forte concentration de déchets de grande taille, cela peut porter préjudice à la bonne santé des vasières subtidales	Occasionnelle	Faible car aucun déchets significatif n'a été recensé lors des suivis des vasières subtidales de la ZSC	Faible car ces dépôts sont assez peu répandus sur les vasières subtidales de la ZSC	Faible
Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation, pêche) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation d'espèces non-indigènes, comme cela a par exemple été observé pour la crépidule (*Crepidula fornicata*) sur certaines vasières subtidales	Très rare	Aucune crépidule n'a été prélevée dans les échantillons de vasières subtidales	Modérée car les espèces non-indigènes peuvent coloniser une part très significative des vasières subtidales	Très faible
Introduction de pathogènes (B3)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation, activités terrestres) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation de pathogènes dans l'environnement marin, sans que ceux-ci ne soient toutefois tous néfastes aux organismes caractéristiques des vasières subtidales	Occasionnelle	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Données insuffisantes pour estimer la proportion d'habitat pouvant être exposé	Données insuffisantes
Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Pêche professionnelle en apnée	La pêche professionnelle de la palourde japonaise en apnée peut favoriser le développement d'espèces opportunistes, néfastes au maintien de communautés stables	Occasionnelle	Faible car la pêche à la palourde japonaise concerne principalement les vasières intertidales de la ZSC	Faible car seules un faible proportion des vasières subtidales sont ciblées par la pêche professionnelle en apnée	Faible
Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Pêche professionnelle à la drague	Le prélèvement d'espèces non-cibles est particulièrement imputable à la pêche à la drague et non à la pêche professionnelle en apnée	Rare car la pêche à la drague n'est quasiment pas pratiquée au sein des vasières subtidales de la ZSC	Faible	Faible	Nulle

4.3 Les herbiers de zostères naines

4.3.1 Evaluation des menaces

La dernière cartographie exhaustive des herbiers à zostères naines (*Zostera noltei*) date de 2023. Elle a permis de répertorier 1224,5 hectares d'herbier dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Ces herbiers intertidaux sont ainsi présents dans la majorité des baies et des criques du golfe et de ses abords. La comparaison avec la cartographie de 2002 montre que cette espèce s'est fortement étendue (expansion de 128,1 %) et qu'elle couvre aujourd'hui des surfaces similaires à celles répertoriées lors des premières cartographies, aux alentours de 1960 (TBM, 2023).

Du fait de cette expansion, les herbiers de zostères sont soumis à diverses pressions anthropiques, principalement issues des activités pratiquées sur l'estran. Les Figure 42 à Figure 45 présentent la localisation des cadastres conchylicoles, des zones de mouillage et des zones de baignade, en parallèle de la répartition des zostères naines. La Figure 43 permet de visualiser la présence concomitante de cadastres conchylicoles et d'herbiers à *Zostera noltei*, particulièrement dans les secteurs suivants :

- Entre l'île Godec et l'île Illuric ;
- A l'entrée de l'anse du Ruaud
- A l'est de l'île aux Moines (anse du Vran) et au nord-est de l'île d'Arz ;
- Autour des îles de Boëd et Boëdic ;
- Au nord de la commune de Locmariaquer et au niveau des sept-îles.

En outre, des zones de mouillages, matérialisées par les ports et les ZMEL, sont également présentes conjointement avec des secteurs à herbiers de zostères naines. Il s'agit principalement de :

- La côte ouest de Saint-Armel ;
- Le contour des îles de Boëd et Boëdic ;
- L'anse de Kerner ;
- Le nord de la commune de Locmariaquer et le contour des sept-îles ;
- Le fond de la rivière de Saint-Philibert.

De plus, des zones de baignades sont présentes au même endroit que des herbiers de zostères naines au niveau de la plage des sept-îles, de la plage de Conleau et de la plage de Rudevent (sur l'île d'Arz). Enfin, les herbiers de zostères naines de la rivière d'Auray, des communes de Sarzeau, de Saint Armel, de Séné et d'Arradon peuvent être soumis à des activités de pêche à pied, récréative et professionnelle. Les secteurs présentés ci-dessus ne sont pas exclusifs mais représentent les principales aires géographiques pour lesquelles des activités humaines bien référencées et répertoriées cohabitent avec la présence d'herbiers de zostères naines.

Les herbiers de zostères naines sont très sensibles aux pressions physiques de changement d'habitat (M2), d'abrasion peu profonde et profonde (M6 et M7), au remaniement (M8) et de dépôt important de matériel (M10). En outre, cet habitat est également très sensible aux contaminations par des composés synthétiques (C3), à l'introduction d'espèces non-indigènes (B2) et au

prélèvement d'espèces non-cibles (B6). Ces pressions, si elles sont fréquentes, de forte intensité et qu'elles s'appliquent à une importante proportion de l'habitat au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, peuvent porter atteinte à la pérennité de celui-ci. Les menaces inhérentes à chacune de ces pressions sont estimées et présentés dans le Tableau 63 et dans le Tableau 64. Ainsi, les herbiers de zostères naines font face à des plusieurs pressions qui engendrent des menaces modérées vis-à-vis de leur pérennité. Ces pressions sont liées à la navigation via les mouillages et à l'aquaculture au travers de la conchyliculture. Elles sont toutes permanentes ou récurrentes et ont une forte intensité. Néanmoins, comme elles ne concernent pas une part importante des herbiers à zostères naines, la menace pour la pérennité des habitats n'est pas très élevée. Il est néanmoins possible que le piétinement à l'intérieur des cadastres conchylicoles limite l'installation de nouveaux herbiers de zostères naines, ce qui expliquerait partiellement la faible proportion d'herbiers présents dans ces cadastres.

4.3.2 Recommandations de gestion

Parmi les menaces identifiées, la présence de mouillages classiques dits « à l'évitage » est la plus préjudiciable aux herbiers de zostères naines, du fait du ragage induit par leurs chaînes. Poursuivre le remplacement de ce type de mouillages par des mouillages de moindre impact devrait très largement limiter les impacts sur les herbiers de zostères naines. En effet, des études récentes tendent à montrer que les mouillages de moindre impact déjà installés au sein de la ZSC n'ont que peu d'effets sur le sédiment et donc sur les herbiers qui s'y développent (TBM environnement, 2024).

En outre, l'abrasion peu profonde et profonde induite par les déplacements humains ou par la présence d'engins (p.ex. tracteurs, barges ostréicoles) dans ou à proximité des cadastres conchylicoles est néfaste à la pérennité des zostères naines. Lorsque des herbiers sont présents à l'intérieur ou à stricte proximité de cadastres conchylicoles, il est intéressant de limiter l'emprise des déplacements sur ces derniers. En effet, cela permet de les préserver et de maintenir les services écosystémiques qu'ils peuvent rendre, notamment aux bivalves élevés (p.ex. huîtres creuses).

L'herbier de zostères naines suivi dans le lot n°1 du présent projet est localisé dans l'anse du Vran, à l'est de l'île aux Moines. Cet herbier est situé à proximité de cadastres conchylicoles, au sein et autour 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 ».

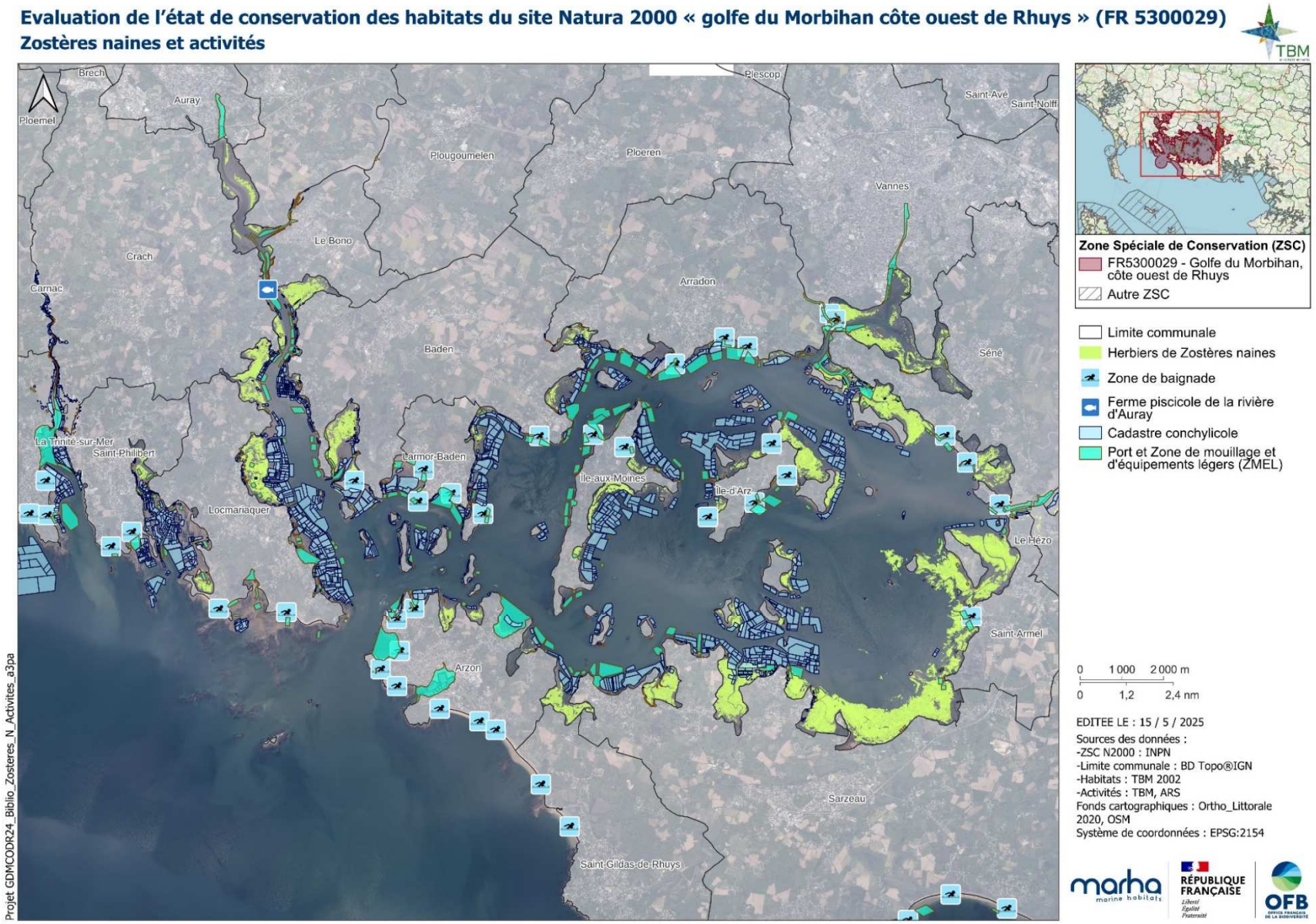


Figure 42 : Répartition des herbiers à Zostera noltei, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

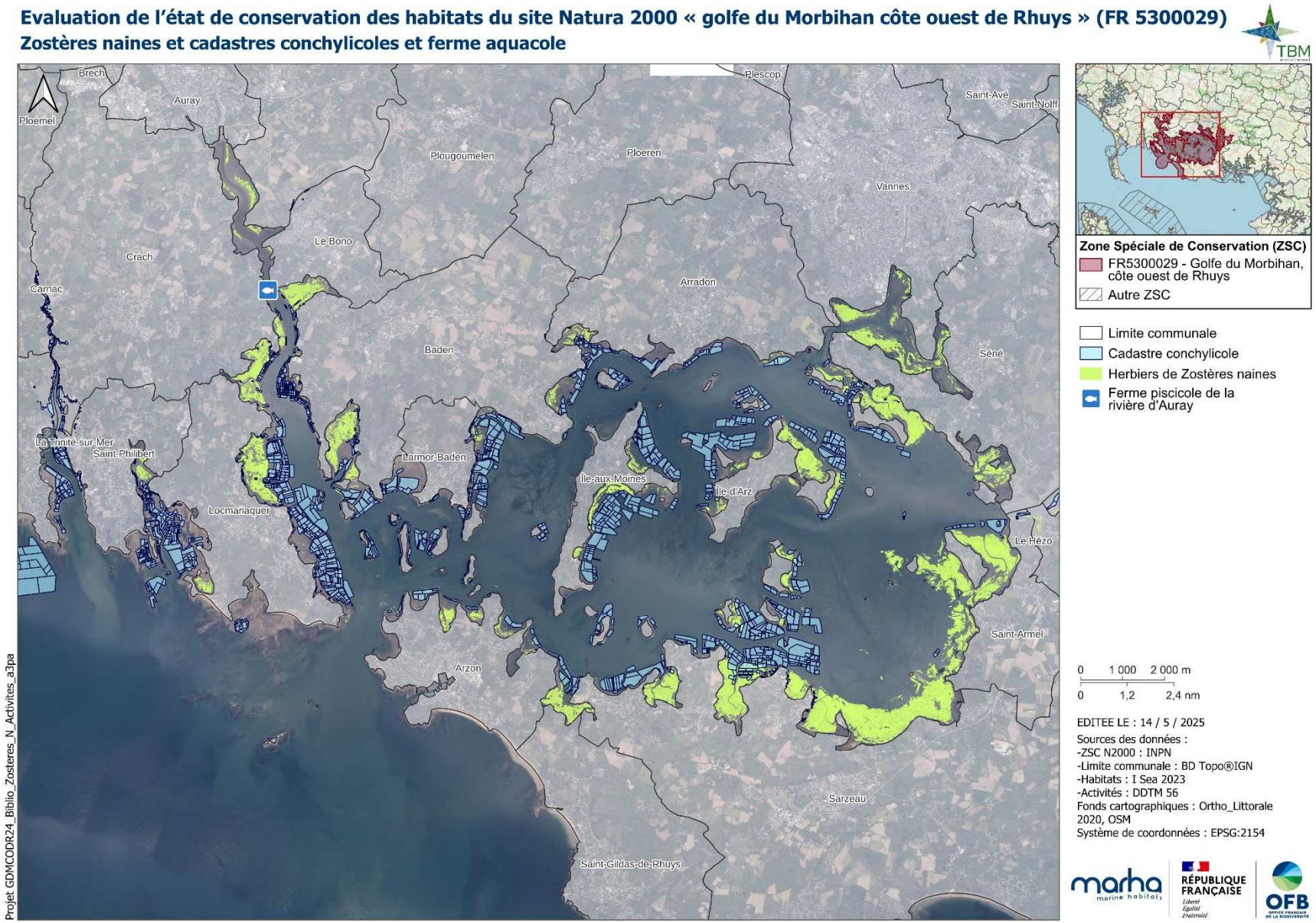


Figure 43 : Répartition des herbiers à Zostera noltei, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

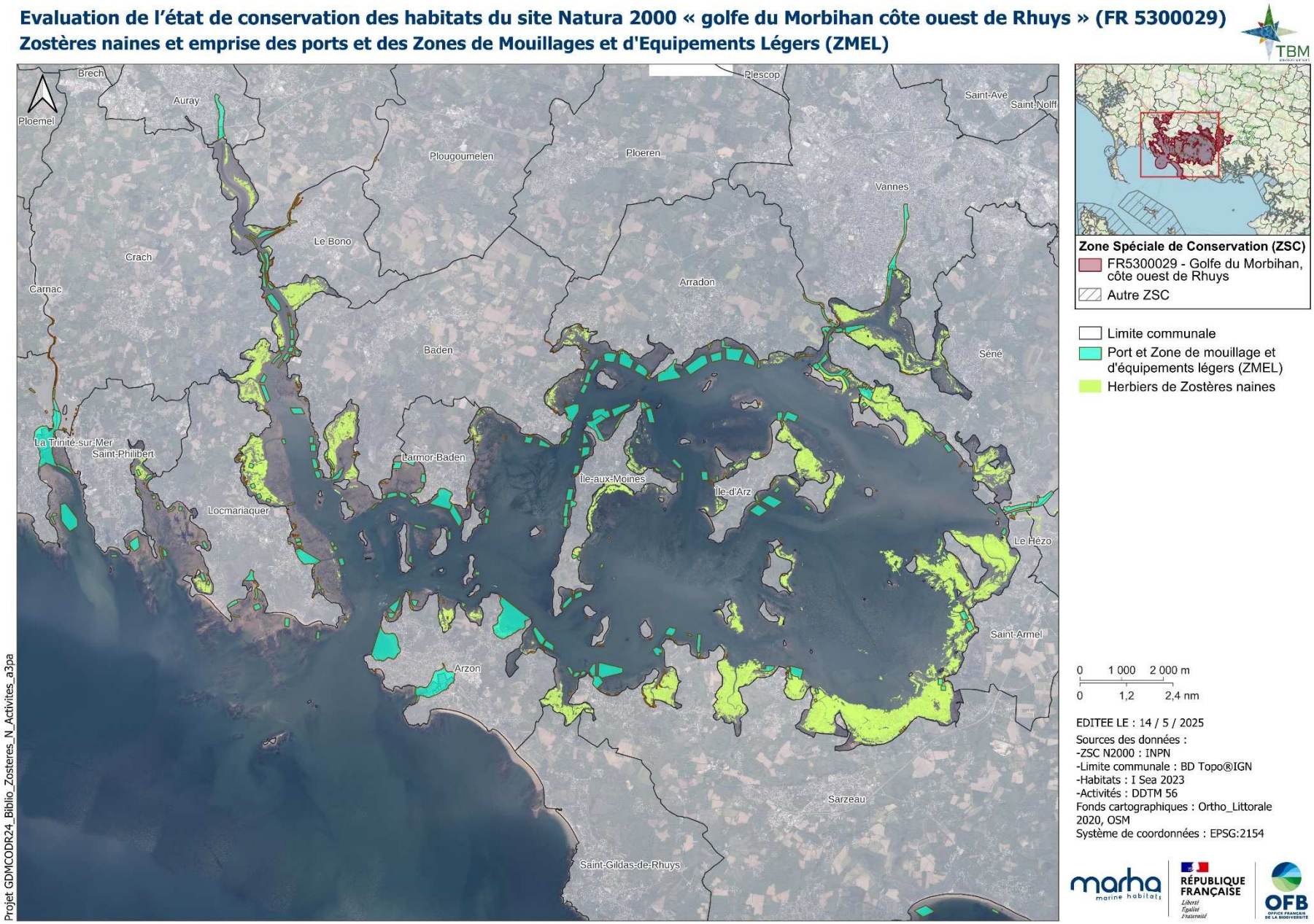


Figure 44 : Répartition des herbiers à Zostera noltei, des ports et des ZMEL de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

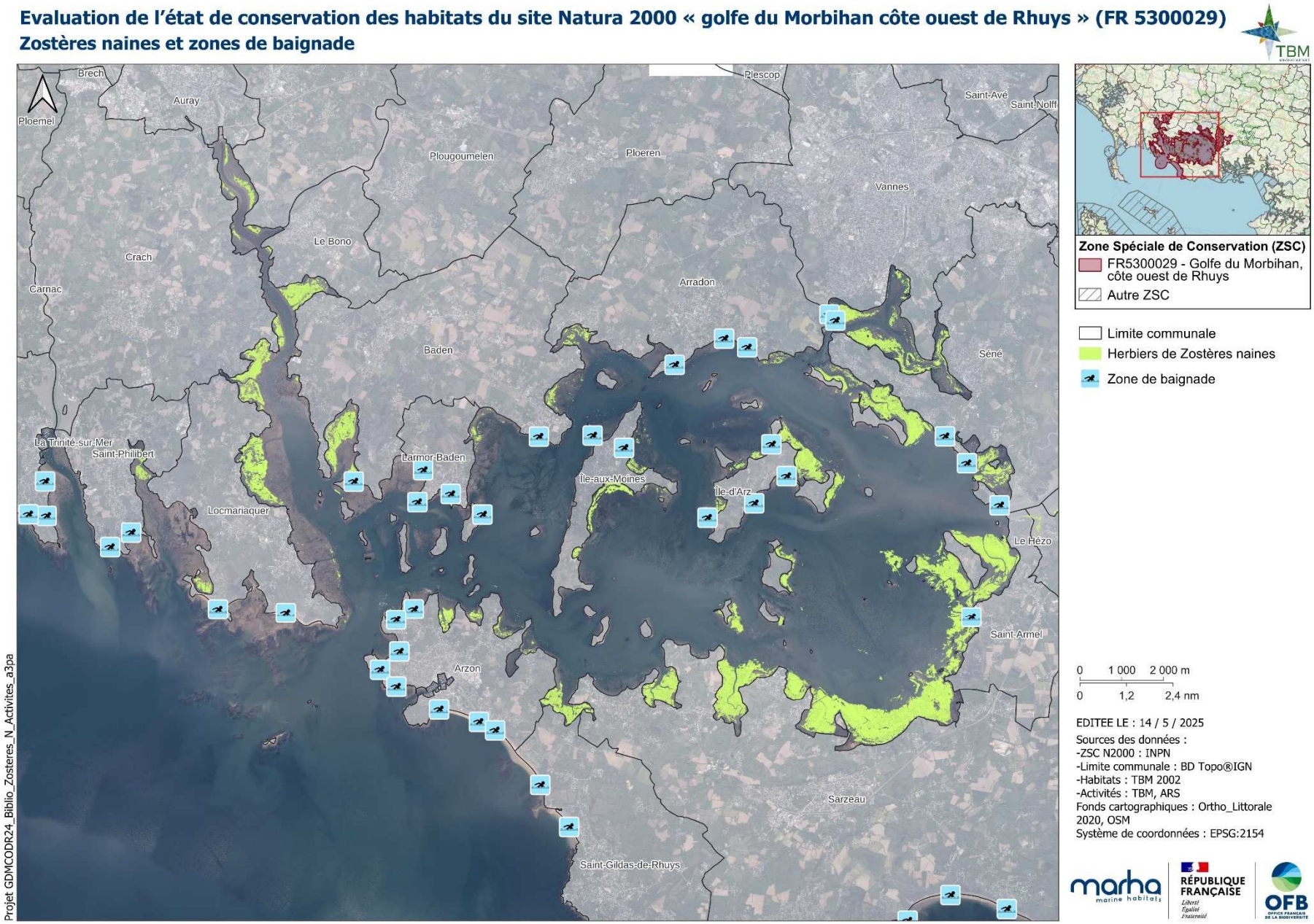


Figure 45 : Répartition des herbiers à Zostera noltei et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Tableau 63 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera noltei sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL ou ancrage forain)	Le ragage des chaînes de mouillages peut entraîner la disparition totale des zostères et modifier la nature des sédiments	Permanente	Haute dans les zones de mouillages classiques	Faible car moins de 5 % des herbiers de zostères naines présents dans des ports ou ZMEL	Modérée
Abrasion peu profonde (M6) et abrasion profonde (M7)		L'ancrage temporaire, le ragage des chaînes de mouillages et l'échouage des bateaux à basse mer peuvent entraîner des abrasions, peu profondes voir profondes	Récurrent pour l'échouage des bateaux, occasionnelle pour l'ancrage	Haute dans les zones de mouillages classiques	Faible car moins de 5 % des herbiers de zostères naines présents dans des ports ou ZMEL	Modérée
	Pêche à pied (récréative ou professionnelle)	Le piétinement et le triturage des sédiments lors de l'activité de pêche entrainent des abrasions peu profondes et profondes dans les herbiers de zostères naines	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Modérée car pêche dans les herbiers de zostères réservée aux professionnels	Difficilement estimable car les gisements de pêche à pied professionnelle sont majoritairement localisés dans des herbiers de zostères naines. Il est difficile d'estimer quelle proportion de ces herbiers est réellement utilisée par les pêcheurs	Modérée
	Loisirs nautiques	Le piétinement lors de la baignade ou de la mise à l'eau/utilisation d'embarcations légères peut entrainer une abrasion des sédiments sur lesquels reposes les zostères naines	Occasionnelle	Faible car activités avec peu de contacts au sol	Faible car peu de zones de baignade et de mises à l'eau d'embarcations légères abritent des herbiers de *Zostera noltei*	Faible
	Aquaculture	Le piétinement, l'utilisation de barges ostréicoles et de tracteurs peut entrainer des abrasions peu profondes à profondes dans les cadastres conchylicoles	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Haute autour des tables ostréicoles	Modéré car 3,1 % des herbiers de zostères naines sont présents dans des cadastres, mais que ce chiffre dépasse 5 % en considérant les herbiers présents autour de ces cadastres	Modérée
Remaniement (M8)		Le piétinement, l'utilisation de barges ostréicoles et de tracteurs peut entrainer un important remaniement des sédiments, ayant pour conséquence l'arrachage des pieds de zostères naines	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Haute autour des tables ostréicoles	Modéré car 3,1 % des herbiers de zostères naines sont présents dans des cadastres, mais que ce chiffre dépasse 5 % en considérant les herbiers présents autour de ces cadastres	Modérée
	Pêche à pied (récréative ou professionnelle)	Le piétinement et le triturage des sédiments lors de l'activité de pêche entrainent un remaniement des sédiments qui peut conduire à l'arrachage des pieds de zostères naines	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Modérée car pêche dans les herbiers de zostères réservée aux professionnels	Difficilement estimable car les gisements de pêche à pied professionnelle sont majoritairement localisés dans des herbiers de zostères naines. Il est difficile d'estimer quelle proportion de ces herbiers est réellement utilisée par les pêcheurs	Modérée
	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL ou ancrage forain) et loisirs nautiques	L'ancrage temporaire, le raguage des chaînes de mouillages et la mise à l'eau d'embarcations légères peuvent entrainer un remaniement des sédiments qui peut conduire à l'arrachage des pieds de zostères naines	Permanente	Haute dans les zones de mouillages classiques et à proximité des zones de mise à l'eau	Faible car moins de 5 % des herbiers de zostères naines présents dans des ports ou ZMEL ou à proximité de zones de mouillages forains et/ou de mise à l'eau d'embarcations légères	Modérée

Tableau 64 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera noltei sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Dépôt important de matériel (M10)	Aquaculture	Dans des secteurs de faible hydrodynamisme, de fortes concentrations d'huîtres peuvent entrainer un dépôt de fèces et/ou de pseudo-fèces conséquent, peuvent à terme représenter plusieurs cm voire plusieurs dizaines de centimètres	Permanente	Modérée, dans des zones de faible hydrodynamisme	Données insuffisantes pour estimer la proportion de cet habitat exposés au dépôt important de matériel	Faible
Contamination par des composés synthétiques (C3)	Navigation et Activités terrestres	La contamination des estrans par des éléments métalliques peut être due à des apports terrigènes, véhiculés notamment par les rivières ou encore à des pollutions imputables à la navigation (antifouling notamment)	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car il est possible d'estimer qu'une contamination de grande ampleur puisse être retrouvée sur l'ensemble des herbiers de la ZSC	Faible
Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation, pêche) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation d'espèces non-indigènes, comme cela a par exemple été observé avec la crépidule en Rade de Brest puis dans toute la Bretagne	Très rare	Nulle car au cours de la cartographie des herbiers en 2022-2023 et pendant les suivis menés dans cette étude, aucune espèce non-indigène proliférante n'a été recensée	Très haute car les espèces non-indigènes peuvent coloniser l'ensemble des herbiers de zostères naines	Faible
Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Pêche à pied (récréative ou professionnelle)	La pêche à pied à la palourde entraine le prélèvement accidentel de pieds de zostères naines	Rare car herbiers de zostères naines fermés à la pêche	Faible car prélèvement accidentel de pieds modéré	Très faible car herbiers de zostères naines fermés à la pêche	Faible

4.4 Les herbiers de zostères marines

4.4.1 Evaluation des menaces

Tout comme pour les herbiers de zostères naines, la dernière cartographie exhaustive des herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys date de 2023. Elle permet d'y recenser 1294 hectares, ce qui représente une nette expansion (+ 60,5 %) par rapport à la précédente cartographie exhaustive, datant de 2002. Ces herbiers couvrent aujourd'hui des surfaces similaires à celles répertoriées lors des premières cartographies, aux alentours de 1970 (TBM, 2023).

Les herbiers de zostères marines du golfe du Morbihan sont majoritairement subtidaux et ne sont de ce fait que peu impactés par les activités anthropiques qui se déroulent strictement sur l'estran (p.ex. pêche à pied, mise à l'eau d'embarcations légères, etc.). Les Figure 46 à Figure 49 présentent la localisation des cadastres conchylicoles, des zones de mouillage et des zones de baignade, en parallèle de la répartition des zostères marines. La Figure 47 permet d'identifier la présence concomitante de cadastres conchylicoles et d'herbiers à *Zostera marina,* particulièrement dans les secteurs suivants :

- L'île aux Moines avec l'anse du Vran et l'anse du Guéric ;
- L'île d'Arz avec les contours de l'île Drenet et la partie est de l'île ;
- Le sud des îles de Boëd et de Boëdic ;
- La partie ouest de la baie de Sarzeau ;
- Les contours de l'île Covihan ainsi que les anses de Kerners et de Pen Castel ;
- Le nord de l'île de Berder ;
- Le contour des sept-îles et l'est de la côte de Locmariaquer.

De plus, les zones de mouillages, matérialisées par les ports et les ZMEL, sont très régulièrement présentes dans des secteurs à herbiers de zostères marines. Il s'agit principalement de :

- Du port de l'île d'Arz (plage de Keroland) ;
- De l'île aux Moines avec l'anse du Lério et la côte ouest de l'île ;
- Du port d'Arradon et des ZMEL situées à l'est de celui-ci ;
- Du port du Logeo et du port de l'anse de Kerners ;
- De Port-Navalo ;
- Du port de Larmor-Baden ;
- Du port de Locmariaquer et des ZMEL de l'est de la côte de Locmariaquer.

Enfin, des herbiers de zostères marines sont présents dans des zones de baignade et ce notamment au niveau des plages de Kervert et des Govelins pour l'extérieur du golfe, et de la plage située à l'est du port d'Arradon. Les secteurs présentés ci-dessus ne sont pas exclusifs mais représentent les principales aires géographiques pour lesquelles des activités humaines bien référencées et répertoriées cohabitent avec la présence d'herbiers de zostères marines.

L'évaluation de la sensibilité des habitats de zostères marines présents dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys montrent qu'ils sont particulièrement sensibles à un changement d'habitat (M2), à de l'abrasion peu profonde (M6) et profonde (M7), à d'importants dépôts de

matériel (M10), à une diminution de la lumière naturelle (P11), à la contamination par des composés synthétiques (C3), à l'introduction d'espèces non indigènes (B2) et de pathogènes (B3) et enfin au prélèvement d'espèces non-cibles (B6). Ces pressions, si elles sont fréquentes, de forte intensité et qu'elles s'appliquent à une importante proportion de l'habitat au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, peuvent porter atteinte à la pérennité de celui-ci. Les menaces inhérentes à chacune de ces pressions sont estimées et présentées dans le Tableau 65 et dans le

Tableau 66. Les herbiers de zostères marines font face à plusieurs pressions qui engendre des menaces modérées vis-à-vis de leur pérennité. Ces pressions sont principalement liées à la navigation via les mouillages et à l'aquaculture au travers de la conchyliculture. De surcroit, certaines activités terrestres pouvant engendrer des événements de contamination font également peser une menace modérée sur ces herbiers. Les pressions associées aux mouillages et à l'ostréiculture sont toutes permanentes ou récurrentes et de forte intensité (hormis pour le dépôt important de matériel). Néanmoins, comme elles ne concernent pas une part importante des herbiers à zostères marines, la menace pour la pérennité des habitats n'est pas très élevée. Il est néanmoins possible que le piétinement et l'ombrage induit par les tables ostréicoles à l'intérieur des cadastres conchylicoles limite l'installation de nouveaux herbiers de zostères marines, ce qui expliquerait partiellement la faible proportion d'herbiers présents dans ces cadastres.

4.4.2 Recommandations de gestion

De la même manière que pour les herbiers de zostères naines, poursuivre le remplacement des mouillages dit « à l'évitage » par des mouillages de moindre impact permettrait de limiter très largement le ragage des sédiments et donc des zostères marines. En effet, des études récentes tendent à montrer que les mouillages de moindre impact déjà installés au sein de la ZSC n'affectent pas la présence des herbiers de zostères marines (TBM environnement, 2024).

L'aquaculture et plus particulièrement l'ostréiculture limite la présence de zostères marines en générant de l'abrasion, des dépôts importants de matériels et de l'ombrage. Néanmoins, des herbiers parviennent à se développer entre certaines rangées de tables ostréicoles. Cela signifie qu'en limitant l'intensité des passages au sein des parcs, les herbiers sont capables de s'y développer. Néanmoins, l'ombrage et le dépôt de matériel sur le sédiment est plus difficilement évitable. Une solution serait de diminuer les densités d'huîtres élevées, mais cela se confronte à la réalité économique de cette activité et n'est pas nécessairement envisageable.

Concernant les épisodes de contamination par des composés synthétiques, ils nécessitent une gestion axée sur l'évaluation des risques associés aux activités susceptibles de les provoquer.

L'herbier de zostères marines suivi dans le lot n°1 du présent projet est localisé au sein du vaste herbier de la baie de Sarzeau. La station de prélèvement située au sein de cet herbier 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 ».

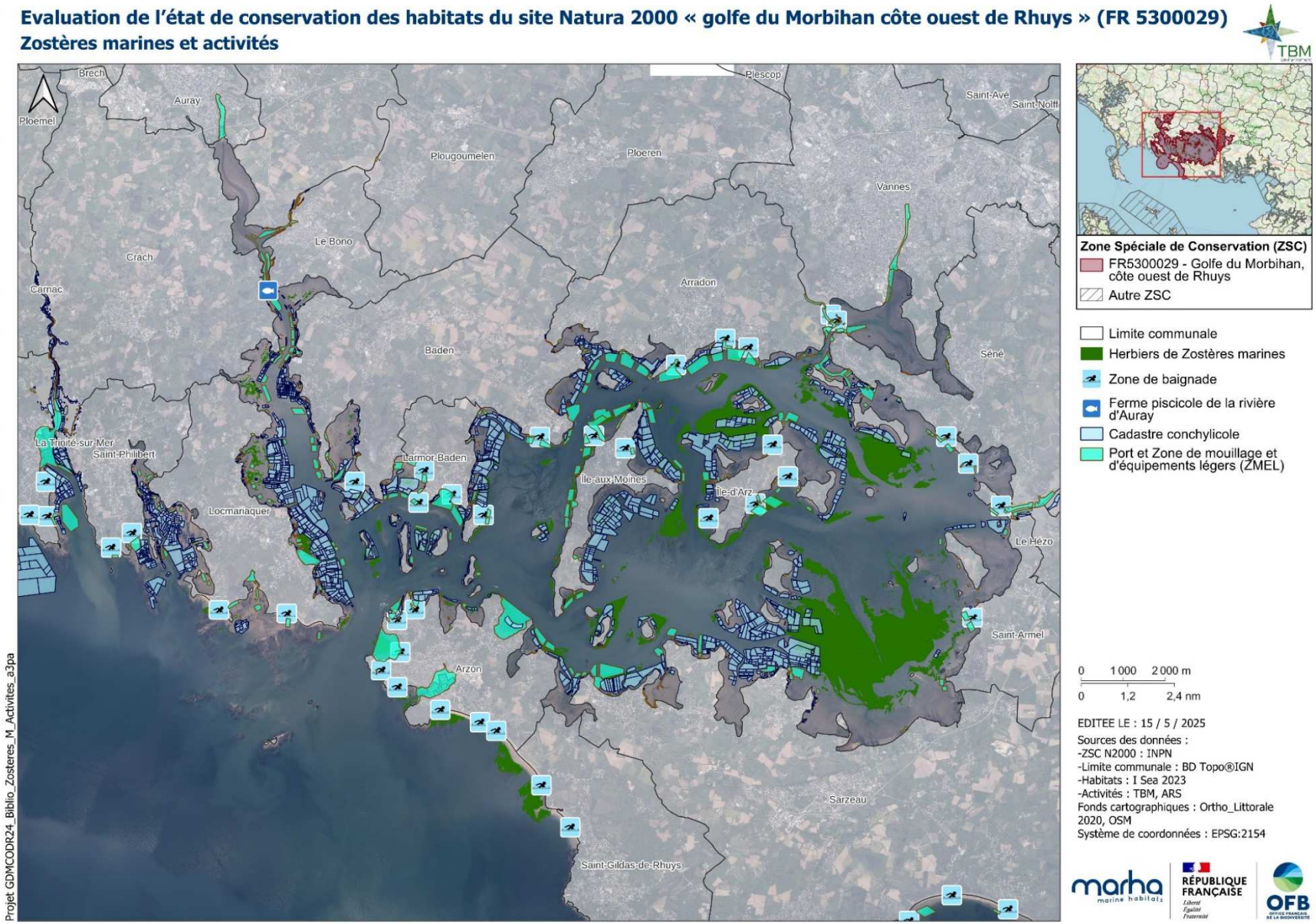


Figure 46 : Répartition des herbiers à Zostera marina, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

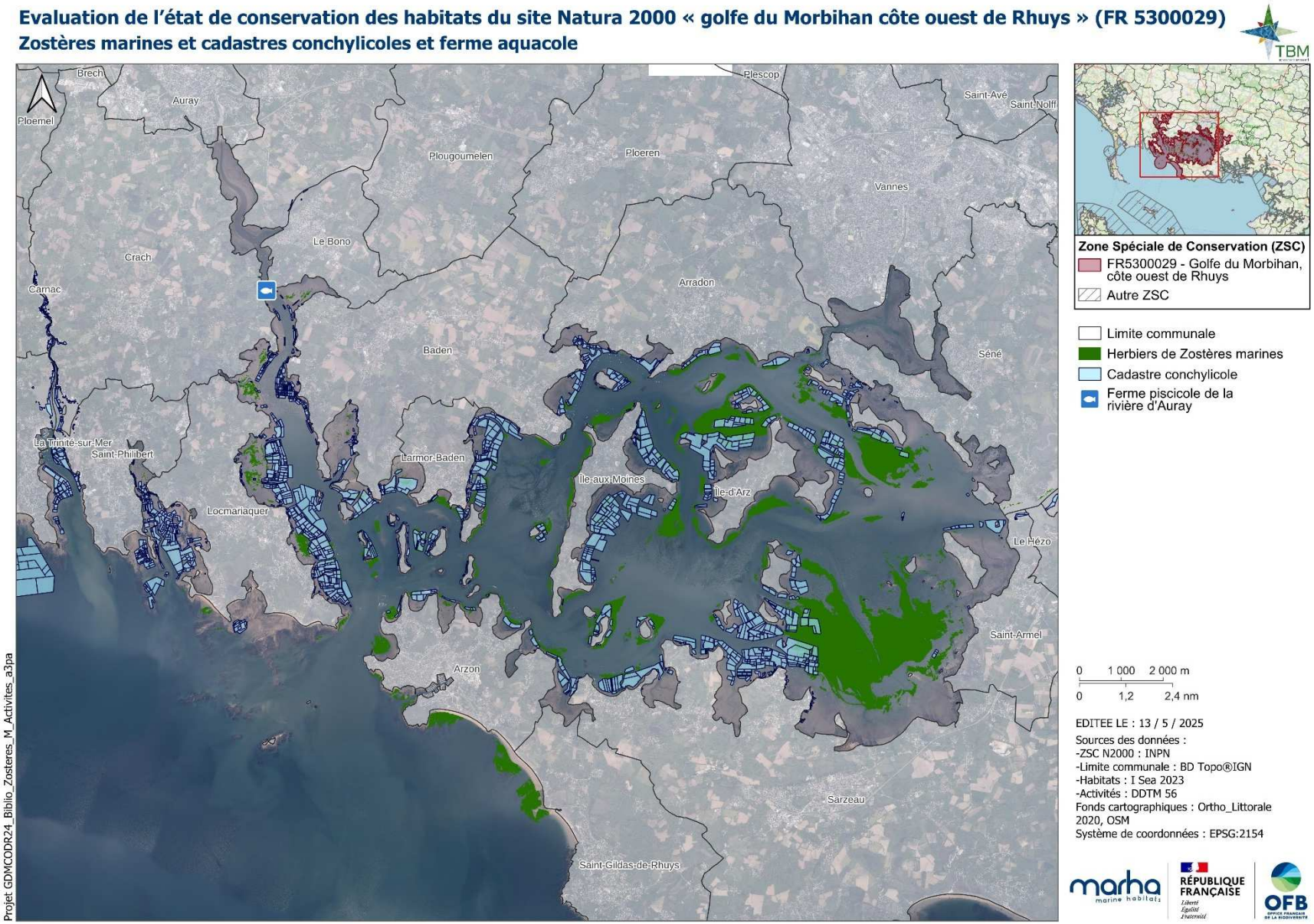


Figure 47 : Répartition des herbiers à Zostera marina, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

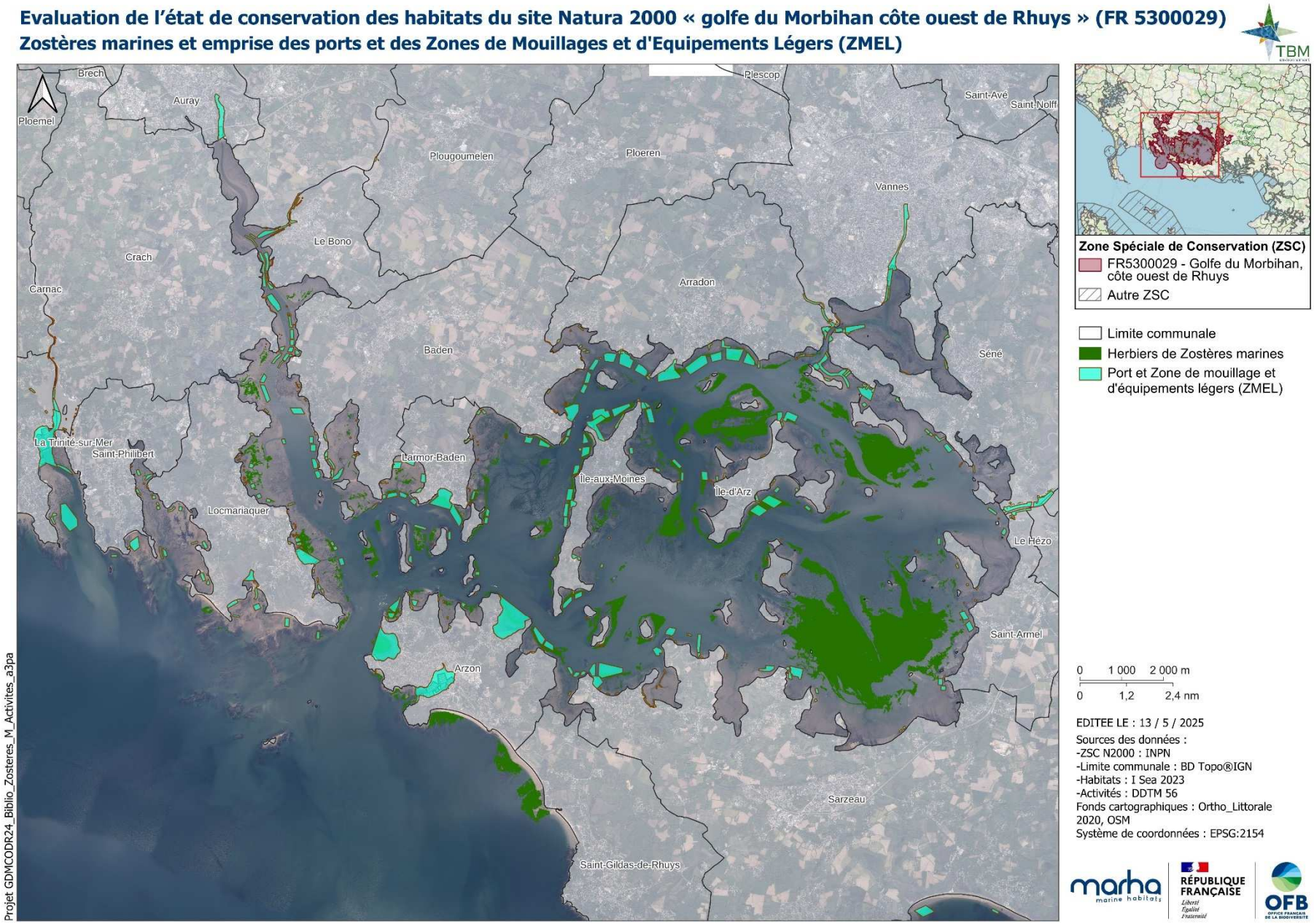


Figure 48 : Répartition des herbiers à Zostera marina, des ports et des ZMEL de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

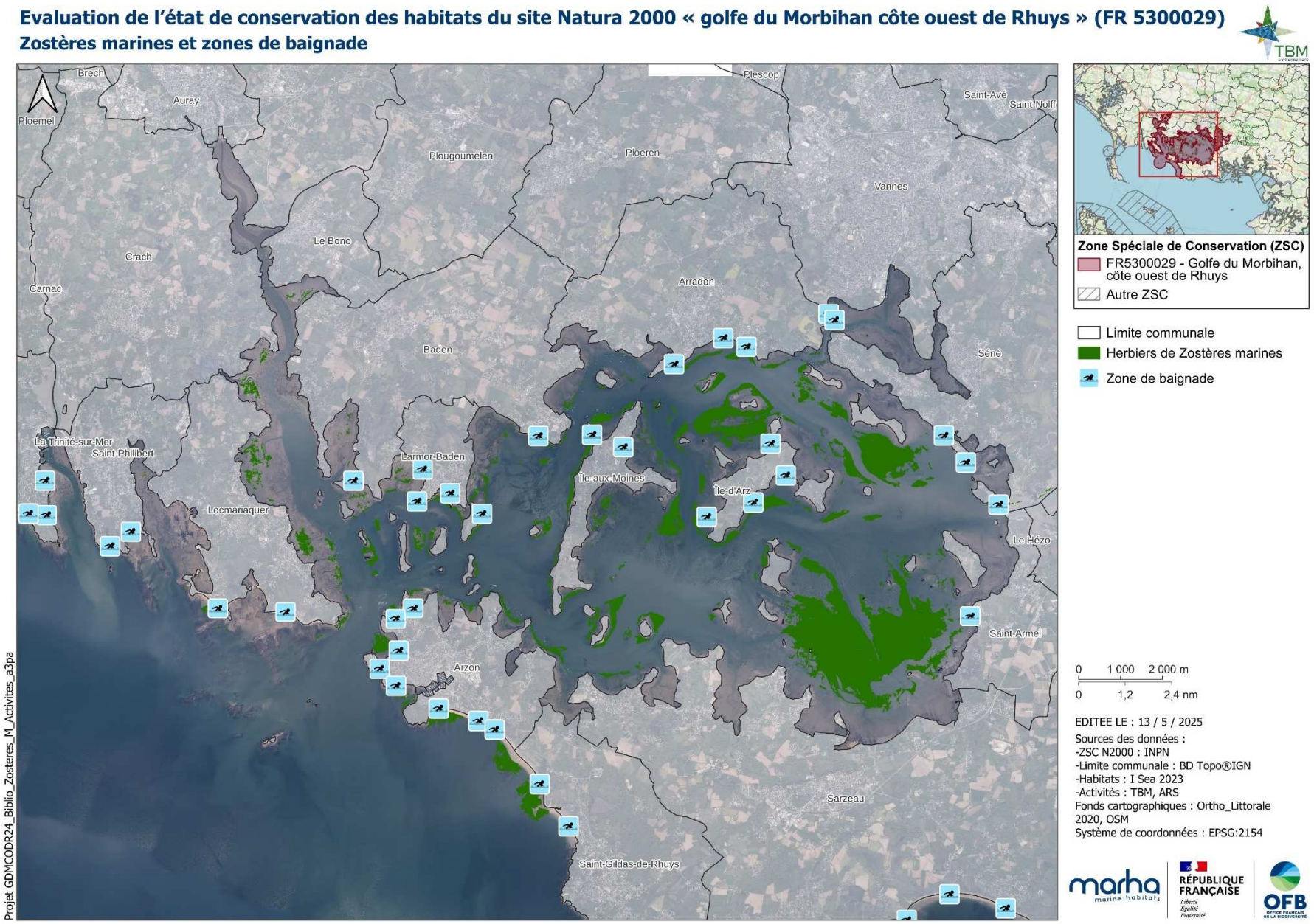


Figure 49 : Répartition des herbiers à Zostera marina et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Tableau 65 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera marina sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL ou ancrage forain)	Le ragage des chaînes de mouillages peut entraîner la disparition totale des zostères et modifier la nature des sédiments	Permanente	Haute dans les zones de mouillages classiques	Modérée car plus de 5 % (5,5 %) des herbiers de *Zostera marina* de la ZSC sont présents à l'intérieur de zones portuaires ou de ZMEL	Modérée
Abrasion peu profonde (M6) et abrasion profonde (M7)		L'ancrage temporaire et le ragage des chaînes de mouillages peuvent entraîne des abrasions, peu profondes voir profondes	Récurent pour les mouillages fixes et occasionnelle pour l'ancrage	Haute dans les zones de mouillages classiques	Modérée car plus de 5 % (5,5 %) des herbiers de Zostera marina de la ZSC sont présents à l'intérieur de zones portuaires ou de ZMEL et ce sans tenir compte des zones d'ancrage forain	Modérée
	Pêche embarquée	La pose de casiers, la mise en place de filets ou encore la pêche à la drague peuvent entraîner une abrasion peu profonde des sédiments meubles sur lesquels se développent les zostères marines	Rare	Faible car à l'échelle de la ZSC, la pose d'engins de pêche dormants est limitée sur les herbiers à *Zostera marina*	Faible car les herbiers de zostères marines ne sont pour l'heure plus sujet au draguage et peu soumis aux autres méthodes de pêche	Très faible
	Loisirs nautiques	Tout comme pour les herbiers de zostères naines, la mise à l'eau d'embarcations légères à marée basse peut entrainer un piétinement des zostères naines, ce qui peut causer de l'abrasion	Occasionnelle	Faible car activités avec peu de contacts au sol	Faible car peu de zones de baignade et de mises à l'eau d'embarcations légères abritent des herbiers de *Zostera marina*	Faible
	Aquaculture	De nombreux herbiers de zostères marines sont présents à strictes proximités de cadastres conchylicoles et peuvent être impactés par le piétinement et les barges ostréicoles lors des marées basses	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Haute autour des tables ostréicoles	Modérée car plus de 5 % (8,6 %) des herbiers de *Zostera marina* de la ZSC sont présents à l'intérieur de cadastres conchylicoles	Modérée
Remaniement (M8)		Le piétinement, l'utilisation de barges ostréicoles et de tracteurs peut entrainer un important remaniement des sédiments, ayant pour conséquence l'arrachage des pieds de zostères marines	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Haute autour des tables ostréicoles	Modérée car plus de 5 % (8,6 %) des herbiers de *Zostera marina* de la ZSC sont présents à l'intérieur de cadastres conchylicoles	Modérée
	Pêche embarquée	La pêche à la drague dans des herbiers de zostères marines entraîne un remaniement des sédiments	Nulle car la pêche à la drague dans les herbiers de zostères marines du golfe du Morbihan n'est plus pratiquée	Nulle car la pêche à la drague dans les herbiers de zostères marines du golfe du Morbihan n'est plus pratiquée	Nulle aujourd'hui mais historiquement cette pêche était pratiquée sur le plus vaste herbier de zostères marines du golfe du Morbihan (Sarzeau)	Très faible
	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL ou ancrage forain) et loisirs nautiques	L'ancrage temporaire, le raguage des chaînes de mouillages et la mise à l'eau d'embarcations légères peuvent entrainer un remaniement des sédiments qui peut conduire à l'arrachage des pieds de zostères marines	Permanente	Haute dans les zones de mouillages classiques et à proximité des zones de mise à l'eau	Modérée car plus de 5 % (5,5 %) des herbiers de Zostera marina de la ZSC sont présents à l'intérieur de zones portuaires ou de ZMEL et ce sans tenir compte des zones d'ancrage forain	Modérée

Tableau 66 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les herbiers à Zostera marina sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Dépôt important de matériel (M10)	Aquaculture	Dans des secteurs de faible hydrodynamisme, de fortes concentrations d'huîtres peuvent entrainer un dépôt de fèces et/ou de pseudo-fèces conséquent, peuvent à terme représenter plusieurs cm voire plusieurs dizaines de centimètres	Permanente	Modérée, dans des zones de faible hydrodynamisme	Données insuffisantes pour estimer la proportion de cet habitat exposés au dépôt important de matériel	Modérée
Diminution de la lumière naturelle (P11)	Aquaculture	Les tables ostréicoles et les poches qu'elles supportent réduisent la quantité de lumière disponible au fond, à l'interface eau-sédiment	Permanente sous les tables ostréicoles accueillant des poches d'huîtres	Haute car concerne toutes les surfaces couvertes par les poches d'huîtres	Modérée car plus de 5 % (8,6 %) des herbiers de *Zostera marina* de la ZSC sont présents à l'intérieur de cadastres conchylicoles	Modérée
Contamination par des composés synthétiques (C3)	Navigation et Activités terrestres	La contamination de la zone subtidale par des composés synthétiques peut être due à des apports terrigènes, véhiculés notamment par les rivières	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car il est possible d'estimer qu'une contamination de grande ampleur puisse être retrouvée sur l'ensemble des herbiers de la ZSC	Modérée
Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation, pêche) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation d'espèces non-indigènes, comme cela a par exemple été observé avec la crépidule en Rade de Brest puis dans toute la Bretagne	Très rare	Nulle car au cours de la cartographie des herbiers en 2022-2023 et pendant les suivis menés dans cette étude, aucune espèce non-indigène proliférante n'a été recensée	Très haute car les espèces non-indigènes peuvent coloniser l'ensemble des herbiers de zostères naines	Faible
Introduction de pathogènes (B3)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation, activités terrestres) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation de pathogènes dans l'environnement marin, sans que ceux-ci ne soient toutefois tous néfastes aux herbiers de zostères marines	Occasionnelle	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car si un pathogène nocif est introduit dans le golfe du Morbihan, celui-ci est susceptible de se propager à l'ensemble des herbiers de zostères marines	Modérée
Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Pêche professionnelle en apnée	La pêche aux palourdes en apnée peut amener au prélèvement accidentel de pieds de zostères marines	Rare car herbiers de zostères marines fermés à la pêche	Faible car prélèvement accidentel de pieds est rare avec *Zostera marina*	Très faible car herbiers de zostères marines fermés à la pêche	Très faible

4.5 Les bancs de maërl

4.5.1 Evaluation des menaces

La cartographie des bancs de maërl de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, réalisée par TBM environnement dans le cadre du lot n°1 du présent marché, montre qu'il existe deux bancs à l'intérieur du golfe (Le Gravellic et île Radennec) et deux bancs à l'extérieur (Er Gazec et baie d'Abraham (ou banc de maërl d'Arzon)). Au regard des informations disponibles, il est difficile d'évaluer l'évolution de la répartition de ces 4 bancs de maërl au cours de dernières années. En effet, bien qu'un suivi biologique des principaux bancs de maërl Bretons ait été initié par le Rebent en 2004 (Grall, 2011), les cartographies de ces bancs sont très hétérogènes et ne permettent pas de se prononcer sur leur évolution temporelle (Grall, 2009). Néanmoins, le banc de maërl de la baie d'Abraham a été intégré aux suivis du Rebent, ce qui atteste de sa présence depuis des années (Grall, 2011) et est décrit dans le DOCOB de 2013 (Cosson, 2013). En outre, ce banc a bien été cartographié en 2002. La cartographie de 2002 avait également permis d'identifier deux petits bancs, l'un au sud de l'île de Méaban et l'autre au niveau du chenal extérieur du port de Crouesty. La recherche des bancs de maërl présents à l'intérieur du golfe a été initiée en 2021 dans le cadre du projet-européen Life intégré Marha. La cartographie réalisée par TBM dans le cadre du lot n°1 est donc probablement la cartographie la plus exhaustive qui soit disponible pour les bancs de maërl de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Celle-ci sera complétée courant 2025 par une cartographie de l'ensemble des habitats marins (intertidaux et subtidaux) de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Au total, les 4 bancs répertoriés dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys couvrent une surface de 244 hectares. Seuls les sédiments avec une couverture de maërl supérieure à 30 % ont été retenu pour la cartographie de ces bancs de maërl. Cette surface est moindre par rapport à la cartographie de 2002 mais cela peut notamment s'expliquer par le fait que la cartographie de 2002 s'étendait plus à l'ouest.

Les Figure 50 à Figure 53 présentent la localisation des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages et des zones de baignade, en parallèle de la répartition des bancs de maërl. Ces cartographies permettent de visualiser que le banc de Le Gravellic est localisé au sein de la ZMEL de l'anse du Palud et que le banc de la baie d'Abraham est situé au large de la plage de Kervert, laquelle est une zone de baignade. Les estimations des sensibilités montrent que les bancs de maërl sont très sensibles au tassement (M4), aux abrasions (superficielles, peu profondes et profondes ; M5, M6 et M7, respectivement), à l'apport de matières organiques (C7), à la contamination par des hydrocarbures (C2), à d'importantes concentrations de déchets solides (P4), à l'introduction d'espèces non indigène (B2) et au prélèvement d'espèces cibles (B5). Ces pressions, si elles sont fréquentes, de forte intensité et qu'elles s'appliquent à une forte proportion de l'habitat au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, peuvent porter atteinte à sa pérennité. Les risques inhérents à chacune de ces pressions sont estimés et présentés dans le Tableau 67 et le Tableau 68. Cette analyse révèle que les bancs de maërl de la ZSC sont relativement peu menacés par les principales pressions auxquelles ils sont le plus sensibles. En effet, compte tenu de leur localisation, de leur surface relativement restreinte et des mesures de protection qui leur sont associées (p.ex.

interdiction d'extraction), les bancs de maërl sont assez peu soumis aux principales pressions anthropiques de la ZSC (conchyliculture, navigation et pêche notamment).

4.5.2 Recommandations de gestion

L'analyse bibliographique des pressions anthropiques s'exerçant sur les bancs de maërl au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys révèle que ces derniers ne sont peu voire pas soumis aux pressions physiques, auxquelles ils sont particulièrement sensibles (notamment l'extraction et le passage de dragues ou de chaluts). Les pressions chimiques et biologiques représentent des menaces faibles, notamment du fait de la localisation de ces bancs. Toutefois, bien que cela n'ait pas été évalué dans le présent rapport, l'eutrophisation et les proliférations de macroalgues opportunistes qu'elle peut générer constitue une menace pour la pérennité de cet habitat (Grall et Hall-Spencer, 2025). Aussi, le travail réalisé dans ce document permet de préconiser la poursuite des mesures de protection en place et de s'assurer qu'aucune pression physique susceptible d'engendrer du tassement ou de l'abrasion de manière répétée et intense ne puisse être présente au sein des bancs.

Les quatre bancs de maërl répertoriés au sein de la ZSC sont suivis dans le lot n°1 du présent projet. Trois d'entre eux sont localisés à distance des principales activités anthropiques auxquelles ils sont sensibles et sont de ce fait dits « de référence ». En revanche, le banc de maërl de l'île d'Irus (Gravellic) est régulièrement remanié par les activités ostréicoles et est de fait considéré comme une station « exposée » (source : OFB). La cartographie exhaustive des bancs de maërl de la ZSC, qui sortira en 2025, pourra permettre d'évaluer si du maërl dense cohabite avec des zones soumises à des pressions physiques. Si tel est le cas alors il sera envisageable d'y placer une nouvelle station de suivi dite « exposée ».

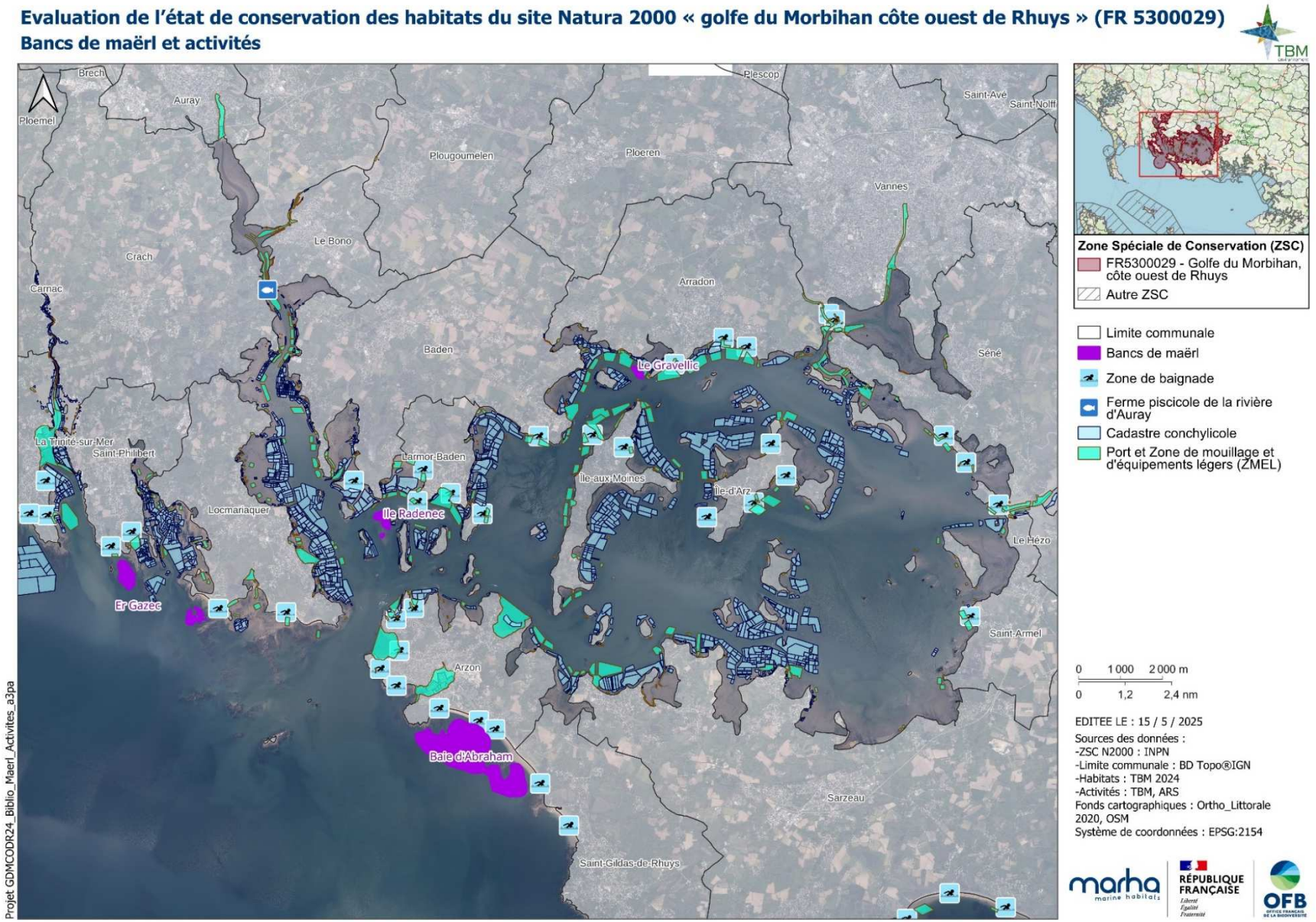


Figure 50 : Répartition des bancs de maërl, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

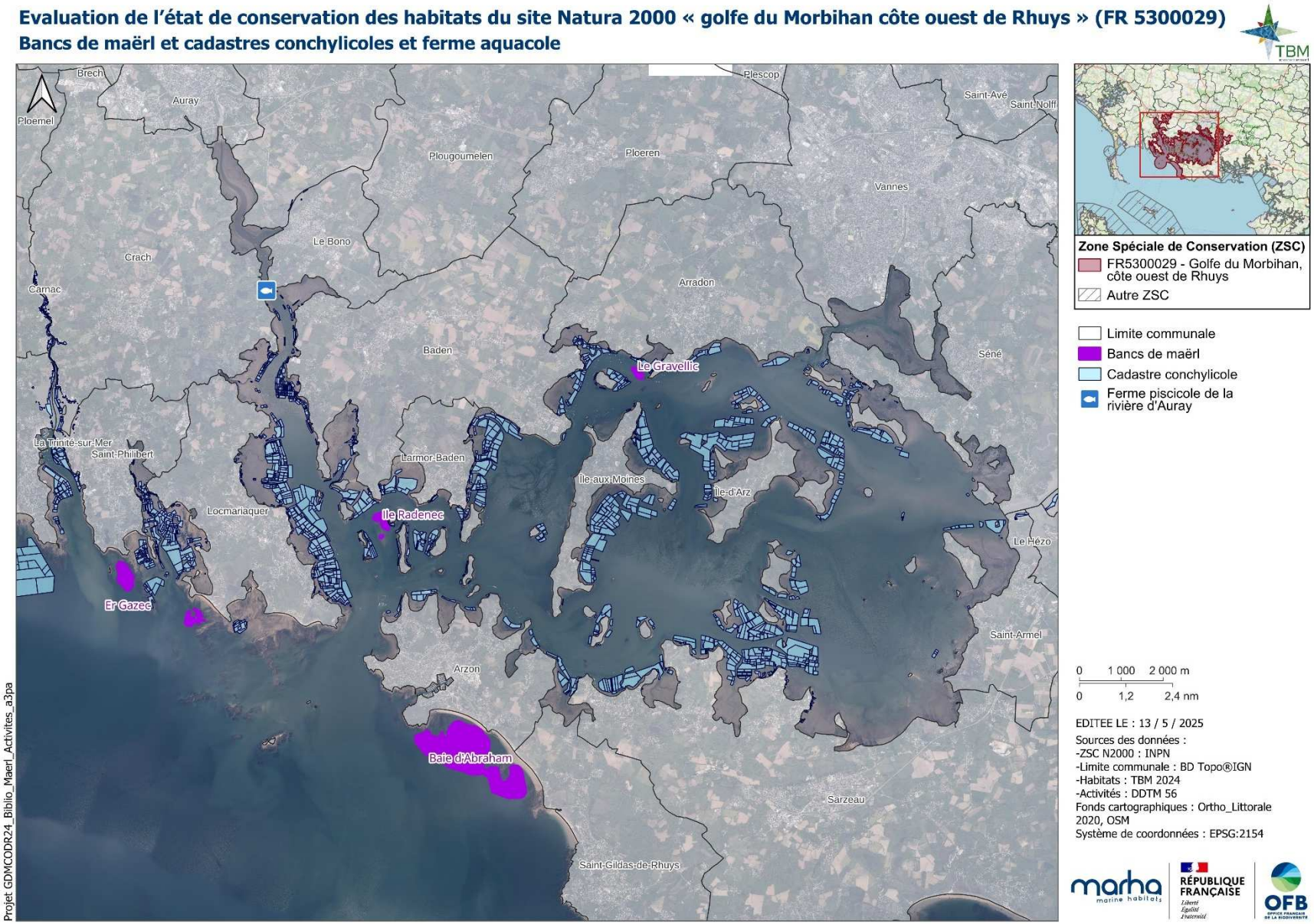


Figure 51 : Répartition des bancs de maërl, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

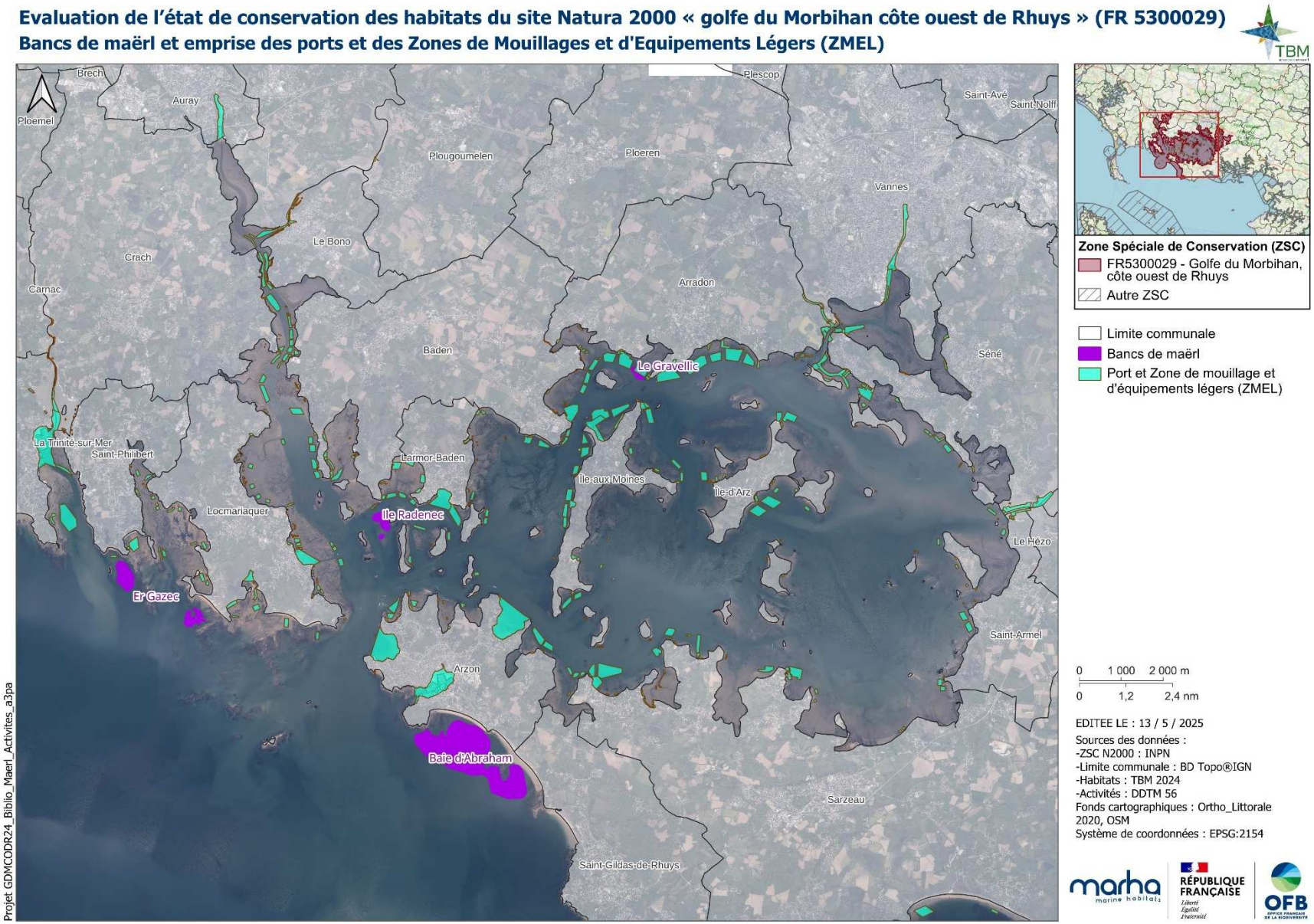


Figure 52 : Répartition des bancs de maërl, des ports et des ZMEL de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

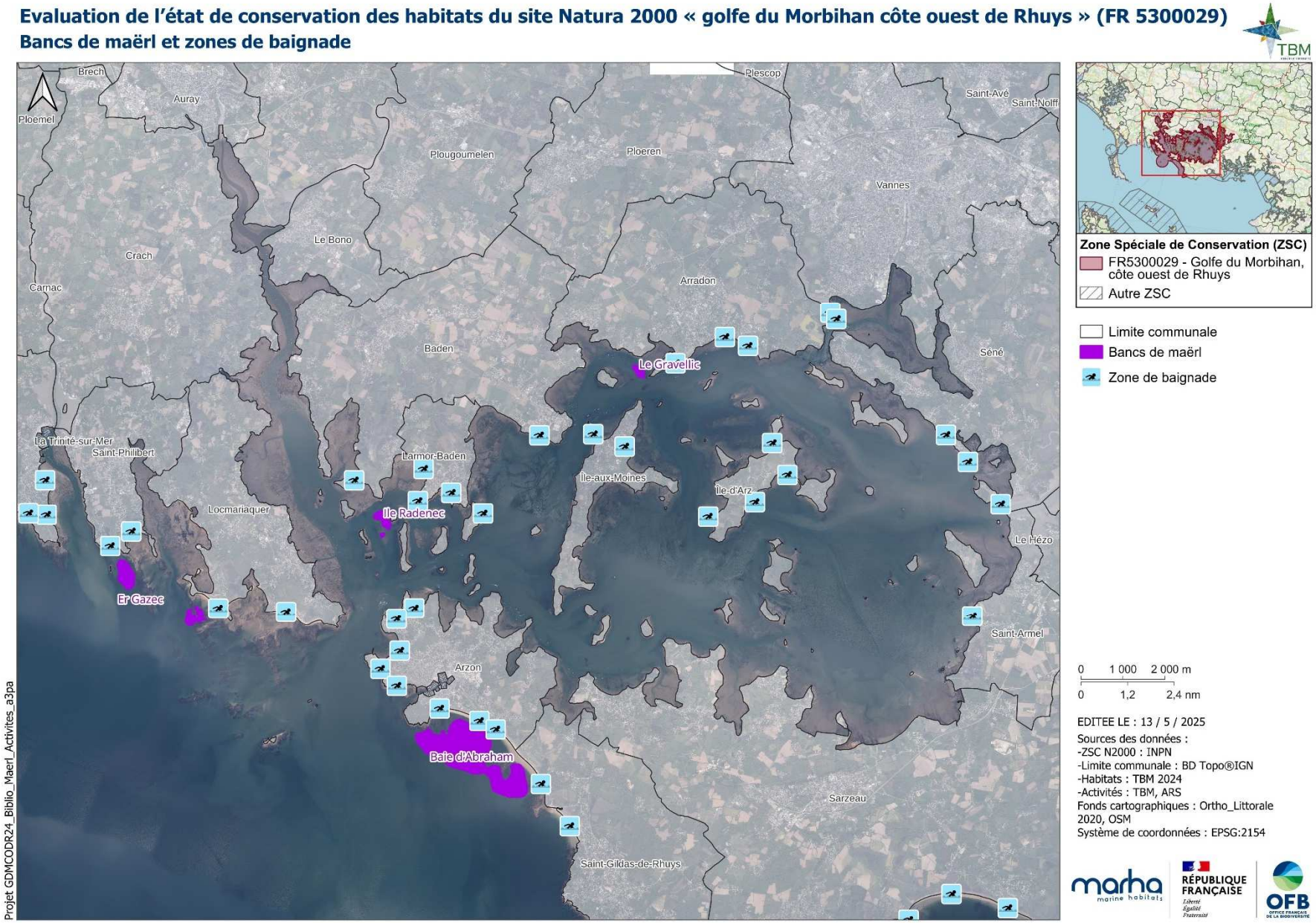


Figure 53 : Répartition des bancs de maërl et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Tableau 67 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les bancs de maërl sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Tassement (M4)	Navigation (Ancrage)	L'ancrage temporaire sur un bancs de maërl peut entrainer un enfoncement des brins sous le sédiment, notamment si le substrat sous-jacent est partiellement vaseux (hétérogène envasé)	Rare au vu de la faible étendue des bancs de maërl à l'intérieur du golfe et de leur localisation	Faible au vu de la faible étendue des bancs de maërl à l'intérieur du golfe et de leur localisation	Quasiment nulle	Très faible
	Pêche embarquée	La pêche aux casiers (à seiches notamment) peut entrainer un enfoncement des brins de maërl sous le sédiment, notamment si le substrat sous-jacent est partiellement vaseux (hétérogène envasé)	Occasionnelle	Faible car les engins de pêche utilisés ne couvrent pas de grandes surfaces au sol	Faible car les engins de pêche utilisés ne couvrent pas de grandes surfaces au sol	Faible
Abrasion superficielle (M5)		La pêche aux casiers et aux filets peut engendrer une abrasion superficielle des bancs de maërl, notamment si ces engins de pêche se déplacent sous l'action de la houle et/ou des courants	Occasionnelle	Faible car les engins de pêche utilisés ne couvrent pas de grandes surfaces au sol	Faible car les engins de pêche utilisés ne couvrent pas de grandes surfaces au sol	Faible
	Navigation (Ancrage)	L'ancrage temporaire sur un bancs de maërl peut entrainer une forte abrasion, notamment si le substrat sous-jacent est partiellement vaseux (hétérogène envasé) et que le courant / la prise au vent du bateau fait se déplacer l'ancre	Rare au vu de la faible étendue des bancs de maërl à l'intérieur du golfe et de leur localisation	Faible au vu de la faible étendue des bancs de maërl à l'intérieur du golfe et de leur localisation	Faible car les bancs de maërl de la ZSC ne sont pas situés dans des zones particulièrement propices à l'ancrage	Très faible
Abrasion peu profonde (M6) et abrasion profonde (M7)			Rare au vu de la faible étendue des bancs de maërl à l'intérieur du golfe et de leur localisation	Faible au vu de la faible étendue des bancs de maërl à l'intérieur du golfe et de leur localisation	Faible car les bancs de maërl de la ZSC ne sont pas situés dans des zones particulièrement propices à l'ancrage	Très faible
Modification des apports en matériels organiques (C7)	Activités terrestres	Des apports terrigènes en matières organiques peuvent augmenter la quantité de ces matières déposées sur le fond et notamment sur les bancs de maërl	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car de tels épisodes peuvent couvrir l'ensemble des substrats de la ZSC	Faible

Tableau 68 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les bancs de maërl sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Navigation	Lors du remplissage des réservoirs des bateaux, des pertes de carburants peuvent se produire, de même que des fuites accidentelles (p.ex. réservoir percé). Dans de très rares cas, des marées noires peuvent également survenir	Probablement occasionnelle mais difficilement quantifiable	Données insuffisantes pour estimer l'intensité mais ces contaminations sont plus probables à proximité des ports ou des ZMEL	Faible car les bancs de maërl sont présents à distances des zones de mouillages et que la probabilité d'une marée noire est très faible	Faible
	Activités terrestres	Des apports terrigènes peuvent véhiculer des hydrocarbures dans l'environnement marin	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Faible car des apports terrigènes en hydrocarbures seront généralement limités et non susceptibles de recouvrir les bancs de maërl	Très faible
Déchets solides (P4)	Non spécifique	L'ensemble des activités maritimes et terrestres peuvent amener au dépôt de déchets solides sur les fonds marins. En cas de forte concentration de déchets de grande taille, cela peut porter préjudice à la bonne santé des bancs de maërl	Occasionnelle	Faible car aucun déchets significatif n'a été recensé lors des suivis des bancs de maërl du golfe du Morbihan	Faible car ces dépôts sont assez peu répandus sur les bancs de maërl du golfe du Morbihan	Faible
Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation, pêche) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation d'espèces non-indigènes, comme cela a par exemple été observé avec la crépidule en Rade de Brest puis dans toute la Bretagne	Très rare	Nulle car au cours des points caméra et des plongées réalisées sur les bancs de maërl, aucun banc de crépidules n'a été recensé	Très haute car les espèces non-indigènes peuvent coloniser l'ensemble des bancs de maërl (exemple de la crépidule)	Faible
Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Activités d'extraction à des fins commerciales	L'extraction de maërl pour l'amendement des cultures entraîne un prélèvement significatif des algues corallinacées constitutives des bancs de maërl	Jamais car cette activité est désormais interdite	Nulle car cette activité est désormais interdite	Nulle car cette activité est désormais interdite	Très faible

4.6 Les sédiments meubles subtidaux

4.6.1 Evaluation des menaces

A l'heure actuelle, nous ne disposons pas de cartographie actualisée des sédiments meubles subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Néanmoins, une telle cartographie sera disponible courant 2025 et il conviendra dès lors de s'y référer pour spatialiser les principales pressions pouvant impacter cet habitat.

Ces sédiments subtidaux peuvent être exposés à toutes les pressions indirectes, inhérentes aux activités humaines concentrées dans les communes du pourtour du golfe du Morbihan. En outre, ils peuvent être soumis aux effets des mouillages et de l'ancrage (p.ex. changement d'habitat, abrasion profonde), de la pêche (p.ex. filage de filets) et de l'aquaculture (p.ex. accumulation de fèces et de pseudo-fèces). Enfin, des opérations de dragage de ces sédiments ont été signalées (source : OFB). Les estimations des sensibilités de cet habitat, réalisées au travers de l'habitat de la typologie NatHab-Atlantique « B3-2 Sables grossiers et graviers infralittoraux » montre qu'il est modérément sensible à l'abrasion peu profonde et profonde (M6 et M7), à l'introduction d'espèces non-indigènes (B2) et au prélèvement d'espèces cibles (B5). Il convient de souligner que l'évaluation de la sensibilité à certaines pressions chimiques n'a pu être réalisée par manque d'informations bibliographiques. Néanmoins, si les pressions listées ci-dessus sont fréquentes et de forte intensité, alors elles peuvent porter atteinte à la pérennité des habitats reliés aux sédiments meubles subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Les risques inhérents à chacune de ces pressions sont estimés et présentés dans le Tableau 69.

Tableau 69 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les sédiments meubles subtidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Abrasion peu profonde (M6) et abrasion profonde (M7)	Navigation (mouillages dans les ports et les ZMEL ou ancrage forain)	L'ancrage temporaire ou le ragage des chaînes sur le fond peut entrainer une forte abrasion des sédiments meubles subtidaux	Permanente	Haute dans les zones de mouillages classiques	Données insuffisantes pour estimer quelle proportion de cet habitat peut être exposé à cette pression	Modérée
Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Non spécifique	De nombreuses activités humaines (p.ex. aquaculture, navigation, pêche) peuvent amener à l'introduction ou à la propagation d'espèces non-indigènes, comme cela a par exemple été observé avec la crépidule (*Crepidula fornicata*) sur certaines vasières subtidales	Très rare	Aucune crépidule n'a été prélevée dans les échantillons de sédiments meubles subtidaux	Modérée car les espèces non-indigènes peuvent coloniser une part très significative des sédiments meubles subtidaux du golfe du Morbihan	Très faible
Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Pêche	Cet habitat n'est pas caractérisé par la présence d'espèces ciblées par la pêche, hormis certains polychètes pouvant être prisés pour la pêche	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Données insuffisantes pour estimer quelle proportion de cet habitat peut être exposé à cette pression	Données insuffisantes pour estimer une menace

4.6.2 Recommandations de gestion

Cet habitat est très sensible à des pressions physiques généralement imputables à la présence de mouillages « classiques » au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. De la même manière que pour les vasières ou les herbiers de zostères, poursuivre le remplacement de ces mouillages par des modèles de moindres impacts permettrait de réduire l'intensité et l'emprise, géographique des pressions induites par les mouillages classiques. Les estimations de sensibilité ont montré que les informations disponibles sont pour l'heure insuffisante pour évaluer la sensibilité de cet habitat à la majorité des pressions chimiques répertoriées. Aussi, par mesure de précaution, une gestion des épisodes de contamination par des composés synthétiques, métalliques et des hydrocarbures est nécessaire. Celle-ci doit notamment être axée sur l'évaluation des risques associés aux activités susceptibles de les provoquer.

La station de sédiments meubles suivie dans le lot n°1 du présent projet est située entre l'île de Berder et l'île Creïzic. Cette zone n'est pas concernée par la présence de mouillages, auxquelles les sédiments meubles sont très sensibles (via le ragage des chaînes). Des opérations de dragage régulières étaient historiquement réalisées au niveau de cette station mais sont plus pratiquées aujourd'hui. Par conséquent, au vu des informations disponibles, cette station est dite « de référence » pour cet habitat.

4.7 Les récifs intertidaux

4.7.1 Evaluation des menaces

La dernière cartographie exhaustive des récifs intertidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys date de 2002. Celle-ci avait permis d'identifier environ 597 hectares de récifs intertidaux au sein de la ZSC. Ces récifs sont principalement localisés à l'extérieur du golfe, sur les communes d'Arzon, de Saint-Gildas de Rhuys, de Locmariaquer et de Saint-Philibert. Dans le DOCOB de la ZSC, il est estimé que les récifs intertidaux à dominance animale représentent environ 270 ha et que les récifs à dominance algale couvrent 30 ha (Cosson, 2013). A ces surfaces s'ajoutent 297 ha de champs de blocs, pour lesquelles la prédominance animale ou algale n'est pas fixée. En l'absence de cartographie actualisée de ces récifs, il est difficile d'estimer leur évolution. Toutefois, il est probable que la répartition entre récifs à dominance animale et à dominance algale soit assez stable.

Les récifs intertidaux sont accessibles à marée basse et sont de ce fait soumis à diverses pressions anthropiques. Les Figure 55 à Figure 58 présentent la localisation des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages et des zones de baignade, en parallèle de la répartition des récifs intertidaux. La Figure 56 permet de visualiser qu'il y a peu de zones où coexistent des cadastres conchylicoles et des récifs intertidaux, bien que de nombreux récifs soient présents à stricte proximité de cadastres. De la même manière, la Figure 57 montre que ces récifs sont peu présents dans les zones de mouillages de la ZSC. Cette observation s'explique par le fait que les mouillages sont préférentiellement installés sur des fonds meubles. Des récifs intertidaux sont présents à proximité ou sur des zones de baignades, notamment sur les communes de Locmariaquer et d'Arzon, à l'extérieur du golfe.

Bien que cela ne soit pas cartographié, ces récifs intertidaux sont soumis à une importante pression de pêche à pied récréative, notamment sur les estrans localisés à l'extérieur du golfe (Locmariaquer, Saint-Philibert, Arzon et Saint-Gildas de Rhuys ; Figure 54).



Figure 54 : Présence de pêcheurs à pied sur les récifs intertidaux de Locmariaquer © TBM environnement – 2024.

Les récifs intertidaux sont hautement sensibles à l'abrasion (superficielle, peu profonde et profonde ; M4, M5 et M6, respectivement). Ils sont également modérément sensibles au tassement (M4), à des modifications de la charge en particules (M12), à des apports en matériels organiques (C7) et au prélèvement d'espèces cibles et non-cibles (B5 et B6). Ces pressions, si elles sont fréquentes, de forte intensité et qu'elles s'appliquent à une importante proportion de l'habitat au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, peuvent porter atteinte à la pérennité de celui-ci. Les risques inhérents à chacune de ces pressions sont estimés et présentés dans le Tableau 70 et le Tableau 71. Ce tableau montre que les menaces associées aux pressions anthropiques auxquelles cet habitat est le plus sensible sont faibles. En effet, cet habitat est particulièrement sensible aux pressions physiques d'abrasion (superficielle, peu profonde et profonde), lesquelles sont majoritairement imputables aux activités de pêche récréative et de mouillage (permanent ou temporaire). Les pressions générées par ces activités ont soit une emprise géographique importante mais de faible intensité (pêche), soit une emprise géographique limitée mais de forte intensité (mouillages), ce qui explique les faibles scores de menace.

4.7.2 Recommandations de gestion

Malgré les faibles niveaux de menaces identifiées pour les pressions auxquelles cet habitat est le plus sensible, des recommandations pour une gestion pérenne de cet habitat peuvent être émises. Ainsi, dans le cas de la pêche à pied récréative, il faut limiter l'utilisation d'outils pouvant détériorer la matrice rocheuse (p.ex. pied de biche), car cela augmente la latence de résilience et donc le niveau de sensibilité de cet habitat. Si l'habitat se compose de blocs rocheux (c.à.d. habitat champ de blocs), il est absolument nécessaire de remettre ceux-ci dans leur position initiale afin de limiter les effets de la pêche sur les communautés associées aux deux faces de ces blocs. Afin d'évaluer les effets du retournement des blocs rocheux par des pêcheurs à pied, un ou des suivis des champs de blocs intertidaux pourraient être initiés, préférentiellement sur des sites de référence et sur des sites exposés à des activité de pêche. Le protocole DCE roches en place est adapté à ce type de suivi. En outre, poursuivre le remplacement des mouillages classiques « à l'évitage » par des mouillages de moindre impacts permettrait de limiter le ragage des roches et donc des organismes qui y sont fixés.

Enfin, bien que les sensibilités des récifs intertidaux à plusieurs composés chimiques (c.à.d. éléments métalliques, déchets solides, hydrocarbures et composés synthétiques) n'aient pas pu être évaluées faute de données bibliographique suffisantes, analyser les risques associés aux activités susceptibles de les provoquer est indispensable.

Les récifs intertidaux suivis dans le lot n°1 du présent projet sont situés au niveau de la pointe du Monténo et de l'île de Bailleron. Ces récifs ne sont pas concernés par les présences des principales activités anthropiques auxquelles ils sont sensibles (zones de mouillages). Toutefois, le récif de la pointe du Monténo est probablement soumis à une pression de pêche récréative. A ce titre, la station de la pointe du Monténo est dite « intermédiaire » alors que celle de l'île de Bailleron, moins accessible, est dite « de référence ».

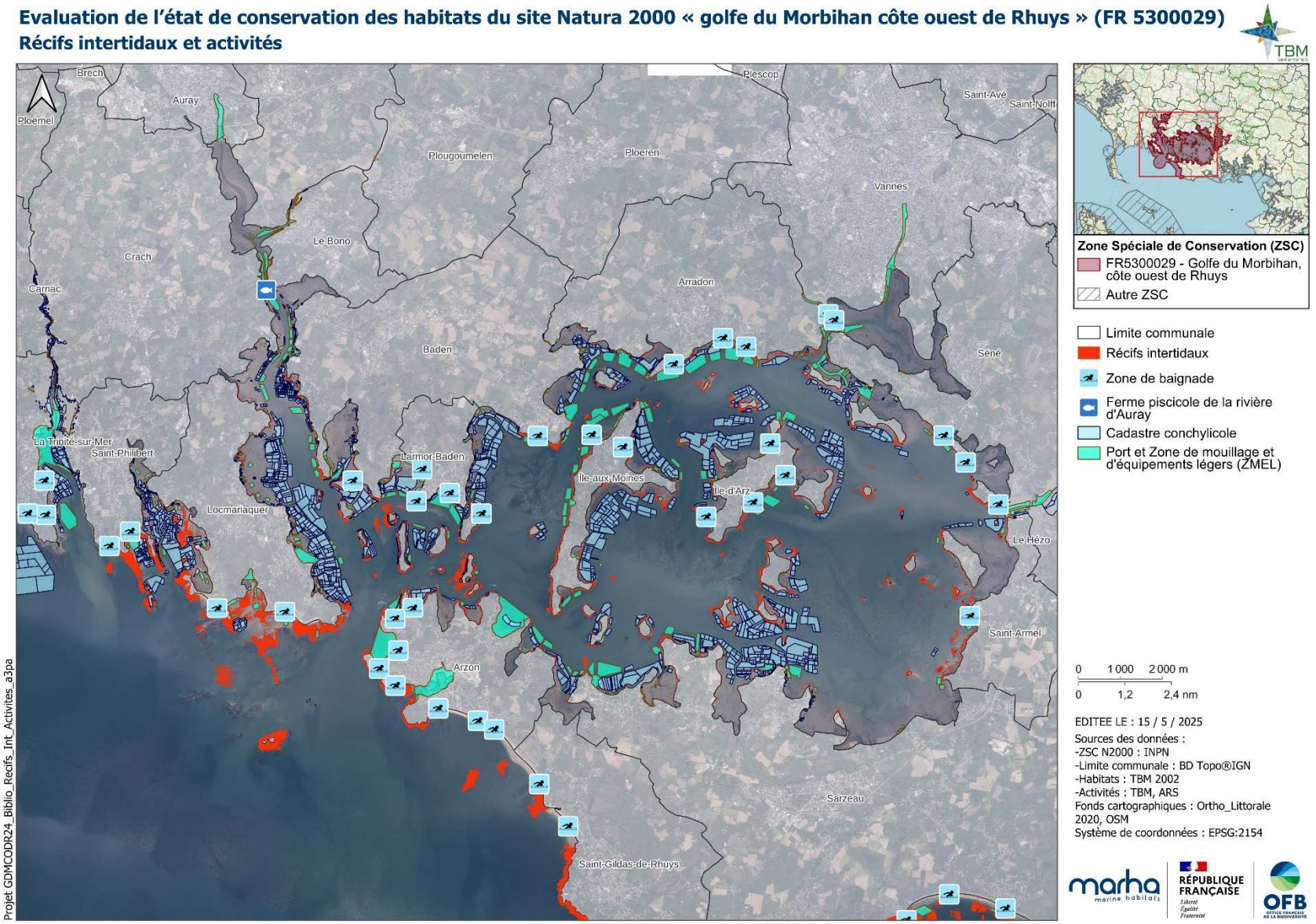


Figure 55 : Répartition des récifs intertidaux, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud (2002).

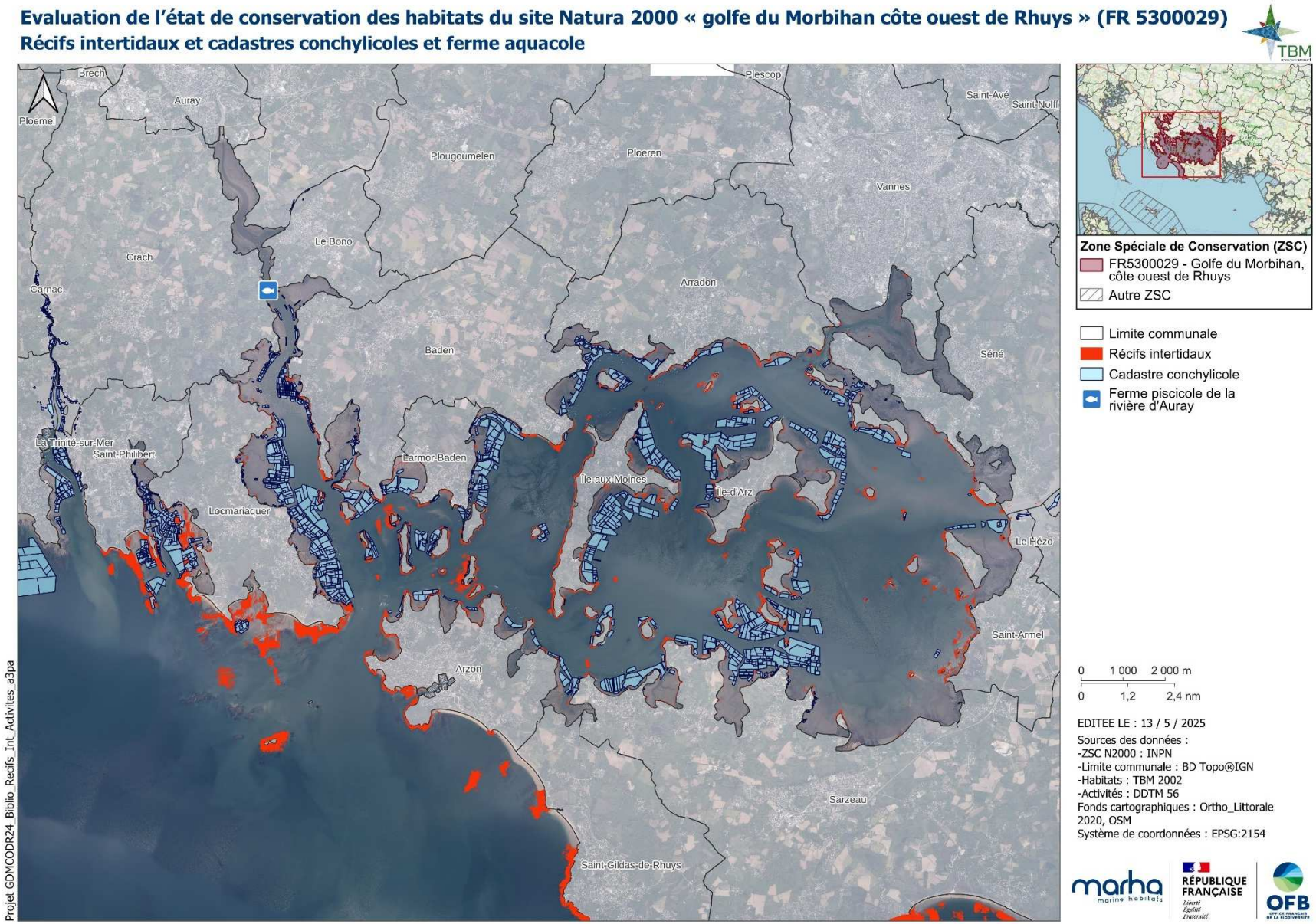


Figure 56 : Répartition des récifs intertidaux, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

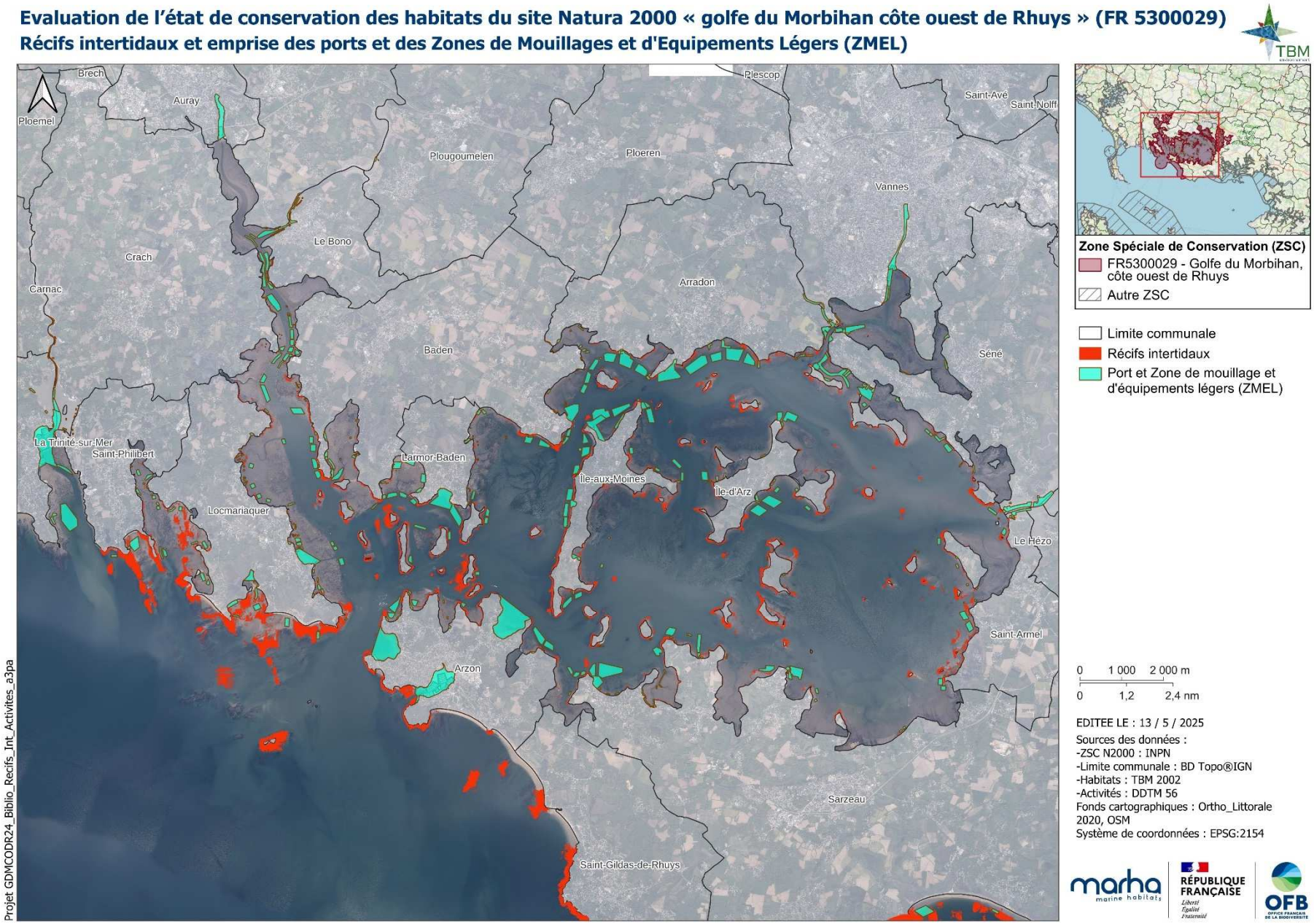


Figure 57 : Répartition des récifs intertidaux, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

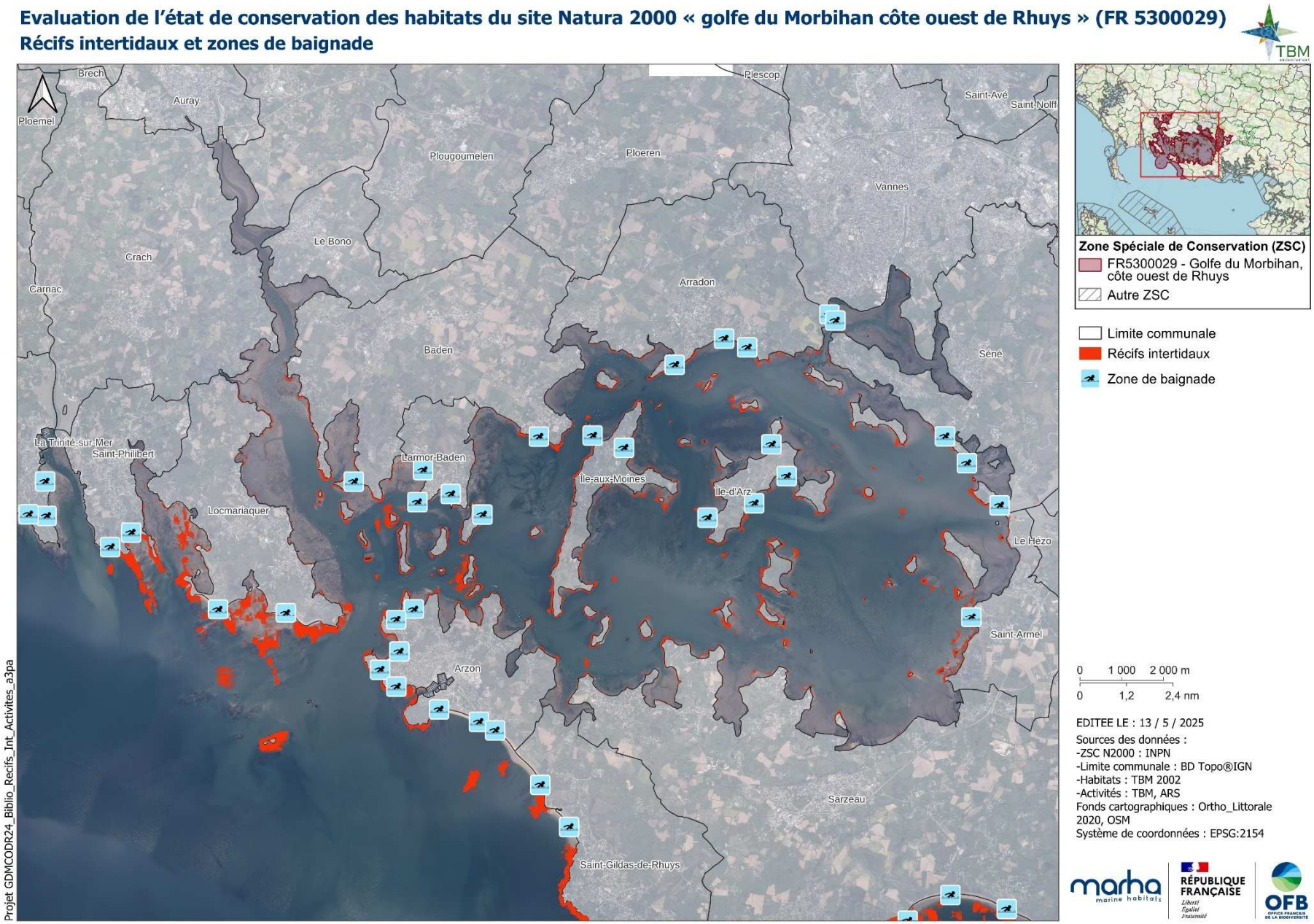


Figure 58 : Répartition des récifs intertidaux et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

Tableau 70 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs intertidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Tassement (M4)	Navigation (Mouillages et ancrage)	L'ancrage temporaire sur les estrans rocheux peut entrainer un tassement des espèces de la flore et de la faune qui s'y trouvent. De plus, si des récifs sont situés à proximité de mouillages fixes, le tassement peut provenir des mouvements des chaînes de ces mouillages	Récurrent dans le cas de mouillages fixes et occasionnelle pour l'ancrage	Modérée car le tassement du substrat rocheux par des chaînes de mouillages ou par de l'ancrage est susceptible d'induire des mortalités chez les organismes caractéristiques des habitats de substrats rocheux intertidaux	Faible car seuls 3,1 % des récifs intertidaux sont présents au sein de zones portuaires et de ZMEL et également du fait que l'ancrage sur des fonds rocheux est rare	Faible
	Pêche à pied récréative	Le piétinement associé à la pêche à pied récréative peut entrainer un tassement des espèces de la flore et de la faune des estrans rocheux	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Faible à modérée car la majorité des espèces caractéristiques des estrans rocheux peuvent survivre au piétinement, si celui-ci est modéré	Probablement faible, bien que les données disponibles soient insuffisantes pour estimer avec certitude cette proportion	Faible
Abrasion superficielle (M5)		La pêche à pied peut entrainer une abrasion superficielle des sédiments, notamment du fait des déplacements des pêcheurs	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Faible car bien que les estrans rocheux de la ZSC soient prisés des pêcheurs à pied, la pression de pêche y est relativement modérée et largement inférieure à celle observée sur les estrans de sédiments meubles	Probablement faible, bien que les données disponibles soient insuffisantes pour estimer avec certitude cette proportion	Faible
	Navigation (Mouillages et ancrage)	L'ancrage sur des récifs intertidaux à marée haute peut entrainer des abrasions, notamment si l'ancre traîne sur le fond. De plus, si des récifs sont situés à proximité de mouillages fixes, l'abrasion peut provenir des mouvements des chaînes de ces mouillages	Permanente dans le cas de mouillages fixes et occasionnelle pour l'ancrage	Faible car seuls 3,1 % des récifs intertidaux sont présents au sein de zones portuaires et de ZMEL et également du fait que l'ancrage sur des fonds rocheux est rare	Faible car seuls 3,1 % des récifs intertidaux sont présents au sein de zones portuaires et de ZMEL et également du fait que l'ancrage sur des fonds rocheux est rare	Faible
Abrasion peu profonde (M6) et abrasion profonde (M7)						Faible
	Pêche à pied récréative	Si le pêcheurs utilisent des outils, ils peuvent induire une abrasion peu profonde à profonde, qui détruit la faune et/ou la flore	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Faible car bien que les estrans rocheux de la ZSC soient prisés des pêcheurs à pied, la pression de pêche y est relativement modérée et largement inférieure à celle observée sur les estrans de sédiments meubles	Probablement faible, bien que les données disponibles soient insuffisantes pour estimer avec certitude cette proportion	Faible
Modification de la charge en particules (M12)	Navigation (mouillages et ancrage)	La ragage des chaînes des mouillages fixes sur des sédiments meubles peut entraîner une augmentation de la charge en particules dans la colonne d'eau, ce qui peut être néfaste aux communautés algales des substrats rocheux adjacents	Récurrent pour les mouillages fixes	L'intensité de cette pression dépend de la proximité de zones de mouillages fixes (port ou ZMEL) sur sédiments meubles. En général cette intensité est évaluée comme faible au sein de la ZSC	Faible car la majorité des substrats rocheux intertidaux de la ZSC ne sont pas présents à stricte proximité des ZMEL et des ports	Faible
	Aquaculture	Les activités conchylicoles sont susceptibles d'augmenter la charge en sédiments ou matière organique de l'eau, particulièrement sur les habitats adjacents. Cette pression impacte particulièrement les récifs intertidaux à couverture de macroalgues brunes	Permanente à proximité des parcs ostréicoles, bien que cela soit variable notamment en fonction de régimes de courants locaux	L'intensité de cette pression dépend de la proximité avec des parcs ostréicoles. Seuls 3,1 % des récifs intertidaux de la ZSC sont présents au sein de cadastres conchylicoles. L'intensité de cette pression est par conséquent évaluée comme faible	Seuls 3,1 % des récifs intertidaux de la ZSC sont présents au sein de cadastres conchylicoles. La proportion de ces récifs potentiellement exposés à la pression de modification de la charge en particules en faible	Faible

Tableau 71 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs intertidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Modification des apports en matériels organiques (C7)	Activités terrestres	Des apports terrigènes en matières organiques peuvent augmenter la quantité de ces matières déposées sur le fond et notamment sur récifs intertidaux	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Haute car de tels épisodes peuvent couvrir un part très significative des substrats rocheux de la ZSC	Faible
Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Pêche à pied récréative et aquaculture	La récolte des algues ou de certaines espèces de faune caractéristique est susceptible de perturber l'équilibre des habitats en place. La récolte d'algues est notamment réalisée par les ostréiculteurs afin de conserver leurs huître au sein de bourriches	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Les prélèvements d'algues et/ou de macrofaune n'est généralement pas suffisante pour modifier la nature des habitats. Toutefois, les arrachages d'algues sont significatifs dans certains secteurs. De ce fait l'intensité de cette pression est évaluée comme modérée	Modérée car un part significative des estrans rocheux de la ZSC sont soumis à des activités de pêche à pied récréative	Modérée
Prélèvement d'espèces non-cibles (B5)	Pêche à pied récréative	La pêche à pied récréative peut entraîner l'arrachage involontaire de fucales et/ou le prélèvement d'espèces non désirées. De plus, le non-respect de la remise en place des blocs rocheux est particulièrement néfaste aux communautés associées au-dessous de ces blocs	Récurrent (à chaque cycle de grande marée)	Modérée car dans les zones dans lesquelles la pêche à pied récréative est pratiquée, les mauvaises pratiques sont courantes	Modérée car un part significative des estrans rocheux de la ZSC sont soumis à des activités de pêche à pied récréative	Modérée

4.8 Les récifs subtidaux

4.8.1 Evaluation des menaces

Les récifs subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys ont été cartographiés avec précision en 2002 (Chauvaud, 2002). Cette cartographie avait permis d'identifier environ 680 ha de ces récifs. Ceux-ci sont principalement localisés dans la partie orientale du golfe du Morbihan, soit au nord de l'île aux Moines, autour de l'île longue et de l'île de Gavrinis, ainsi qu'à l'entrée du golfe, sur la côte de Locmariaquer. Enfin, les récifs subtidaux les plus étendus sont situés autour de Méaban et à l'ouest de la côte de Locmariaquer. En l'absence d'une cartographie récente et précise de ces récifs, il est difficile d'estimer leur évolution d'une part, et d'évaluer la proportion de récifs dominés par de la faune ou de la flore. Toutefois, comme pour les récifs intertidaux, il est probable que la répartition entre récifs à dominance animale et à dominance algale soit assez stable, étant donné que ces dominances sont principalement régies par les régimes de courants. Ces récifs comprennent notamment des tombants à gorgones sur les sites des Gorets, des Grégan et de Brannec. La superficie des champs de gorgones a été évaluée dans un rapport paru en 2023 et est de 7850 m² pour le site des Gorets et de 4580 m² pour le site des Grégan (Ubertini et *al*., 2023). La superficie du champs associés à Brannec n'a pas été évaluée.

Les récifs subtidaux ne sont pas accessibles aux pêcheurs à pied et sont de ce fait soumis à un nombre moins important de pressions anthropiques que les récifs intertidaux. Les Figure 59 à Figure 62 présentent la localisation des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages et des zones de baignade, en parallèle de la répartition des récifs subtidaux. Les tombants à gorgones sont intégrés à cette cartographie en tant que récifs subtidaux, car au regard de leur étendue, ils ne représentent qu'une faible fraction de l'ensemble des récifs subtidaux de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Ces figures montrent qu'il y a peu de secteurs où coexistent présence de récifs subtidaux et activités conchylicoles, de mouillages et de baignade. En revanche, les zones de pêche professionnelle, notamment au casier et au filet au sein de la ZSC ne sont pas représentées. Il est toutefois probable que ces récifs subtidaux soient des zones de pêche pour les arts dormants (p.ex. casiers et filets). De plus, les tombants à gorgones de l'île longue constituent des sites de plongée très prisés et très visités (c.à.d. environ 25 000 plongées par an dans le golfe, essentiellement sur des récifs subtidaux). Cette activité, concentrée dans de petits secteurs, peut induire des pressions conséquentes.

Les récifs subtidaux et les champs de gorgones sont particulièrement sensibles à l'abrasion (superficielle, peu profonde et profonde ; M5, M6 et M, respectivement), à la contamination par des composés synthétiques (C3) et aux prélèvements d'espèces cibles et non-cibles (B5 et B6). Par ailleurs, ils sont modérément sensibles au tassement (M4), à la modification de la charge en particules (M12) et à la contamination par des composés synthétiques (C3). Ces pressions, si elles sont fréquentes, de forte intensité et qu'elles s'appliquent à une importante proportion de l'habitat au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys, peuvent porter atteinte à la pérennité de celui-ci. Les risques inhérents à chacune de ces pressions sont estimés et présentés dans le Tableau 72 et le Tableau 73 pour les récifs subtidaux à dominance algale ou animale et dans le

Tableau 74 pour les tombants à gorgones. Les récifs subtidaux et les champs de gorgones sont très sensibles à certaines pressions, mais les menaces associées à ces pressions sont faibles, voire très faibles dans la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Cela tient du fait que ces pressions proviennent principalement des activités de pêche et de mouillage. Or, ces activités sont interdites dans les champs de gorgones et probablement limitées et peu intenses sur les autres récifs subtidaux. De plus, les menaces associées à des contaminations par des composés synthétiques sont également faibles pour les récifs subtidaux.

4.8.2 Recommandations de gestion

Au vu de la fragilité des colonies de *Eunicella verrucosa*, les mesures mises en place pour y interdire les mouillages temporaires via l'installation de mouillages fixes, afin de permettre notamment aux plongeurs de s'y rendre sont extrêmement bénéfiques. L'évaluation de l'état de conservation des récifs de gorgones réalisée dans le lot 1 du présent projet permettra de valider les premières observations de Ubertini et *al*. (2023), lesquels ont observé une forte richesse spécifique (c.à.d. plus d'une centaine d'espèces) sur les récifs de gorgones du golfe du Morbihan.

Concernant des épisodes de contamination par des composés synthétiques, ils nécessitent une gestion axée sur l'évaluation des risques associés aux activités susceptibles de les provoquer.

Les stations de suivi des récifs subtidaux et des champs de gorgones sont localisées aux mêmes endroits, la seule différence étant leur répartition bathymétrique. Ces récifs ne sont peu voire pas exposés aux mouillages temporaires (interdits). Néanmoins, les sites des Gorets et de Grégan sont très visités par les clubs de plongée locaux, notamment du fait de la richesse de leurs récifs de gorgones et de leur accessibilité (via des mouillages permanents). Bien que le nombre limité de mouillages restreigne le nombre de plongées journalières, ces site sont probablement exposés à l'action mécanique (p.ex. coups de palmes) que peuvent avoir les plongeurs sur ces habitats. Ainsi, les récifs des Gorets et de Grégan sont qualifiés « d'intermédiaires », alors que le site de Brannec est dit « de référence ».

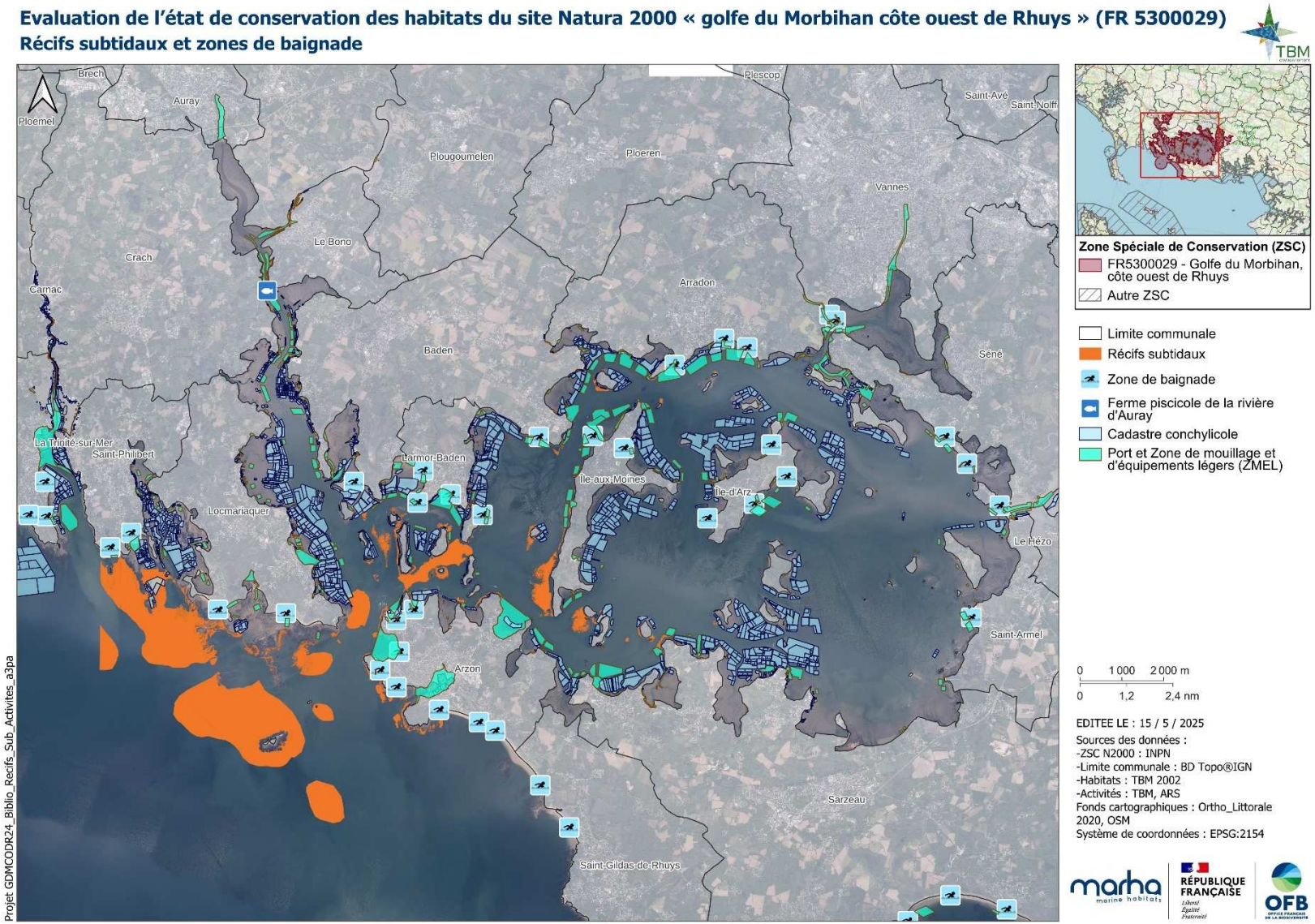


Figure 59 : Répartition des récifs subtidaux, des cadastres conchylicoles, des zones de mouillages, des ports et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

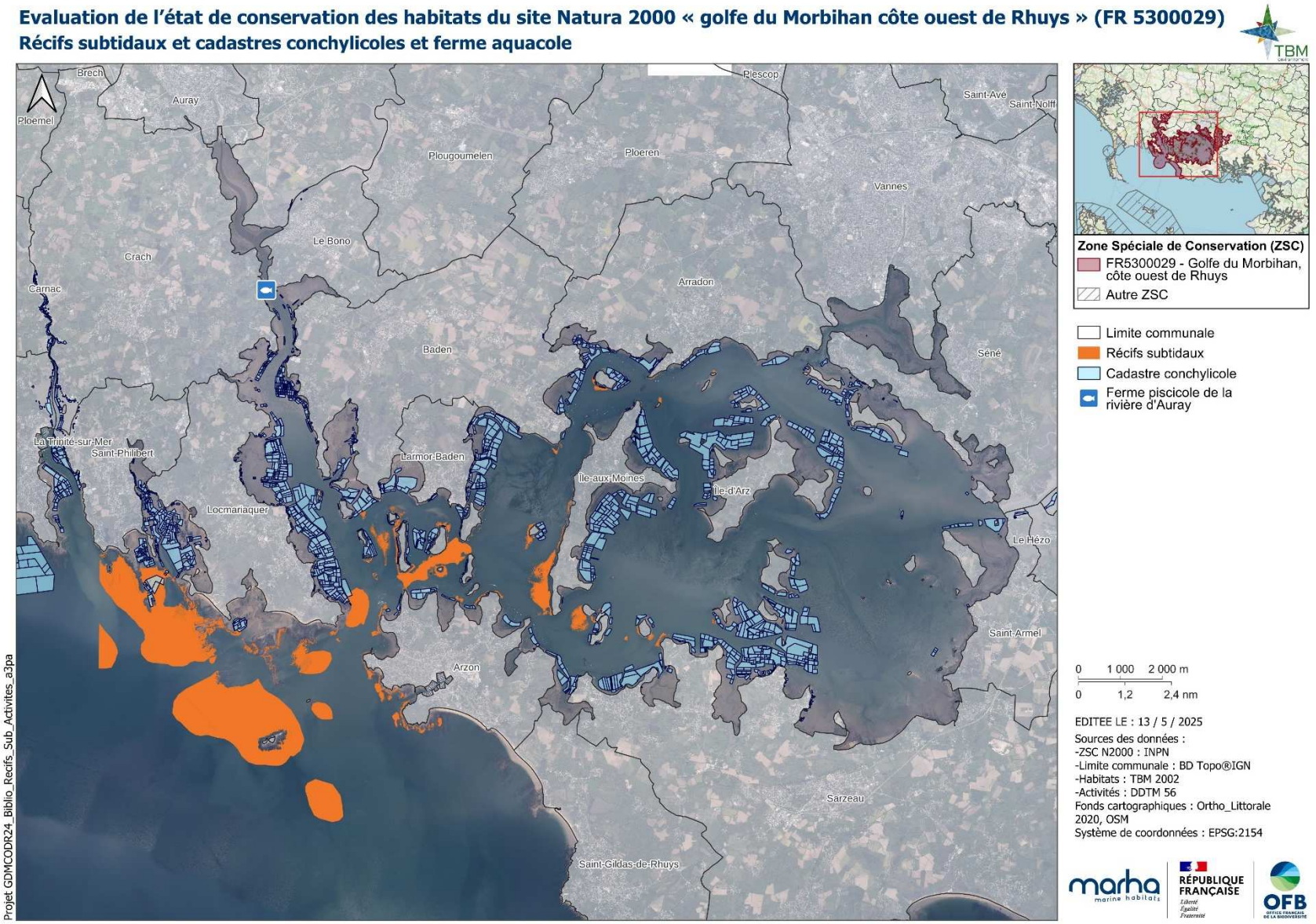


Figure 60 : Répartition des récifs subtidaux, des cadastres conchylicoles et de la ferme piscicole de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

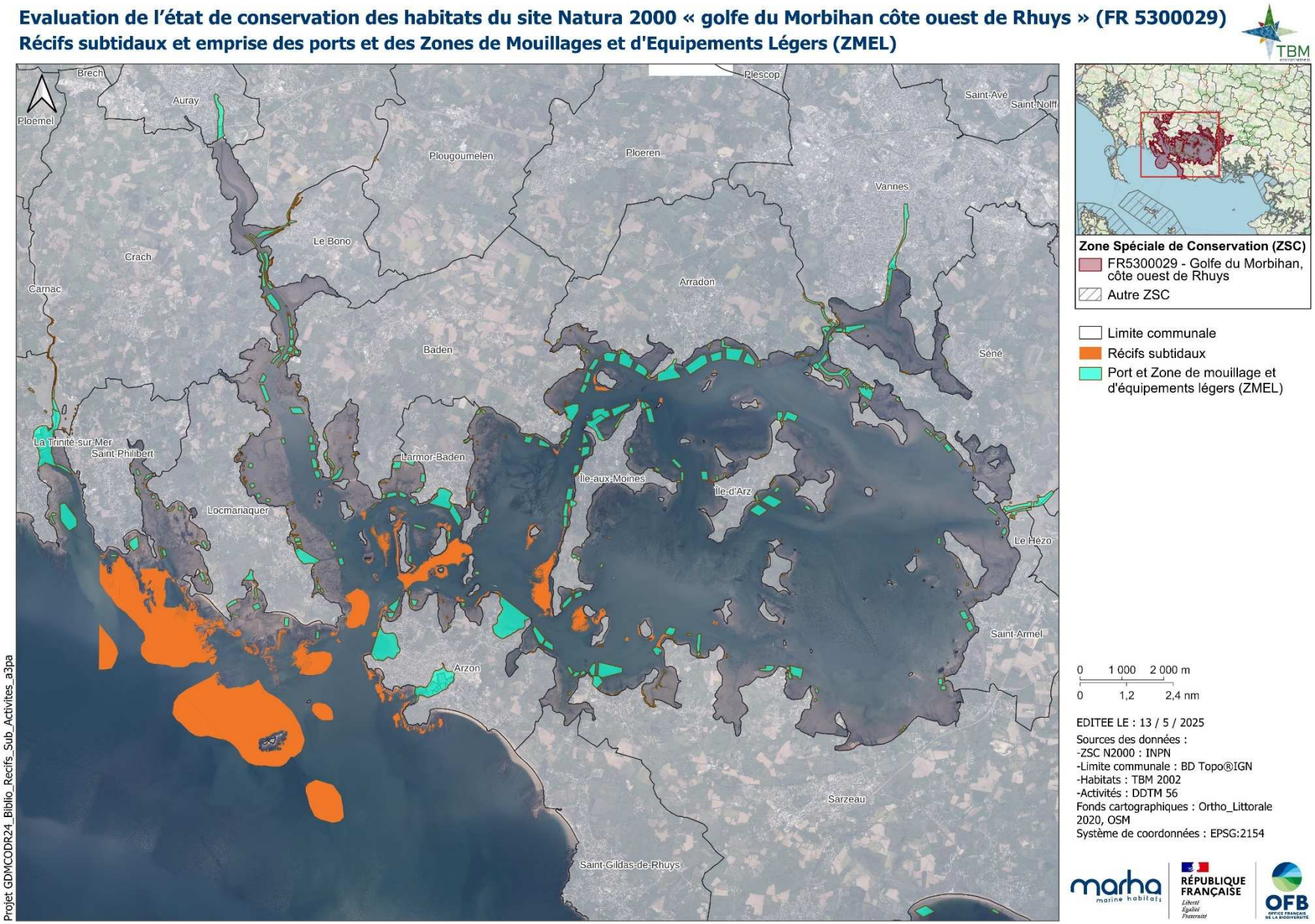


Figure 61 : Répartition des récifs subtidaux, des ports et des ZMEL de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

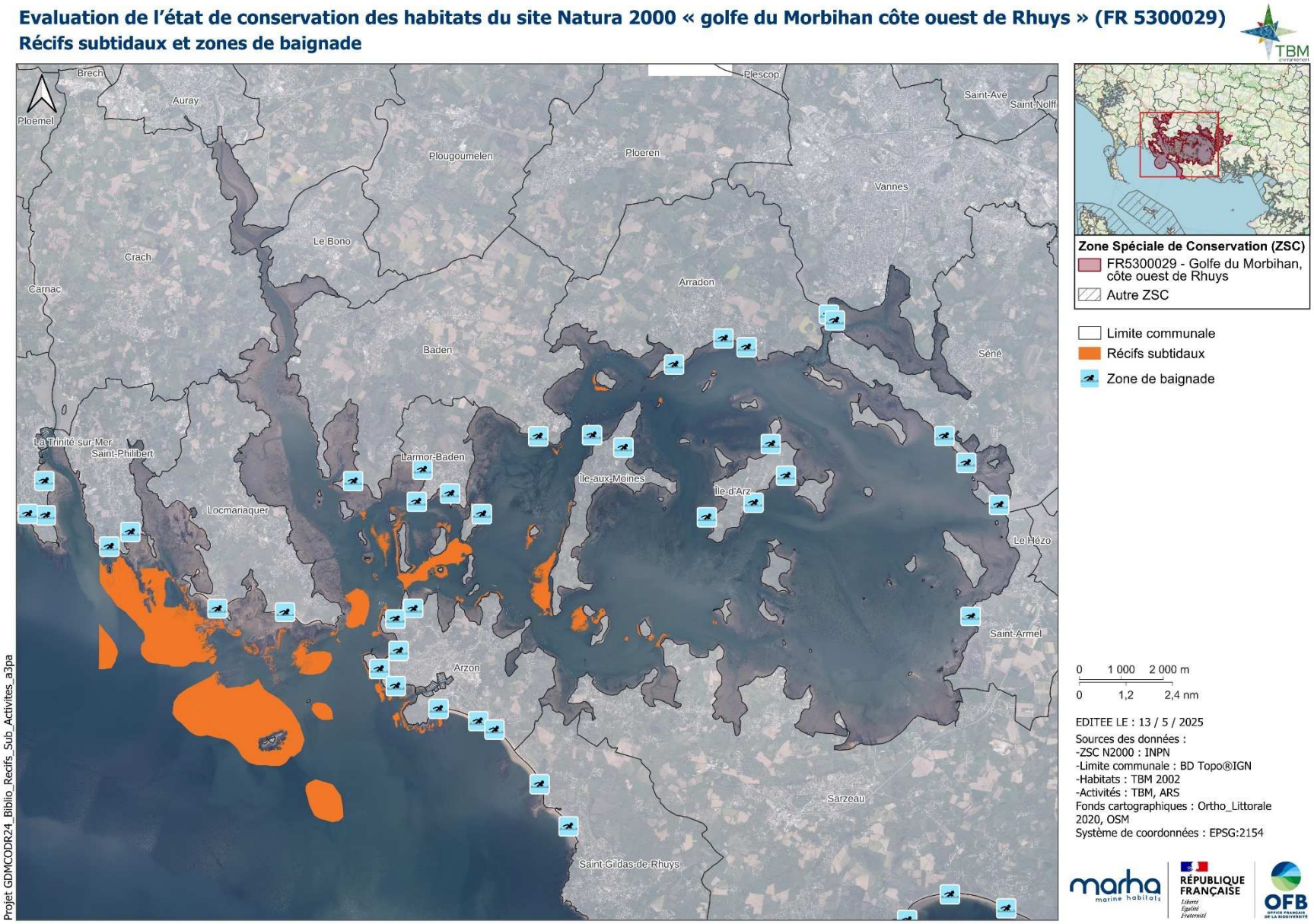


Figure 62 : Répartition des récifs subtidaux et des zones de baignade de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys – Données issues de la cartographie de Chauvaud. (2002).

Tableau 72 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs subtidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (1/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Tassement (M4)	Navigation (Mouillages et ancrage)	L'ancrage temporaire sur les estrans rocheux peut entrainer un tassement des espèces de la flore et de la faune qui s'y trouvent. De plus, si des récifs sont situés à proximité de mouillages fixes, le tassement peut provenir des mouvements des chaînes de ces mouillages	Récurrent dans le cas de mouillages fixes et occasionnelle pour l'ancrage	Modérée car le tassement du substrat rocheux par des chaînes de mouillages ou par de l'ancrage est susceptible d'induire des mortalités chez les organismes caractéristiques des habitats de substrats rocheux subtidaux	Faible car seuls 0,4 % des récifs subtidaux sont présents au sein de zones portuaires et de ZMEL et également du fait que l'ancrage sur des fonds rocheux est rare	Faible
	Pêche embarquée	La pose de casiers peut entraîner un tassement des espèces de la faune et/ou de la flore caractéristiques des substrats rocheux subtidaux	Rare	Faible car les macroalgues et la macrofaune subtidales sont peu soumis à cette pression au sein de la ZSC	Faible car cette pression ne concerne qu'une infime proportion des récifs subtidaux à l'échelle de la ZSC.	Nulle
Abrasion superficielle (M5)	Pêche embarquée (professionnelle et récréative)	La pêche aux casiers à crustacés peut entrainer une abrasion superficielle de la roche, notamment si ces casiers raclent le fond sous l'action de la houle et/ou des courants	Occasionnelle	Faible car les casiers restent des engins de pêche relativement statiques	Faible au regard de la surface couverte par un casier et des 679 ha de récifs subtidaux cartographiés dans la ZSC en 2002	Faible
	Navigation (Mouillages et ancrage)	L'ancrage sur des récifs intertidaux à peut entrainer des abrasions, notamment si l'ancre traîne sur le fond		Faible car l'ancrage sur des fonds rocheux est relativement rare	Très faible car l'ancrage sur des fonds rocheux est relativement rare	Très faible
Abrasion peu profonde (M6) et abrasion profonde (M7)						Faible
Modification de la charge en particules (M12)		La ragage des chaînes des mouillages fixes sur des sédiments meubles peut entraîner une augmentation de la charge en particules dans la colonne d'eau, ce qui peut être néfaste aux communautés algales des substrats rocheux adjacents	Récurrent pour les mouillages fixes	L'intensité de cette pression dépend de la proximité de zones de mouillages fixes (port ou ZMEL) sur sédiments meubles. En général cette intensité est évaluée comme faible au sein de la ZSC	Faible car la majorité des substrats rocheux subtidaux de la ZSC ne sont pas présents à stricte proximité des ZMEL et des ports	Faible
	Aquaculture	Les activités conchylicoles sont susceptibles d'augmenter la charge en sédiments ou matière organique de l'eau, particulièrement sur les habitats adjacents. Cette pression impacte particulièrement les récifs subtidaux à couverture de macroalgues brunes	Permanente à proximité des parcs ostréicoles, bien que cela soit variable notamment en fonction de régimes de courants locaux	L'intensité de cette pression dépend de la proximité avec des parcs ostréicoles. Seuls 3,1 % des récifs intertidaux de la ZSC sont présents au sein de cadastres conchylicoles. L'intensité de cette pression est par conséquent évaluée comme faible	Seuls 1,0 % des récifs subtidaux de la ZSC sont présents au sein de cadastres conchylicoles. La proportion de ces récifs potentiellement exposés à la pression de modification de la charge en particules en faible	Faible

Tableau 73 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les récifs subtidaux sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys (2/2).

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Contamination par des composés synthétiques (C3)	Activités terrestres	La contamination de la zone subtidale par des composés synthétiques peut être due à des apports terrigènes, véhiculés notamment par les rivières	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Très haute car il est possible d'estimer qu'une contamination de grande ampleur puisse être retrouvée sur l'ensemble des récifs subtidaux de la ZSC	Faible
Modification des apports en matériels organiques (C7)		Des apports terrigènes en matières organiques peuvent augmenter la quantité de ces matières déposées sur le fond et notamment sur récifs subtidaux	Rare	Données insuffisantes pour estimer l'intensité	Haute car de tels épisodes peuvent couvrir un part très significative des substrats rocheux de la ZSC	Faible
Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Pêche embarquée	Cette pression correspond au prélèvement d'espèces vagiles (crabes, poissons) par divers engins de pêche (casiers, filets, etc.). Elle comprend également le prélèvement de laminaires (qui n'est néanmoins pas pratiqué dans la ZSC)	Occasionnelle	Nulle car cette pression ne concerne pas directement les espèces caractéristiques des habitats associés aux récifs subtidaux de la ZSC	Faible car l'emprise géographique des moyens de pêche utilisés sur les substrats rocheux subtidaux est négligeable à l'échelle de la ZSC	Nulle

Tableau 74 : Estimation des menaces que font peser les pressions anthropiques auxquelles les tombants à gorgones sont les plus sensibles au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys.

Pression engendrée	Activité(s) pouvant provoquer cette pression	Description	Fréquence d'occurrence de la pression	Intensité estimée	Proportion de l'habitat potentiellement exposé	Score de menace pour la pérennité de l'habitat
Abrasion superficielle (M5)	Pêche embarquée (professionnelle et récréative)	La pêche aux casiers à crustacés peut entrainer une abrasion superficielle de la roche, notamment si ces casiers raclent le fond sous l'action de la houle et/ou des courants	Très faible car les champs de gorgones de la ZSC sont situés sur les tombants, sur lesquels il est interdit et difficile de poser des casiers	Très faible	Très faible	Très faible
	Navigation (Ancrage forain)	L'ancrage sur des tombants à gorgones peut entrainer des abrasions, notamment si l'ancre traîne sur le fond	Très faible car il est interdit de mouiller sur les sites à gorgones, des mouillages fixes ont par ailleurs été installés pour permettre aux plongeurs d'y accrocher leurs bateaux avant de descendre sur les tombants	Très faible	Très faible	Très faible
Abrasion peu profonde (M6) et abrasion profonde (M7)						Très faible
Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Pêche embarquée (professionnelle et récréative)	Quoique hautement improbable, cette pression correspond au prélèvement volontaire de *Eunicella verrucosa*	Très faible car la pêche est interdite sur ces tombants	Très faible	Très faible	Très faible
Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Pêche embarquée (professionnelle et récréative)	La pêche d'espèces associées à ces habitats peut entraîner une destruction collatérale des gorgones	Très faible car la pêche est interdite sur ces tombants	Très faible	Très faible	Très faible

5 CONCLUSIONS

Ce document a permis de lister les principales pressions anthropiques auxquelles les habitats biocénotiques suivis dans le lot n°1 de la présente étude sont soumis au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. L'évolution temporelle de l'intensité de ces pressions est également abordée au travers de l'évolution démographique des communes bordants la ZCS et au travers de l'évolution des pratiques ostréicoles dans le golfe du Morbihan. Il est toutefois important de noter que les données de localisation de certaines activités (p.ex. conchyliculture) datent de plusieurs années et qu'elles ne reflètent pas nécessairement l'entièreté de la réalité. La sensibilité de chaque habitat aux pressions physiques, chimiques et biologiques auxquelles il est soumis a été estimée, au regard de la bibliographie existante. Ensuite, les pressions auxquelles chaque habitat est le plus sensible ont été évaluées afin d'estimer le degré de menace qu'elles représentent pour leur pérennité au sein de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Le Tableau 75 et le Tableau 76 regroupent les pressions anthropiques les plus préjudiciables aux 8 habitats suivis dans ce projet.

Les niveaux de menaces sont mis en relation avec les données biologiques et environnementales recueillies sur les stations suivies dans le lot n°1 du présent projet, ainsi qu'avec les résultats des suivis pérennes en place au sein de la ZSC. L'ensemble de ces informations est ensuite utilisé pour estimer un état de conservation sur chaque station de suivi (et donc pour l'ensemble des habitats biocénotiques étudiés). Ces états de conservation, présentés dans le lot n°1 du présent projet, montrent un état favorable pour l'ensemble des habitats, sauf pour les vasières intertidales (légèrement dégradées) et les bancs de maërl (2 classés favorables et 2 favorables à légèrement dégradés). Néanmoins, les métriques utilisées pour définir l'état de conservation des habitats n'ont pas fait l'objet d'une pondération et contribuent toute de façon équivalente à l'évaluation. Dès lors, une réflexion sur la pondération de ces métriques, adaptées aux particularités de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys est conseillées pour les futurs suivis. Par ailleurs, l'actualisation cartographique des habitats benthiques de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys permettre de prendre en compte le paramètre surfacique pour les habitats dont la cartographie est actuellement incomplète ou peu récente.

Tableau 75 : Liste des pressions les plus préjudiciables aux 8 habitats biocénotiques suivis et évaluation de leur fréquence d'occurrence pour les habitats sensibles (1/2).

Thème DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Habitat(s) hautement sensible(s) à cette pression	Activité(s) anthropique(s) pouvant provoquer cette pression	Fréquence estimée au sein de la ZCS	Conclusion
Physique	Changement d'habitat (pour un autre type de fond marin (M2)	Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Navigation (mouillages)	Permanente	Cette pression est permanente mais concerne moins de 5 % de l'ensemble des herbiers de zostères de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys
	Tassement (M4)	Bancs de maërl	Navigation (ancrage)	Rare	Le tassement est rare et ne concerne probablement qu'une très faible proportion des bancs de maërl de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys
	Abrasion superficielle (M5)	Bancs de maërl / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux / Faciès à gorgones	Pêche (embarquée et à pied) et Navigation (mouillages et ancrage)	Rare à occasionnelle	L'abrasion superficielle est généralement rare à occasionnelle mais peut être récurrente (pêche à pied). Elle concerne néanmoins une faible voire très faible proportion des habitats qui y sont sensibles
	Abrasion peu profonde (M6) et profonde (M7)	Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Récifs intertidaux / Récifs subtidaux / Faciès à gorgones	Aquaculture / Pêche / Navigation / Loisirs nautiques	Généralement peu fréquente	L'abrasion peu profonde et profonde est provoquée par de nombreuses activités et est préjudiciable à 6 des 8 habitats biocénotiques suivis. En revanche, elle est généralement peu fréquente et ne concerne qu'une proportion modérée à très faible des habitats qui y sont sensibles
	Remaniement (M8)	Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Aquaculture et Navigation (mouillages)	Récurrente à permanente	Les herbiers de zostères sont sensibles au remaniement causé par les activités aquacoles et par les mouillages. Cette pression et récurrente (aquaculture) ou permanente (mouillages) et concerne une proportion significative des herbiers (modérée à faible pour les herbiers de zostères naines et modérée pour les herbiers de zostères marines)
	Dépôt important de matériel (M10)	Vasières intertidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines	Aquaculture	Permanente	Cette pression est permanente et concerne entre 10 et 15 % des vasières intertidales de la ZSC Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys. Les herbiers de zostères y sont également sensibles mais il est difficile d'estimer quelle est la proportion d'herbiers concernés
Chimique - Substances, déchets et énergie	Diminution de la lumière naturelle (P11)	Herbiers de zostères marines	Aquaculture	Permanente	La diminution de la lumière naturelle est imputable aux tables ostréicoles et concerne une part modérée des herbiers de zostères marines de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys
	Contamination par des éléments traces métalliques (ETM), métalloïdes et organo-métaux (C1)	Vasières intertidales	Navigation et Activités terrestres	Rare	Bien que ce type de contamination soit rare (provoquée par la navigation et les apports terrigènes), il est susceptible de concerner l'ensemble des vasières intertidales de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys

Tableau 76 : Liste des pressions les plus préjudiciables aux 8 habitats biocénotiques suivis et évaluation de leur fréquence d'occurrence pour les habitats sensibles (2/2).

Thème DCSMM	Pression de l'UMS Patrinat	Habitat(s) hautement sensible(s) à cette pression	Activité(s) anthropique(s) pouvant provoquer cette pression	Fréquence estimée au sein de la ZCS golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys	Conclusion
Chimique - Substances, déchets et énergie	Contamination par des hydrocarbures et HAP (C2)	Vasières intertidales et Bancs de maërl	Navigation et Activités terrestres	Occasionnelle à rare	La contamination par des hydrocarbures et HAP est provoquée par les navigation et les apports terrigènes. Elle est préjudiciable aux vasières intertidales et aux bancs de maërl. Toutefois cette pression est peu fréquente et ne concerne qu'une faible proportion de ces deux habitats
	Contamination par des composés synthétiques (C3)	Vasières intertidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Récifs subtidaux	Navigation et Activités terrestres	Rare	La contamination par des composés synthétiques est provoquée par les navigation et les apports terrigènes et est préjudiciable aux vasières intertidales, aux herbiers de zostères et aux récifs subtidaux. Toutefois la survenue de cette pression est rare
	Modification des apports en matériels organiques (C7)	Bancs de maërl	Activités terrestres	Rare	Les bancs de maërl sont particulièrement sensibles à des dépôts de matériels organiques issus des activités terrestres. Cependant, la survenue de tels dépôts dans cet habitat est rare
Biologique	Introduction ou propagation d'espèces non-indigènes (B2)	Vasières intertidales / Vasières subtidales / Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Bancs de maërl	Non spécifique	Rare	L'introduction d'espèces non-indigènes peut être préjudiciable à la majorité des habitats étudiés. Toutefois, la survenue de cette pression est rare
	Introduction de pathogènes (B3)	Herbiers de zostères marines	Non spécifique	Occasionnelle	De nombreuses activités humaines sont susceptibles d'engendrer des introduction de pathogènes dans le milieu marin. Les herbiers de zostères marines sont particulièrement sensibles à cette pression dont la survenue reste toutefois occasionnelle
	Prélèvement d'espèces cibles (B5)	Bancs de maërl / Sédiments meubles subtidaux / Faciès à gorgones	Pêche	Rare à jamais	Lorsque les espèces ciblées par la pêche sont caractéristiques d'habitats alors leur prélèvement est très préjudiciable à ceux-ci. Toutefois la survenue de cette pression est rare et les surface potentiellement impactées très faibles au sein de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys
	Prélèvement d'espèces non-cibles (B6)	Herbiers de zostères naines / Herbiers de zostères marines / Faciès à gorgones	Pêche	Rare	Le prélèvement accidentel d'espèces non-ciblées par la pêche peut concerner des espèces caractéristiques d'habitats, comme les zostères ou le maërl. Cette pression est très préjudiciable aux habitats associés mais est peu fréquente au sein de la ZSC golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aberson, M.J.R., Bolam, S.G., Hughes, R.G., 2016. The effect of sewage pollution on the feeding behaviour and diet of Hediste (Nereis diversicolor (O.F. Müller, 1776)) in three estuaries in south-east England, with implications for saltmarsh erosion. Marine Pollution Bulletin 105, 150–160. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.02.033

Angst, B., Philippe, M., Urien, M., 2014. Synthèse des connaissances sur les herbiers de zostères en appui à leur gestion dans le golfe du Morbihan.

Archambault, P., Banwell, K., Underwood, A.J., 2001. Temporal variation in the structure of intertidal assemblages following the removal of sewage. Marine Ecology Progress Series 222, 51–62. https://doi.org/10.3354/meps222051

Baden, S., Gullström, M., Lundén, B., Pihl, L., Rosenberg, R., 2003. Vanishing Seagrass (Zostera marina, L.) in Swedish Coastal Waters. ambi 32, 374–377. https://doi.org/10.1579/0044-7447-32.5.374

Bell, J.J., 2007. The ecology of sponges in Lough Hyne Marine Nature Reserve (south-west Ireland): past, present and future perspectives. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 87, 1655–1668. https://doi.org/10.1017/S0025315407058171

Berger, R., Malm, T., Kautsky, L., 2001. Two reproductive strategies in Baltic *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae). European Journal of Phycology 36, 265–273. https://doi.org/10.1080/09670260110001735418

Bergström, L., Berger, R., Kautsky, L., 2003. Negative direct effects of nutrient enrichment on the establishment of Fucus vesiculosus in the Baltic Sea. European Journal of Phycology 38, 41–46. https://doi.org/10.1080/0967026031000096236

Berilli, F., Ceschia, G., De Liberato, C., Di Cave, D., 2000. (PDF) Parasitic infections of Chamelea gallina (Mollusca, Bivalvia) from commercially exploited banks of the Adriatic Sea. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 20, 199–205.

Beukema, J.J., Dekker, R., 2005. Decline of recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden Sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. Marine Ecology Progress Series 287, 149–167. https://doi.org/10.3354/meps287149

Bohn, K., Richardson, C.A., Jenkins, S.R., 2015. The distribution of the invasive non-native gastropod Crepidula fornicata in the Milford Haven Waterway, its northernmost population along the west coast of Britain. Helgol Mar Res 69, 313–325. https://doi.org/10.1007/s10152-015-0439-2

Bokn, T.L., Duarte, C.M., Pedersen, M.F., Marba, N., Moy, F.E., Barrón, C., Bjerkeng, B., Borum, J., Christie, H., Engelbert, S., Fotel, F.L., Hoell, E.E., Karez, R., Kersting, K., Kraufvelin, P., Lindblad, C., Olsen, M., Sanderud, K.A., Sommer, U., Sørensen, K., 2003. The Response of Experimental Rocky Shore Communities to Nutrient Additions. Ecosystems 6, 577–594. https://doi.org/10.1007/s10021-002-0108-6

Bokn, T.L., Moy, F.E., Murray, S.N., 1993. Long-term Effects of the Water-accomodated Fraction (WAF) of Diesel Oil on Rocky Shore Populations Maintained in Experimental Mesocosms 36, 313–320. https://doi.org/10.1515/botm.1993.36.4.313

Bolam, S.G., 2011. Burial survival of benthic macrofauna following deposition of simulated dredged material. Environ Monit Assess 181, 13–27. https://doi.org/10.1007/s10661-010-1809-5

Bolam, S.G., Whomersley, P., Schratzberger, M., 2004. Macrofaunal recolonization on intertidal mudflats: effect of sediment organic and sand content. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 306, 157–180. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.01.007

Borja, A., 2000. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. Marine Pollution Bulletin 40, 1100–1114. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8

Bouchet, V.M.P., Sauriau, P.-G., 2008. Influence of oyster culture practices and environmental conditions on the ecological status of intertidal mudflats in the Pertuis Charentais (SW France): A multi-index approach. Marine Pollution Bulletin 56, 1898–1912. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.07.010

Boulcott, P., Howell, T.R.W., 2011. The impact of scallop dredging on rocky-reef substrata. Fisheries Research 110, 415–420. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.05.006

Boulet, A., Cosson, T., Cassé, M., Mézac, A., Lédan, D., Duhame, B., Blondel, X., Tavennec, M., 2020. Bilan d'activité 2020 – Natura 2000 – Sites du Golfe du Morbihan et de la rivière de Pénerf.

Boyd, S.E., Limpenny, D.S., Rees, H.L., Cooper, K.M., 2005. The effects of marine sand and gravel extraction on the macrobenthos at a commercial dredging site (results 6 years post-dredging). ICES J Mar Sci 62, 145–162. https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.11.014

Brown, R.J., Conradi, M., Depledge, M.H., 1999. Long-term exposure to 4-nonylphenol affects sexual differentiation and growth of the amphipod Corophium volutator (#Pallas, 1766). Science of The Total Environment 233, 77–88. https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00181-3

Bryan, G.W., 1984. Pollution Due to Heavy Metals and Their Compounds. 5, 1290–1331.

Bryan, G.W., Hummerstone, L.G., 1971. Adaptation of the polychaete Nereis diversicolor to estuarine sediments containing high concentrations of heavy metals. I. General observations and adaptation to copper. J. Mar. Biol. Ass. 51, 845–863. https://doi.org/10.1017/S0025315400018014

Bryant, V., Newbery, D.M., McLusky, D.S., Campbell, R., 1985. Effect of temperature and salinity on the toxicity of nickel and zinc to two estuarine invertebrates (Corophium volutator, Macoma balthica). Mar. Ecol. Prog. Ser. 24, 139–153.
Bryars, S., Neverauskas, V., 2004. Natural recolonisation of seagrasses at a disused sewage sludge outfall. Aquatic Botany 80, 283–289. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2004.09.001

Buffet, P.E., Zalouk-Vergnoux, A., Châtel, A., Berthet, B., Métais, I., Perrain-Ettajani, H., Poirier, L., Luna-Acosta, A., Thomas-Guyon, H., 2014. A marine mesocosm study on the environmental fate of silver nanoparticles and toxicity effects on two endobenthic species: The ragworm Hediste diversicolor and the bivalve mollusc Scrobicularia plana. Science of The Total Environment 470–471, 1151–1159. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.114

Burel, T., Grall, J., Schaal, G., Le Duff, M., Ar Gall, E., 2020. Wave height vs. elevation effect on macroalgal dominated shores: an intercommunity study. J Appl Phycol 32, 2523–2534. https://doi.org/10.1007/s10811-019-01989-1

Carpentier C, Barbier P, Oudot G, Bodin P (2022). Étude de l'envasement du bassin de Marennes-Oléron : projet LIMITENVASE. Rapport d'étude CAPENA, 123p.

Cassé, M., Lédan, D., Pasco, R., Giraud, S., Mézac, A., Decaux, A., Grosjean, K., Le Berre, M., Briandet, C., 2010. Diagnostic territorial du Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan – Horizon 2026.

Christie, H., Fredriksen, S., Rinde, E., 1998. Regrowth of kelp and colonization of epiphyte and fauna community after kelp trawling at the coast of Norway, in: Recruitment, Colonization and Physical-Chemical Forcing in Marine Biological Systems. Springer, Dordrecht, pp. 49–58. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2864-5_4

Cochennec-Laureau, N., Baud, J.-P., Pepin, J.-F., Benabdelmouna, A., Soletchnik, P., Lupo, C., Garcia, C., Arzul, I., Boudry, P., Huvet, A., Pernet, F., Bachere, E., Bedier, E., Petton, B., Gaussem, F., Stanisiere, J.-Y., Degremont, L., Pepin, J.-F., Benabdelmouna, A., Soletchnik, P., Lupo, C., Garcia, C., Arzul, I., Boudry, P., Huvet, A., Pernet, F., Bachere, E., Bedier, E., Petton, B., Gaussem, F., Stanisiere, J.-Y., Degremont, L., 2011. Les surmortalités des naissains d'huîtres creuses, Crassostrea gigas : acquis des recherches en 2010.

Cocito, S., Ferrier-Pagès, C., Cupido, R., Rottier, C., Meier-Augenstein, W., Kemp, H., Reynaud, S., Peirano, A., 2013. Nutrient acquisition in four Mediterranean gorgonian species. Mar. Ecol. Prog. Ser. 473, 179–188. https://doi.org/10.3354/meps10037

Coffen-Smout, S.S., 1998. Shell strength in the cockle Cerastoderma edule L. under simulated fishing impacts. Fisheries Research 38, 187–191. https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00159-3

Collier, L., Pinn, E., 1998. An assessment of the acute impact of the sea lice treatment ivermectin on a benthic community. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.

Cosson, T., Mézac, A., Picard, L., 2013. DOCUMENT D'OBJECTIFS Zone Spéciale de Conservation FR 53 000 29 «Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys» Zone de Protection Spéciale FR 53 100 86 «Golfe du Morbihan».

Coz, R, Ragot, P., 2020b. Référentiel pour la prise en compte des activités de cultures marines dans la préservation de l'environnement marin. Tome 2. Interactions des activités de cultures marines avec le milieu marin – Avec focus sur les habitats et espèces Natura 2000.

Coz, Richard, Ragot, P., 2020a. Référentiel pour la prise en compte des activités de cultures marines dans la préservation de l'environnement marin (report). Office Français de la Biodiversité.

Craig, N.C.D., Caunter, J.E., 1990. The effects of polydimethylsiloxane (PDMS) in sediment on the polychaete worm Nereis diversicolor. Chemosphere 21, 751–759. https://doi.org/10.1016/0045-6535(90)90262-R

Crump, Morley, Williams, 1999. West Angle Bay, a case study. Littoral monotoring of permanent quadrats before and after the Sea Empress oil spill. Field studies 9, 497–511.

Cunha, A.H., Santos, R., 2009. The use of fractal geometry to determine the impact of inlet migration on the dynamics of a seagrass landscape. Estuarine, Coastal and Shelf Science 84, 584–590. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.07.030

d'Avack, E., Harvey, T.-W., Wilding, C., 2020. Zostera (Zosterella) noltei beds in littoral muddy sand: Marine Evidence–based Sensitivity Assessment (MarESA) Review 43. https://doi.org/10.17031/MARLINHAB.318.1

d'Avack, E., Harvey, T.-W., Wilding, C., 2019. Zostera (Zostera) marina beds on lower shore or infralittoral clean or muddy sand: Marine Evidence–based Sensitivity Assessment (MarESA) Review 43. https://doi.org/10.17031/MARLINHAB.257.1

d'Avack, E.A.S., Tillin, H.M., Jackson, E.L., Tyler-Walters, H., 2014. Assessing the sensitivity of seagrass bed biotopes to pressures associated with marine activities. [WWW Document]. URL http://jncc.defra.gov.uk/PDF/Report_505_web.pdf (accessed 12.5.24).

Davison, D.M., Hughes, D.J., 1998. An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs, Zostera Biotopes (volume I). Scottish Association for Marine Science (UK Marine SACs Project).

DDTM, 2021. Schéma de mise en valeur de la mer Golfe du Morbihan.

Dedeh, A., 2014. Impact d'un sédiment dopé aux nanoparticules d'or ou de sulfure de cadmium sur un invertébré et un poisson d'eau douce (thesis). Bordeaux.
Delgado, O., Ruiz, J., Pérez, M., Romero, J., Ballesteros, E., 1999. Effects of fish farming on seagrass (Posidonia oceanica) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. Oceanologica Acta 22, 109–117. https://doi.org/10.1016/S0399-1784(99)80037-1

Desprez, M., Rybarczyk, H., Wilson, J.G., Ducrotoy, J.P., Sueur, F., Olivesi, R., Elkaim, B., 1992. Biological impact of eutrophication in the bay of somme and the induction and impact of anoxia. Netherlands Journal of Sea Research 30, 149–159. https://doi.org/10.1016/0077-7579(92)90054-I

Desrina, D., Verreth, J.A.J., Vlak, J.M., Verdegem, M.C.J., 2014. Hediste diversicolor (O.F. Müller 1776) as a possible model to study white spot syndrome virus infection in polychaetes. [WWW Document]. CABI Databases. URL https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20143354276.

D'Hardivillé, C., Bouché, L., 2019. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du Golfe du Morbihan 2, 3, 4 et 5 avril 2019.

Echavarri-Erasun, B., Juanes, J.A., García-Castrillo, G., Revilla, J.A., 2007. Medium-term responses of rocky bottoms to sewage discharges from a deepwater outfall in the NE Atlantic. Marine Pollution Bulletin 54, 941–954. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.02.014

Felder, D.L., Thoma, B.P., Schmidt, W.E., Sauvage, T., Self-Krayesky, S.L., Chistoserdov, A., Bracken-Grissom, H.D., Fredericq, S., 2014. Seaweeds and Decapod Crustaceans on Gulf Deep Banks after the Macondo Oil Spill. BioScience 64, 808–819. https://doi.org/10.1093/biosci/biu119

Ferns, P. n., Rostron, D. m., Siman, H. y., 2000. Effects of mechanical cockle harvesting on intertidal communities. Journal of Applied Ecology 37, 464–474. https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00509.x

Fletcher, R., 1987. Seaweeds of the British Isles, Volume 3 Fucophyceae (Phaeophyceae), Part 1. Natural History museum.

Fonseca, M.S., Cahalan, J.A., 1992. A preliminary evaluation of wave attenuation by four species of seagrass. Estuarine, Coastal and Shelf Science 35, 565–576. https://doi.org/10.1016/S0272-7714(05)80039-3

Fredriksen, S., Sjøtun, K., Lein, T.E., Rueness, J., 1995. Spore dispersal in Laminaria hyperborea (Laminariales, Phaeophyceae). Sarsia.

Gamain, P., Feurtet-Mazel, A., Maury-Brachet, R., 2018. Can pesticides, copper and seasonal water temperature explain the seagrass Zostera noltei decline in the Arcachon bay? Marine Pollution Bulletin 134, 66–74. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.024

Giere, O., Pfannkuche, O., 1982. Oceanography and Marine Biology, Volume 20.

Giere, O., Rhode, B., 1987. Anatomy and ultrastructure of the marine oligochaete Tubificoides benedii (Tubificidae), with emphasis on its epidermis-cuticle-complex. Hydrobiologia 155, 159–159. https://doi.org/10.1007/BF00025643

Gilkinson, K.D., Gordon, D.C., MacIsaac, K.G., McKeown, D.L., Kenchington, E.L.R., Bourbonnais, C., Vass, W.P., 2005. Immediate impacts and recovery trajectories of macrofaunal communities following hydraulic clam dredging on Banquereau, eastern Canada. ICES J Mar Sci 62, 925–947. https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.03.009

Gittenberg, A., Van Loon, W., 2011. (PDF) Common Marine Macrozoobenthos Species in the Netherlands, their Characteristics and Sensitivities to Environmental Pressures (No. GiMaRIS 2011.08). RWS Waterdienst.

Gochfeld, D.J., Easson, C.G., Freeman, C.J., Thacker, R.W., Olson, J.B., 2012. Disease and nutrient enrichment as potential stressors on the Caribbean sponge Aplysina cauliformis and its bacterial symbionts. Marine Ecology Progress Series 456, 101–111. https://doi.org/10.3354/meps09716

Grall, J., 2011. Résultats de la surveillance du Benthos - Région Bretagne - Suivi stationnel du maërl - 2004-2010.

Grall, J., 2009. Fiche de présentation des bancs de maërl - REBENT.

Grall, J., 2002. Biodiversité spécifique et fonctionnelle du maërl : réponses à la variabilité de l'environnement côtier (thesis). Brest.

Grall, J., Hall-Spencer, J., 2003. Problems facing maerl conservation in Brittany. AQUATIC CONSERVATION-MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS 13, S55–S64.

Grall, J., & Hall-Spencer, J. M. (2025). Maerl Bed Conservation: Successes and Failures. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *35*(2), e70058.

Gray, J.S., Clarke, K.R., Warwick, R., 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea on JSTOR [WWW Document]. URL https://www.jstor.org/stable/24844565 (accessed 12.5.24).

Greening, H., Janicki, A., 2006. Toward reversal of eutrophic conditions in a subtropical estuary: water quality and seagrass response to nitrogen loading reductions in Tampa Bay, Florida, USA. Environmental management 38. https://doi.org/10.1007/s00267-005-0079-4

Hailey, N., 1995. Likely impacts of oil and gas activities on the marine environment and integration of environmental considerations in licensing policy. (No. 145), English Nature Research Reports. English nature.

Hall-Spencer, J., White, N., Gillespie, E., Gillham, K., Foggo, A., 2006. Impact of fish farms on maerl beds in strongly tidal areas. Mar. Ecol. Prog. Ser. 326, 1–9. https://doi.org/10.3354/meps326001

Hall-Spenser, R., Sivars-Becker, L., Becker, C., Duffy, M.A., Tessier, A.J., Cáceres, C.E., 2007. Eating yourself sick: transmission of disease as a function of foraging ecology. Ecology Letters 10, 207–218. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01011.x

Hammann, M., Buchholz, B., Karez, R., Weinberger, F., 2013. Direct and indirect effects of Gracilaria vermiculophylla on native Fucus vesiculosus. Aquatic Invasions 8, 121–132. https://doi.org/10.3391/ai.2013.8.2.01

Herry, Pasco, 2014. Diagnostic de la pêche professionnelle embarquée dans le Golfe du Morbihan en 2012.

Herry, Pasco, 2013. Diagnostic conchylicole du Golfe du Morbihan.

Hershner, C.H., Ward, K.B., Illowsky, J.E., Al, E., 1982. The effects of atrazine on Zostera marina in the Chesapeake Bay, Virginia.

Holt, T., Jones, D., Hawkins, S.J., Hartnoll, R.G., 1995. The sensitivity of marine communities to man induced change - a scoping report. (Contract Science Report No. 65). Countryside Council for Wales, Bangor.

Howard, R., Short, F., 1986. Seagrass growth and survivorship under the influence of epiphyte grazers. Aquatic Botany 24, 287–302. https://doi.org/10.1016/0304-3770(86)90063-X

Howard, S., Baker, J., Hiscock, K., 1989. The effects of oil and dispersants on seagrasses in Milford Haven, in: Ecological Impacts of the Oil Industry. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, pp. 61–98.

Jacobs, R.P.W.M., McRoy, C.P., 1984. Biomass potential of eelgrass (Zostera marinaL.). Critical Reviews in Plant Sciences 2, 49–80. https://doi.org/10.1080/07352688409382188

Johnston, E.L., Roberts, D.A., 2009. Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: A review and meta-analysis. Environmental Pollution 157, 1745–1752. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.02.017

Jones, B.L., Unsworth, R.K.F., 2016. The perilous state of seagrass in the British Isles. Royal Society Open Science 3, 150596. https://doi.org/10.1098/rsos.150596

Kamenos, N.A., Moore, P.G., Hall-Spencer, J.M., 2003. Substratum heterogeneity of dredged vs un-dredged maerl grounds. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 83, 411–413. https://doi.org/10.1017/S0025315403007264h

Kedzierski, M., 2017. Pollutions du milieu littoral par les microplastiques : Méthodes d'évaluation (thesis). Lorient.

Keesing, J.K., Gartner, A., Westera, M., Edgar, G.J., Myers, J., Hardman-Mountford, N.J., Bailey, M. [0000-0003-1843-9348, 2018. Chapter 5 Impacts and Environmental Risks of Oil Spills on Marine Invertebrates, Algae and Seagrass : A Global Review from an Australian Perspective, in: Oceanography and Marine Biology. Taylor & Francis.

Kelly, J.R., Volpe, J.P., 2007. Native eelgrass (Zostera marina L.) survival and growth adjacent to non-native oysters (Crassostrea gigas Thunberg) in the Strait of Georgia, British Columbia 50, 143–150. https://doi.org/10.1515/BOT.2007.017

Kerckhof, F., Rumes, B., Norro, A., Houziaux, J.-S., Degraer, S., 2012. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. 168.

Kneel, S., Stephens, C.G., Rolston, A., Mendes, A.M., Morrison, L., Linnane, S., 2024. Microplastic contamination of intertidal sediment and cockles (*Cerastoderma edule*). Marine Pollution Bulletin 205, 116568. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116568

Kraufvelin, P., 2007. Responses to nutrient enrichment, wave action and disturbance in rocky shore communities. Aquatic Botany 87, 262–274. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.06.011

La Rivière, M.L., Aish, A., Gauthier, O., Grall, J., Guérin, L., Janson, A.-L., Labrune, C., Thibaut, T., Thiébaut, E., 2015. Méthodologie pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions anthropiques. (report). Service du patrimoine naturel ; Muséum national d'Histoire Naturelle (Paris, France).

La Rivière, M.L., 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 (report). Patrinat (OFB-MNHN-CNRS).

La Rivière, M.L., Hébert, C., 2023. Evaluation de la sensibilité des habitats marins benthiques de la Manche, de la mer du Nord et de l'Atlantique aux pressions physiques (report). Patrinat (OFB-MNHN-CNRS-IRD).

Le Bouëdec, G., 2010. Pour une histoire sociale de l'estran français. Du xvie siècle à la Seconde Guerre mondiale. Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest. Anjou. Maine. Poitou-Charente. Touraine 135–164. https://doi.org/10.4000/abpo.1844

Legrand, E., Parsons, A.E., Escobar-Lux, R.H., Freytet, F., Agnalt, A.-L., Samuelsen, O.B., Husa, V., 2022. Effect of sea lice chemotherapeutant hydrogen peroxide on the photosynthetic characteristics and bleaching of the coralline alga *Lithothamnion soriferum*. Aquatic Toxicology 247, 106173. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2022.106173

Lein, T.E., Sjøtun, K., Wakili, S., 1991. Mass-occurrence of a brown filamentous endophyte in the lamina of the kelp Laminaria hyperborea (Gunnerus) foslie along the southwestern coast of Norway. Sarsia 76, 187–193. https://doi.org/10.1080/00364827.1991.10413474

Lejart, M., 2009. Etude du processus invasif de Crassostrea gigas en Bretagne: Etat des lieux, dynamique et conséquences écologiques.

Lewis, L.J., Davenport, J., Kelly, T.C., 2002. A Study of the Impact of a Pipeline Construction on Estuarine Benthic Invertebrate Communities. Estuarine, Coastal and Shelf Science 55, 213–221. https://doi.org/10.1006/ecss.2001.0898

Li, C., Zhu, L., Li, W., Li, D., 2023. Microplastics in the seagrass ecosystems: A critical review. Science of The Total Environment 902, 166152. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166152

Long, H.A., Grosholz, E.D., 2015. Overgrowth of eelgrass by the invasive colonial tunicate *Didemnum vexillum*: Consequences for tunicate and eelgrass growth and epifauna abundance. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 473, 188–194. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.08.014

Longshaw, M., Malham, S.K., 2013. A review of the infectious agents, parasites, pathogens and commensals of European cockles (Cerastoderma edule and C. glaucum). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 93, 227–247. https://doi.org/10.1017/S0025315412000537

López-Flores, I., de la Herrán, R., Garrido-Ramos, M.A., Boudry, P., Ruiz-Rejón, C., Ruiz-Rejón, M., 2004. The molecular phylogeny of oysters based on a satellite DNA related to transposons. Gene 339, 181–188. https://doi.org/10.1016/j.gene.2004.06.049

Mauro, L., Paola, G., Margherita, V., 2013. Human impact on a small barrier reef meadow of Posidonia oceanica (L.) Delile on the north Tyrrhenian coast (Italy). Marine Pollution Bulletin 77, 45–54. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.036

McLusky, D.S., 1982. The impact of petrochemical effluent on the fauna of an intertidal estuarine mudflat. Estuarine, Coastal and Shelf Science 14, 489–499. https://doi.org/10.1016/S0302-3524(82)80072-8

McLusky, D.S., Teare, M., Phizacklea, P., 1980. Effects of domestic and industrial pollution on distribution and abundance of aquatic oligochaetes in the Forth estuary. Helgolander Meeresunters 33, 384–392. https://doi.org/10.1007/BF02414763

Menthonnex, D., Audouit, C., Laboureur, M., 2021. Du Projet intégré LIFE 16 IPE/FR001 Marha -MarHa_A3T1 C -Rapport final -Données sur les activités nautiques du PNR du Golfe du Morbihan.

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 VERSION 3.

Mills, K.E., Fonseca, M.S., 2003. Mortality and productivity of eelgrass Zostera marina under conditions of experimental burial with two sediment types. Marine Ecology Progress Series 255, 127–134. https://doi.org/10.3354/meps255127

Miquerol, L., Bultel, E., Michel, S., Coz, R., Rivière, M.L., Sauboua, P., n.d. Référentiel pour la préservation de l'environnement marin dans les projets d'éoliennes en mer. TOME 2. Interactions entre les projets d'éoliennes en mer et le milieu marin – avec focus sur les habitats benthiques de métropole et les espèces Natura 2000.

Montaudouin, X. de, Sauriau, P.G., 1999. The proliferating Gastropoda Crepidula fornicata may stimulate macrozoobenthic diversity. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 79, 1069–1077. https://doi.org/10.1017/S0025315499001319

Muehlstein, L. k., 1989. Perspectives on the wasting disease of eelgrass Zostera marina. Diseases of aquatic organisms 7, 211–221. https://doi.org/10.3354/dao007211

Nacken, M., Reise, K., 2000. Effects of herbivorous birds on intertidal seagrass beds in the northern Wadden Sea. Helgol Mar Res 54, 87–94. https://doi.org/10.1007/s101520050006

O'Dea, A., Okamura, B., 2000. Intracolony variation in zooid size in cheilostome bryozoans as a new technique for investigating palaeoseasonality. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 162, 319–332. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00136-X

ONCFS, 2016. Plan de gestion 2016 - 2025 de la Réserve Nationale de chasse et de Faune Sauvage du golfe du Morbihan.
Orth, R.J., Marion, S.R., 2007. Innovative techniques for large-scale collection, processing, and storage of eelgrass (Zostera marina) seeds (No. ERDC/TN SAV-07-2). Submerged Aquatic Vegetation.

Ouisse, V., Marchand-Jouravleff, I.M., Fiandrina, A., Feunteun, E., Ysnel, F., 2020. Swinging boat moorings: Spatial heterogeneous damage to eelgrass beds in a tidal ecosystem. Estuarine, Coastal and Shelf Science 235, 106581. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106581

Pelloté, F., Clergeau, P., Pascal, M., Lorvelec, O., Haury, J., Magnanin, S., Pagny, J., Camenen, E., Siorat, F., 2019. Principales espèces exotiques envahissantes en Bretagne : écologie, histoire, impacts.

Peña, V., Bárbara, I., Grall, J., Maggs, C.A., Hall-Spencer, J.M., 2014. The diversity of seaweeds on maerl in the NE Atlantic. Mar Biodiv 44, 533–551. https://doi.org/10.1007/s12526-014-0214-7

Percival, S. m., Sutherland, W. j., Evans, P. r., 1998. Intertidal habitat loss and wildfowl numbers: applications of a spatial depletion model. Journal of Applied Ecology 35, 57–63. https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00273.x

Perez, T., Perrin, B., Carteron, S., Vacelet, J., Boury-Esnault, N., 2006. Celtodoryx girardae gen. nov. sp. nov., a new sponge species (Poecilosclerida: Demospongiae) invading the Gulf of Morbihan (North East Atlantic, France).

Perry, F., Tillin, H., 2015. Sargassum muticum on shallow slightly tide-swept infralittoral mixed substrata: Marine Evidence–based Sensitivity Assessment (MarESA) Review. https://doi.org/10.17031/MARLINHAB.1055.1

Peuziat, I., Brigand, L., Le Berre, S., 2010. Etude de la fréquentation de l'île d'Arz et de l'Île-aux-Moines (Golfe du Morbihan, France) - Université d'Angers [WWW Document]. URL https://univ-angers.hal.science/hal-00672509/ (accessed 12.5.24).

Philippart, C., 1995. Seasonal variation in growth and biomass of an intertidal Zostera noltii stand in the Dutch wadden sea. Netherlands Journal of Sea Research 33, 205–218. https://doi.org/10.1016/0077-7579(95)90007-1

PNRGM, 2015. Fiche d'inventaire du patrimoine culturel immatériel - "La pêche professionnelle à la palourdre."

Poulin, R., Mouritsen, K.N., 2006. Climate change, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. J. Helminthol. 80, 183–191. https://doi.org/10.1079/JOH2006341

Raffaelli, D., 2000. Interactions between macro-algal mats and invertebrates in the Ythan estuary, Aberdeenshire, Scotland. Helgol Mar Res 54, 71–79. https://doi.org/10.1007/s101520050004

Raffaelli, D., 1999. Nutrient enrichment and trophic organisation in an estuarine food web. Acta Oecologica 20, 449–461. https://doi.org/10.1016/S1146-609X(99)00123-X

Readman, J., Hiscock, K., 2017. Pink sea fan (Eunicella verrucosa): Marine Evidence–based Sensitivity Assessment (MarESA) Review. https://doi.org/10.17031/MARLINSP.1121.2

Robinson, L., Rogers, S., Frid, C.L., 2008. OSPAR commission. Report of the Utrecht Workshop - Regional assessment.
Roddie, B., Kedwards, T., Ashby-Crane, R., Crane, M., 1994. The toxicity to Corophium volutator (Pallas) of beach sand contaminated by a spillage of crude oil. Chemosphere 29, 719–727. https://doi.org/10.1016/0045-6535(94)90041-8

Rohde, S., Wahl, M., 2008. Antifeeding Defense in Baltic Macroalgae: Induction by Direct Grazing Versus Waterborne Cues. Journal of Phycology 44, 85–90. https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2007.00451.x

Rosenberg, R., Loo, L.-O., Möller, P., 1992. Hypoxia, salinity and temperature as structuring factors for marine benthic communities in a eutrophic area. Netherlands Journal of Sea Research, Proceedings of the 26th European Marine Biology Symposium Biological Effects of Disturbances on Estuarine and Coastal Marine Environments 30, 121–129. https://doi.org/10.1016/0077-7579(92)90051-F

Ruijter, V.N. de, Hof, M., Kotorou, P., Leeuwen, J. van, Heuvel-Greve, M.J. van den, Roessink, I., Koelmans, A.A., 2023. Microplastic Effect Tests Should Use a Standard Heterogeneous Mixture: Multifarious Impacts among 16 Benthic Invertebrate Species Detected under Ecologically Relevant Test Conditions. Environmental Science & Technology. https://doi.org/10.1021/acs.est.3c06829

Sagan, J., Pibot, A., de Bettignies, T., 2024. Restauration écologique des habitats benthiques en milieu marin côtier.

SAGE, 2020. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Golfe du Morbihan et Ria d'Etel - Plan d'aménagement et de gestion durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

Sauriau, P.-G., Guerry, M., Aubert, F., Duvard, A., Boutan, C., 2016. Impacts des pratiques de la pêche à pied professionnelle à la palourde sur les herbiers de la zostère naine *Zostera noltei* : bilan des observations 2015 et conclusions générales (report). LIENSs (UMR 7266).

SCOT, 2020. Schéma de cohérence territoriale - Golfe du Morbihan - Vannes agglomération.

Seto, I., Evans, N.T., Carr, J., Frew, K., Rousseau, M., Schenck, F., 2023. Recovery of eelgrass Zostera marina following conversion of conventional block and chain moorings to conservation mooring systems in Massachusetts: context dependence, challenges, and management. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2693020/v1

Sheppard, C.R.C., Bellamy, D.J., Sheppard, A.L.S., 1980. Study of the fauna inhabiting the holdfasts of *Laminaria hyperborea* (gunn.) fosl. along some environmental and geographical gradients. Marine Environmental Research 4, 25–51. https://doi.org/10.1016/0141-1136(80)90057-4

Smith, J.E., 1968. "Torrey Canyon" Pollution and Marine Life. Cambridge university press.

Somerfield, P.J., Warwick, R.M., 1999. Appraisal of environmental impact and recovery using Laminaria holdfast faunas. (CCW Sea Empress Contract Science No. 321). Sea Empress, Environmental Evaluation Committee, Countryside Council for Wales, Bangor.

Stæhr, P.A., Pedersen, M.F., Thomsen, M.S., Wernberg, T., Krause-Jensen, D., 2000. Invasion of Sargassum muticum in Limfjorden (Denmark) and its possible impact on the indigenous macroalgal community. Marine Ecology Progress Series 207, 79–88. https://doi.org/10.3354/meps207079

Stagnol, D., Renaud, M., Davoult, D., 2013. Effects of commercial harvesting of intertidal macroalgae on ecosystem biodiversity and functioning. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Pressures, Stresses, Shocks and Trends in Estuarine Ecosystems 130, 99–110. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.02.015

Stamp, T., 2015. Mixed kelp park on lower infralittoral mixed substrata.: Marine Evidence–based Sensitivity Assessment (MarESA) Review. https://doi.org/10.17031/MARLINHAB.1047.1

Stanley, J.A., Wilkens, S.L., Jeffs, A.G., 2014. Fouling in your own nest: vessel noise increases biofouling. Biofouling 30, 837–844. https://doi.org/10.1080/08927014.2014.938062

Theede, H., 1973. Comparative studies on the influence of oxygen deficiency and hydrogen sulphide on marine bottom invertebrates. Netherlands Journal of Sea Research 7, 244–252. https://doi.org/10.1016/0077-7579(73)90048-3

Thiel, M., Stearns, L.M., Watling, L., 1998. Effects of green algal mats on bivalves in a New England mud flat. Helgoländer Meeresunters. 52, 15–28. https://doi.org/10.1007/BF02908732

Tweedley, J.R., Jackson, E.L., Attrill, M.J., 2008. Zostera marina seagrass beds enhance the attachment of the invasive alga Sargassum muticum in soft sediments. Marine Ecology Progress Series 354, 305–309. https://doi.org/10.3354/meps07242

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.

Urban-Malinga, B., Jakubowska-Lehrmann, M., Białowąs, M., Hallmann, A., 2022. Microplastics cause neurotoxicity and decline of enzymatic activities in important bioturbator *Hediste diversicolor*. Marine Environmental Research 179, 105660. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105660

Vanlaer, C., 2021. Savoirs en mer - Ce que nous apprennent les pêcheurs et conchyliculteurs du Parn naturel régional du golfe du Morbihan.

Vergeer, L.H.T., den Hartog, C., 1991. Occurrence of wasting disease in Zostera noltii. Aquatic Botany 40, 155–163. https://doi.org/10.1016/0304-3770(91)90093-K

Wahl, M., 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects on JSTOR [WWW Document]. URL https://www.jstor.org/stable/24842178 (accessed 12.6.24).

Wahl, M., Goecke, F., Labes, A., Dobretsov, S., Weinberger, F., 2012. The Second Skin: Ecological Role of Epibiotic Biofilms on Marine Organisms. Front. Microbiol. 3. https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00292

Whomersley, P., Huxham, M., Bolam, S., Schratzberger, M., Augley, J., Ridland, D., 2010. Response of intertidal macrofauna to multiple disturbance types and intensities – An experimental approach. Marine Environmental Research 69, 297–308. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2009.12.001

Young, C.S., Peterson, B.J., Gobler, C.J., 2018. The Bloom-Forming Macroalgae, Ulva, Outcompetes the Seagrass, Zostera marina, Under High CO2 Conditions. Estuaries and Coasts 41, 2340–2355. https://doi.org/10.1007/s12237-018-0437-0

Zuccaro, G., Cacace, F., Spence, R.J.S., Baxter, P.J., 2008. Impact of explosive eruption scenarios at Vesuvius. Journal of Volcanology and Geothermal Research, Evaluating Explosive Eruption Risk at European Volcanoes 178, 416–453. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2008.01.005

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. »