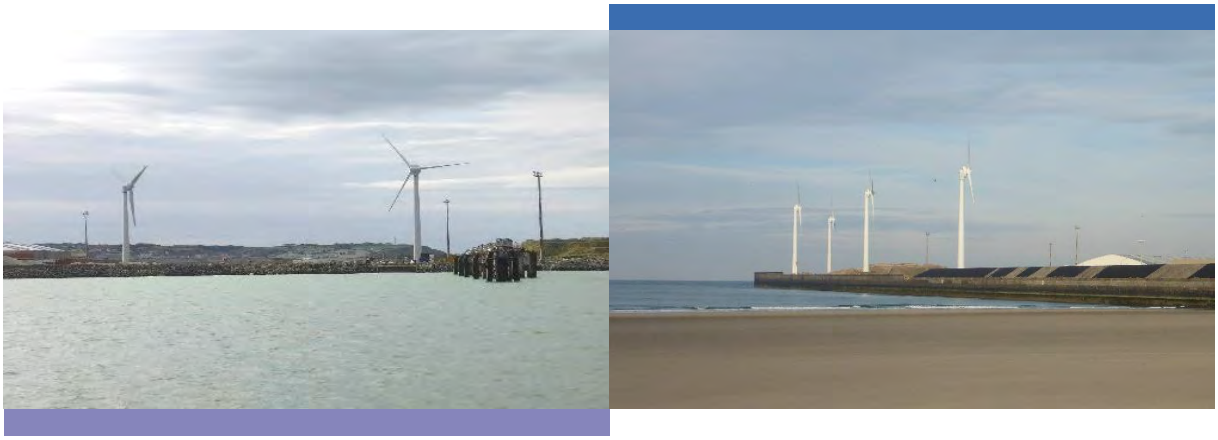


RAPPORT

Mise en place d'une ferme aquacole sur le terre-plein du poste Ro-Ro du site portuaire de Boulogne-sur-Mer

Etude d'impacts du compartiment marin

Mars 2022

LOCAL OCEAN FRANCE

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : LOCAL OCEAN FRANCE

COORDONNÉES	106, quai de Boulogne CS60164/ 59 053 ROUBAIX
INTERLOCUTEUR	Vincent ROGIER Vincent.rogier@vinci-construction.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	**AGENCE MANCHE - MER DU NORD** Olympus II Effiscience, ZAC du Plateau, 7-9 rue Léopold Sédar-Senghor - 14460 COLOMBELLES Tél. : 02.31.52.59.50 E-mail : normandie@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Julien LANSHERE lanshere@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Mise en place d'une ferme aquacole sur le terre-plein du poste Ro-Ro du site portuaire de Boulogne-sur-Mer Etude d'impacts du compartiment marin**
N° DE COMMANDE	VR-20/12/23b
NOMBRE DE PAGES TOTAL	297
NOMBRE D'ANNEXES	1

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
210011	V1	23/07/2021	HCH	JLA
210011	V2	14/12/2021	HCH/CPS	JLA
210011	V3	11/01/2022	JLA	JLA
210011	V4	03/03/2022	HCH/CPS	JLA
210011	V5	15/03/2022	CPS	JLA

Sommaire

Préambule 1

1. Présentation du projet 3

1.1. Localisation 3

1.2. Nature et description des opérations 7

1.2.1. Mise en place de la conduite de pompage : Microtunnelier (passage sous la digue Carnot) 7

1.2.2. Mise en place de la conduite de rejet 11

1.2.3. Mise en place des systèmes de protection des conduites 12

1.3. Composition du rejet 12

1.4. Moyens de prévention et surveillance en phase d'exploitation des conduites et rejets 13

1.5. Moyens mis en œuvre en cas d'accident ou incident 14

2. Etat initial de l'environnement marin 14

2.1. Localisation et délimitation de la zone d'étude 14

2.1.1. Site portuaire de Boulogne-sur-Mer 14

2.1.2. Site d'implantation : terre-plein de l'ancien poste Ro-Ro 17

2.1.3. Délimitation de la zone d'étude 17

2.2. Milieu physique marin 18

2.2.1. Contexte géomorphologique et bathymétrique 18

2.2.2. Contexte hydrologique et hydrodynamique 24

2.2.3. Contexte sédimentaire et dynamique sédimentaire 44

2.2.4. Risques naturels et technologiques 52

2.2.5. Synthèse des enjeux sur le milieu physique 54

2.3. Milieu naturel 55

2.3.1. Peuplements benthiques 55

2.3.2. Ichtyofaune 62

2.3.3. Mammifères marins 65

2.3.4. Avifaune 72

2.3.5. Synthèse des enjeux sur le milieu naturel 80

2.4. Réseau Natura 2000, mer et littoral 81

2.4.1. ZPS n°FR3110085 « Cap Gris Nez » 83

2.4.2. ZPS n°FR3110038 « Estuaire de la Canche » 90

2.4.3. ZSC n°FR3100480 « Estuaire de la Canche, dunes picardes plaquées sur l'ancienne falaise d'Hardelot et falaise d'Equihen » 94

2.4.4. ZSC n°FR3102003 « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez »..... 95
2.4.5. ZSC FR3102005 « Baie de Canche et couloir des 3 estuaires »..... 98
2.5. Espaces naturels protégés mer et littoral 100
2.5.1. ZNIEFF mer et littoral 100
2.5.2. Parc Naturel Marin des Estuaires picards et de la mer d'Opale 103
2.6. Qualité du milieu..... 107
2.6.1. Qualité des sédiments 107
2.6.2. Qualité des eaux.....111
2.6.3. Qualité des zones conchylicoles 157
2.6.4. Synthèse des enjeux sur la qualité du milieu 160
2.7. Milieu humain..... 161
2.7.1. Activités portuaires 161
2.7.2. Navigation et servitudes.....164
2.7.3. Activités littorales et côtières.....167
2.7.4. Synthèse des enjeux sur le milieu humain 171
2.8. Vulnérabilité du projet au changement climatique..... 172
3. Scénario de référence et aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet 173
4. Analyse des effets directs, indirects, temporaires ou permanents du projet sur l'environnement et la santé humaine..... 174
4.1. En phase de travaux..... 176
4.1.1. Incidences sur le milieu physique marin.....176
4.1.2. Incidences sur la qualité du milieu 180
4.1.3. Incidences sur le milieu naturel.....183
4.1.4. Incidences sur les espaces naturels protégés.....190
4.1.5. Incidences sur le milieu humain 191
4.2. En phase d'exploitation 194
4.2.1. Incidences sur le milieu physique marin.....194
4.2.2. Incidences sur la qualité du milieu 196
4.2.3. Incidences sur le milieu naturel.....219
4.2.4. Espaces naturels protégés 223
4.2.5. Incidences sur le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'opale 223
4.2.6. Incidence sur le milieu humain.....223
4.3. Incidences sur le réseau Natura 2000, mer et littoral 226
4.3.1. ZSC FR3102003 : « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez » 227

4.3.2. ZPS FR3110085 : « Cap Gris-Nez » 227
4.4. Synthèse des incidences environnementales 230
4.4.1. En phase travaux 230
4.4.2. En phase d'exploitation 236
5. Effets cumulés (projets à considérer en concertation) 241
6. Compatibilité du projet avec les documents de planification 242
6.1. Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 242
6.2. Schéma Directeur d'Aménagement et de gestion (SDAGE) Artois-Picardie 244
6.3. Document stratégique de façade (DSF) et Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) 249
6.4. Schéma d'Aménagement et de gestion (SAGE) du bassin côtier du Boulonnais 257
6.5. Parc Naturel Marin (PNM) des estuaires picards et de la mer d'Opale 261
7. Justification des choix 265
7.1. Localisation des points de pompage et rejet 265
7.2. Protection de la conduite 265
7.3. Période des travaux 265
7.4. Microtunnelier 265
8. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des incidences du projet 266
8.1. Mesures de réduction 266
8.1.1. Recours au microtunnelier 266
8.1.2. Période des travaux 266
8.1.3. Protocole Mammifères marins 267
8.1.4. Organisation des chantiers 267
8.1.5. Gestion des déchets 267
8.1.6. Informations aux usagers du site 267
8.2. Incidences résiduelles 268
8.3. Mesures de compensation 268
9. Suivis environnementaux 271
9.1. Pendant les travaux 271
9.2. En phase d'exploitation 271
Références 272

Glossaire 274

Annexes..... 277

Liste des Figures

Figure 1-1. Localisation du projet de ferme aquacole au niveau du terre-plein de l'ancien poste RoRo du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (source : Local Ocean). 4

Figure 1-2. Situation du site portuaire de Boulogne-sur-Mer et de la zone du projet de ferme aquacole. 5

Figure 1-3. Localisation du point de pompage en mer et du point de rejet dans le bassin portuaire. 6

Figure 1-4. Illustration de la technique de microtunnelier. 7

Figure 1-5. Illustration de la tête de pris du microtunnelier. 8

Figure 1-6. Ponton 'LYNN' & Barge 'Delphine'. 10

Figure 2-1. Disposition du site portuaire de Boulogne-sur-Mer. 16

Figure 2-2. Localisation des points de pompage et de rejet envisagés par le projet de la ferme aquacole. 17

Figure 2-3. Cadre morphologique régional. Type de côte et bancs du large (d'après CEREMA, 2017). 19

Figure 2-4. Cadre géomorphologique de la zone de projet. 20

Figure 2-5. Bathymétrie à proximité du site portuaire de Boulogne-Sur-Mer. 21

Figure 2-6. Bathymétrie portuaire et cotes de dragage portuaire (in CREOCEAN, 2015). 22

Figure 2-7. Circulation de marée (VE) - secteur Hauts-de-France (CEREMA, 2017). 26

Figure 2-8. Circulation de marée (ME) - secteur Hauts-de-France (CEREMA, 2017). 27

Figure 2-9. Rose des courants (points SHOM) entre Boulogne-sur-Mer et le Cap Gris-Nez. 28

Figure 2-10. Les courants de marée devant le port de Boulogne-sur-Mer. 29

Figure 2-11. Cartes de circulation des courants en marée de Vive-eau. 33

Figure 2-12. Statistiques de vents à Boulogne-sur-Mer (01/2006 – 01/2022 ; Windfinder). 34

Figure 2-13. Maillage de la base de données HOMERE et point sélectionné pour l'extraction des données de houle au-devant du port. 35

Figure 2-14. Rose des houles au point HOMERE devant le site portuaire de Boulogne-sur-Mer. 36

Figure 2-15. Graphique de corrélation Hm0 / Tp des données de houle au point HOMERE. 37

Figure 2-16. Statistiques des données de houle Hm0 / Tp au point HOMERE par direction de provenance. 38

Figure 2-17. Courantologie en marée de vive-eau pour une houle d'Ouest-Sud-Ouest de période de retour 1 an. 39

Figure 2-18. Carte des masses d'eaux côtières et de transition du bassin Artois-Picardie..... 41

Figure 2-19. Localisation du fleuve côtier (source : plan de gestion du PNM, 2015). 42

Figure 2-20. Extrait de la carte des formations superficielles du domaine marin côtier du Nord - Pas-de-Calais (Augris et al. 1995). 45

Figure 2-21. Répartition des sédiments sur le site portuaire de Boulogne-sur-Mer (CREOCEAN, 2010)..... 46

Figure 2-22. Nature des fonds au niveau de la zone d'implantation des conduites. 47

Figure 2-23. Dynamique sédimentaire côtière de la façade ouest du Pas-de-Calais (RNPC,2010). 49

Figure 2-24. Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (CREOCEAN, 2020)..... 50

Figure 2-25. Extrait du zonage PPRL Falaises (2007) en cours de validité. Zone rouge : inconstructible. 53

Figure 2-26. Carte de répartition des peuplements macrobenthiques dans le détroit du Pas-de-Calais (réseau REBENT, 2011 d'après Cabioch L., Gentil F., Glaçon R., Retière C., 1978). 55

Figure 2-27. Peuplements benthiques en Manche orientale, de la baie de Somme au Pas-de-Calais (Réseau REBENT, 2011, d'après Cabioch L., Glaçon R., 1975) 56

Figure 2-28. Cartographie des habitats (typologie Eunis) des hauts-de-France (Réseau REBENT, 2011 ; OFB). 58

Figure 2-29. Etat écologique des stations récoltées en 2020, d'après le M-AMBI (CREOCEAN, 2021)..... 60

Figure 2-30. Localisation des zones de nourricerie de poisson (a) et de la crevette grise (b) en Manche orientale (Amara et al. 2001). 63

Figure 2-31. Photographie de phoque gris Halichoerus grypus (source : INPN) 66

Figure 2-32. Carte des suivis télémétriques de 10 phoques veaux-marins (à gauche, 2008) et de 12 phoques gris (à droite, 2012) équipés de balise GPS/GSM et lâchés en baie de Somme. Chaque couleur représente un individu. (source : Pelagis, Université de la Rochelle) 66

Figure 2-33. Photographie de phoque veau marin Phoca vitulina (source : INPN) 67

Figure 2-34. Photographie de marsouin commun Phocoena phocoena (source : Julien Boulanger, avril 2011) 68

Figure 2-35. Aire d'étude rapprochée sur laquelle ont été effectués les suivis biologiques (Biotope, 2021). 69

Figure 2-36. Pointage de mammifères marins et habitats d'espèces de Phoques. 70

Figure 2-37. Localisation des oiseaux nicheurs patrimoniaux (hors laridés) – Biotope (2015).. 74

Figure 2-38. Localisation des zones de nidification des goélands sur le domaine portuaire (Biotope, 2015). 75

Figure 2-39. Localisation des oiseaux nicheurs recensés sur la zone d'étude par Biotope en 2021. 77

Figure 2-40. Localisation du grand Gravelot en période de nidification recensés sur la zone d'étude par Biotope en 2021. 78

Figure 2-41.Localisation des habitats favorables au cortège des oiseaux des milieux ouverts recensés par Biotope sur la zone d'étude en 2021. 79

Figure 2-42. Réseau Natura 2000 mer et littoral à proximité du projet. 82

Figure 2-43. Habitats marins Natura 2000 de la ZSC « Récifs Gris Nez – Blanc Nez ». 96

Figure 2-44. ZNIEFF mer et littoral inventoriées à proximité du projet de ferme aquacole. 102

Figure 2-45. Périmètre du Parc Naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. (source : Plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale, 2015). 104

Figure 2-46. Plan de localisation des stations d'échantillonnage de sédiments dans la rade de Boulogne-sur-Mer avant dragage (Créocéan, 2015) 109

Figure 2-47. Localisation des stations de prélèvements d'eau du réseau SOMLIT à proximité de la zone de projet. 111

Figure 2-48. Enregistrement des températures au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 114

Figure 2-49. Enregistrement de la salinité au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 114

Figure 2-50. Enregistrement de l'oxygène dissous au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 115

Figure 2-51. Enregistrement du pH au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 115

Figure 2-52. Enregistrement des concentrations en ammonium au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT 116

Figure 2-53. Enregistrement des concentrations en Nitrates au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 117

Figure 2-54. Enregistrement des concentrations en Nitrites au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 117

Figure 2-55. Enregistrement des concentrations en Phosphates au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 118

Figure 2-56. Enregistrement des concentrations en Silicates au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 118

Figure 2-57. Enregistrement des concentrations en COP au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 119

Figure 2-58. Enregistrement des concentrations en azote organique particulaire au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 119

Figure 2-59. Enregistrement des concentrations en matière en suspension au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 120

Figure 2-60. Enregistrement des concentrations en chlorophylle-a au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT. 120

Figure 2-61. Zone marine n°002 - Cap Gris-Nez - Le Boulonnais 121

Figure 2-62. Points suivis dans la zone d'étude pour les différents réseaux d'observation (Ifremer, 2021). 122

Figure 2-63. Biomasse (microgramme de chlorophylle-a par litre, points bleus) et abondance (cellules par litre, points verts) totale pour l'année 2020 ainsi que pour les années 2016 à 2019 (points gris) et abondance des taxons dominants au "point 1 Boulogne" (source : Ifremer, 04/2021)..... 123

Figure 2-64. Abondance de trois taxons du phytoplancton toxique pour l'année 2020 (bleu : Dinophysis, rouge : Alexandrium et vert : Pseudo-nitzschia) et pour les années 2016-2020 (en gris) au "point 1 Boulogne" (Ifremer, 04/2021). 125

Figure 2-65. Localisation des points de prélèvements du réseau S.R.N au niveau de la radiale de Boulogne-sur-Mer..... 126

Figure 2-66. Dynamique pluriannuelle, anomalies et variations saisonnières mensuelles (années 2020 en rouge) de la température (°C) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021). 128

Figure 2-67. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la turbidité (N.T.U) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021). 130

Figure 2-68. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en M.E.S (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2019) (Ifremer, 07/2021). 132

Figure 2-69. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en M.E.S organique (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021). 134

Figure 2-70. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en ammonium (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (Ifremer, 07/2021). 136

Figure 2-71. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en nitrate + nitrite (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021). 138

Figure 2-72. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en phosphate (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020 (Ifremer, 07/2021). 140

Figure 2-73. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en silicate (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021)...... *142*

Figure 2-74. Evolution pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de l'oxygène dissous (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021)...... *144*

Figure 2-75. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en oxygène dissous (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (Ifremer, 07/2021). *146*

Figure 2-76. Localisation des deux points de surveillance REMI Au Nord et au Sud de la zone de projet (IFREMER, 2021). *148*

Figure 2-77. Dénombrement des Escherichia coli dans 100g de chair de coquillage et de liquide intervalvaire (CLI) pour la zone 2 - Cap Gris Nez - Le Boulonnais : Parc 10n (002-P-024), Fort de l'Heurt (002-P-026) (Ifremer, 04/2021). *149*

Figure 2-78. Localisation du point de référence DCE BOU50 par rapport à la zone de projet. . *151*

Figure 2-79. Cartographie des rejets dans l'emprise du domaine portuaire de Boulogne-sur-Mer (Ixsane-Ultima Terra, 2012)..... *153*

Figure 2-80. Plages localisées à proximité de la zone de projet. *154*

Figure 2-81. Localisation de la baignade et des principales sources de contamination de la plage du Portel. *156*

Figure 2-82. Classement des zones conchylicoles (extrait de l'Atlas des zones de production et de reparcage de coquillages)..... *158*

Figure 2-83. Equipements de dragage sur le site portuaire de Boulogne-sur-Mer (drague à injection d'eau (Jetsed) et drague aspiratrice en marche (Jean Ango). *163*

Figure 2-84. Dispositifs de navigation et servitudes au niveau de Boulogne-sur-Mer. *166*

Figure 2-85. Activités littorales à proximité de la zone de projet. *170*

Figure 4-1. Illustration des mécanismes lors d'un rejet d'effluent en mer (source : CREOCEAN). *197*

Figure 4-2. Localisation des conduites et du point de rejet modélisé (source : CREOCEAN). . *198*

Figure 4-3. Résultats de modélisation de la dispersion du panache en champ lointain – marée seule...... *201*

Figure 4-4. Modélisation des MES - Cas de la marée seule. *205*

Figure 4-5. Résultats de la modélisation pour la température - Cas de la marée seule. *207*

Figure 4-6. Résultats de modélisation pour la salinité - Cas de la marée seule. *208*

Figure 4-7 : Epaisseur de dépôts après un mois dans le cas de la simulation « marée seule » *213*

Figure 6-1. Délimitation des masses d'eau de surface côtières et de transition (Agence de l'eau Artois-Picardie, 2018)..... 243

Figure 6-2. Structuration du plan de gestion..... 261

Figure 7-1. Localisation des points de pompage et de rejet envisagées lors des premiers scénarios..... 265

Liste des tableaux

Tableau 1-1. Concentrations des composants utilisées pour les modélisations. 13

Tableau 2-1. Marée à Boulogne-sur-Mer. 24

Tableau 2-2. Décalage de marée à l'extérieur du port de Boulogne-sur-Mer. 24

Tableau 2-3. Liste des espèces de poissons présentes sur le bassin de la Liane. 64

Tableau 2-4. Sites Natura 2000 autour de la zone de projet. 81

Tableau 2-5. Espèces d'intérêt communautaire de la ZPS "Cap Gris-Nez" 84

Tableau 2-6. Etat de conservation des espèces de la ZPS « Cap Gris-Nez » 86

Tableau 2-7. Hiérarchisation de l'enjeu de conservation des oiseaux marins sur la ZPS « Cap Gris-Nez ». 89

Tableau 2-8. Espèces d'intérêt communautaire de la ZPS « Estuaire de la canche ». 91

Tableau 2-9. Etat de conservation des espèces de la ZPS "estuaire de la Canche". 93

Tableau 2-10. Evaluation de l'état de conservation des habitats de la ZSC "Récifs Gris-Nez Blanc Nez" 97

Tableau 2-11. Evaluation de l'état de conservation des espèces de la ZSC "Récifs Gris Nez Blanc Nez" 98

Tableau 2-12. ZNIEFF autour de la zone de projet de la ferme aquacole. 100

Tableau 2-13. Eléments chimiques détectés par les analyses "sédiments" - suivi biennal DCE 108

Tableau 2-14. Paramètres de tendance centrale et de dispersion de la température (°C) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021). 126

Tableau 2-15. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la température (°C) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021). 127

Tableau 2-16. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la turbidité (N.T.U.) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021). 129

Tableau 2-17. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la turbidité (N.T.U.) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021). 129

Tableau 2-18. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les M.E.S. (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021). 131

Tableau 2-19. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les M.E.S. (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021). 131

Tableau 2-20. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les matières organiques en suspension (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021)..... 133

Tableau 2-21. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les matières organiques en suspension (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021). 133

Tableau 2-22. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en Ammonium (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021)..... 135

Tableau 2-23. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en Ammonium (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021). 135

Tableau 2-24. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en nitrite et en nitrate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2018 (Ifremer, 06/2020)..... 137

Tableau 2-25. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en nitrite et en nitrate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021)..... 137

Tableau 2-26. Paramètres de tendance centrale et de dispersion de la concentration en phosphate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021)..... 139

Tableau 2-27. Paramètres de tendance centrale et de dispersion de la concentration en phosphate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021)..... 139

Tableau 2-28. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en silicate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021). 141

Tableau 2-29. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en silicate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021). 141

Tableau 2-30. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en oxygène dissous (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021)..... 143

Tableau 2-31. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en oxygène dissous (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 01/2021). 143

Tableau 2-32. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en chlorophylle-a (µg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021)..... 145

Tableau 2-33. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en chlorophylle-a (µg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021). 145

Tableau 2-34. Analyse de tendances du niveau de contamination microbiologique sur les sites 002 - Cap Gris Nez - Le boulonnais (Source REMI-Ifremer, banque Quadrige) 149

Tableau 2-35. Eléments chimiques détectés dans les analyses "eaux" du suivi DCE 152

Tableau 2-36. Qualité des eaux de baignade de la plage de Boulogne-sur-Mer. 155

Tableau 2-37. Qualité des eaux de baignade de la plage du Portel..... 155

Tableau 4-1. Présentation des différentes typologies d'effets sur l'environnement basée sur le Guide GEODE « Guide pour la rédaction des études d'impact d'opérations de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin » (Août 2014)..... 174

Tableau 4-2. Matrice de qualification des incidences..... 175

Tableau 4-3. Concentration des composants modélisés. 198

Tableau 4-4. Conditions de rejet en conditions estivales. 199

Tableau 4-5. Conditions de rejet en conditions hivernales..... 199

Tableau 4-6 : Concentration maximale en DCO (code sandre 1314) en surface pour les différents cas simulés. 202

Tableau 4-7 : Concentration maximale en DBO_5 (code sandre 1313) en surface pour les différents cas simulés. 202

Tableau 4-8 : Concentration maximale en Azote total (code sandre 6018) en surface pour les différents cas simulés..... 203

Tableau 4-9 : Concentration maximale en Phosphore total (code sandre 1350) en surface pour les différents cas simulés..... 203

Tableau 4-10 : Concentration maximale des MES au fond pour les différents cas simulés. 206

Tableau 4-11 : Différence de température au fond pour les différents cas simulés..... 209

Tableau 4-12 : Différence de salinité au fond pour les différents cas simulés. 209

Tableau 4-13. Synthèse des résultats : Concentration maximale en E. coli en surface pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini..... 212

Tableau 4-14. Synthèse des résultats : Concentration maximale en Entérocoques en surface pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini..... 212

Tableau 4-15. Concentration des composants modélisés. 214

Tableau 4-16. Synthèse des incidences de la partie marine du projet en phase travaux..... 230

Tableau 4-17. Synthèse des incidences de la partie marine du projet en phase d'exploitation. 236

Tableau 6-1. Objectifs de bon état et motifs de dérogation des masses d'eau à proximité de la zone de projet. 244

Tableau 6-2. Enjeux et orientations du SDAGE 2016-2021 et 2022-2027 du bassin Artois-Picardie concernés par le projet pour sa partie marine. 246

Tableau 6-3. Analyse de la compatibilité avec le SDAGE du bassin Artois-Picardie..... 248

Tableau 6-4. Analyse de la compatibilité du projet avec les objectifs environnementaux du Plan d'Action pour le Milieu Marin en application du Document Stratégique de façade Manche Mer du Nord (V2, 2019) 251

Tableau 6-5. Analyse de la compatibilité du projet avec le SDAGE en lien avec les objectifs environnementaux opérationnels du PAMM. 255

Tableau 8-1. Synthèse des mesures de réduction et d'évitement sur la partie marine du projet et incidences résiduelles. 269

Liste des annexes

Annexe 1 : Etude de dispersion du rejet. 278

Préambule

LOCAL OCEAN FRANCE, filiale de LOCAL OCEAN FARMS, projette de construire et d'exploiter une ferme aquacole de saumon atlantique (*Salmon salar* ; par simplification, le terme « saumon » permettra de désigner cette espèce) sur le site portuaire de Boulogne-sur-Mer d'une capacité de production d'un peu moins de 9 000 tonnes par an.

Le présent document constitue la **partie marine de l'étude d'impact**. Le rapport est constitué des chapitres suivants :

- Présentation du projet avec un focus sur sa partie marine et portuaire,
- L'état initial de la zone du projet et de son environnement, avec une focalisation sur les compartiments en lien avec l'environnement marin et portuaire,
- L'étude d'incidence du projet sur les compartiments marins et portuaires,
- L'analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification,
- Les mesures d'évitement et de réduction des incidences proposées,
- Les mesures d'accompagnement et de suivis environnementaux.

Ce projet de ferme aquacole hors sol prélève de l'eau de mer en Manche, puis rejette ensuite en mer l'eau recirculée sur l'installation. L'impact du futur rejet sur le milieu récepteur et par rapport au point de pompage a été analysé sur la base d'une étude de dispersion via des modélisations dont les principaux résultats sont intégrés dans le présent document ; l'étude de dispersion complète est annexée à ce rapport (Annexe 1).

A ce stade de dimensionnement du projet (mars 2022), plusieurs techniques sont encore à l'étude pour définir la meilleure méthode de pose des canalisations, et ainsi améliorer les process d'exploitation tant sur le plan environnemental que technologique.

En effet, dans la recherche de solutions plus vertueuses pour le projet, nous avons en effet proposé une solution de régulation thermique mettant à profit la prise d'eau créée, supprimant ainsi des équipements peu vertueux (tours aéroréfrigérantes) et réduisant les consommations en électricité.
Cette évolution a entrainé de fait une augmentation du débit global requis, et donc une augmentation du diamètre des conduites, ce qui conditionne directement le choix de la technique.
Ainsi, dans le présent document, il est considéré pour l'analyse des incidences, lors de la phase des travaux, la pose de la canalisation de pompage par microtunnelier (présentée au § 1.2.1).
La pose par microtunnelier se révèle être la solution la plus adaptée au regard du débit actuel.

Par ailleurs, nous avions lors de nos échanges avec les administrations concernées, émis le souhait de pouvoir investiguer sur la possibilité d'un rejet dans le bassin du poste Ro-Ro. Ces échanges n'ont pas révélé d'élément bloquant de principe, mais ont mis en lumière la nécessité de réaliser une modélisation afin d'appuyer notre proposition, modélisation en cours de réalisation.
Le présent document prend en compte les résultats des nouvelles modélisations et la position du rejet dans le bassin portuaire du poste Ro-Ro.

Noms et qualité des auteurs

M. Hugo CHRISTMANN
Ingénieur Environnement
hugo.christmann@creocean.fr

Mme Claude PICHOCKI-SEYFRIED
Géologue marin – Chef de projet
pichocki@creocean.fr

M. Julien LANSHERE
Ecologue marin – Responsable de l'agence CREOCEAN Manche – Mer du Nord
lanshere@creocean.fr

CREOCEAN - AGENCE MANCHE-MER DU NORD
Olympus d'Effiscience, ZAC du Plateau,
7-9 rue Léopold Sédar-Senghor - 14460 COLOMBELLES
Tel : +33 (0)2 31 52 59 50

1. Présentation du projet

1.1. Localisation

Le projet de ferme aquacole est situé au niveau du terre-plein de l'ancien poste RoRo de la zone industrialo-portuaire de Boulogne-sur-Mer.

Situé sur le littoral occidental du Pas-de-Calais, le site portuaire de Boulogne-sur-Mer est implanté au débouché de la rivière Liane et ouvert à l'Ouest-Nord-Ouest sur la Manche Orientale. La rade où se situe le port extérieur portuaire est délimitée à l'Ouest par la digue Carnot et au Nord par la digue Nord.

Figure 1-1. Localisation du projet de ferme aquacole au niveau du terre-plein de l'ancien poste RoRo du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (source : Local Ocean).

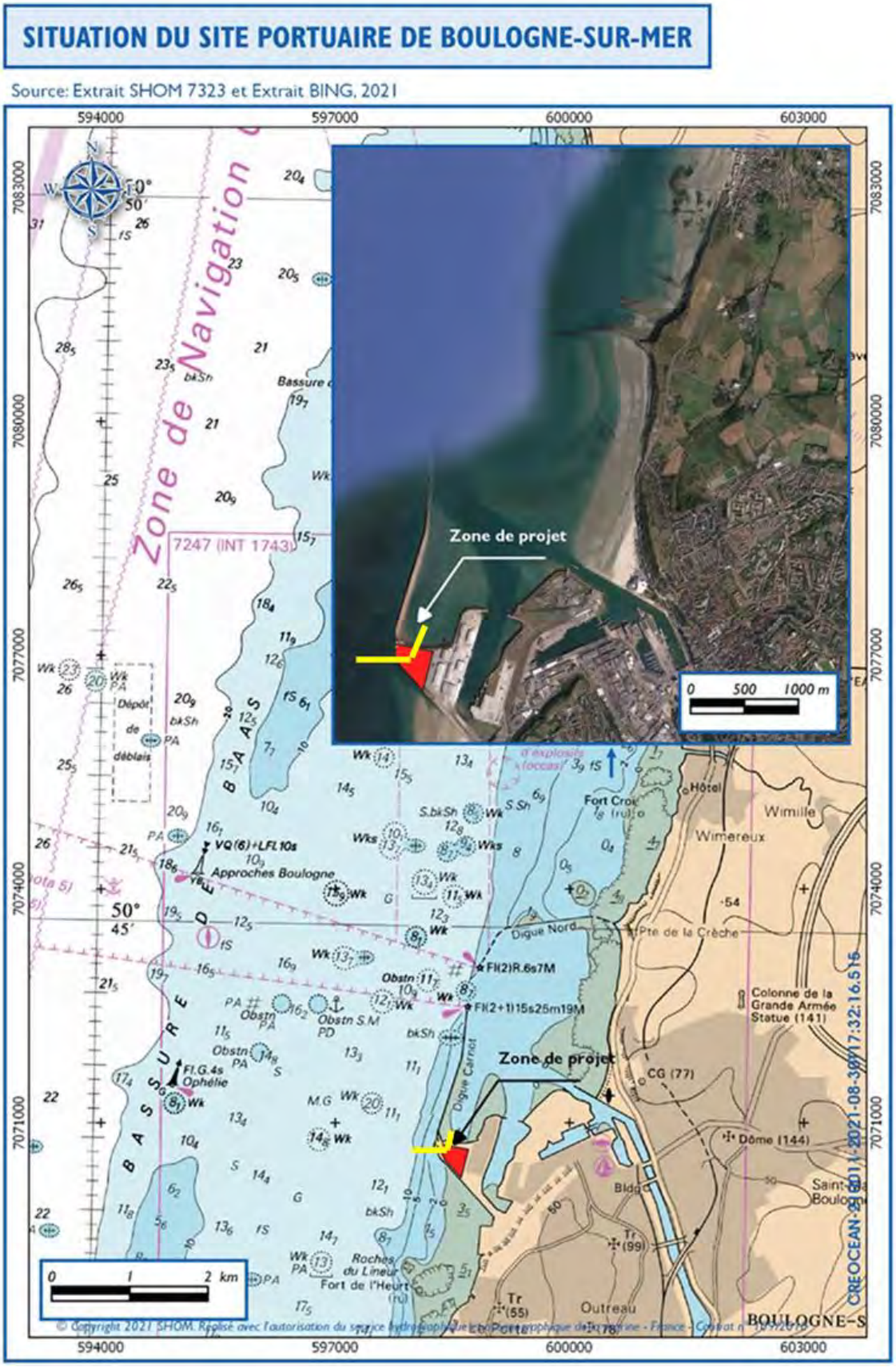


Figure 1-2. Situation du site portuaire de Boulogne-sur-Mer et de la zone du projet de ferme aquacole.

Le point de pompage d'eau de mer sera placé à environ 710 mètres à l'Ouest de la digue, en mer.
Le point de rejet sera placé à l'intérieur du bassin portuaire (basse poste Ro-Ro), à environ 240 m de la station d'eau de mer du site. Le point de rejet sera espacé d'environ 50 m de la passerelle Ro-Ro existante.

Les points de pompage et de rejet sont localisés sur la figure suivante :

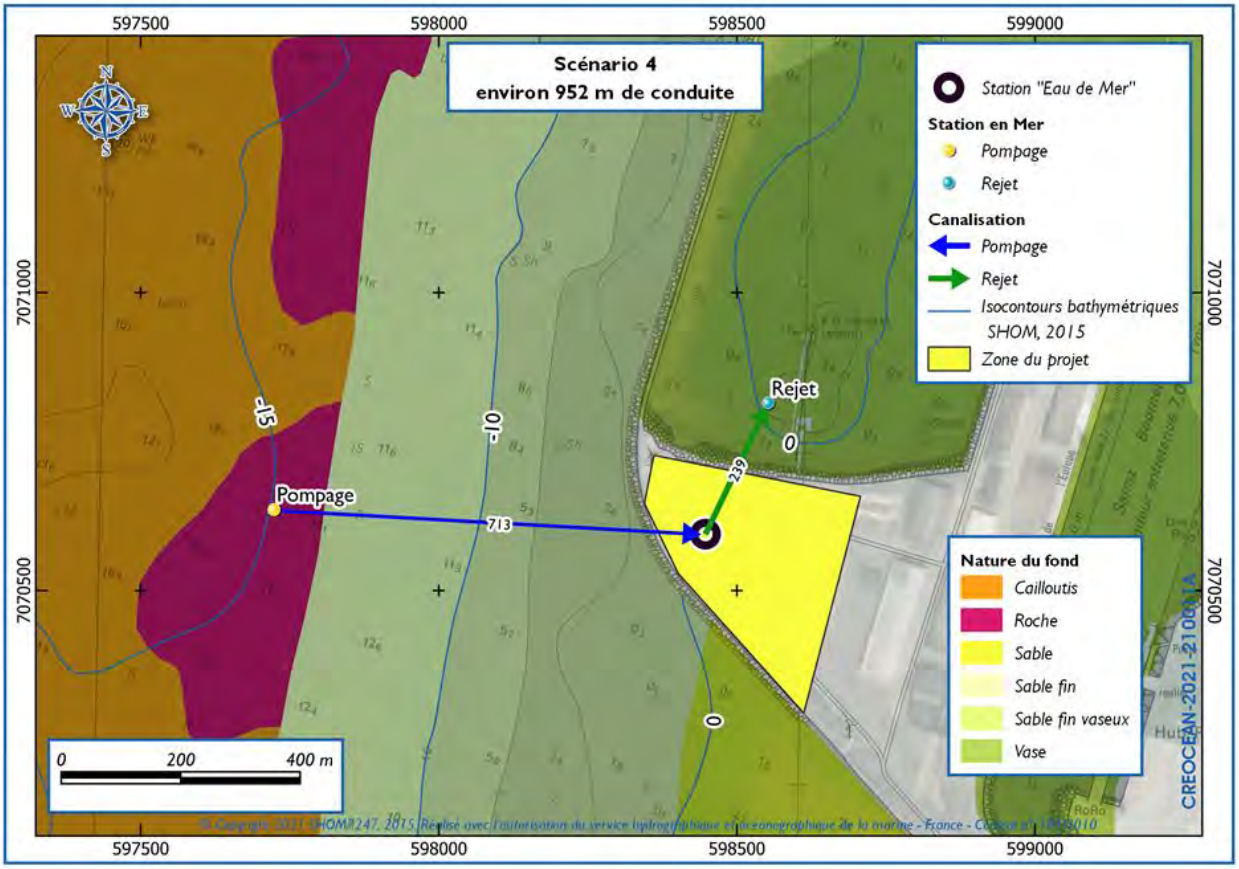


Figure 1-3. Localisation du point de pompage en mer et du point de rejet dans le bassin portuaire.

1.2. Nature et description des opérations

Ce chapitre traite de la partie marine et portuaire des opérations concernées lors des travaux et de l'exploitation de la ferme aquacole.

En phase de travaux, les opérations décrites sont :
- le microtunnelier permettant le passage de la conduite de pompage sous la digue Carnot,
- la mise en place de la conduite de rejet dans le bassin portuaire,
- l'installation des systèmes de protection des conduites.

En phase d'exploitation, la composition du rejet et les moyens de prévention et de surveillance sont traités.

1.2.1. Mise en place de la conduite de pompage : Microtunnelier (passage sous la digue Carnot)

Nous présentons ci-dessous la technique du microtunnelier pour la pose de la conduite de pompage en mer d'environ 710 m. Le pompage en mer sera de 7 500 m^3/h d'eau de mer.

1.2.1.1. Opérations pour le Microtunnelier

Les opérations à terre et depuis la terre seront les suivantes :
- Création du puits de forage,
- Forage du microtunnelier sous la digue Carnot et sous terre (donc sous la mer par définition),
- Poussage de la canalisation à l'avancement, dans le forage réalisé sous terre jusqu'à l'exutoire c'est-à-dire jusqu'à la limite terre/fond de la mer.

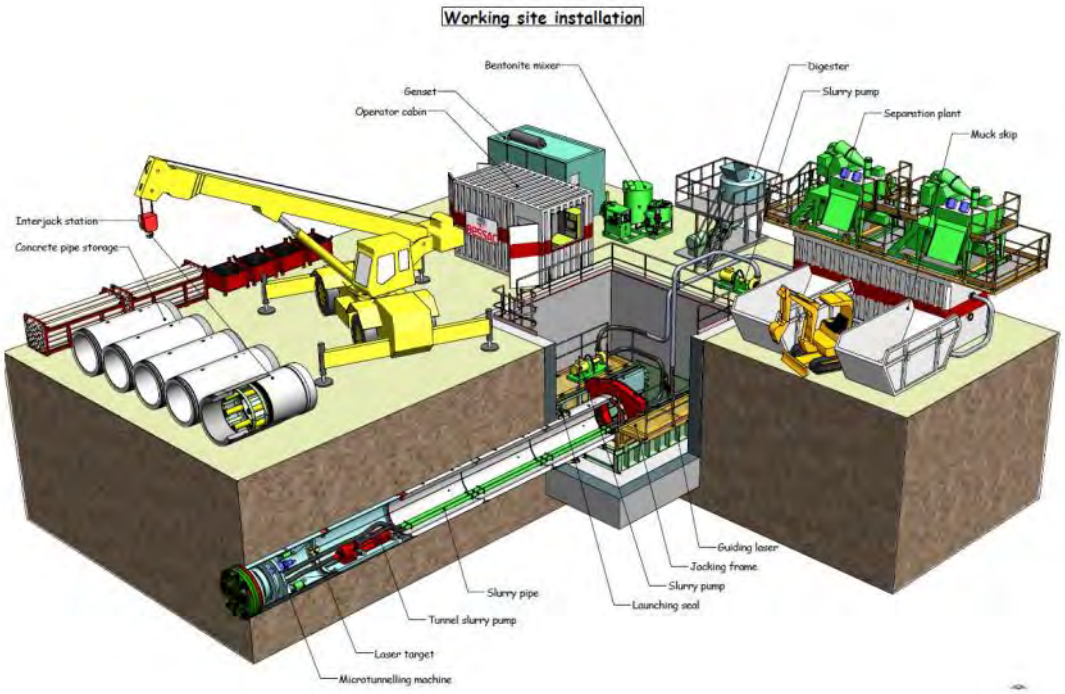


Figure 1-4. Illustration de la technique de microtunnelier.

La réalisation du microtunnel se fait en plusieurs étapes qui sont détaillées ci-dessous :

- Les ouvrages sont réalisés depuis le puits de départ à terre.
- L'abattage des terrains est réalisé par la roue de coupe du microtunnelier dont la conception sera adaptée à la géologie prévisible sur le tracé de la prise d'eau en mer.
- Les déblais abattus par la roue de coupe pénètrent dans la chambre avant du microtunnelier où ils sont progressivement réduits par le concasseur conique constitué par la roue de coupe (mobile) et la face avant du bouclier (statique). Les déblais atteignent ainsi une dimension qui les rend compatible avec les dimensions des conduites de marinage Ø 150 mm et les pompes, sans risque de bouchon.
- Les déblais se mélangent progressivement avec un fluide marinage (eau + additifs) puis sont évacués par marinage hydraulique. Le fluide de marinage est pompé jusqu'à l'unité de séparation des déblais. Dans cette unité, plusieurs traitements mécaniques permettent de séparer le fluide de marinage et les déblais. Ensuite, le fluide de marinage est réinjecté dans le circuit.
- Les déblais sont stockés dans un bac puis sont évacués en décharge contrôlée par transport routier.
- A la fin d'un avancement du microtunnelier sur 3,00 ml, les vérins de la station principale de poussée sont rétractés et le tuyau suivant est descendu par la grue sur la station de poussée principale puis les conduites et les câbles sont raccordés à nouveau.

1.2.1.2. Mise en place de la tête de conduite de pompage

Pour sa protection sous eau, il est prévu pour **la tête de prise,** la réalisation d'un ouvrage béton, d'environ 3.5 m de diamètre, 1.5 m de hauteur d'admission, placée 1.5 m au-dessus du fond, soit globalement 3 m au-dessus du fond.
Une configuration de ce type permet de limiter les vitesses d'admission à 0.30 m/s au maximum, limitant ainsi l'entrainement d'organismes marins, poissons en particulier.

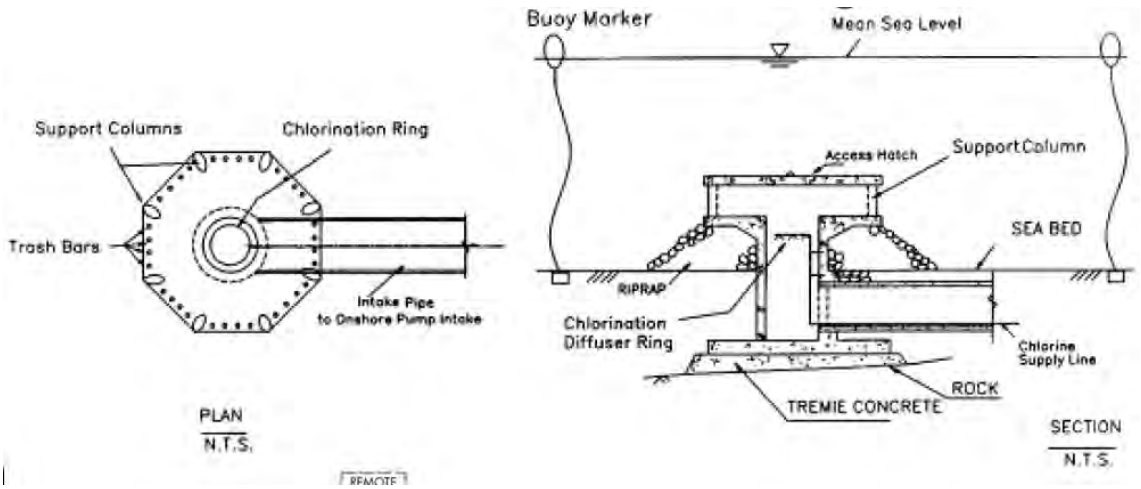


Figure 1-5. Illustration de la tête de pris du microtunnelier.

1.2.1.3. Moyens mis en œuvre pour le microtunnelier

- **Microtunnelier**

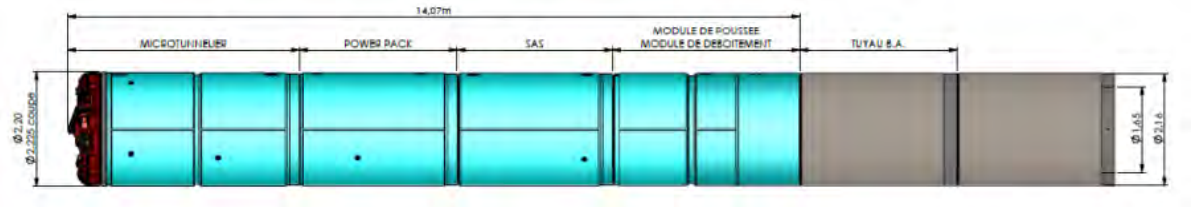
Le tracé en plan des microtunnels est rectiligne, d'un diamètre Ø1 650 mm.

Ce diamètre permet d'envisager l'utilisation d'un microtunnelier de type AVN 1800 présentant les avantages suivants pour le projet :

- La possibilité de mettre un module sas permettant l'inspection et la maintenance de la roue de coupe du microtunnelier sous atmosphère hyperbare,
- La mise en œuvre de tuyaux de fonçage B.A surépaissis assurant leur stabilité vis-à-vis de la poussée d'Archimède lorsqu'ils sont remplis d'air lors du creusement au microtunnelier.

Pour ce type de projet, le microtunnelier est constitué des 4 modules suivants :

- Le bouclier avec sa roue de coupe.
- Le tube suiveur / power pack.
- Un module sas permettant la mise sous pression du microtunnelier pour l'inspection et/ou le remplacement des outils de la roue de coupe.
- Un module de poussée / déboitement permettant la déconnexion sous l'eau entre le microtunnelier et le premier tuyau B.A pour sa récupération en mer.



La longueur totale de l'ensemble est de 14 m environ. Le microtunnelier est mis en œuvre depuis le container de contrôle placé en bordure du puits de travail.

- **Moyens nautiques**

Il est prévu deux chantiers nautiques composés d'une grue sur ponton (sortie du microtunnelier, installation de la tête de prise) accompagnée d'une barge de servitude pour le transport des matériaux :

- Atelier Lynn :
  - Ponton Lynn
  - Grue à câble 400T sur ponton Lynn
  - Remorqueur Lynn
- Atelier Delphine :
  - Ponton Delphine (barge de servitude)
  - Remorqueur Delphine

Figure 1-6. Ponton 'LYNN' & Barge 'Delphine'.

- **Emprise du chantier**

A ce stade, la surface « immobilisée » à terre pour les travaux de microtunnelier est estimée à 2 000 m^2.

La conduite de pompage sera déployée en sous-sol par la méthode du microtunnelier sur une longueur de 713 m, aucune zone ne sera « immobilisée en mer » sur ces tracés sous terrains en dehors des sorties de conduites.

La zone « immobilisée en mer » lors des travaux maritimes sont estimées à 150 m x 150 m autour de la sortie de la conduite elle-même. En effet, le ponton Lynn mesure 55 m x 24 m et le Delphine 42 m x 15 m, les navires devront tourner autour du point central de l'exutoire avec ces deux derniers.

En phase d'exploitation, il n'y a aucune emprise sur la surface en mer hormis la signalétique marine.

1.2.1.4. Durée et phasage : microtunnelier

La durée des travaux pour la partie marine, donc la pose de la canalisation de pompage via le microtunnelier, est estimée à **3.5 mois.**

Le phasage envisagé est le suivant :

- L'installation des matériels nécessaires en surface pour le tir.
- L'installation des matériels en fond du puits de départ pour le tir.
- La descente en puits et le démarrage du microtunnelier sur le tir.
- Le creusement et le revêtement du microtunnel.
- La récupération en mer du microtunnelier, son acheminement jusqu'au port le plus proche et son transport jusqu'au chantier. Réalisation de l'émissaire associé.
- Les finitions et mise en place de la canalisation PEHD[1] pour le circuit de chloration (PEHD Ø140 mm avec manchons thermosoudables).
- Le repli de l'ensemble des installations.

[1] Poly Ethylène Haute Densité.

1.2.2. Mise en place de la conduite de rejet

Nous présentons ci-dessous la technique pour la pose de la conduite de rejet au niveau du bassin portuaire.

1.2.2.1. Description et nature des opérations

- **Depuis la terre :**

Le zone d'implantation de la conduite de rejet à terre sera terrassée à l'aide de pelles hydrauliques sur le linéaire correspondant au plan (environ 120 m), durant la même période que l'implantation des canalisations process du bâtiment. La canalisation sera assemblée puis installée en tranchée sur le lit de pose, préalablement préparé. Le remblaiement se faisant avec des matériaux d'apport et/ou issus des déblais.

- **A l'interface terre/bassin portuaire :**

La protection du talus du terre-plein Ro-Ro sera déposé, afin d'y réaliser une tranchée sur environ 20 mètres en limite terre/mer pour permettre l'atterrage. Cette tranchée sera blindée, afin d'y installer la conduite de rejet préalablement lestée et assemblée. La conduite sera connectée avec la partie terrestre avant d'être recouverte par des remblais issus de matériaux d'apports et/ou issus des déblais, la protection du talus sera ensuite reprise.

- **Depuis la mer :**

L'assemblage de la conduite de rejet reposant sur le fond du bassin Ro-Ro se fera à terre, par thermosoudure. Celle-ci sera ensuite tirée vers le bassin, où elle sera lestée et immergée, il est à ce stade également envisagé d'immerger la conduite via la technique de la « pose en S », à marée haute, à l'aide d'une grue sur barge. Les éléments constituants l'exutoire de la conduite (coude, grille anti-intrusion, assise béton) seront fabriqués à terre, avant d'être installés par des plongeurs à l'aide de la grue sur barge et connectés à la canalisation.

1.2.2.2. Moyens mis en œuvre pour l'installation de la conduite de rejet

Les deux ateliers nautiques Lynn et Delphine décrits précédemment pour l'installation de la conduite de pompage seront également utilisés pour l'installation de la conduite de rejet.

A ce stade, les estimations envisagées concernant la zone immobilisée à terre pour les travaux est de 3 500 m^2 répartis comme suit :

- Installations de chantier (containers, bureaux de chantier, …) = 500 m^2
- Zone de stockage des matériaux (tuyaux PE, …) = 1 000 m^2
- Zone de préparation des tuyaux PE (assemblage, soudures, …) = 1 000 m^2
- Zone de traitement des déchets = 1 000 m^2

Comme pour la mise en place de la conduite de pompage, la surface prévue en mer pour l'installation de la conduite de rejet est de 150 m x 150 m autour de l'exutoire, correspondant à l'emprise des moyens nautiques d'installation.

En phase d'exploitation, il n'y a aucune emprise sur la surface d'eau portuaire. La canalisation repose au fond du bassin.

1.2.2.3. Durée et phasage

Le planning envisagé à ce stade pour l'installation de la conduite de rejet est de 12 semaines, hors périodes de préparation des travaux, installation et repli de chantier. Le phasage envisagé est le suivant :

- Semaines 1 à 6 : préparation des lests béton
- Semaines 6 à 10 :
    - Assemblage des tronçons de canalisation, montage des lests, fabrication de l'exutoire,
    - Réalisation de la tranchée à terre, dépose de la protection du talus et réalisation de la tranchée à l'atterrage ;
- Semaines 8 à 12 :

- Mise en œuvre du tronçon en mer (portuaire) et de l'exutoire, et démobilisation des moyens nautiques,
- Mise en œuvre du tronçon à l'interface terre/mer, connexion au tronçon en mer, reprise de la protection du talus,
- Mise en œuvre de la partie canalisation terrestre.

Ainsi, les travaux de pose de la conduite de rejet réalisés en contact avec le milieu portuaire sont prévus pour une durée de quatre semaines.

La durée totale des travaux en contact avec le milieu marin (comprenant la mise en place de la conduite de pompage pour une durée de 3.5 mois et de rejet) est à ce stade estimée à 4.5 mois.

1.2.3. Mise en place des systèmes de protection des conduites

En ce qui concerne l'ouvrage en béton connecté à la prise d'eau de la conduite de pompage, il sera préfabriqué à proximité du site, puis amené en mer sur barge, et enfin descendu et connecté à la canalisation par une équipe de plongeurs.

La mise en place de l'exutoire de la conduite de rejet se fera gueule bée avec une grille anti-intrusion. Elle sera mise en place par des plongeurs avec l'aide de la grue sur barge.

Les deux émissaires (conduite de pompage et de rejet) devront être balisés pour prévenir la venue de navires à proximité des ouvrages. La signalisation précise sera discutée et issu de concertation avec les autorités maritimes compétentes ; à ce stade, il est prévu l'installation de la signalisation maritime de type « danger isolé ».

1.3. Composition du rejet

Le rejet projeté présente un débit de 7 500 m^3/h (correspondant au volume d'eau de mer pompé au large). Le rejet est constant et continu (24h/24 & 7j./7). Il est positionné sur le fond du bassin portuaire, à une profondeur de l'ordre de -3.5 m CM. La vitesse des courants générés par ces conduites est de 1 m/s, le diamètre de ces conduites est de 1 650 mm.

La prise d'eau (avec un pompage de 7 500 m^3/h) est également localisée au fond, avec une profondeur de l'ordre de -14.5 m CM.

Les paramètres considérés dans le rejet sont les matières en suspension (MES, code sandre 1305), l'Azote total (code sandre 6018), le Phosphore total (code sandre 1350), la demande chimique en oxygène (DCO, code sandre 1314) et la Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5[2], code sandre 1313).
Dans le cadre des modélisations et de l'évaluation des incidences, les concentrations maximales ont été considérées. Les valeurs sont présentées dans le tableau ci-dessous.

A noter : dans le cadre du projet, en exploitation, les concentrations rejetées seront inférieures aux concentrations modélisées, réduisant ainsi les incidences potentielles.

[2] La **DBO5** mesure la quantité d'oxygène consommée en 5 jours à 20°C par les microorganismes vivants présents dans l'eau. La **DCO** (Dissolved Organic Carbon) est utilisé pour caractériser et suivre l'évolution du taux de carbone dissous dans les eaux, ou la pollution organique des milieux aquatiques. C'est une fraction parfois importante du Carbone organique total.

Tableau 1-1. Concentrations des composants utilisées pour les modélisations.

Composant	Concentration maximale rejetée (mg/L)
Matière en suspension (MES)	35
DCO	125
DBO5	30
Azote total	30
Phosphore total	10

Etant donné l'absence de Valeurs Limites d'Emissions (VLE) pour l'activité de pisciculture en eau de mer, ces valeurs ont été définies selon l'arrêté du 2 février 1998, en concertation avec les services de la police de l'eau du Pas-de-Calais.

Un post-traitement bactériologique sera effectué avant rejet des eaux.
Afin de prendre en compte l'hypothèse d'un rejet bactériologique, les seuils de référence étudiés sont les seuils de l'arrêté préfectoral d'autorisation au titre du Code de l'Environnement du système d'assainissement de Le Portel ; soit une concentration rejetée maximale de 600 germes pour 100 ml en ce qui concerne les bactéries *Escherichia coli* et 300 germes pour 100 ml en ce qui concerne les entérocoques (valeur rédhibitoire de 2 000 germes/100 ml).

De nouveau, il est rappelé que le procédé de traitement des eaux permet d'éviter tout rejet bactériologique dans le milieu naturel. De plus, le procédé d'élevage, dans un écosystème fermé, permet de tout mettre en œuvre pour ne pas utiliser d'antibiotique.

Les résultats des modélisations d'un rejet bactériologique hypothétique sont présentés afin d'étudier tous les scénarios et de surcroît les hypothèses sont très pénalisantes pour confirmer la dispersion.

1.4. Moyens de prévention et surveillance en phase d'exploitation des conduites et rejets

Moyens de Prévention :
Des grilles anti-intrusion seront prévues au captage et au rejet pour limiter l'entrée d'organismes et/ou déchets / objets dans le circuit eau de mer et gêner son fonctionnement. La tête de captage sera par ailleurs conçue de manière à induire un écoulement horizontal en mer, avec des vitesses n'excédant pas 0.30 m/s au niveau de la grille anti-intrusion, limitant ainsi l'entrainement d'organismes marins, poissons en particulier.
Pour prévenir le développement des micro-organismes, des moules ou encore d'autres crustacés, il est prévu l'utilisation de PEHD (matériau lisse et inerte) et de maintenir des vitesses de circulation supérieures à 1.5 m/s (vitesse limitant l'accroche des organismes).

Moyens de Surveillance :
Des inspections de routine seront prévues 1 ou 2 fois par an. Celles-ci pourront être réalisées à l'aide de plongeurs et/ou encore avec une caméra sous-marine. Dans l'éventualité d'inspections réalisées par des plongeurs, les flux d'eau seraient arrêtés.

Moyens de maintenance et d'entretien des conduites :
Un raclage mécanique des conduites de captage et de rejet est envisagé par les plongeurs, à défaut d'inspection possible, il sera possible de prévoir la maintenance des canalisations à l'aide d'obus racleurs.

1.5. Moyens mis en œuvre en cas d'accident ou incident

Les pompes seront équipées de capteurs qui rendent compte de la puissance nécessaire pour assurer le débit voulu.

Si la puissance augmente pour un même débit d'eau, cela signifie que la conduite est en train de se boucher. A ce moment-là, une inspection de la conduite (par plongeur ou caméra sous-marine) sera effectuée, ainsi qu'une intervention si une obstruction est effectivement caractérisée.

2. Etat initial de l'environnement marin

L'ensemble des éléments décrits ci-après est considéré comme pertinent vis-à-vis du projet de ferme aquacole sur la partie maritime et portuaire, notamment vis-à-vis de l'implantation des conduites de pompage d'eau de mer et de rejet dans le bassin portuaire.
Les enjeux et leur sensibilité au projet sont identifiés à la fin de chaque thématique. La méthodologie d'évaluation des enjeux et de la sensibilité est définie ci-après.

L'**enjeu** environnemental est une caractéristique de l'environnement, constitutive ou fonctionnelle, dotée d'une valeur particulière qui peut être de nature variée : écologique, patrimoniale, économique, sociologique [culturelle], ou mixte.
Les enjeux sont appréciés par rapport à des critères tels que la qualité, la rareté, l'originalité, la diversité, la richesse, etc. et intègre une notion de représentativité spatiale et temporelle (évolution) de la composante environnementale. L'appréciation des enjeux est **indépendante** du projet.
La valeur de l'enjeu est qualifiée de nulle ou négligeable, faible, moyenne, forte.

La **sensibilité** exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la **réalisation du projet** et de ses impacts potentiels : on anticipe alors sur les nuisances présumées du projet et le risque de dégrader ou détruire telles ou telles espèces ou biens ou activité… sur la base de retour d'expérience.
La sensibilité s'appuie sur la notion de VULNÉRABILITÉ (susceptibilité d'être affectée/altérée par un effet du projet ou tolérance) et de résilience (capacité de reconstitution de la composante du milieu s'il est affecté) en intégrant la notion de temporalité (risque temporaire ou permanent).
La sensibilité, dépendante des caractéristiques du projet, est qualifiée de : nulle ou négligeable, faible, moyenne, forte.

2.1. Localisation et délimitation de la zone d'étude

2.1.1. Site portuaire de Boulogne-sur-Mer

Afin de réaliser le projet d'extension Calais Port 2015, le Conseil Régional du Nord Pas de Calais, autorité portuaire, a transféré la concession du port de Calais et de Boulogne sur Mer le 22 juillet 2015 à la Société d'Exploitation des Ports du Détroit (SEPD).
La SEPD concessionnaire, a ainsi en charge, la gestion, l'exploitation, la maintenance ainsi que le développement des infrastructures et superstructures du port unique Boulogne-Calais. La concession a été signée pour une durée de 50 ans.

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer est implanté au débouché de la rivière Liane sur la Manche Orientale. Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer est un site polyvalent dont l'activité économique s'articule autour de quatre secteurs :

- la pêche (Boulogne-sur-Mer est le premier et le plus grand port de pêche français) et la filière des produits de la mer ;
- le commerce : la principale marchandise importée est le sable ; les principales marchandises exportées concernent les agrégats des carrières du Boulonnais, les produits agroalimentaires (pellets betterave, drèche, pierre à chaux…) ;

- la plaisance ;
- la construction et la réparation navale (bassin Napoléon, société SOCARENAM).

Aux activités portuaires, s'ajoute un service de gestion hydraulique des eaux de la rivière Liane (Barrage Marguet, gérant notamment l'évacuation des crues du fleuve Liane vers le port à marée).

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer, d'une superficie totale de 4.6 km^2, est délimité et protégé par un ensemble d'ouvrages, l'entrée du site étant ouverte à l'Ouest-Nord-Ouest (**Figure 2-1**) :

- à l'Ouest et au Nord-Ouest par la digue Carnot,
- au Nord par la digue Nord, interrompue près de la côte (brèche Nord, qui permet la libre circulation des eaux le long de la côte). Une construction carrée, de 10 m sur 10 m et communément appelée « caisson Nord », marque l'extrémité de la digue, à l'entrée de la passe.

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer est constitué :

- d'une **rade** Carnot, traversée par le chenal de navigation donnant accès au port intérieur et par le chenal menant au port extérieur dans sa partie sud-ouest ; la partie est de la rade, devant la plage de Boulogne-sur-Mer, est dédiée à la plaisance et aux activités sportives ;
- le **port extérieur** qui comprend :
  - au Sud-Ouest, l'ancien poste roulier (poste Roll-on Roll-off), situé derrière la digue Carnot et accessible par le chenal dit d'accès au poste Ro-Ro,
  - la darse Sarraz-Bournet, accessible par le chenal dit d'accès à la darse, dédiée au trafic de commerce, en particulier au quai de l'Europe (quai en eau profonde) situé à l'ouest de la darse et au poste roulier n°1 situé au sud-est de la darse (Hub-port),
  - l'extrémité sud-ouest de la darse s'ouvre sur le Petit Port qui assèche à marée basse.

- le **port intérieur**, accessible par le chenal endigué dit chenal d'accès au port intérieur, long de 450 m environ, large d'une centaine de mètres, entre les jetées Nord-Est et Sud-Ouest, qui comprend :
  - un avant-port, qui donne accès aux bassins Napoléon et Loubet, avec un appontement dit pétrolier et des pontons de service,
  - un port de marée (ou arrière-port) dédié à la pêche et à la plaisance avec :
    - ponton Bonvoisin dédié à la pêche artisanale,
    - ponton Bombard pour le stationnement de navires visiteurs civils et militaires sur autorisation expresse de la Capitainerie ; 20 m du quai sont affectés au navire de promenades en mer et pour de courtes escales de la vedette des douanes.
  - deux bassins à flot :
    - Napoléon (construction et réparation navale, remisage, plaisance),
    - Loubet (pêche).

- en amont du port à marée, la limite administrative du site portuaire intègre le bassin de retenue du fleuve Liane et le bassin Frédéric Sauvage dédié à la plaisance (petits navires de plaisance). Le barrage Marquet sert à la régulation des eaux du fleuve Liane (évacuation des eaux de crue par la passe centrale) et donne l'accès, depuis le port de marée, au bassin de plaisance F. Sauvage (sas de la porte Est).

Figure 2-1. Disposition du site portuaire de Boulogne-sur-Mer.

2.1.2. Site d'implantation : terre-plein de l'ancien poste Ro-Ro

Le projet de ferme aquacole est situé sur le terre-plein de l'ancien poste Ro-Ro (roll on – roll off), dans la zone industrialo portuaire du port extérieur de Boulogne-sur-Mer. La digue Carnot est située au nord en prolongement du terre-plein
Le point de rejet est situé à proximité de l'ancien poste Ro-Ro (espacé d'environ 50 m de la passerelle existante), au sein du bassin portuaire.
Le point de pompage est situé en mer à 713 m à l'Ouest de la station « eau de mer », à proximité de l'isobathe -15 m CM.

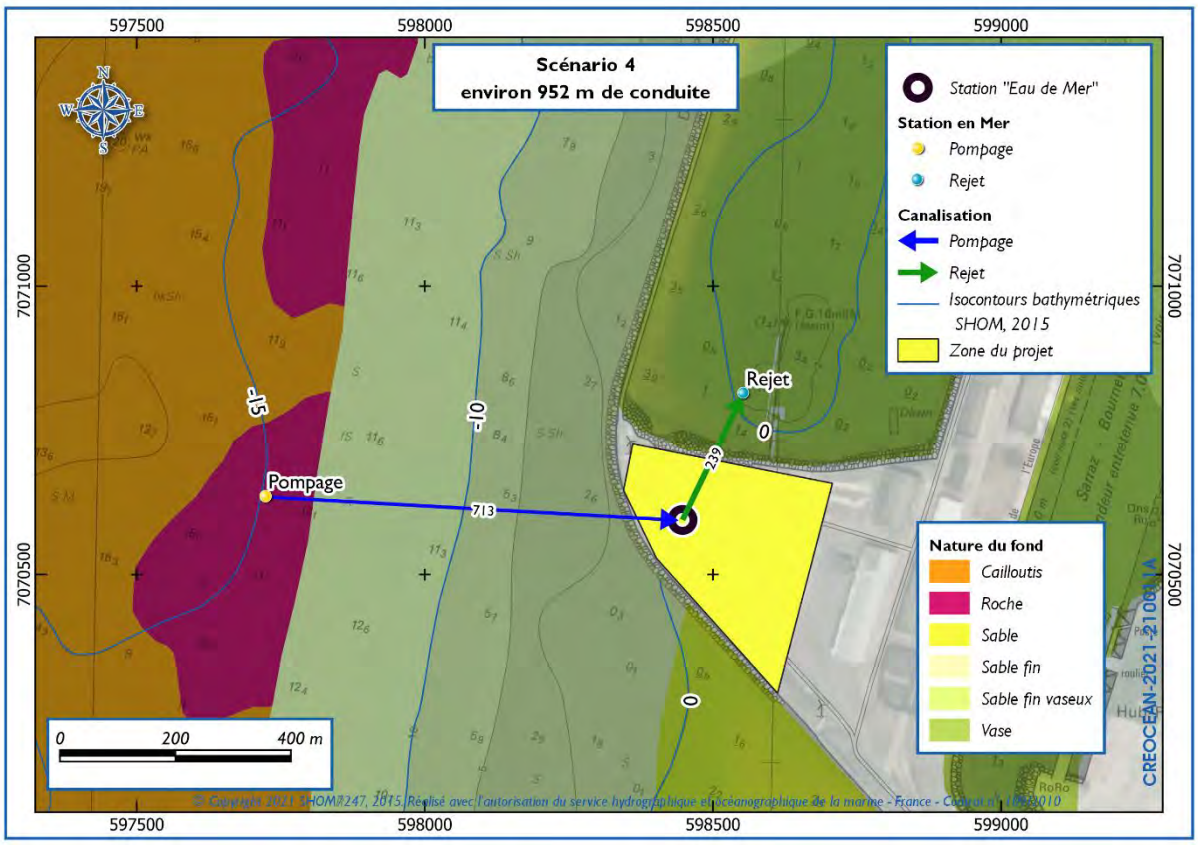


Figure 2-2. Localisation des points de pompage et de rejet envisagés par le projet de la ferme aquacole.

Au sud du site d'implantation de la ferme aquacole se trouve la plage de l'ancien Hoverport et la commune de Le Portel. A proximité immédiate, le site est entouré à l'Est par les sociétés Marine Harvest (logistique), la société d'exploitation des ports du détroit (SEPD) et Eurodocks services, puis par la zone économique de Capécure (transformation et commercialisation des produits de la mer).

2.1.3. Délimitation de la zone d'étude

La **zone d'étude immédiate** correspond au projet de ferme aquacole est située au niveau du terre-plein de l'ancien poste RoRo de la zone industrialo portuaire de Boulogne-sur-Mer (**Figure 2-1**). Ce projet englobe également la position des conduites de pompage et de rejet présentées en **Figure 2-2.**

La **zone d'étude élargie** correspondant à la zone d'influence potentielle du projet, au Nord la commune de Wimereux, en prenant en compte l'avant-port et la plage de Boulogne-sur-Mer ; au Sud, la commune de Le Portel.

En fonction de la pertinence pour certains compartiments, la zone élargie est étendue à l'ensemble de la façade maritime du Pas-de-Calais entre le site portuaire de Calais au Nord, et la baie de Somme au Sud.

2.2. Milieu physique marin

Ce chapitre décrit le milieu physique marin autour du site portuaire de Boulogne-sur-Mer, sur la base d'expertises et de la bibliographie, replacé dans le contexte littoral régional.

Les différents domaines physiques abordés sous l'influence des éléments naturels s'adressent au contexte géomorphologique, hydrodynamique et sédimentologique. Afin de mieux comprendre les phénomènes en jeu, il est nécessaire de recadrer la zone projet dans le contexte régional de la côte du Boulonnais et de la façade Manche orientale du détroit du Pas-de-Calais.

2.2.1. Contexte géomorphologique et bathymétrique

2.2.1.1. Cadre général : Côte du Boulonnais

Cf. **Figure 2-3**.

La région du Boulonnais correspond à la façade maritime Ouest de la région des Hauts-de-France, quasi-rectiligne et orientée Nord - Sud, ouverte sur la Manche orientale. Le long de ce littoral alternent secteurs bas dunaires et côtes rocheuses.

Du pont de vue géologique, le Boulonnais constitue une boutonnière anticlinale d'âge Jurassique au sein du plateau de l'Artois datant du Crétacé. Elle traduit à terre l'anticlinorium (appelé de Weald-Artois) qui structure le détroit du Pas-de-Calais, représenté par le Cap Gris-Nez qui constitue la charnière du détroit du Pas-de-Calais, lequel permet le passage de la Manche orientale à la Mer du Nord.

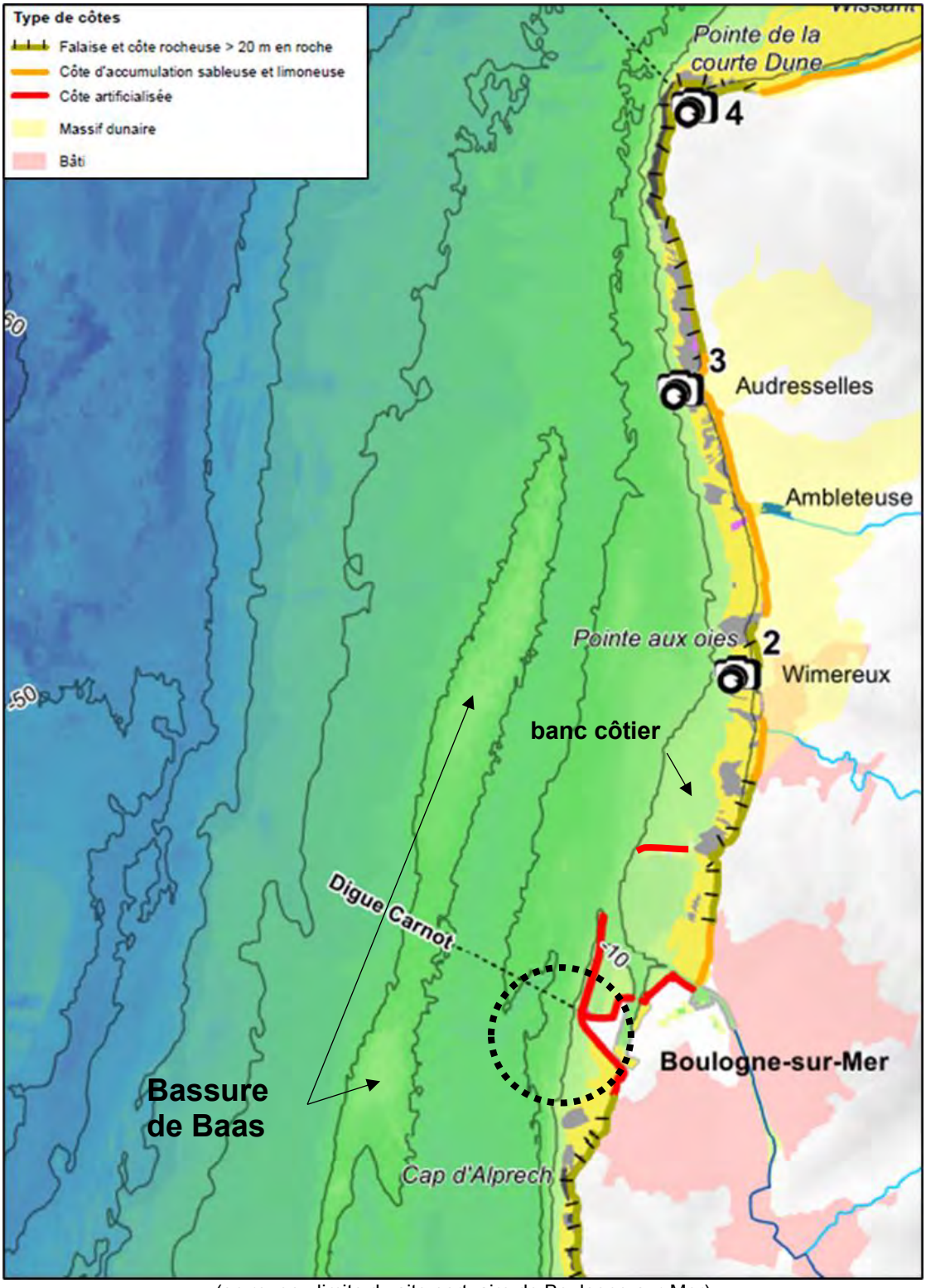
Sur la façade orientale, cet anticlinorium est marqué par les falaises du Cap d'Alprech (au Sud) au Cap Gris-Nez, de 50 m de hauteur, qui se prolongent en mer. Les falaises sont précédées de platiers irréguliers (d'environ 500 m de large) et hérissés d'écueils, avec quelques cordons littoraux accrochés aux falaises. Les terrains sont constitués d'une alternance de couches dures (grès et calcaires argilo-gréseux) et de terrains tendres (marnes).

La côte du Boulonnais est une côte à falaises qui s'interrompent au niveau des estuaires étroits de la Liane (Boulogne-sur-Mer), du Wimereux (Wimereux) et de la Slack (Ambleteuse). Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer est installé au débouché de la Liane, sur une zone basse du littoral à falaises, correspondant à la paléovallée de la Liane.

Entre les deux promontoires rocheux (Alprech et Gris-Nez), la côte s'incurve. Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer protégé par ses digues s'avance sur la mer. Cette configuration a contribué à la création du banc côtier, soudé à la côte et à la digue Nord du site portuaire de Boulogne-sur-Mer ; ce banc forme une accumulation sableuse de 8 km^2 s'appuyant sur la digue et les promontoires rocheux intermédiaires et se réduit progressivement vers le Nord jusqu'à Audresselles.

Au large, le domaine marin de faible profondeur (<50 m) présente une morphologie dominée par la présence de nombreux bancs sableux parallèles au trait de côte (Bancs du Pas-de-Calais), dont la Bassure de Baas, de forme incurvée, qui s'étire sur une longueur de 75 km depuis la baie de Somme (base large) en s'effilant vers le détroit du Pas-de-Calais (au niveau d'Audresselles).
Au sud du Cap d'Alprech, les bancs sableux du Sud viennent se souder au talus littoral, en s'effilant vers le Nord jusqu'au cap d'Alprech.
Devant Boulogne-sur-Mer, la Bassure de Baas forme ainsi une frontière entre le domaine du large et la zone côtière.

➔ Dans ce contexte géomorphologique particulier, la zone marine du projet se situe entre la côte à falaises du Cap d'Alprech et l'avancée sur la mer du site portuaire de Boulogne-sur-Mer, qui a contribué à la création de la plage du Portel et à la plage de l'Hoverport.



(en rouge : limite du site portuaire de Boulogne-sur-Mer)

Figure 2-3. Cadre morphologique régional. Type de côte et bancs du large (d'après CEREMA, 2017).

La zone du projet, ouverte au large, est encadrée par :

- la falaise de Châtillon/ Le Portel sur laquelle s'appuie l'enracinement de la digue Carnot et contre laquelle se développe la zone industrialo portuaire,
- la digue Carnot, sur sa partie orientée perpendiculairement à la falaise, protégeant les terre-pleins et bassins du port extérieur,
- la plage de l'Hoverport en prolongement de la plage du Portel, bloquée contre la digue Carnot.

Figure 2-4. Cadre géomorphologique de la zone de projet.

2.2.1.2. Zone d'implantation des conduites

La carte bathymétrique, issue du modèle numérique de terrain (MNT) mis en place notamment pour analyser la faisabilité d'implantation des conduites de pompage et de rejet, a été définie à partir des données Lidar 2018, des données SHOM et des données des bathymétries du port 2018 (cf. rapport modélisation en annexe 1).

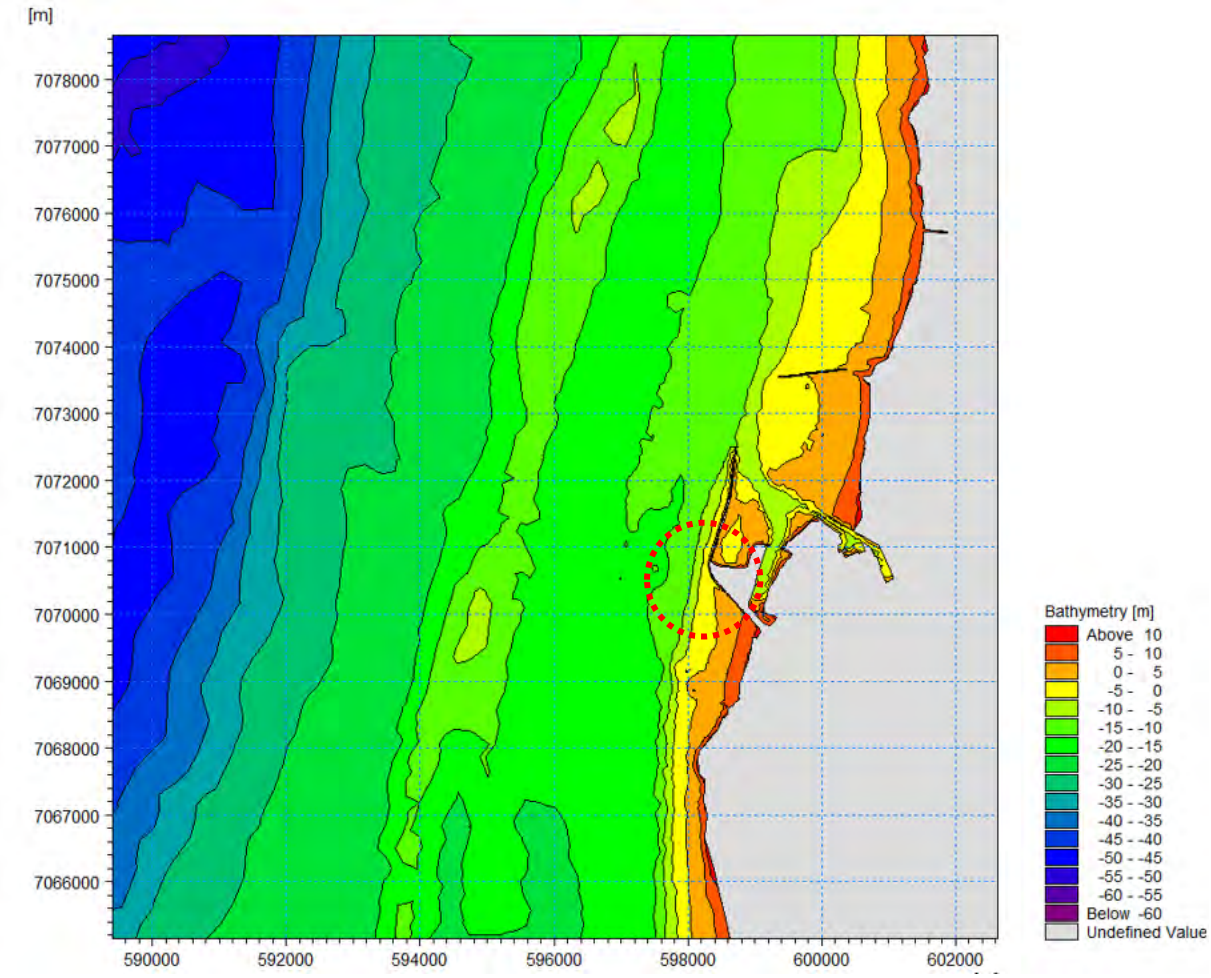


Figure 2-5. Bathymétrie à proximité du site portuaire de Boulogne-Sur-Mer.

La zone portuaire délimitée par la digue Carnot déborde vers l'Ouest sur la mer et se situe à peu près au même niveau que le Cap d'Alprech ; les isobathes sont resserrées au niveau du Cap d'Alprech et le long de la digue Carnot orientée parallèlement à la côte. L'isobathe -10 m CM, qui délimite le talus littoral, se situe à environ 250 m de la digue et du pied de falaise du cap d'Alprech et l'isobathe -5 m CM à environ 150 m.

Vers le large, les fonds descendent régulièrement vers le large l'isobathe -20 m se situe à 4 km de la côte et de la digue. Les fonds sont marqués par la présence de la Bassure de Baas, culminant à -5,6 m CM au large du Portel (soit près de 10 m au-dessus des fonds) et s'interrompant au droit de l'entrée du port de Boulogne-sur-Mer.

L'espace formé entre le Cap d'Alprech et l'enracinement de la digue Carnot (orientée NO-SE perpendiculairement à la falaise) est occupé par l'estran rocheux devant la falaise du Portel Sud et les Roches du Lineur, sur lesquelles est installé le fort de l'Heurt, et par la plage sableuse qui s'appuie

contre la digue Carnot. Les fonds descendent doucement sur la plage : l'isobathe 0 m CM se situe à 500 m et l'isobathe -5 m CM à moins de 1 km, au même niveau que la digue et le cap d'Alprech.

Le point de rejet est situé dans le bassin portuaire à proximité de l'isobathe -5 m CM, soit environ 239 m de la station « eau de mer ».
Le point de pompage est situé en mer, soit environ 715 m de la station « eau de mer », c'est-à-dire au pied du talus littoral pentu.

2.2.1.3. Site portuaire de Boulogne-sur-Mer (port extérieur et rade)

La zone d'implantation de la ferme aquacole est située au fond du port extérieur, sur le terre-plein de l'ancien poste Ro-Ro. Les moyens nautiques mis en œuvre pour les travaux marins peuvent stationner dans le port extérieur (quai de l'Europe de la Darse Sarraz-Bournet).

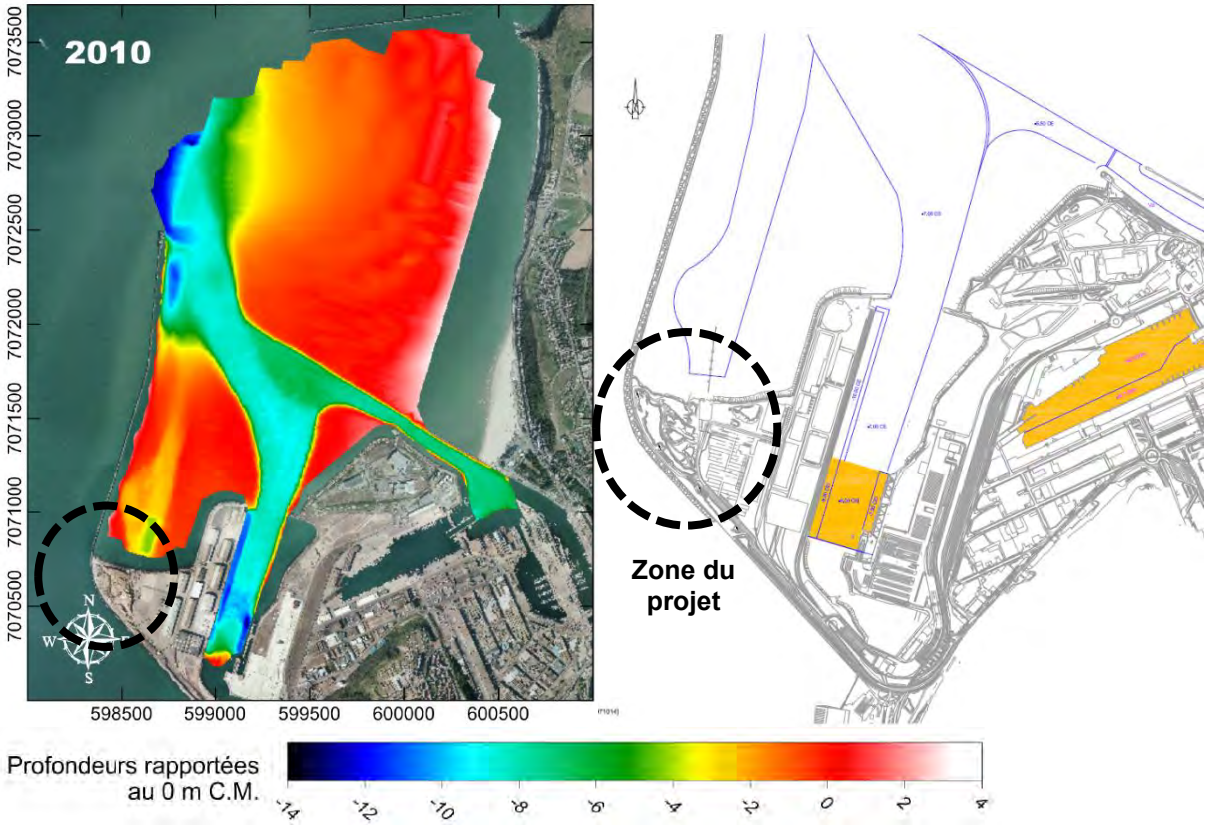


Figure 2-6. Bathymétrie portuaire et cotes de dragage portuaire (in CREOCEAN, 2015).

Sur la base des cartographies générales du site portuaire (CREOCEAN, 2015), il est constaté que :

- les chenaux s'individualisent bien dans la rade : le chenal d'accès à la darse est le plus profond (cote théorique de dragage à -7 m CM, comme à l'entrée de la rade). Il faut noter en particulier un surcreusement à l'entrée du chenal, au niveau de la passe d'entrée (où les courants se concentrent pour pénétrer dans le port),
- le chenal d'accès à l'ancien poste Ro-Ro n'est plus dragué depuis 2003 et les bords affleurent à marée basse contre la digue Carnot et entre les deux chenaux du port extérieur,
- les accès au port de commerce correspondent à la zone la plus profonde du port : le bassin semi-ouvert de la Darse Sarraz-Bournet et son chenal d'accès (cote théorique de dragage à 6 et 7 m CM) ; les souilles du quai de l'Europe et du poste roulier n°1 (ex quai minéralier) s'individualisent (cotes théoriques de dragage respectivement à -10 m CM et -7,50 m CM), plus profondes que le centre du bassin (-6 m CM).

N.B. : la bathymétrie, datant de 2010, présente l'ensemble des bassins et montre le comblement progressif de l'ancien chenal Ro-Ro qui n'est plus dragué. La bathymétrie réalisée en 2015 souligne ce comblement.

Synthèse sur le contexte géomorphologique et bathymétrique

La zone d'étude se situe entre la côte rocheuse du Portel (côte du Boulonnais prolongée par des récifs rocheux) et l'avancée artificielle sur la mer du port extérieur du site portuaire de Boulogne-sur-Mer ; l'espace ainsi délimité est occupé par la plage de l'ancien Hoverport, bloquée contre l'enracinement de la digue Carnot (qui forme la limite Ouest du port extérieur).

La zone d'implantation de la ferme aquacole est située au sein du domaine portuaire, sur les terre-pleins de l'ancien poste RoRo dont le chenal n'est plus dragué depuis 2003 et qui s'est peu à peu comblé pour former un nouveau banc, susceptible de découvrir à marée basse. L'extrémité de la conduite de rejet aboutit sur les fonds du bassin portuaire.

La zone marine du projet se trouve au niveau du coude de la digue Carnot, au niveau du talus littoral à forte pente ; l'extrémité de la conduite de pompage aboutit sur les fonds plats en pied du talus littoral.

➔ De par la configuration particulière du site d'étude, les enjeux géomorphologiques et bathymétriques sont évalués comme moyens au niveau de la côte du Boulonnais (risque de recul des falaises et érosion des plages) et nuls pour le site portuaire artificialisé. Au vu de l'emprise faible du projet et des modalités mises en œuvre (microtunnelier qui ne modifie pas le trait de côte), leur sensibilité au projet est nulle.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Contexte géomorphologique et bathymétrique		
Côte du Boulonnais (falaise et plage)	Moyenne	Nulle
Site portuaire	Nul	Nulle

2.2.2. Contexte hydrologique et hydrodynamique

Dans le détroit du Pas-de-Calais en forme d'entonnoir, la circulation de marée résulte de la confrontation de l'onde provenant de la Manche par le SO et de l'onde provenant de la Mer du Nord par le NE. Il en découle un déphasage du moment de la renverse entre la côte et le large, qui peut atteindre 2 heures.

Les données issues des données SHOM et du CEREMA (2017) ont été complétées, au niveau de la zone du projet, par la modélisation[3] mise en place dans le cadre de cette étude, pour étudier la dispersion du rejet des eaux de recirculation de la ferme aquacole et la position de la conduite de pompage.

2.2.2.1. Marée à Boulogne-sur-Mer

2.2.2.1.1. Caractéristiques de la marée

Les caractéristiques de la marée à Boulogne-sur-Mer, sans perturbations atmosphériques, sont résumées dans le tableau suivant (d'après SHOM RAM 2020) :

Tableau 2-1. Marée à Boulogne-sur-Mer.

Niveau de marée caractéristiques	Elévation en mètre par rapport au niveau hydrographique – Cote Marine (CM[4])
Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	+9.67 m CM
Pleine mer de Vive-Eau (PMVE)	+9.00 m CM
Pleine mer de morte-Eau (PMME)	+7.30 m CM
Niveau moyen (NM)	+5.00 m CM
Basse Mer de Morte-Eau (BMME)	+2.70 m CM
Basse Mer de Vive-Eau (BMVE)	+1.15 m CM
Plus Basse Mer Astronomique (PBMA)	+0.39 m CM
Cote du Zéro Hydrographique	-4.382 m NGF

Pour rappel, les coordonnées altimétriques de la dalle sur laquelle reposera la ferme aquacole sont de + 10.9 m CM en ce qui concerne la base de celle-ci, et de + 11.3 m CM pour le dessus de la dalle.
I
l existe un important décalage entre les pleines-mers et les basses-mers dans le port de Boulogne-sur-Mer et les renverses de courants à l'extérieur du port :

Tableau 2-2. Décalage de marée à l'extérieur du port de Boulogne-sur-Mer.

	Morte-eau (45)	Marée moyenne (70)	Vive-eau (95)
Renverse de BM	2h15 après BM	2h après BM	2h45 après BM
Renverse de PM	3h15 après PM	2h30 après PM	3h30 après PM

[3] La modélisation a été réalisée avec le logiciel de modélisation MIKE développé par DHI (Danish Hydraulic Institute) qui permet de simuler numériquement et en trois dimensions les phénomènes physiques régissant l'hydraulique des milieux maritimes et fluviaux tels que notamment les variations de niveau d'eau, les courants, les vagues, ainsi que leurs interactions. Les modules HD (courants et niveaux d'eau), SW (propagation de la houle), AD (Advection/Dispersion) et MT (Transport des sédiments fins cohésifs) ont été mis en œuvre avec la modélisation 3D avec MIKE 3.
Le rapport de modélisation est présenté dans son intégralité en Annexe 1 du présent document.

[4] C.M : les hauteurs de marée sont données par rapport à la cote marine (CM) aussi appelée Zéro hydrographique (ZH), c'est-à-dire le niveau des plus grandes basses mers.

Selon l'EPSHOM (2005), le niveau marin extrême correspondant à une période de retour de 10 ans est estimé à +5,6 m NGF (10 m CM) et à 5,9 m (10.3 m CM) pour une période de 100 ans. Les décotes peuvent atteindre 0,80 m, les surcotes 0,60 m.

2.2.2.1.2. Circulation de la marée

- **Circulation de la marée à l'échelle régionale**

Au niveau de l'axe Cap Gris Nez – Dover, les flux provenant de la Mer du Nord rencontrent ceux issus de la Manche. Au large, les courants de marée provenant de la Mer du Nord, dirigés OSO, sont bien établis et prépondérants par rapport à ceux de la Manche dirigés ENE. En effet, nous sommes au pic de vitesse de jusant en Mer du Nord et au mi montant côté Manche. Cependant, une partie des courants de flot provenant de la Manche longent les côtes françaises au niveau de Boulogne-sur-Mer puis du Cap Gris Nez (zone d'ombre pour les courants de la Mer du Nord) donnant naissance à une sorte de circulation littorale dirigée vers l'Est. Ensuite, les courants dirigés OSO diminuent (début de la renverse pour les flux de Mer du Nord), laissant place petit à petit au courant de flot provenant de la Manche ; la renverse jusant/flot se fait progressivement de la côte vers le large), ce qui explique, qu'à certains instants, les courants du large sont beaucoup plus faibles que les courant côtiers.

Un phénomène similaire se produit pour la renverse flot/jusant avec une modification des courants de l'ENE vers l'OSO d'abord à la côte puis plus au large.

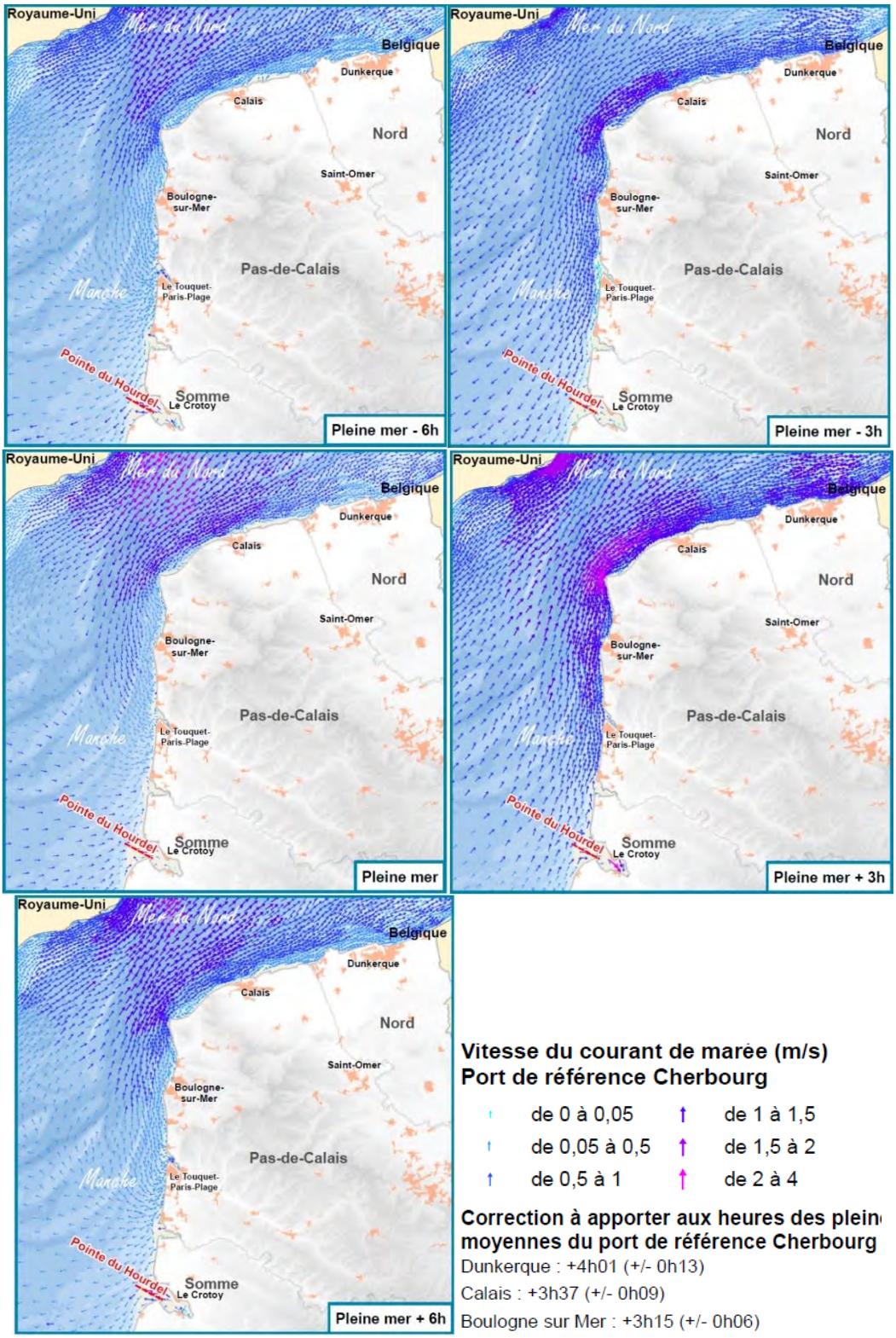


Figure 2-7. Circulation de marée (VE) - secteur Hauts-de-France (CEREMA, 2017).

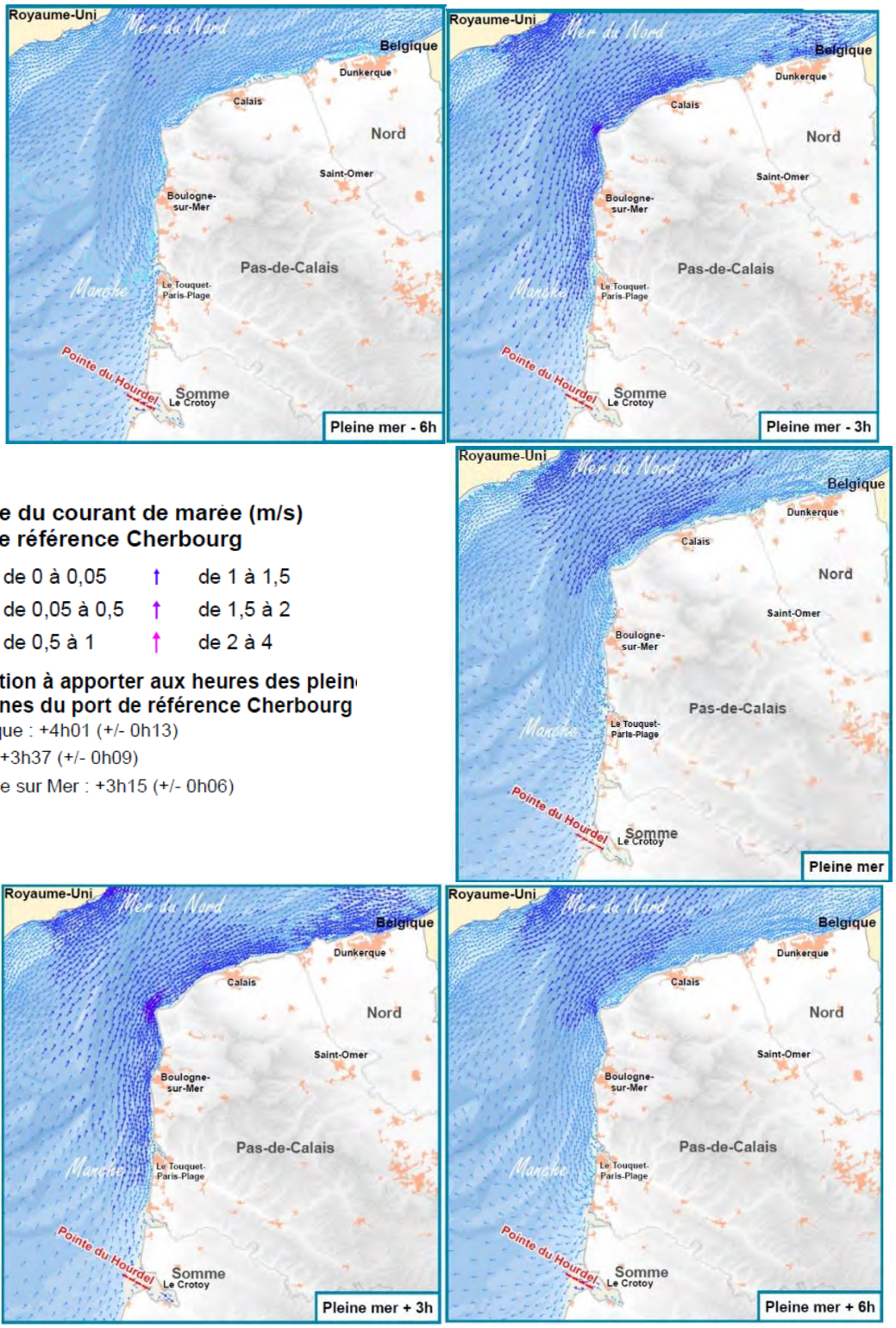


Figure 2-8. Circulation de marée (ME) - secteur Hauts-de-France (CEREMA, 2017).

Les points de référence du SHOM sur une zone large autour du Cap Gris-Nez soulignent le caractère alternatif des courants de marée et la circulation des courants de marée dans le détroit : flot provenant du secteur 210 – 240°, jusant provenant du secteur 30 – 60°.

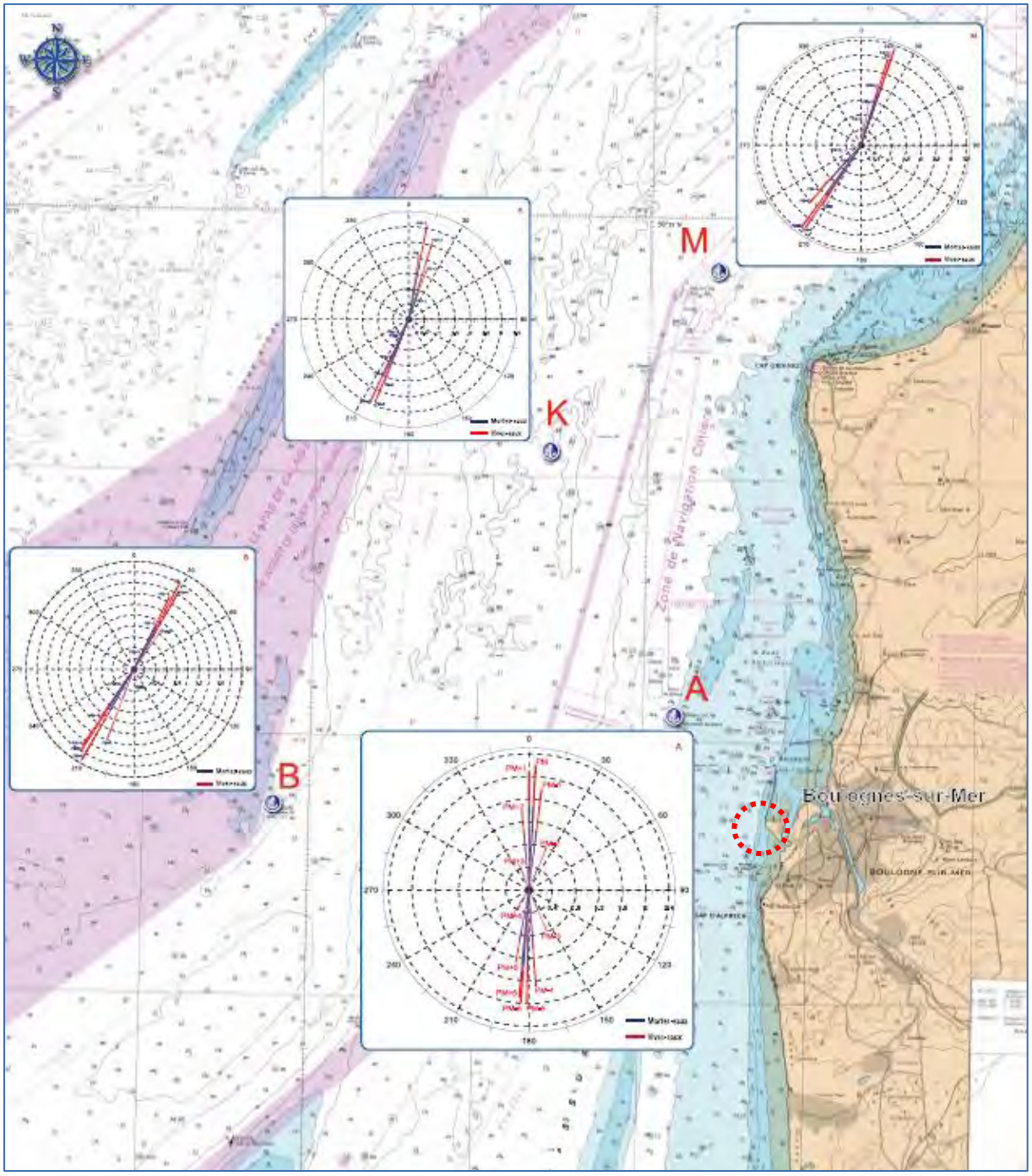


Figure 2-9. Rose des courants (points SHOM) entre Boulogne-sur-Mer et le Cap Gris-Nez.

- **Les courants de marée devant Boulogne-sur-Mer**

Autour de la pleine mer, le courant de flot est maximum, dirigé vers le Nord à Nord-Nord-Est devant Boulogne-sur-Mer. Ce courant s'incurve par la suite en direction du Nord-Est au passage du Cap Gris-nez. L'étale de pleine mer se met en place autour de PM+3h au large de Boulogne-sur-Mer et la renverse s'amorce à PM+3h30, alors que le courant de flot se maintient dans le détroit.

A partir de PM+4h, le jusant est installé sur la totalité du littoral, dirigé vers le Sud-Ouest dans le détroit et vers le Sud en face de Boulogne-sur-Mer. L'étale de basse mer s'établit à environ PM-2h30 à Boulogne-sur-Mer et la renverse s'amorce à PM-2h sur la totalité des côtes du Pas-de-Calais y compris dans le détroit.

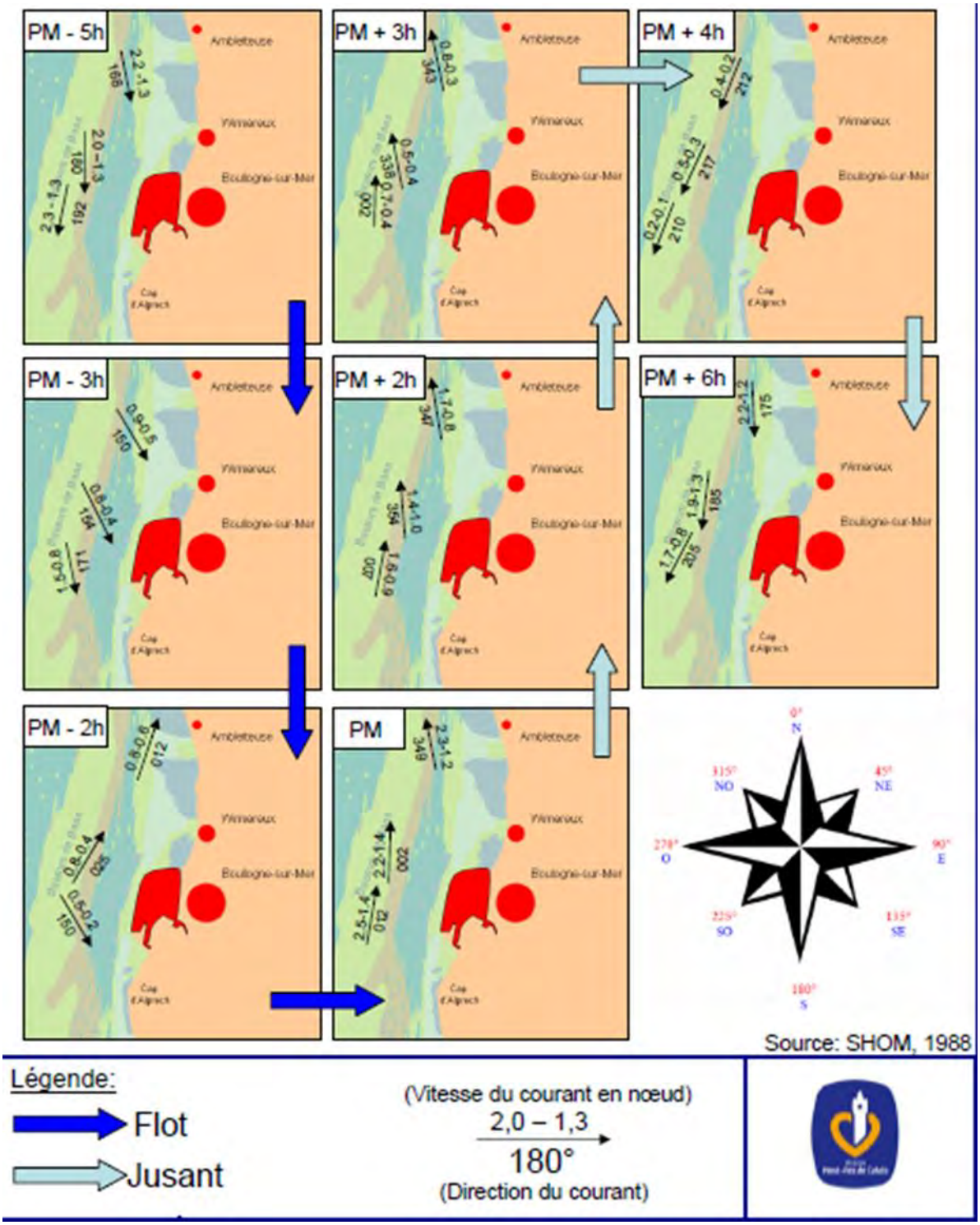


Figure 2-10. Les courants de marée devant le port de Boulogne-sur-Mer.

2.2.2.1.3. Courants au niveau de la zone projet (modélisation)

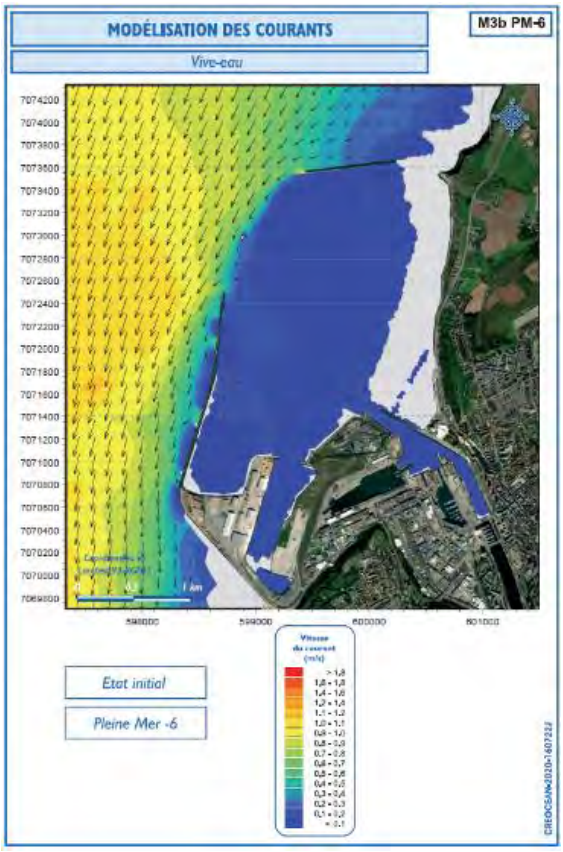
Les cartes de circulation des courants en marée de Vive-eau sont présentées sur les figures M3b ci-après (**Figure 2-11**), heure par heure autour de la Pleine Mer afin de détailler finement le fonctionnement courantologique aux abords du port sur un cycle de marée complet.

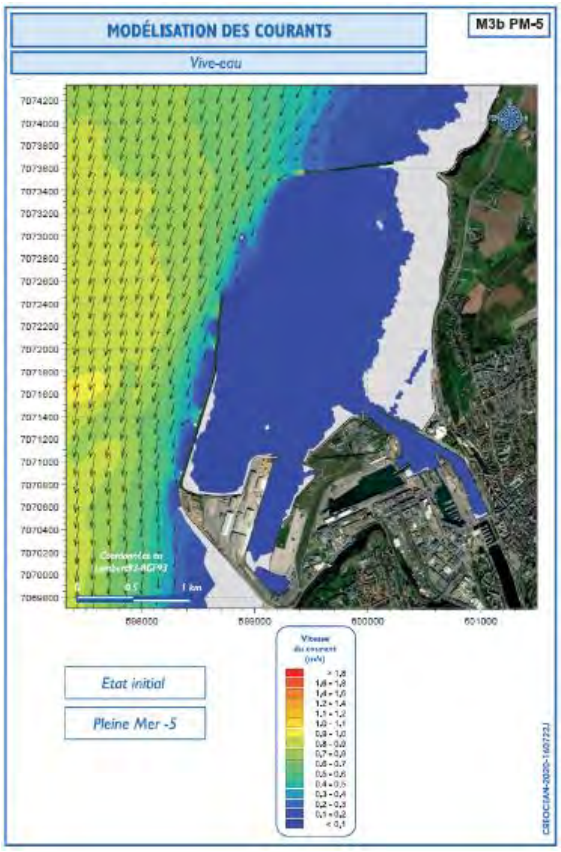
- De Pleine Mer – 6h (PM-6h) à PM-5h, il n'y a pas de courant dans l'enceinte du port. Au large du port, les courants sont orientés vers le Sud-Ouest et peuvent atteindre 1 à 1.2 m/s. Les courants de jusant sont toujours actifs malgré la remontée du niveau d'eau, en raison d'une propagation complexe des ondes de marées provenant de la Manche d'une part et de la Mer du Nord d'autre part ;
- A PM-4h, les courants dans la rade commencent à se faire sentir, avec des vitesses d'environ 0.4 m/s au droit du musoir de la digue Carnot. Ils restent inférieurs à 0.3 m/s dans le reste du port ; ils restent faibles le long de la digue et sur la plage de l'hoverport ;
- A partir de PM-3h, à l'extérieur du port, les courants de flot remontent vers le Nord-Est en longeant la digue.
  Un courant rotatif se met en place dans la rade dans le sens horaire avec des vitesses dépassant 0.5 m/s à PM-3h. Cette cellule de circulation reste en place jusqu'à PM+1 voire PM+2h, tout en perdant en intensité ;
- A PM-2h, des courants Nord-Sud d'environ 0.1 à 0.2 m/s se mettent en place le long de la plage de Boulogne-sur-Mer. Ce courant gagne en intensité jusqu'à la Pleine Mer (PM), avec des vitesses de 0.3 à 0.4 m/s dans la rade.
  A l'extérieur de la digue, le courant Sud-Nord gagne en intensité le long de la digue (1 m/s) ;
- A la pleine-mer (PM), les courants accélèrent jusqu'à un maximum d'intensité avec des vitesses de l'ordre de 1.2 m/s ; ils dépassent 1.6 m/s le long de la digue Carnot mais restent faibles au niveau de la plage de l'hoverport ;
- A partir de PM+1h, le courant Nord-Sud gagne en intensité et à mesure que la renverse se met en place, une circulation apparaît entre la côte et l'extrémité Est de la digue Nord ;
- A PM+2h, les courants de flot sont au plus bas devant la digue (0.4 m/s) tandis que s'effectue la vidange du port ;
- A PM+3h, la vidange du port s'accélère sous l'effet du jusant. Les vitesses les plus fortes (0.5 à 0.6 m/s) sont observées le long des digues, à proximité des musoirs par effet d'accélération. Sur la plage de Boulogne-sur-Mer, les courants deviennent négligeables à mesure que l'estran se découvre. Au large et le long de la digue Carnot, la renverse a lieu avec une légère accélération au contournement de la digue ;
- A partir de PM+4h, les courants de vidange dans le port sont très faibles, alors que le jusant, au large, gagne en intensité avec des courants de 0.6 à 0.7 m/s dirigés vers le Sud-Ouest puis vers le Sud. La sortie des courants de la rade pour rejoindre le jusant au large induit une zone de très faible intensité le long de la digue Carnot qui s'accélère progressivement jusqu'au coude de la digue. Ce schéma s'accentue jusqu'à PM+6h avec des vitesses nulles dans la rade avec un estran largement découvert, alors que les vitesses à l'extérieur du port dépassent 1 m/s.

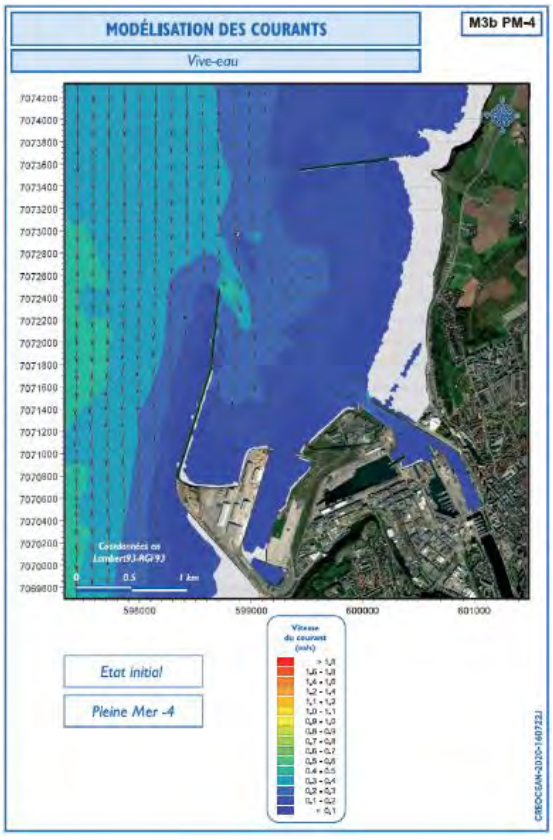
La vitesse des courants de marée, au niveau de la zone prévue pour le rejet, au sein du bassin Ro-Ro, n'excède jamais les 0.1 m/s.

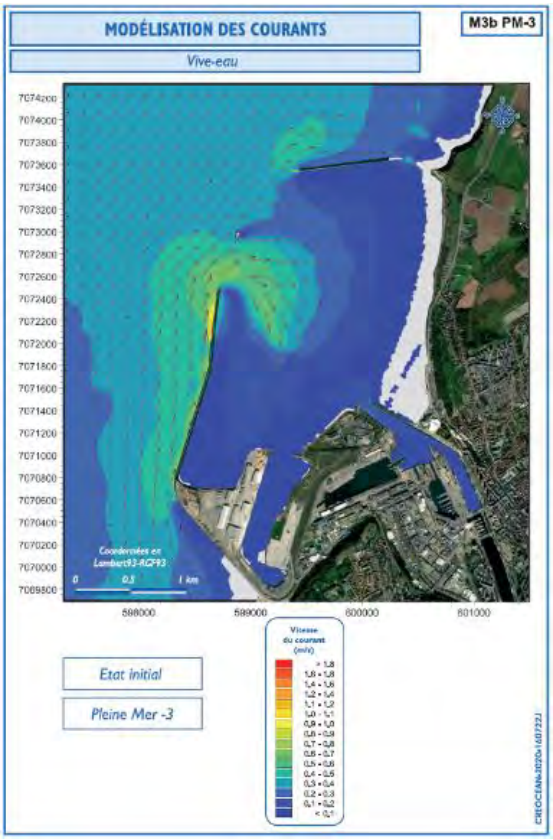
➔ Zone marine du projet : le coude de la digue Carnot constitue une zone d'accélération des courants au flot, venant du Sud tandis que la partie sud de la digue favorise l'atténuation des courants vers la plage de l'hoverport.
A la pleine-mer, où le flot atteint son maximum d'intensité, les courants peuvent atteindre 1.6 m/s contre la digue Carnot.

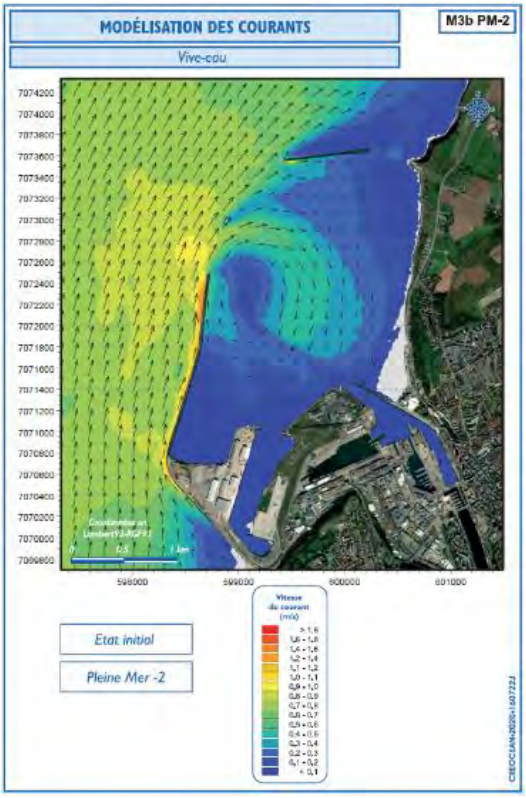
➔ Zone portuaire : le secteur d'implantation de la conduite de rejet, au sein du bassin Ro-Ro, est une zone où les courants de marée sont faibles, n'excédant jamais les 0.1 m/s.

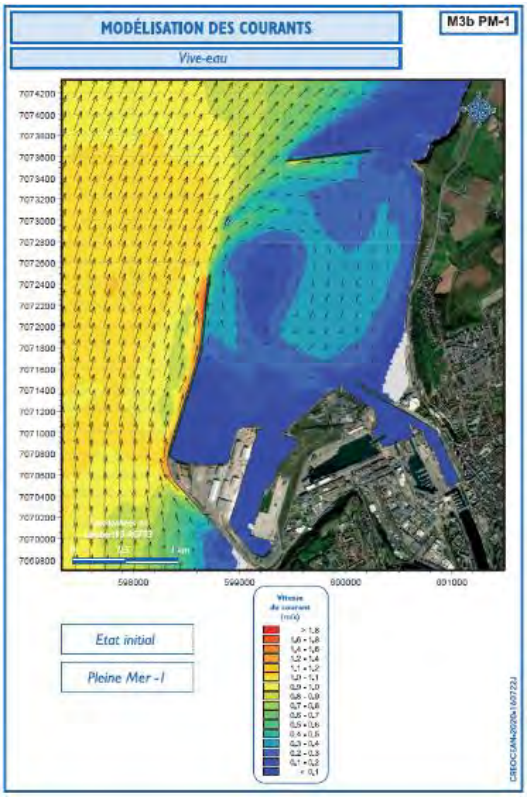

MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM-6
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer -6

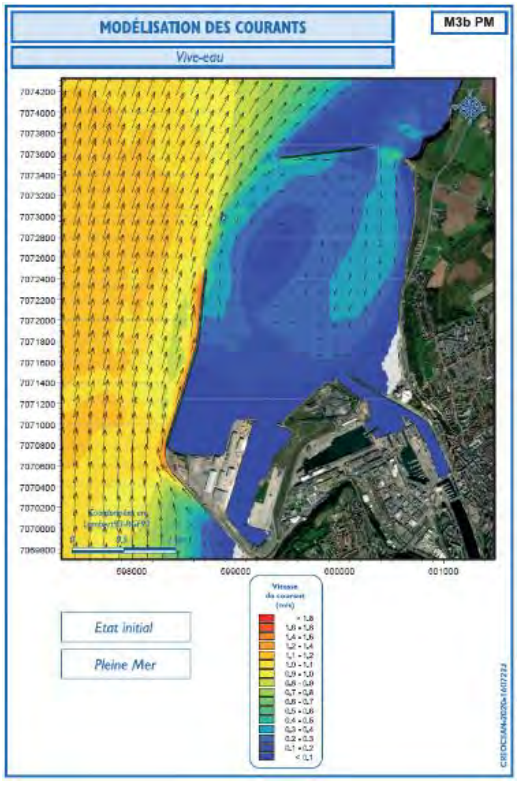

MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM-5
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer -5

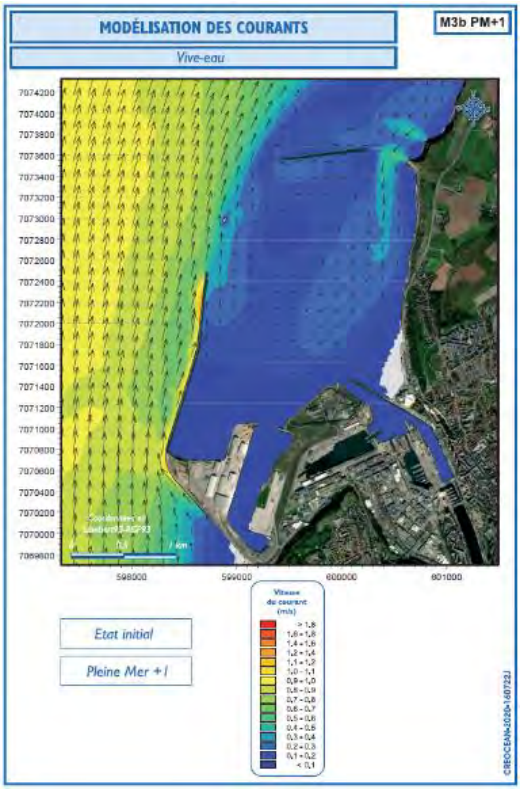

MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM-4
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer -4


MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM-3
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer -3


MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM-2
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer -2


MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM-1
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer -1


MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer


MODÉLISATION DES COURANTS
M3b PM+1
Vive-eau
Etat initial
Pleine Mer +1

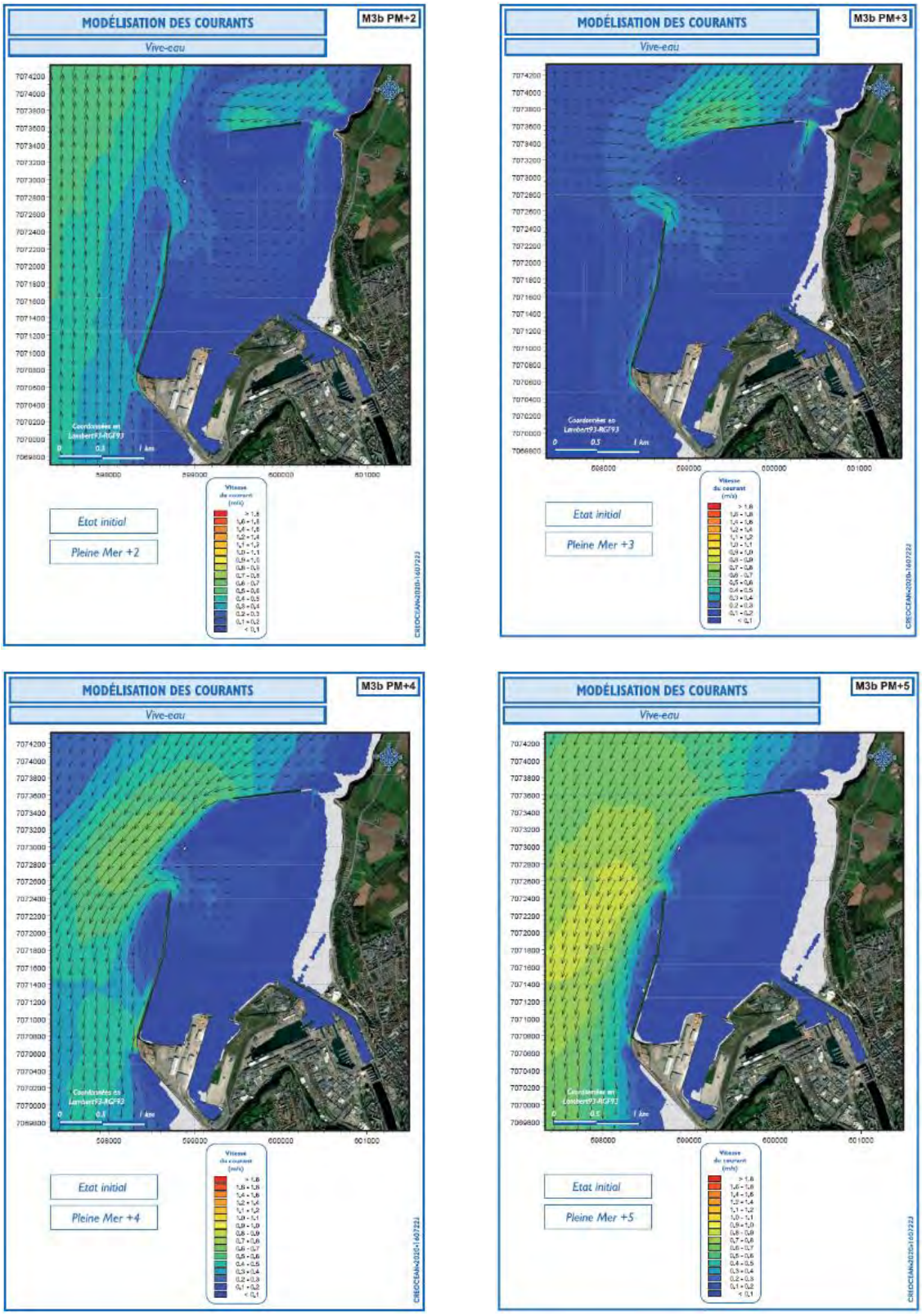


Figure 2-11. Cartes de circulation des courants en marée de Vive-eau.

2.2.2.2. Agitation

L'état de mer dans le détroit du Pas-de-Calais est fortement influencé par les conditions météorologiques. Il est distingué deux types d'agitation sur le secteur :

- L'agitation levée par un vent local perdurant plus de 10 heures sur un fetch[5] de plusieurs centaines de kilomètres. Les vagues engendrées sont de courte période de l'ordre de 5 secondes ;
- les houles qui correspondent à la propagation d'une onde sinusoïdale périodique sur le plan d'eau. La période de ces ondes est grande, souvent supérieure à 10 secondes. Les houles peuvent être définies comme des anciennes mers de vents, engendrées par des vents lointains, soufflant sur un fetch de plusieurs centaines à milliers de kilomètres.

2.2.2.2.1. Vents

Sur la Manche orientale, les vents dominants du Sud-Ouest sont susceptibles de générer de fortes houles. Celles-ci sont d'origine océanique mais subissent des modifications à leur entrée en Manche (diffraction au niveau du Cotentin, réfraction sur le plateau continental) et sur les grands bancs sableux du Boulonnais.

A Boulogne-sur-Mer, d'après les statistiques Windfinder sur la période de janvier 2006 à février 2021 :

- les vents les plus violents provenant du secteur océanique soufflent en hiver, de novembre à mars, avec une large dominance des vents de secteur Sud à Sud-Sud-Ouest,
- en période hivernale, plusieurs inversions du sens du vent sont observées : les vents d'Est à SE dominent en octobre et décembre, ceux d'Ouest à Sud-Ouest en novembre et janvier,
- les mois de décembre et février sont les plus ventés avec une moyenne de 12-13 nœuds (7 m/s ou 25 km/h) et une forte probabilité de franchissement des 4 beauforts (Jolie brise = <30 km/h).

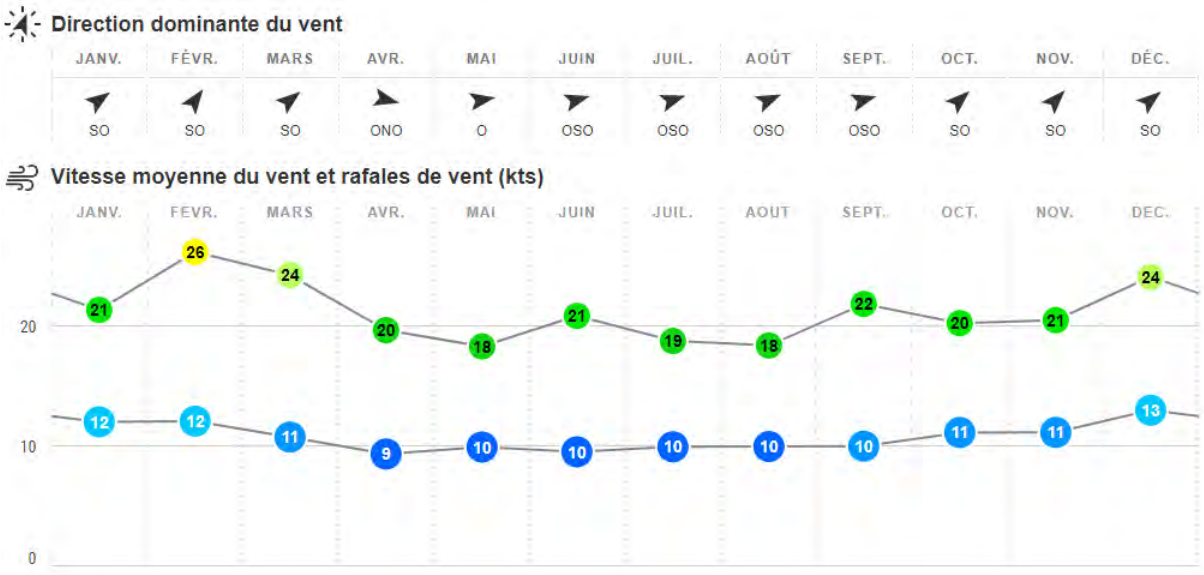


Figure 2-12. Statistiques de vents à Boulogne-sur-Mer (01/2006 – 01/2022 ; Windfinder).

Les statistiques de vent de la base de données HOMERE (au même point d'extraction que la houle – cf. **Figure 2-13**) indiquent que :

- les provenances Sud-Sud-Ouest et Ouest-Nord-Ouest dominent 50% du temps ; la provenance Nord-Est représente 15% du temps ;
- les vents les plus forts (>18-20 m/s) proviennent du secteur Ouest ; les vents de secteur Nord-Est restent <15 m/s.

[5] Fetch = distance en mer ou sur un plan d'eau au-dessus de laquelle souffle un vent donné sans rencontrer d'obstacle (une côte) depuis l'endroit où il est créé ou depuis une côte s'il vient de la terre.

➔ Situé en zone basse à l'entrée du port, le secteur prévu pour d'implantation de la ferme aquacole est directement exposé aux vents de Nord-Nord-Ouest à Sud-Ouest. Il est protégé des vents de provenance Nord-Est par les falaises.

2.2.2.2.2. Houles

L'analyse statistique des conditions de houle a été réalisée à partir des données brutes de la base HOMERE.

La position du point le plus représentatif du secteur de Boulogne-sur-Mer, environ 5 km au large du port, est précisée sur la carte de la **Figure 2-13**. L'extraction de la rose des houles issue de ces 23 années de données en ce point est présenté sur la **Figure 2-14.**

Figure 2-13. Maillage de la base de données HOMERE et point sélectionné pour l'extraction des données de houle au-devant du port.

La rose des houles (**Figure 2-14)** et les corrélogrammes Hm0 / Tp [6] (**Figure 2-15**) montrent que :

- Les houles de secteur Ouest, provenant de la Manche, sont dominantes (70% du temps) ; les houles de secteur Nord-Ouest sont observées 8% du temps et les houles de secteur Sud-Ouest 10% du temps ;
- Les houles les plus fréquentes sont <3 m (<0.5 m 40% du temps, toutes directions confondues ; entre 0.5 m et 1 m pour 30% du temps et >1 m pour 28% du temps, toutes directions confondues) ;
- Les houles les plus fortes (>3 m) proviennent du secteur Ouest, pour 1% du temps et les houles >2 m représentent 5.2% du temps ;

[6] Hm0 correspond à la hauteur significative spectrale des vagues, Tp à la période de pic barycentrique.

- Les houles de secteur Nord en provenance de la mer du Nord, ou liées aux vents locaux de secteur Nord sont observées environ 5% du temps mais dépassent rarement 1 m.

Le corrélogramme Hm0 / Tp (**Figure 2-15**) montre des densités élevées pour des couples 0,5 m à 5 s ce qui correspond donc aux caractéristiques de la majorité des houles arrivant à l'entrée du site portuaire et sur la zone projet.

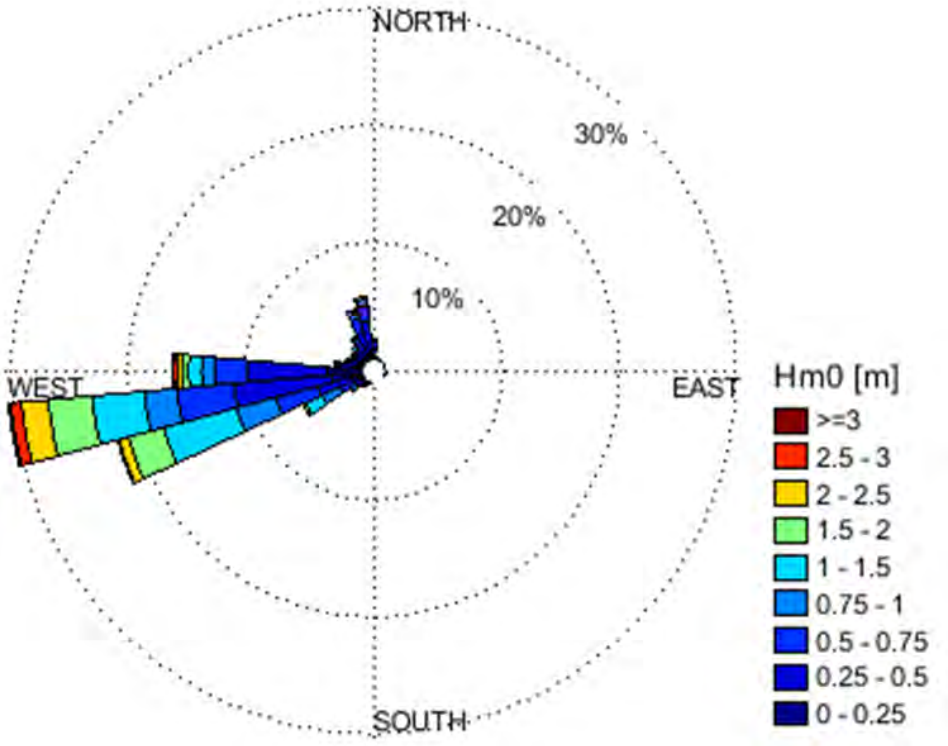


Figure 2-14. Rose des houles au point HOMERE devant le site portuaire de Boulogne-sur-Mer.

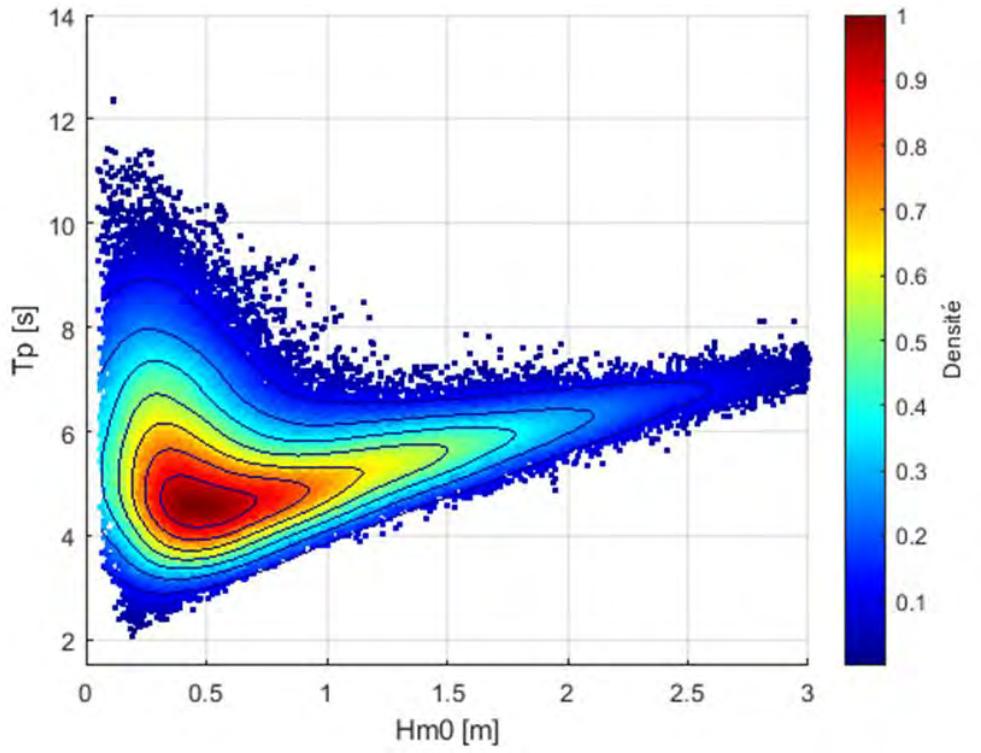


Figure 2-15. Graphique de corrélation Hm0 / Tp des données de houle au point HOMERE.

Les statistiques Hm0 / Tp par direction sont présentées en **Figure 2-16**.

NNO à NNE

Hm0 [m]	Tp [s]							
	[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
[0,00-0,25]	0,3%	0,9%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,3%*
]0,25-0,50]	2,1%	3,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*5,4%*
]0,50-0,75]	1,1%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,1%*
]0,75-1,00]	0,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,1%*
]1,00-1,25]	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,4%*
]1,25-1,50]	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,1%*
]1,50-1,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]1,75-2,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,00-2,25]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	3,5%	*7,7%*	*0,3%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	***11,5%***

SSO à OSO

Hm0 [m]	Tp [s]							
	[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
[0,00-0,25]	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,2%*
]0,25-0,50]	0,8%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,9%*
]0,50-0,75]	0,6%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,0%*
]0,75-1,00]	0,1%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*2,8%*
]1,00-1,25]	0,0%	1,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,7%*
]1,25-1,50]	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,8%*
]1,50-1,75]	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,3%*
]1,75-2,00]	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,1%*
]2,00-2,25]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	1,6%	*9,0%*	*0,3%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	***10,9%***

OSO à ONO

Hm0 [m]	Tp [s]							
	[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
[0,00-0,25]	0,4%	2,8%	3,4%	1,2%	0,1%	0,0%	0,0%	*7,9%*
]0,25-0,50]	1,3%	9,3%	7,0%	1,8%	0,1%	0,0%	0,0%	*19,4%*
]0,50-0,75]	0,7%	7,1%	3,1%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	*11,2%*
]0,75-1,00]	0,1%	5,6%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*7,0%*
]1,00-1,25]	0,0%	4,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*6,0%*
]1,25-1,50]	0,0%	4,2%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*5,3%*
]1,50-1,75]	0,0%	2,7%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*4,2%*
]1,75-2,00]	0,0%	1,2%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,1%*
]2,00-2,25]	0,0%	0,2%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*2,1%*
]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,4%*
]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,0%*
]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,4%*
]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,3%*
]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	2,5%	*37,9%*	*25,2%*	*3,5%*	*0,2%*	*0,0%*	*0,0%*	***69,4%***

ONO à NNO

Hm0 [m]	Tp [s]							
	[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
[0,00-0,25]	0,1%	0,8%	0,6%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,7%*
]0,25-0,50]	0,4%	2,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,0%*
]0,50-0,75]	0,3%	1,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,4%*
]0,75-1,00]	0,1%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,7%*
]1,00-1,25]	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,5%*
]1,25-1,50]	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,3%*
]1,50-1,75]	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,2%*
]1,75-2,00]	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,1%*
]2,00-2,25]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	0,9%	*5,6%*	*1,3%*	*0,1%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	***7,9%***

Figure 2-16. Statistiques des données de houle Hm0 / Tp au point HOMERE par direction de provenance.

- Les Hauteurs significatives Hs sont majoritairement inférieures à 3 m. Elles peuvent néanmoins dépasser 3 à 4 m plusieurs fois par an, avec un pic maximal d'environ 5 m sur la période ;
- Les Périodes de pic (Tp) sont majoritairement comprises entre 3 et 10 secondes mais peuvent dépasser 12 secondes une ou plusieurs fois par an. La période de pic maximale observée sur la série est de 13 secondes.

2.2.2.2.3. Courants en présence de houle (modélisation)

Les courants en présence de houle (Ouest-Sud-Ouest d'une période de retour de 1 an) sont présentés sur la figure suivante à Pleine Mer (moment où l'influence des vagues est la plus forte).

Une augmentation des courants longeant la digue vers le Nord est observée, sous l'effet des contraintes exercées par les vagues le long de l'ouvrage. Au large, les vitesses sont également sensiblement augmentées.

Il est noté également une recirculation (gyre) plus marquée dans l'enceinte portuaire, cependant au niveau de la zone prévue pour la pose de la conduite de rejet, les courants de houle n'excèdent pas les 1 m/s.

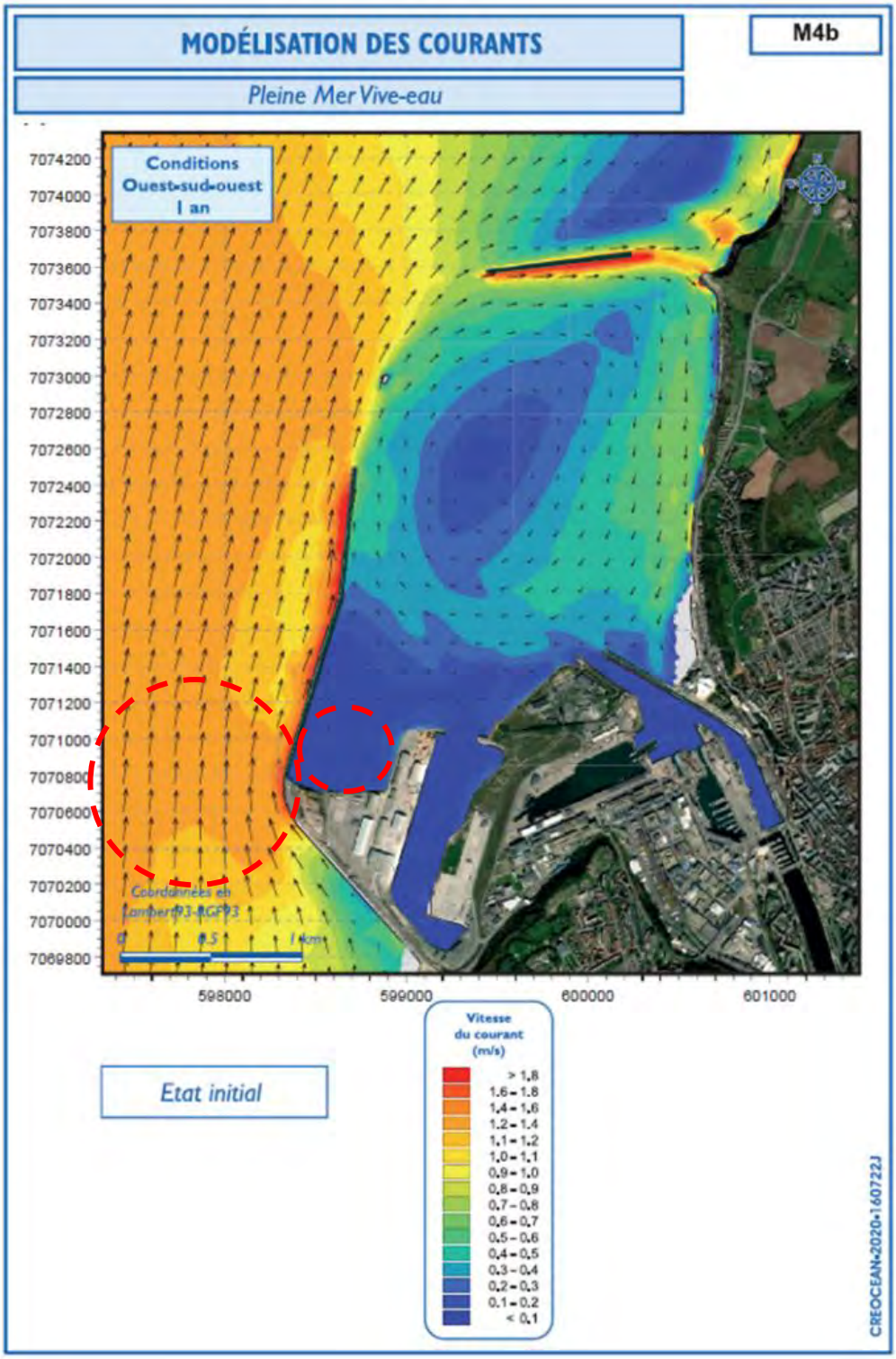


Figure 2-17. Courantologie en marée de vive-eau pour une houle d'Ouest-Sud-Ouest de période de retour 1 an.

La totalité des résultats pour les autres scénarios de houles est présentée dans le rapport de modélisation joint en Annexe 1 du présent document.

2.2.2.3. Hydrologie

2.2.2.3.1. Masse d'eau côtière

En milieu littoral, 2 catégories de masse d'eau sont identifiées dans la limite des 1 mille :

- Les masses d'eau côtière correspondent au domaine maritime au large de la ligne de côte.
- Les masses d'eau de transition se situent à proximité des embouchures des rivières, comme les estuaires.

Dans la zone d'étude, les deux masses d'eau identifiées sont (**Figure 2-18**) :

- La masse d'eau de transition du site de Boulogne « FRAT02 » (qui concerne l'ensemble des bassins) est considérée comme fortement modifiée et correspond au sous-type local port macrotidal à courant moyen. Pour les masses d'eau fortement modifiées des ports de Dunkerque, Calais et Boulogne, l'évaluation de l'état écologique n'est pas pertinente. À défaut, ces trois masses d'eau sont estimées en bon potentiel écologique. (Source : Objectifs du SDAGE 2022-2027).
- La masse d'eau côtière située au large du port est nommée « FRAC04 » (linéaire 18 km). Elle va de la Slack à la Warenne, et correspond à un sous-type local macrotidal à substrat mosaïque rocheux / sableux. Elle présente un risque probable de non atteinte du bon état écologique à 2027 selon le SDAGE 20022-2027.

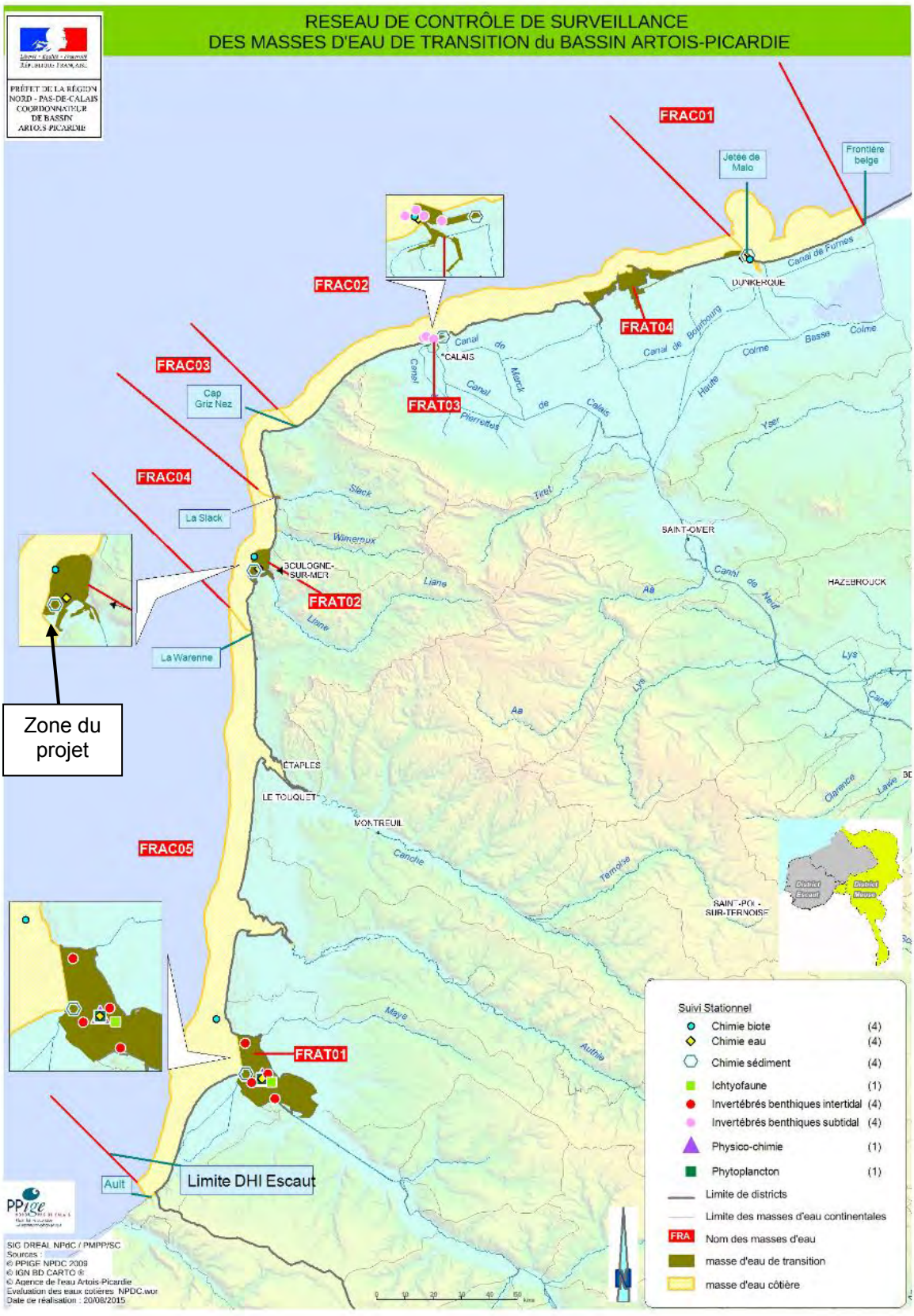


Figure 2-18. Carte des masses d'eaux côtières et de transition du bassin Artois-Picardie.

La circulation générale des eaux marines est marquée par les courants dominants et des vents du Sud-Ouest. Associée au contexte marégraphique particulier de la Manche, cette circulation crée une masse d'eau bien individualisée appelée **« fleuve marin côtier »**, de 5 à 10 km de large alimentée par les fleuves le long de la côte, en particulier la Seine et de la Somme (**Figure 2-19**). Il longe le littoral depuis l'estuaire de la Seine jusqu'au cap Gris-Nez et se déplace avec les marées, alternativement vers le Sud – à marée descendante – et vers le Nord – à marée montante.

Compte tenu de ses caractéristiques, et à l'image des fleuves terrestres, ce fleuve marin côtier constitue une entité « hydrographique » à part entière et influence la qualité des eaux côtières jusqu'au Nord de Boulogne-sur-Mer et donc de la zone du projet.

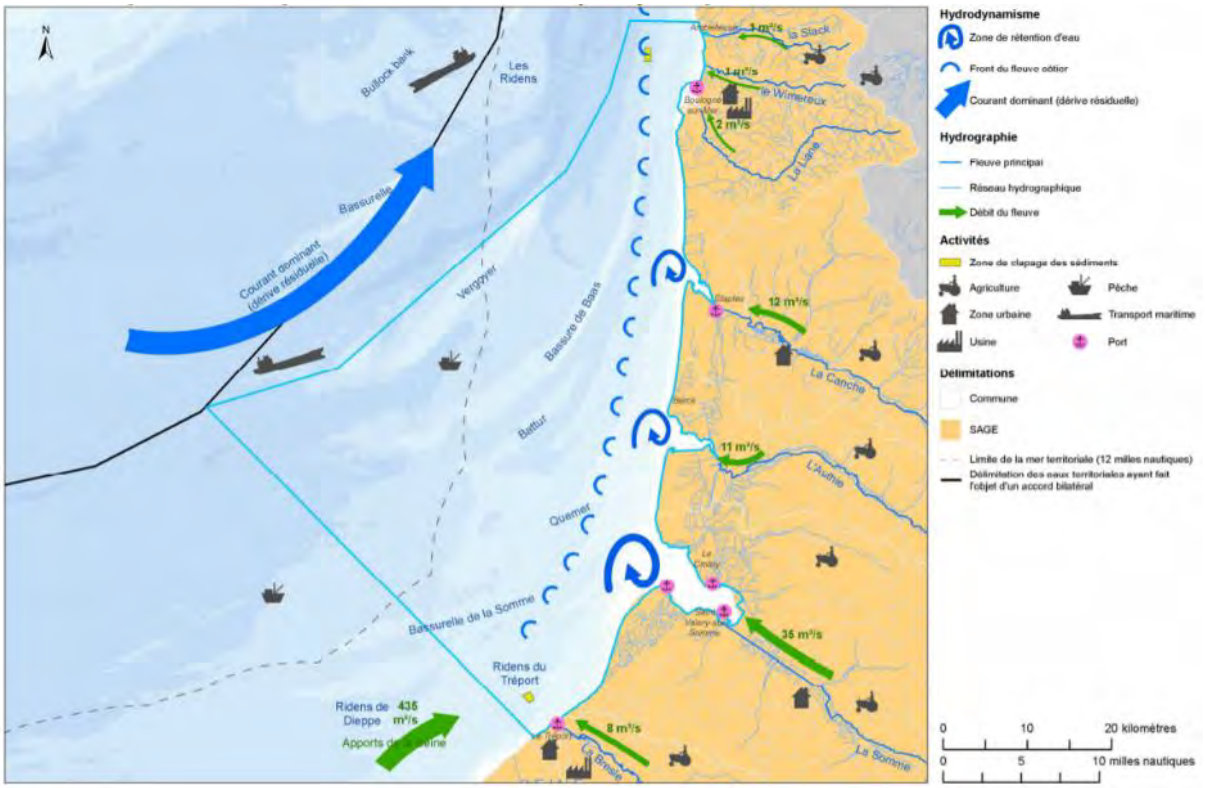


Figure 2-19. Localisation du fleuve côtier (source : plan de gestion du PNM, 2015).

2.2.2.3.2. Liane

Le bassin versant du fleuve Liane est d'une surface de 244 km^2, allongé dans le sens Est-Ouest et se resserre au niveau de Boulogne-sur-Mer formant un exutoire étroit vers la mer. A l'amont, le bassin versant est essentiellement rural. A l'aval, le fleuve Liane traverse des communes plus urbanisées (Saint-Etienne-au-Mont, Saint-Léonard) et termine son cours en traversant Boulogne-sur-Mer, où son cours est artificialisé (bassin de retenue et ouvrage de régulation et anti-retour de marée : barrage Marguet).

La Liane aboutit dans le bassin de retenue et le bassin Frédéric Sauvage, affecté à la plaisance, situés dans les limites administratives du site portuaire de Boulogne-sur-Mer.

L'état des lieux des districts hydrographiques du bassin Artois Picardie, daté de 2019, indique une potentielle influence de la Liane sur la masse d'eau côtière avec l'apport d'azote et de phosphore provenant des nitrates. L'influence de la Liane dans ces apports est moins importante que celle des fleuves Somme, Canche, Authie ou Slack mais plus important que celui du Wimereux.

L'analyse suggère également que la pression domestique issue des installations d'assainissements non collectifs (ANC) impacterait l'état écologique de toutes les masses d'eau côtières entrainant uniquement une pollution par les nutriments en ce qui concerne les eaux côtières et une pollution par les nutriments et les matières organiques en ce qui concerne l'état écologique de la Liane.

Synthèse sur le contexte hydrodynamique et hydrologique

Le **régime de marée** au niveau de Boulogne-sur-Mer est de type macrotidal, avec un marnage allant jusqu'à 9.3 m lors des plus hautes marées astronomiques. Les courants alternatifs sont parallèles à la côte : ils sont dirigés vers le Nord-Nord Est lors du flot et vers le Sud lors du Jusant.

Les **courants de marée** au niveau de la zone de projet sont plus importants lors du flot avec des vitesses allant jusqu'à 1.6 m/s orientés vers le Nord/Est, le long de la digue Carnot au moment de la pleine Mer. Le flot contribue à la formation d'une circulation tourbillonnaire dans le sens horaire dans l'enceinte du port (rade) avec des vitesses dépassant 0.5 m/s à PM-3h. Il existe ensuite un décalage entre la vidange du port à PM+3h, où les vitesses des courants peuvent atteindre 0.5 à 0.6 m/s le long des digues et des musoirs, et l'installation du jusant au large et le long de la digue Carnot à PM+4h. Les courants de marée au sein du bassin Ro-Ro sont faibles.

Les houles dominantes sont de secteur Ouest à Sud-Ouest, en provenance de la Manche ; ce sont également les plus fortes : elles dépassent 2 m pour 5% du temps et 3 m pour 1% du temps, soit plusieurs fois par an avec un risque de franchissement de la digue Carnot, et un pic maximal atteint à 5 m pour <0.1% du temps.
Les courants de marée sont accentués en présence de houle, sous l'effet des contraintes exercées par les vagues le long de la digue Carnot, elles restent faibles au niveau de la future zone de rejet au sein du bassin Ro-Ro.

Les **deux masses d'eau** concernées par le projet sont la masse d'eau de transition du site de Boulogne « FRAT02, port de Boulogne-sur-Mer » ainsi que la masse d'eau côtière « FRAC04, Slack la Warenne ». Cette dernière est influencée par le **fleuve côtier** de la Manche est, gradient de salinité généré par les apports en eau douces de fleuves côtiers dont la Seine.
La Liane, dont le bassin versant est d'une surface de 244 km^2, est canalisée pour aboutir dans le site portuaire de Boulogne-sur-Mer, par le barrage Marguet (anti-retour de marée), sans liaison avec le projet.

➔L'emprise faible du projet, concernant les conduites de pompage et de rejet, est négligeable par rapport aux mouvements des masses d'eaux côtières, et nulle au regard des mouvements de la Liane. La sensibilité des différents paramètres hydrodynamiques et des unités hydrologiques au projet peut être considérée comme nulle.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Contexte hydrologique et hydrodynamique		
Marée	Faible	Nulle
Agitation	Faible	Nulle
Masses d'eau côtière (physique)	Faible	Nulle
Liane (physique)	Faible	Nulle

2.2.3. Contexte sédimentaire et dynamique sédimentaire

2.2.3.1. Couverture sédimentaire et substratum rocheux

2.2.3.1.1. A l'échelle régionale

Cf. **Figure 2-20.**

Situé entre la Manche orientale et la Mer du Nord, l'étranglement que forme le détroit du Pas-de-Calais détermine la répartition sédimentaire : l'amplitude de marée y est forte, avec de très forts courants qui contrôle la répartition de la couverture sédimentaire supérieure, au-dessus de la couverture grossière (sables, graviers et cailloutis) qui tapisse le fond du détroit et les dépressions interbancs.

La couverture sableuse s'organise en rubans de sables (sur les fonds rocheux autour du Cap Gris-Nez) à des vagues de sables (ou dunes hydrauliques) au milieu du chenal et jusqu'aux grands édifices sableux (bancs du Pas-de-Calais, les bancs de Calais et les bancs flamands) ainsi que le talus littoral qui assure la transition entre le domaine des bancs du large et les plages et dunes littorales.

Le substratum rocheux prolonge vers le large la côte à falaises du Boulonnais, sous forme de platier rocheux massif (comme devant le Cap d'Alprech et le Cap Gris-Nez) ou partiellement recouvert (devant Boulogne-sur-Mer) et sous forme de pointements rocheux disséminés (au large de Boulogne-sur-Mer). Les affleurements rocheux résultent de phénomènes d'érosion différentielle dans l'alternance des niveaux durs et tendres des terrains jurassiques

La couverture sédimentaire meuble, d'âge quaternaire, est composée à la base d'un **épandage de graviers et cailloutis** peu épais (quelques dizaines de centimètres à 1 m) couvrant le substratum rocheux. Ces sédiments sont constitués de débris terrigènes (silex et calcaires de taille) et biogènes (coquilles plus ou moins fragmentées). Leur taille varie entre 2 mm et 2 cm (graviers) ou supérieure à 2 cm (cailloutis). Les graviers et cailloutis apparaissent au milieu du détroit, entre les grands bancs sableux et au pied du talus littoral. Ils sont localement masqués par des taches ou des rubans sableux.

Les sables forment des **bancs sableux** appelés dunes hydrauliques, modelés en vagues de sable et mégarides, et des corps sableux périphériques tels que les rubans, les traînées ou les taches sur les cailloutis et graviers ou sur les affleurements rocheux ; les bordures des bancs sableux s'effilochent sous forme de vagues de sables puis de rubans sableux, dont la puissance diminue vers le détroit.
Le banc sableux le plus proche, la Bassure de Baas, passe à environ 3 km de la côte et forme une trouée au niveau de Boulogne-sur-Mer qui a permis d'y placer le chenal d'accès au port. La Bassure forme comme une barrière entre le domaine du large et la côte.

Les sables composent également le **talus littoral** qui prolonge la plage vers le large, en formant des bancs côtiers et des deltas au niveau des estuaires.
C'est dans la partie inférieures des plages et dans la partie supérieure du talus littoral (jusqu'à la profondeur -5 à -10 m CM) que l'on rencontre les sables les plus fins. Ces sables fins gris composent le banc côtier au nord du site portuaire (jusqu'à la vallée de la Slack à Ambleteuse) et sur tout le long de la côte au sud du site portuaire (digue Carnot).
La bande de sables fins gris s'interrompt au niveau de l'avancée du site portuaire sur la mer.

Les sables moyens dominent sur la partie inférieure du talus littoral et sur les plages. Ces sables moyens occupent une bande étroite devant les digues du port et au pied du banc côtier au Nord.
Ces sables moyens caractérisent les bancs sableux du large. Ces sables moyens s'étirent en rubans sableux surmontés de surmontés de mégarides de courte longueur d'onde sur les bordures des bancs sableux.

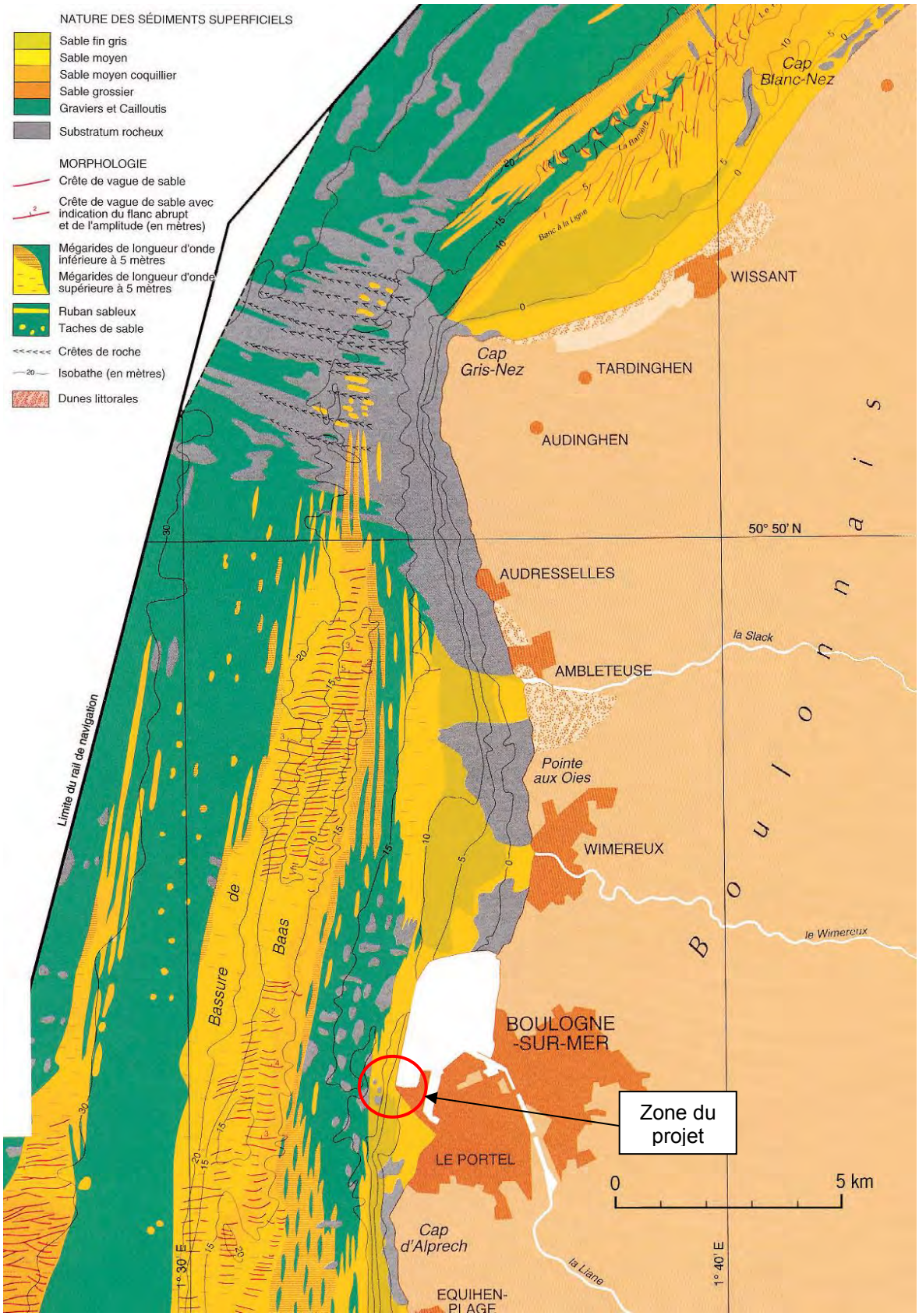


Figure 2-20. Extrait de la carte des formations superficielles du domaine marin côtier du Nord - Pas-de-Calais (Augris et al. 1995).

2.2.3.1.2. Rade de Boulogne-sur-Mer

La répartition des faciès sédimentaires dans l'enceinte portuaire met en évidence :

- le caractère envasé des sables des chenaux, zone d'échange entre le milieu marin ouvert et les bassins portuaires, d'une part, et zone de transit pour la vidange du site portuaire ;
- le faciès très fin et très envasé des zones calmes du fond de la rade et des bassins, ainsi que dans le bassin de retenue de la Liane (apport fluviaux) ;
- le caractère plus envasé de la partie Nord-Est de la rade, zone abritée, en liaison avec la plage intérieure de Boulogne-sur-Mer.

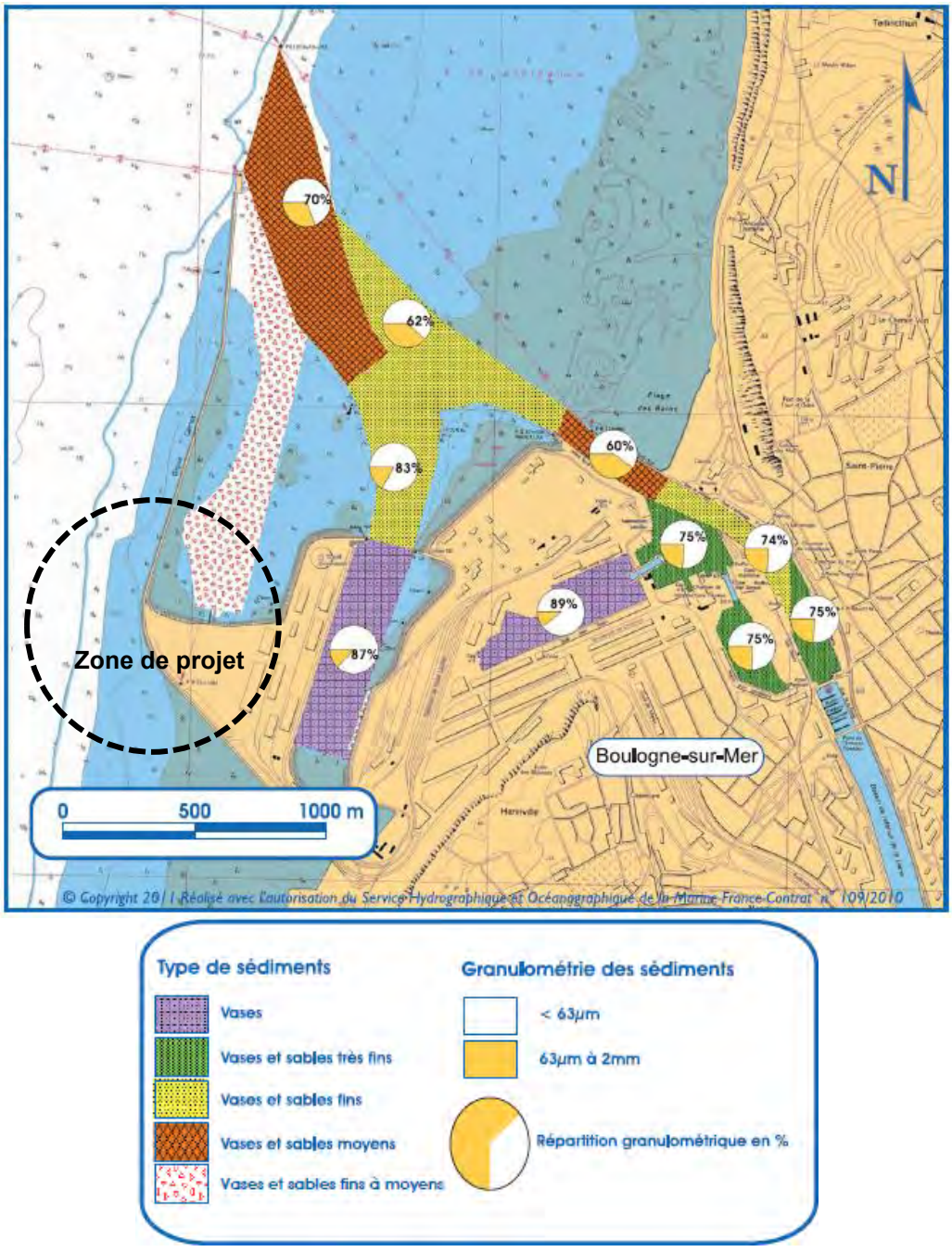


Figure 2-21. Répartition des sédiments sur le site portuaire de Boulogne-sur-Mer (CREOCEAN, 2010).

➔ Les sédiments au niveau de la future zone de rejet, bassin Ro-Ro, sont composés de vases, ainsi que de sables fins à moyens.

2.2.3.1.3. Au niveau du projet

La zone marine du projet se situe au pied de la digue Carnot, sur la bande de sables moyens à fins qui caractérisent le talus littoral. Ces sables recouvrent la formation de cailloutis et graviers qui caractérise les fonds plats des dépressions interbancs, c'est-à-dire les formations de base du détroit qui apparaissent entre les bancs sableux.

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer prend place dans la zone basse du débouché de la Liane, entre deux côtes rocheuses mais le prolongement des falaises affleure sous forme de pointements rocheux dans la dépression interbanc, entre la Bassure de Baas et la rade portuaire protégée par ses digues. A l'intérieur du site portuaire, les bassins présentent un caractère plus envasé que la rade.

Au sud immédiat de la zone projet, la plage de l'Hoverport-Le Portel est installée entre la falaise et la digue Carnot : elle est composée de sables moyens à fins, devenant plus envasés dans la partie la plus abritée.

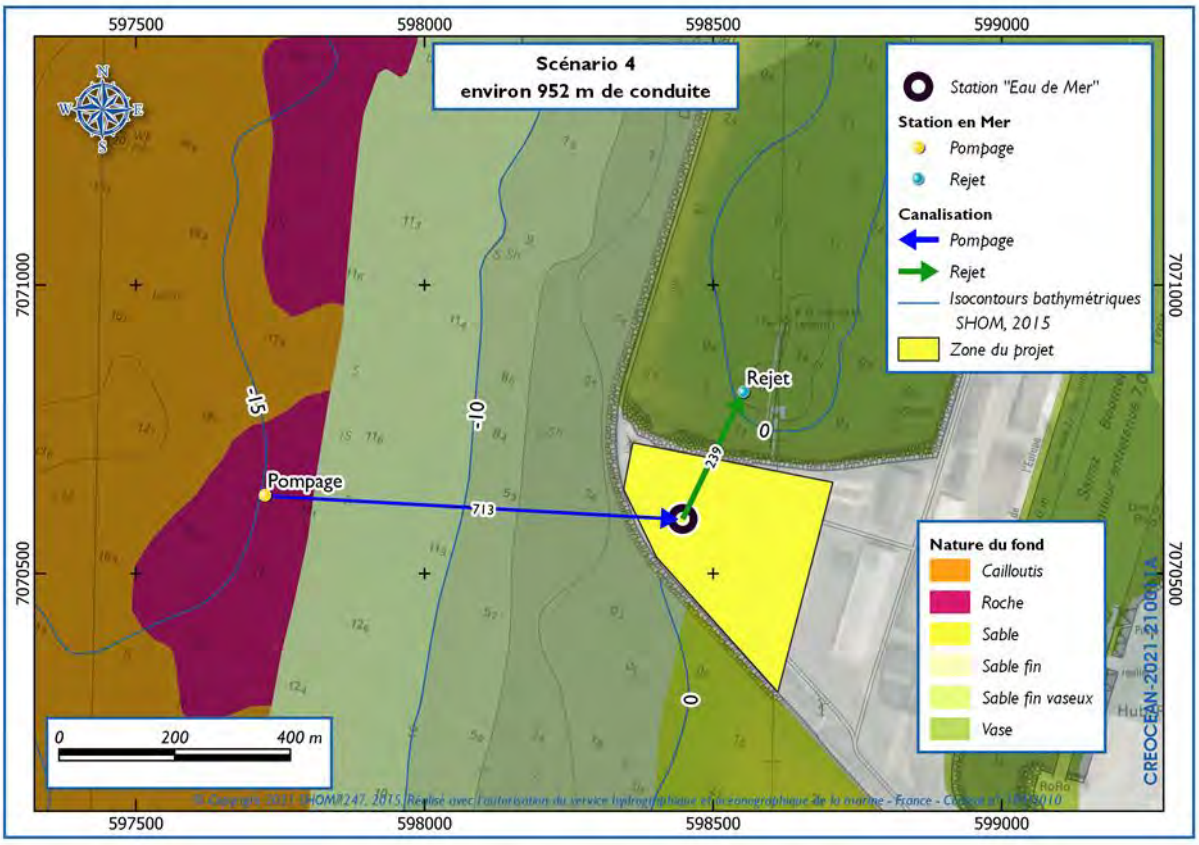


Figure 2-22. Nature des fonds au niveau de la zone d'implantation des conduites.

➔ Le point d'entrée de la conduite de pompage est localisé au niveau d'un pointement rocheux au large de la digue Carnot ; le point de rejet se fait au niveau des sédiments vaseux du bassin portuaire.

2.2.3.2. Dynamique sédimentaire

2.2.3.2.1. Déplacements sédimentaires en zone côtière

La dynamique sédimentaire côtière résulte d'une combinaison de facteurs sédimentaires (morphologie et nature de la côte, présence des grands bancs sableux du large) et l'action des agents hydrodynamiques (courants et houles) et de leur orientation à la côte.

Les courants de marée sont parallèles à la côte, avec une résultante qui porte vers la Mer du Nord. Ils sont à l'origine des figures sédimentaires observées sur les corps sableux. A mesure que l'on s'approche du littoral, l'action de la houle sur les sédiments devient prépondérante par rapport à celle des courants de marée, qui sont atténués par la morphologie côtière et les aménagements. La limite de la zone d'action des houles par rapport à la zone soumise aux seuls courants correspond à la base du talus littoral, au niveau de l'isobathe -10 m C.M. devant Boulogne-sur-Mer.

- **Bancs sableux du large**

Pour rappel historique, les graviers et cailloutis ainsi que les sables (bancs sableux) sont d'origine anté-flandrienne (18 000 ans avant notre ère), à l'époque où la mer était à 130 m au-dessous du niveau actuel. Les larges épandages de galets correspondent à des terrasses alluvionnaires anciennes. Les bancs sableux proviennent de cordons dunaires submergés et incomplètement démantelés, tandis que la ligne de rivage se déplaçait progressivement vers sa position actuelle. Ainsi, la mise en place de la Bassure de Baas débute vers 7.800 ans B.P[7]. et s'achève entre 2.000 et 500 ans B.P.
La morphologie de la terminaison des bancs sableux indique le sens du transit sédimentaire résultant qui est orienté de l'extrémité large et arrondie vers l'extrémité étroite et effilée : le transit sédimentaire résultant est orienté vers le Nord-Nord-Est, comme en témoigne la terminaison effilée de la Bassure de Baas vers le Nord. Sur les bordures du banc, la couverture sableuse est très mobile et sensibles aux courants de marée. Dans la dépression interbanc, seules les tempêtes sont capables de générer des courants suffisamment puissants pour remettre en mouvements les matériaux grossiers. Les épandages gravelo-caillouteux sont considérés comme stables.
➔La Bassure de Baas est parallèle à la côte et forme un écran entre les phénomènes hydrodynamiques du large et la côte. La dépression gravelo-caillouteuse devant la zone portuaire dépourvue de couverture sédimentaire où affleurements les pointements rocheux témoignent d'un fort hydrodynamisme (qui ne permet pas le dépôt de matériaux fins) sur les fonds de profondeurs supérieures à 10 m CM.

- **Transit littoral**

Il correspond au déplacement parallèle à la côte, dirigé vers le Nord engendré par les houles dominantes de Sud-Ouest qui parviennent obliques à la côte.
Le transit littoral domine la dynamique sédimentaire sur toute la côte au sud du cap d'Alprech et il est à l'origine de l'accumulation de sables sur la plage du Portel, stoppés par la digue Carnot.

- **Banc sableux côtier** au nord des digues de Boulogne-sur-Mer

Créé par la diminution du courant de flot dévié vers l'intérieur du port ou vers la côte, il s'est formé par accumulation de sables à l'abri des digues du site portuaire de Boulogne-sur-Mer, sous l'effet du transit sédimentaire résultant vers le Nord. L'élévation moyenne du corps sédimentaire sableux a été estimée de 1 cm/an, avec une direction de migration vers le Nord.

[7] B.P. = Before Present (avant notre ère).

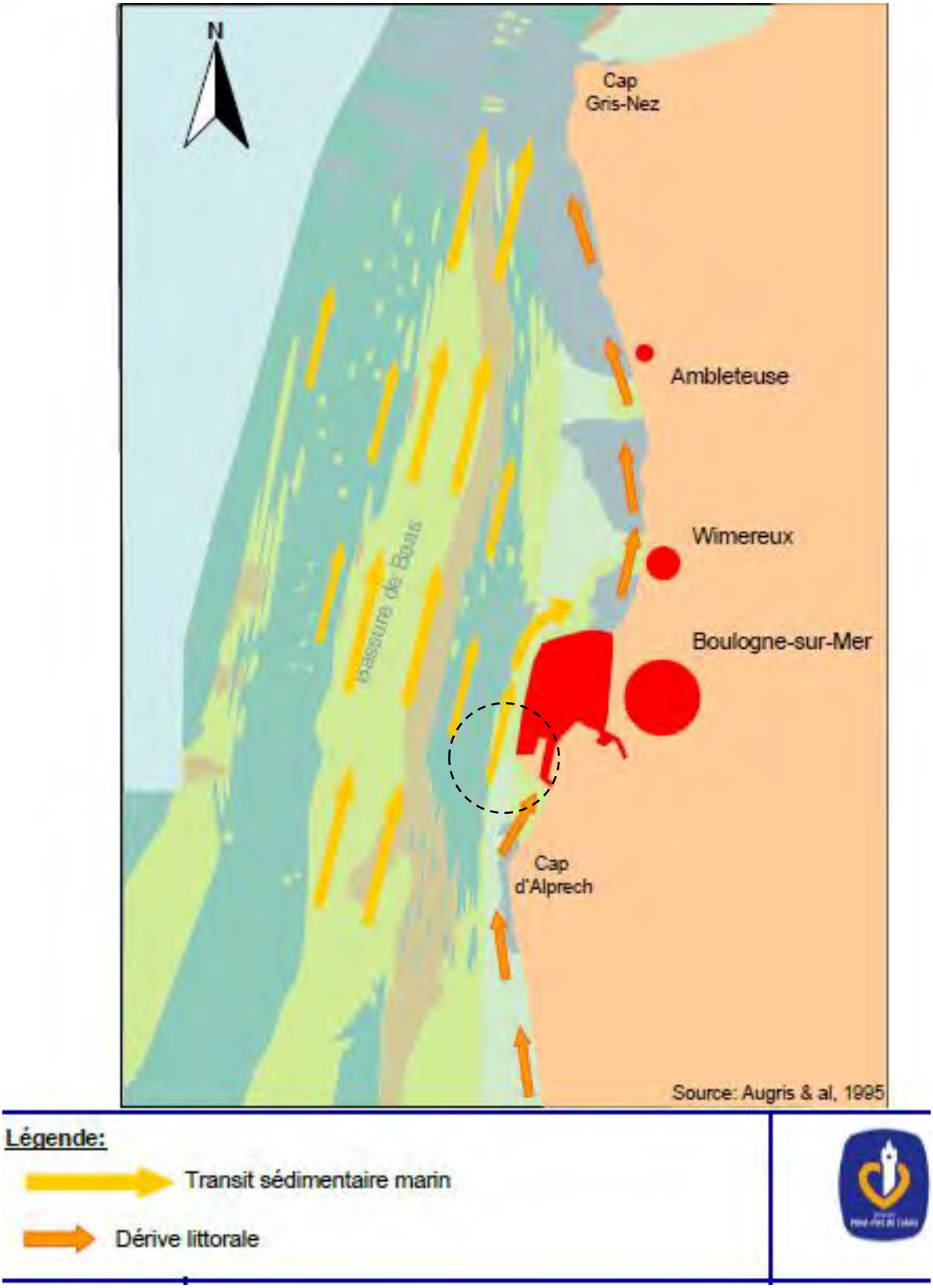


Figure 2-23. Dynamique sédimentaire côtière de la façade ouest du Pas-de-Calais (RNPC,2010).

2.2.3.2.2. Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer est implanté au débouché du fleuve Liane sur la Manche Orientale, sous cette double influence maritime et continentale. Ainsi, l'envasement du port provient essentiellement des apports continentaux-maritimes du fleuve côtier et des échanges Manche orientale et Mer du Nord, auxquels viennent s'ajouter les apports de la Liane et de son bassin versant.

L'ouverture du site portuaire sur la Manche orientale favorise les entrées sableuses marines qui viennent décanter dans la partie nord-est de la rade et vers la plage de Boulogne-sur-Mer, par faible profondeur. Les vases en suspension (apportées par le fleuve côtier) sont transportées jusqu'aux zones fermées du port intérieur et par le tourbillon créé à la pleine mer vers la zone semi-ouverte de la Darse Sarraz-Bournet (décantation sur les hauts-fonds et au fond de la darse). La part de la Liane se retrouve essentiellement piégée dans le port intérieur tandis que la rade et la Darse Sarraz-Bournet sont sous influence maritime dominante.

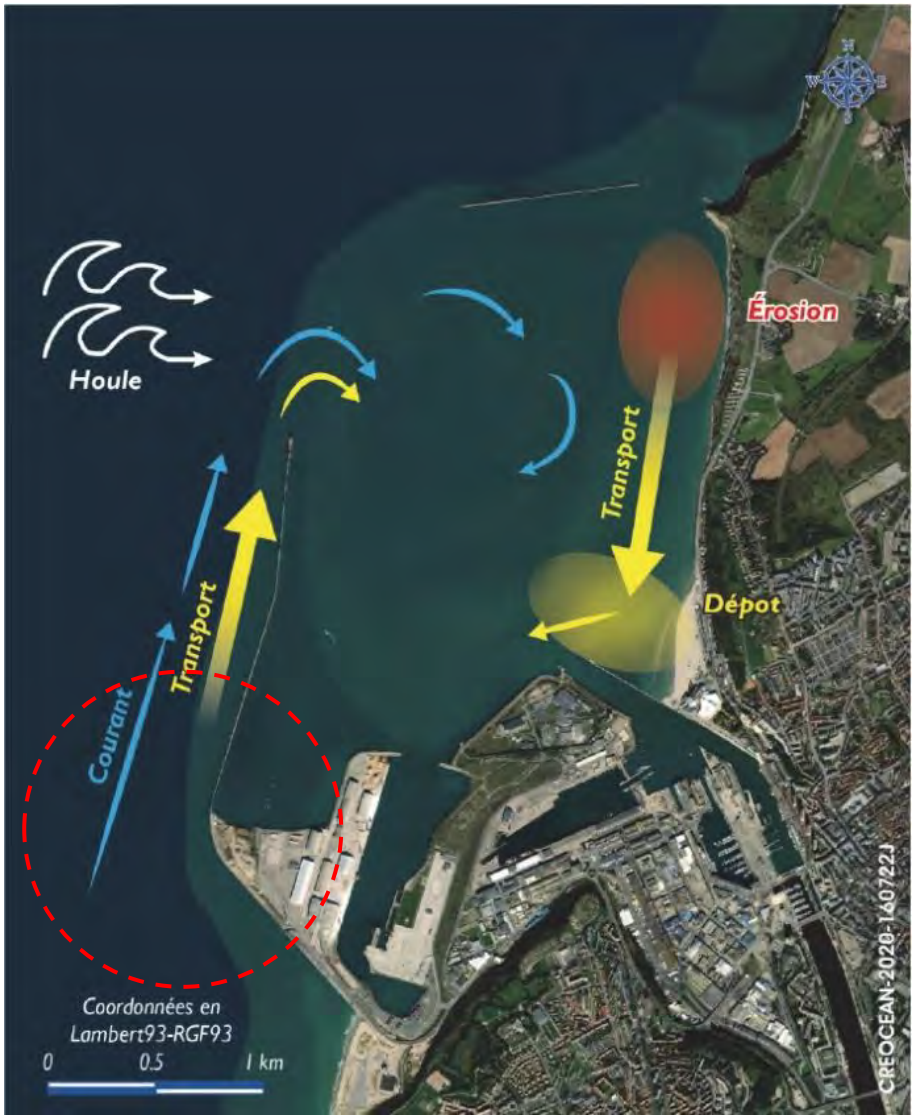


Figure 2-24. Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (CREOCEAN, 2020)

2.2.3.2.3. Au niveau de la zone projet

Le rôle de la digue Carnot, enracinée perpendiculairement à la falaise, se situe dans l'obstacle formé au transit littoral qui a conduit à la formation de la plage de l'Hoverport (Le Portel). Cette plage s'appuie sur la moitié du linéaire de la digue.

Le changement d'orientation de la digue Carnot, devenant parallèle à la côte et implantée sur le talus littoral, contribue à canaliser les courants et les transports sédimentaire en pied de digue. Soumise aux courants de marée alternatifs, le transport sédimentaire résultant est dirigé vers le Nord.

En pied de talus, le transport sédimentaire résultant est dirigé vers le Nord, contribuant à la formation de la bande de sables moyens qui recouvre les épandages gravelo-caillouteux à l'Est de la Bassure de Baas et les affleurements rocheux, prolongement des côtes rocheuses.

La modélisation du fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (CREOCEAN, 2020) souligne :

- le flux résiduel dirigé vers le Nord le long de la digue Carnot, sur son versant extérieur, dans le sens du flot ;
- en conditions de houle d'Ouest-Sud-Ouest, le flux sableux transite le long de la digue Carnot et pénètre dans la rade ;
- en conditions de houle de Nord-Nord-Est, le flux sableux le long de la digue vient s'opposer au flux sortant du port (courant de vidange), provoquant le dépôt de sable contre la digue.
- Les vases en suspension (apportées par les courants marins depuis la baie de Somme notamment via le fleuve côtier) sont transportées par le tourbillon créé à la pleine mer vers la zone semi-ouverte du bassin Ro-Ro, au sein de laquelle sera implantée la future conduite de rejet.

Synthèse sur la dynamique sédimentaire

La **répartition sédimentaire** de la zone d'étude est caractérisée par un prisme littoral sableux (fins et moyens) reposant sur le substratum rocheux affleurant devant Boulogne-sur-Mer, en prolongement de la côte à falaises marno-calcaires du Boulonnais. La digue Carnot s'avançant sur la mer et enracinée perpendiculairement à la falaise a contribué à la formation de la plage sableuse du Portel -Hoverport, en bloquant le transit littoral en provenance du Sud.

La **dynamique sédimentaire** de la zone du projet côtière, est régie par un transit littoral dirigé vers le Nord, induit par les houles venant du Sud-Ouest arrivant obliques à la côte. Devant Boulogne-sur-Mer, il n'y a pas d'échanges sédimentaires entre la bande côtière et la Bassure de Baas (faisant partie des bancs du large).
La dynamique sédimentaire au sein du bassin portuaire (conduite de rejet) est faible avec un hydrodynamisme n'excédant pas les 0.1 m/s. Les sédiments les plus fins sont transportés depuis la mer vers le bassin, et s'accumulent au fond du bassin.

Au niveau de la zone de la conduite de prélèvement d'eau, le rôle de la **digue Carnot** est essentiel dans la canalisation et l'accélération des courants de flot, au large et devant la plage de l'Hoverport, contournant la digue ; au jusant, la digue éloigne le flux de la plage.

Au sein de ce secteur artificialisé, les enjeux relatifs à la répartition sédimentaire sont faibles et les enjeux liés à la dynamique sédimentaire (dérive littorale) sont moyens (plages et protection en pied d'ouvrage). Toutefois, au regard de l'emprise du projet et des modalités de mise en place (microtunnelier), la sensibilité de ce compartiment au projet reste faible à nulle (site portuaire).

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Contexte et dynamique sédimentaire		
Répartition de la couverture sédimentaire	Faible	Faible
Substratum rocheux et falaises	Faible	Faible
Déplacements sédimentaires en zone côtière	Moyenne	Faible
Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire (port extérieur et chenaux)	Faible	Nulle

2.2.4. Risques naturels et technologiques

Les risques répertoriés sur la commune de Boulogne-sur-Mer sont :
- Inondation
- Rupture de barrage
- Mouvement de terrain
- Séisme
- Risque industriel
- Transport de marchandises dangereuses

Les risques associés à la rupture de barrage, aux mouvements de terrain, au séisme, au risque industriel, et au transport ne sont pas concernés par le projet pour sa partie marine.
Il n'y a pas de TIM (Dossier de transmission des informations au maire), ni de DICRIM (Document d'Information Communal des populations sur les Risques Majeurs) ni de PCS (Plan Communal de Sauvegarde) notifiés par le maire.

2.2.4.1. Submersion marine

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière sous l'effet de sévères conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques (fort coefficient).

Un Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) a été prescrit le 13 septembre 2011 sur plusieurs communes entre Dannes et Wissant, dont Boulogne-sur-Mer. La cartographie de l'aléa par le bureau d'étude DHI, validée par la DREAL en 2013, montre que la commune de Boulogne-sur-Mer n'est pas soumise à l'aléa de submersion marine.
Considérant qu'il était nécessaire de définir plus précisément la typologie des risques traités par le plan de prévention des risques littoraux du Boulonnais ainsi que son aire d'étude, le PPRL par submersion marine du secteur du Boulonnais prescrit le 13 mai 2016 a été approuvé le 24 juillet 2018, concernant les communes de Ambleteuse, Audinghen, Audresselles, Tardinghen, Wimereux, Wimille et Wissant. La commune de Boulogne-sur-Mer n'est pas concernée.

Les tempêtes de période de retour 10 ans (type tempête GODEHART, 2013 – coefficient de marée de 101) à Boulogne-sur-Mer montent le niveau du plan d'eau à +10.00 m CM dans le port : il n'y a pas de risque de débordement vers le terre-plein à +10.90 m CM par le bassin Ro-Ro Carnot.

La zone du projet est protégée par un muret à la hauteur +14.80 m CM (dans l'arrondi de la digue) à +15.75 m CM (devant le terre-plein) ; le plan d'eau pour les marées de vives-eaux moyennes (coefficient de marée de 95) est à +8.90 m CM et atteint +9.40 m CM pour les marées de vives-eaux exceptionnelles (VEE, coefficient de marée de 120). Les vagues générées par les tempêtes d'Ouest-Sud-Ouest de période de retour annuelle peuvent atteindre 2 m (devant le cavalier Carnot) à 4 m à l'angle de la digue (données modélisation), avec une surcote maximale de 0.48 m (donnée SHOM). La hauteur du muret semble suffisante pour éviter le franchissement vers le terre-plein. Cependant, à titre d'expert, il n'est pas exclu que la zone reste sujette aux franchissements par paquets d'eau, actuellement limités par la présence du remblai.

2.2.4.2. Erosion côte à falaise

Un Plan de Prévention des Risques « Mouvements de Terrain – Recul du trait de côte et de falaises - Littoral côtes à falaises » a été approuvé le 22 octobre 2007 : Plan de Prévention des Risques Littoraux liés à l'évolution des Falaises entre Equihen-Plage et Sangatte.

Les falaises littorales du Pas-de-Calais présentent des phénomènes d'instabilité qui se traduisent par un recul lent mais continu du trait de côte et par la destruction des ouvrages qui y sont localisés. Ces risques sont localisés sur un linéaire d'une quarantaine de kilomètres entre Sangatte au Nord et Equihen-Plage au Sud. Plusieurs facteurs sont en cause : les facteurs météorologiques (vent, pluie, températures), les facteurs marins, les facteurs anthropiques, la géologie du site, les secousses sismiques et l'hydrogéologie... Les mouvements sont de différents types : chutes de pierres et de blocs, éboulements, écroulements, glissements et coulées ; seul le risque « recul du trait de côte » a fait l'objet du PPRL.

L'emprise du PPRL inclut les communes de Boulogne-sur-Mer et du Portel : les secteurs impliqués concernent notamment la falaise de Châtillon/ Le Portel au Sud. **Le site portuaire**, installé dans la zone basse de l'ancienne vallée de la Liane, fait partie des terrains présumés **hors de portée du recul des éboulements et glissements de falaises** : ceci inclut la zone du projet contre la digue Carnot.

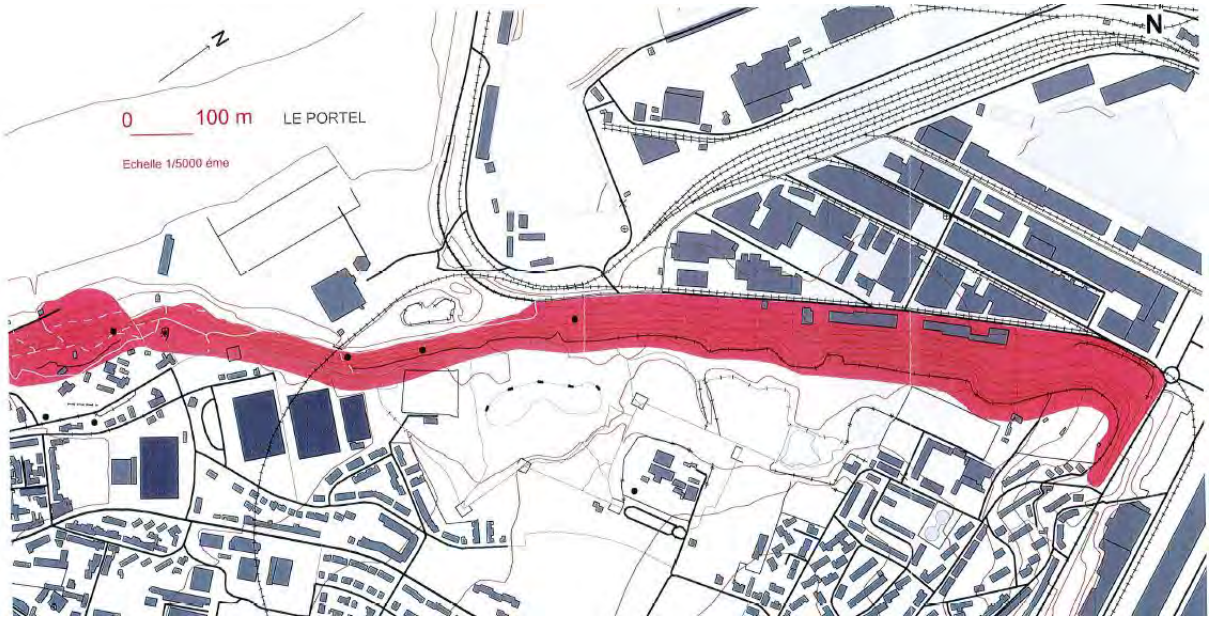


Figure 2-25. Extrait du zonage PPRL Falaises (2007) en cours de validité. Zone rouge : inconstructible.

Les enjeux liés au risque d'érosion des falaises au niveau de la zone projet sont nuls.
Les risques de submersion marine par remontée du niveau d'eau sont nuls sur la zone portuaire mais le risque de franchissement par paquets de mer existe au niveau de la digue Carnot ; la hauteur de la digue est plus élevée au niveau des terre-pleins et de la zone d'implantation à terre, et semble actuellement protéger la zone projet.
Au vu de l'emprise marine du projet, il n'y a pas de risque d'aggravation du risque : la sensibilité au projet est nulle à faible (franchissement par paquets de mer).

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Risques naturels		
Submersion marine (franchissement par paquet de mer)	Moyenne	Faible
Érosion côte à falaise	Moyenne	Nulle

2.2.5. Synthèse des enjeux sur le milieu physique

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Contexte géomorphologique et bathymétrique		
Côte du Boulonnais (falaises et plages)	Moyenne	Nulle
Site portuaire	Nul	Nulle
Contexte hydrologique et hydrodynamique		
Circulation de marée	Faible	Nulle
Agitation et propagation des houles	Faible	Nulle
Masses d'eau côtière	Faible	Nulle
Liane (physique)	Faible	Nulle
Masses d'eau souterraine	Faible	Faible
Contexte sédimentologique et dynamique sédimentaire		
Répartition de la couverture sédimentaire	Faible	Faible
Substratum rocheux et falaises	Faible	Faible
Déplacements sédimentaires en zone côtière	Moyenne	Faible
Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire (port extérieur et chenaux)	Faible	Nulle
Risques naturels		
Submersion marine (franchissement par paquets de mer)	Moyenne	Faible
Érosion côte à falaise	Moyenne	Nulle

➔ L'emprise physique du projet réduit la sensibilité physique de la masse d'eau. De plus, la mise en place de la conduite de pompage par la technique du microtunnelier, et le choix de la conduite de rejet dans le bassin portuaire, permettent de réduire l'emprise au sol et de réduire encore la sensibilité physique de la masse d'eau.
➔ La côte à falaise et son platier représentent un enjeu important mais la position et l'emprise du projet dans la zone basse du port en diminue la sensibilité.
➔ La présence de la digue Carnot artificialisant et modifiant le trait de côte contribue à élever la sensibilité du site mais isole le site portuaire du projet marin.

2.3. Milieu naturel

2.3.1. Peuplements benthiques

2.3.1.1. Zone côtière

La carte des peuplements macrobenthiques en Manche orientale harmonisée avec la typologie EUNIS (**Figure 2-26**) met en évidence que les peuplements de Manche-Est sont représentés pour les trois-quarts par des peuplements de sable et de cailloutis, qui offrent une possibilité de microhabitats présentant une forte densité (Foveau, 2009).

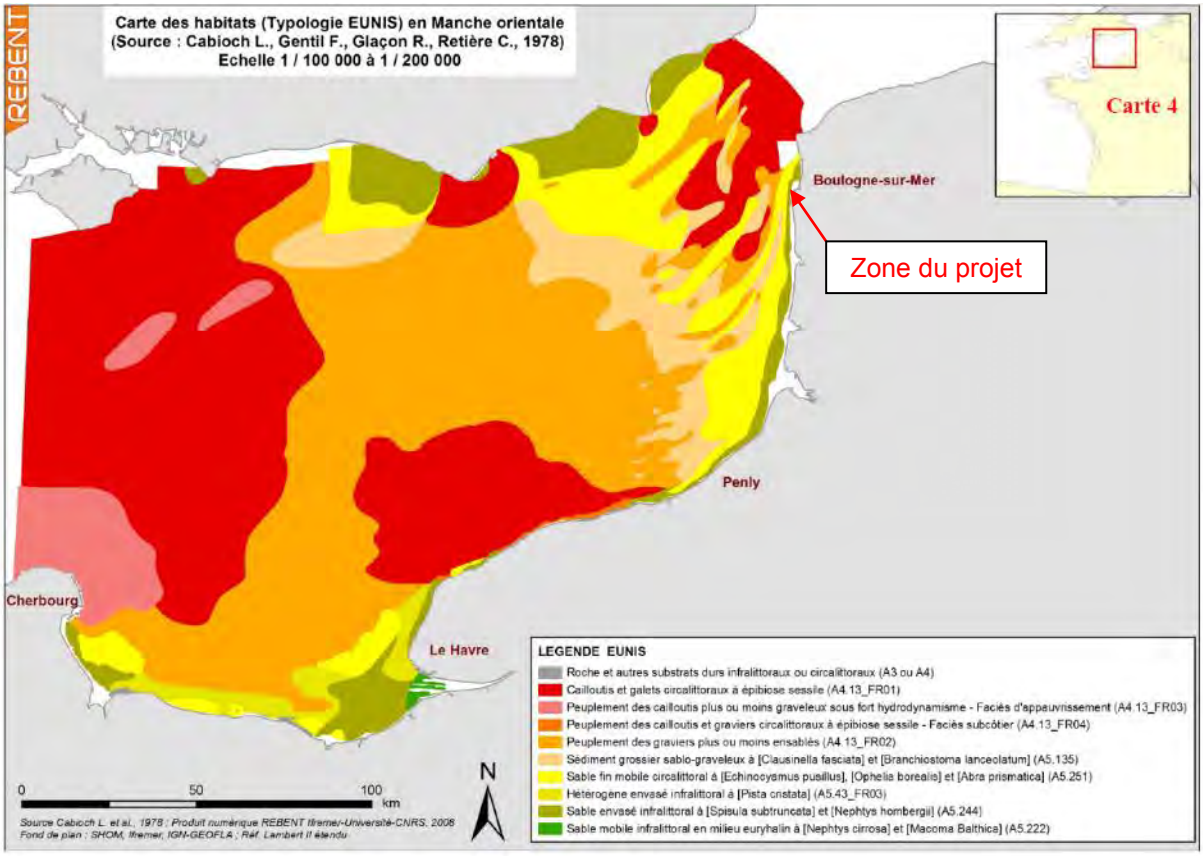


Figure 2-26. Carte de répartition des peuplements macrobenthiques dans le détroit du Pas-de-Calais (réseau REBENT, 2011 d'après Cabioch L., Gentil F., Glaçon R., Retière C., 1978).

Une autre cartographie, a été réalisée en 2004 d'après la carte de Cabioch, et Glaçon, publiée en 1975. Cette carte est présentée en **Figure 2-27**.

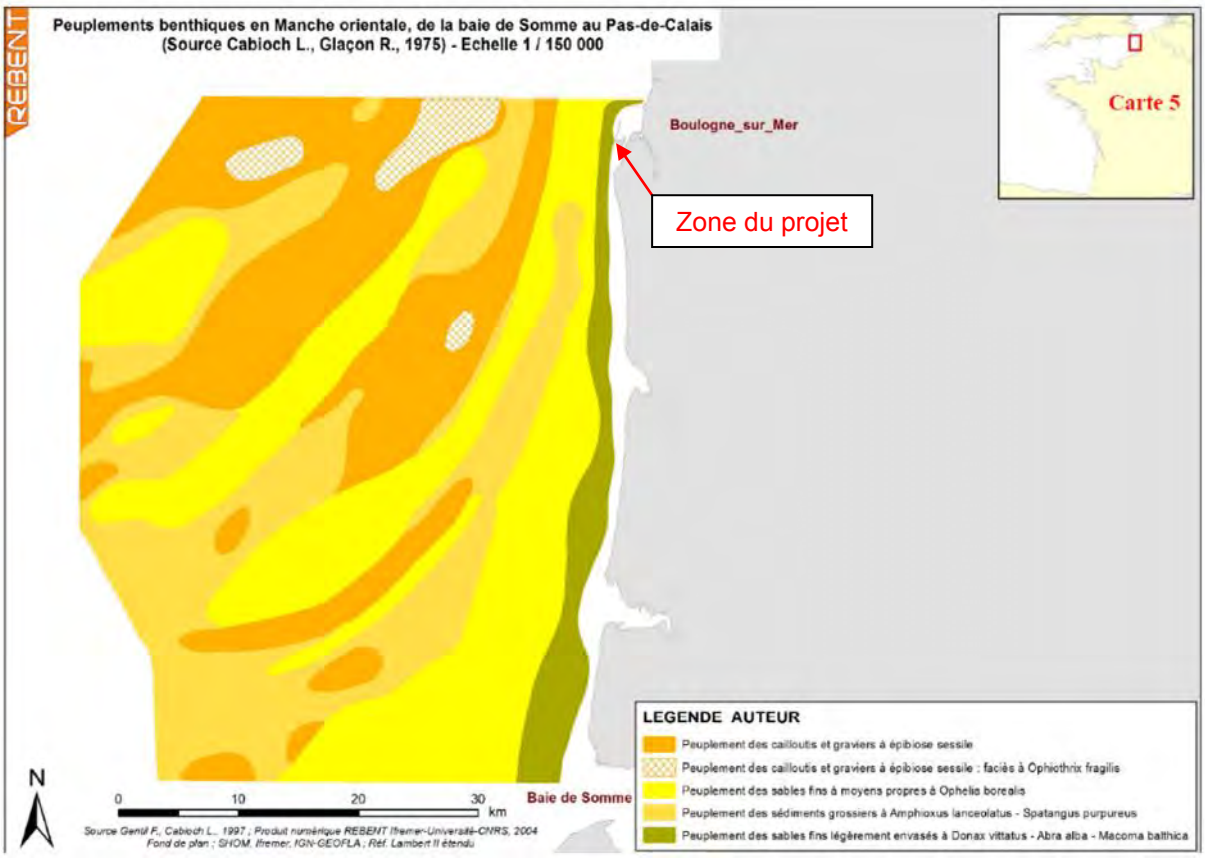


Figure 2-27. Peuplements benthiques en Manche orientale, de la baie de Somme au Pas-de-Calais (Réseau REBENT, 2011, d'après Cabioch L., Glaçon R., 1975)

Les quatre différents peuplements principaux au large de Boulogne-sur-Mer peuvent être caractérisés comme suit :

- **Le peuplement des sédiments grossiers à *Amphioxus lanceolatus*** (*Branchiostoma lanceolatum*) est un peuplement sur gravier composé d'une quinzaine d'espèces dont un invertébré marin ressemblant à un petit poisson (*Branchiostoma*) et un oursin (le Spatangue violet). C'est le peuplement le plus pauvre que l'on puisse rencontrer localement. Ce peuplement est situé au large de la zone du projet en alternance entre les bancs de sable moyen propre ou les peuplements de cailloutis à épibiose sessile.

- **Le peuplement des cailloutis à épibiose sessile** dans les zones à forts courants au large de la zone d'étude. Le substrat est composé de cailloutis et graviers lithoclastiques. L'épifaune sessile est abondante et diversifiée, principalement représentée par des Spongiaires (*Haliclona oculata*), Cnidaires (*Alcyonium digitatum, Urticina felina, Sertularia cupressima et Halecium halecinum*), Bryozoaires (*Schzomavella auriculata, Disporella hispida, Electra pilosa, Reptadeonella violacea et Microporella ciliata*). L'épifaune vagile, très abondante, est dominée par des Echinodermes (*Ophiothrix fragilis, Asterias rubens et Psammechinus miliaris)* et des Crustacés décapodes (*Liocarcinus hosatus et Crangon crangon*).
  Deux types de régimes alimentaires sont majoritairement représentés : les suspensivores* (52%) et les carnivores (42,7%). Les densités et les biomasses sont variables selon l'abondance d'*Ophiothrix fragilis*.

- **Le peuplement des sables fins à moyens à propres à *Ophelia borealis***, est établi sur des bancs de sable tout le long de la baie de Somme au Pas-de-Calais. On y trouve des vers marins comme *Ophelia borealis*, des crustacés, l'oursin des sables. Les espèces dominantes sont mobiles et fouisseuses : *Echinocardium cordatum* (oursin des sables), les annélides *Nephtys*

cirrosa, Magelona mirabilis, Nerine bonnieri et l'amphipode *Urothoe brevicornis. L*e peuplement est situé plus au large et présente des densités faibles d'individus. Deux types de régimes alimentaires sont représentés : carnivores (70,8%) et déposivores (29,2%). Ce peuplement est relativement pauvre : la densité varie de 106 à 224 individus/m^2 (162 individus/m^2 en moyenne) et la biomasse moyenne est de 1,16 g/m^2. L'homogénéité du sédiment traduit une uniformité de l'habitat et explique en partie la faiblesse de la diversité spécifique.

- **Le peuplement des sables fins envasés à *Abra alba*** d'une richesse élevée en espèces est caractérisé par des bivalves dont *Abra alba* et des tellines… C'est la communauté de Manche orientale et sud mer du Nord qui comporte la sédimentation la plus fine. Localisée le long de la zone côtière dans les baies et les estuaires, elle est toujours établie sur un sédiment largement dominé (>60%) par les sables fins et comportant une fraction pélitique variant de 1 à 30%. Associés à ce sédiment, on retrouve principalement des bivalves *Abra alba, Tellina fabula* et *Mysella bidentata*, les polychètes *Lanice conchilega, Pectinaria koreni, Nephtys hombergi, Owenia fusiformis* et *Phyllodoce mucosa* et l'échinoderme *Ophiura ophiura*. Une dernière espèce vient cependant s'ajouter à ce cortège, arrivé de la côte atlantique des états unis, le bivalve *Ensis directus* est apparu pour la première fois en 1991 et fait maintenant partie intégrante du cortège spécifique caractéristique. Cette communauté présente de grandes fluctuations d'une année sur l'autre. Fluctuations qui vont concerner une dizaine d'espèces représentant plus de 95% de la densité et la biomasse. Elles vont prédominer l'une après l'autre au hasard de leur recrutement respectif. La densité moyenne est aux alentours de 3 000 ind/m^2 avec une biomasse de 30 à 60g/m^2 mais peut atteindre 30 000 ind/m^2 et 250 g/m^2 pendant les périodes de recrutement.

2.3.1.2. Zone projet

La région marine comprise entre le parallèle de l'estuaire de la Somme et le détroit du Pas-de-Calais est marquée par la présence de grands corps sableux de formation ancienne, séparés par des dépressions tapissées de dépôts plus grossiers. Ces bancs de sable occupent des positions permanentes et connues ; ce sont, de la côte vers le large : Battur, la Bassure de Bas, le Vergoyer, la Bassurelle. Les courants de marée se renforcent du Sud-Ouest au Nord-Est vers le Pas-de-Calais, pour atteindre 3 nœuds dans la région de Boulogne.

➔ La zone d'implantation de la conduite de pompage et de son exutoire se situe sur les fonds caractérisés par la communauté des sables fins envasés à *Abra alba*.

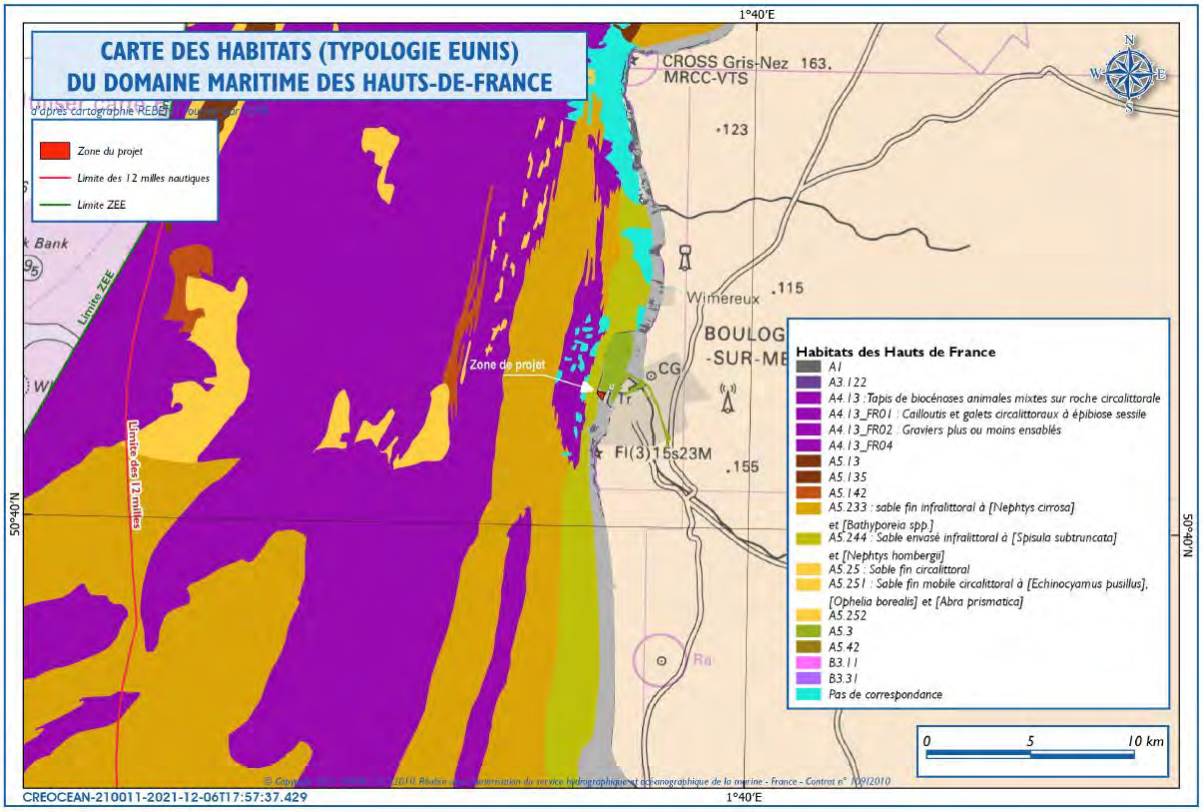


Figure 2-28. Cartographie des habitats (typologie Eunis) des hauts-de-France (Réseau REBENT, 2011 ; OFB).

2.3.1.3. Zone portuaire

Le suivi biosédimentaire de 2020 de l'ensemble des chenaux et bassins portuaires, dans le cadre des mesures environnementales des dragages d'entretien portuaires (Région HDF. CREOCEAN, 2021), permet de caractériser les fonds de la zone portuaire.
Les caractéristiques écologiques sont les suivantes :

- Au total, sur l'ensemble du site portuaire, 58 taxons différents de macrofaune benthique ont été identifiés :
  - Annélides polychètes : 25 espèces,
  - Némertes : 1
  - Mollusques Bivalves : 8 espèces,
  - Mollusques Gastéropodes : 2 espèces,
  - Crustacés Amphipodes : 3 espèces,
  - Crustacés Isopodes : 1 espèce,
  - Crustacés Décapodes : 8 espèces,
  - Crustacés Cumacés: 3 espèces,
  - Crustacés Lophogastridés: 1 espèce,
  - Echinodermes : 2 espèces,
  - Cnidaires : 4 espèces,
  - Ascidies : 2 espèces.
- Globalement, la richesse spécifique est plutôt faible et en moyenne de 6 ± 7 (moyenne ± écart-type) espèces. Six stations sont azoïques, 3 sont caractérisées par la présence d'une seule espèce et 3 autres de deux espèces. La distribution de la richesse spécifique met en évidence un gradient d'appauvrissement entre l'entrée du port et la rade vers les bassins.
  Au niveau de la station la plus proche du future point de rejet (station11, Figure 2-29), la richesse spécifique est de 10 espèces ;

- L'abondance moyenne de l'ensemble des prélèvements est faible et de 127 ± 277 ind.0,5 m^2. Comme l'indique l'écart-type très élevé et supérieur à la moyenne, de très fortes disparités de densités peuvent être observées. Les abondances les plus importantes sont localisées dans la rade : le chenal Ro-Ro, le long de la digue Carnot et dans le chenal de la rade. Au niveau de la station 11, l'abondance est de 370 ind.0,5 m^2 avec une dominance du bivalve *Cerastoderma edule.*
- La biomasse moyenne de l'ensemble des stations est faible et très variable : elle s'élève à 2,50±6,59 gPSLC.0,5 m^{-2}. Comme pour l'abondance, l'écart-type très élevé et supérieur à la moyenne indique que la biomasse présente de très fortes disparités entre stations. On retrouve pour les biomasses le même schéma de distribution que pour l'abondance. Au niveau de la station 11, celle la plus proche du point de rejet, la biomasse est importante en raison de la présence du mollusque bivalve *Cerastoderma edule* (espèce à forte biomasse).

En ce qui concerne les résultats relatifs à l'état écologique, les stations les plus au Nord de la zone portuaire apparaissent en état "bon" à "très bon", tandis que les stations les plus internes sont caractérisées par un état "pauvre" voire majoritairement "mauvais". La station B11 la plus proche de la future zone de la conduite de rejet présente un état écologique évalué comme pauvre.

Figure 2-29. Etat écologique des stations récoltées en 2020, d'après le M-AMBI (CREOCEAN, 2021).

Au regard des caractéristiques sédimentaires et faunistiques, 3 groupes de stations peuvent être distingués, en cohérence avec le précédent suivi réalisé en 2014 (CREOCEAN, 2015) :

- dans la rade : sables intertidaux fins à moyens propres dont la faune est dominée par les polychètes *Nephtys cirrosa* et *Magelona johnstoni* (habitat EUNIS A2.23 "Polychaete/Amphipod-dominated fine sand shores" mais en faciès appauvri,
- dans les chenaux à fort hydrodynamisme : faciès très vaseux de la communauté des sables fins envasés à *Abra alba*, c'est-à-dire d'une communauté intermédiaire entre la communauté des sables fins envasés à *Abra alba* (habitat EUNIS A5.331) et la communauté des vases à *Capitella capitata-Malacoceros fuliginosus* (habitat EUNIS A5.336),
- dans les zones fermées à semi-ouvertes, à faible hydrodynamisme (darse et bassins du port intérieur) : *faciès* fin très envasé caractérisés par la présence de l'Annélide Polychète *Capitella capitata*, espèce de type opportuniste déposivore de subsurface, et appartenant à la communauté des vases à *Capitella capitata-Malacoceros fuliginosus* typique des zones portuaires (Hily, 1985) de l'habitat EUNIS A5.336 '*Capitella capitata* in enriched sublittoral muddy sediments'.

➔ A proximité du terre-plein de l'ancien poste Ro-Ro, future zone de rejet, les bassins portuaires présentent un faciès de sédiments fins envasés, caractérisés par la présence du mollusque bivalve *Cerastoderma edule,* des polychètes *Nephtys cirrosa* et *Magelona johnstoni sur les bancs et* de l'Annélide Polychète *Capitella capitata* dans les chenaux.

La rade représente le secteur le plus riche de la zone portuaire. Cependant, dans la darse Sarraz Bournet (zone régulièrement draguée) et sur les bancs sableux à proximité de la zone de projet, l'état écologique des stations proches représente un peuplement appauvri typique des zones portuaires envasées.
➔ **La zone portuaire** à proximité du projet ne présente pas d'intérêt écologique, l'enjeu peut être considéré comme faible, voire négligeable. La sensibilité du compartiment benthique au projet est estimée comme moyenne en raison de l'emprise et des changements qui pourraient être apportés.

Au niveau de la zone côtière, le peuplement benthique est celui des sables fins envasés à *Abra alba,* possédant une richesse spécifique élevée. Il s'agit d'un peuplement caractéristique de la Manche et présent sur de grandes surfaces sur l'ensemble de la façade Manche – Mer du Nord.
➔ **La zone côtière** à proximité du projet présente un intérêt écologique ; de par sa représentativité à l'échelle de la façade, l'enjeu est jugé moyen. La sensibilité du compartiment benthique au projet est estimée comme faible, en raison de la très faible emprise (exutoire) et des changements qui pourraient être apportés au peuplement en place.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Communautés benthiques et habitats		
Peuplements benthiques - portuaire	**Faible**	**Moyenne**
Peuplements benthiques - côtier	**Moyen**	**Faible**

2.3.2. Ichtyofaune

2.3.2.1. Zone côtière

Comme l'indique le plan de gestion du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale, le bassin de la Manche orientale comprend une grande diversité de poissons, osseux ou cartilagineux (requins, raies…), soit plus de cent espèces qui fréquentent ces eaux durant tout leur cycle de vie ou simplement pour un des stades de leur développement.

La diversité des espèces observées à proximité de la zone d'étude est liée à celle des habitats marins, à la grande étendue d'habitats côtiers et à la proximité de deux mers (Manche et Mer du Nord) qui permet de nombreux échanges d'individus et à la présence de milieux estuariens. Certains de ces poissons sont strictement marins, d'autres ont besoin d'un séjour en eau douce ou saumâtre pour compléter leur cycle de vie ; ce sont les amphihalins. Ces espèces telles que l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla),* la Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*) et la Truite de mer (*Salmo trutta trutta*) sont présentes au niveau des estuaires tels que celui de la Liane.

Les communautés halieutiques présentes varient en fonction de la saison :

- au printemps : le Bar commun, le Lieu jaune, le Cabillaud, le Mulet et la Sole commune,
- à la fin du printemps et en été : la Dorade grise, le Rouget grondin, la Limande, le Maquereau et le Turbot,
- en automne et en hiver : le Rouget barbet de roche, le Hareng et la Plie,
- de janvier à juillet : les roussettes et les raies sont surtout présentes.

2.3.2.2. Nourricerie côtière

Les zones côtières peu profondes et les estuaires de la Manche orientale sont d'importantes zones de **nourriceries** pour de nombreuses espèces de poissons (Amara, 2002). Ces nourriceries constituent un continuum tout au long du littoral, soutenu par la productivité des zones estuariennes. Le nombre d'espèces de poissons recensées est de 80 dans les zones côtières peu profondes et de 50 dans les estuaires (Amara *et al.* 2011). La majorité des individus sont des juvéniles, ce qui montre la fonctionnalité écologique et en particulier halieutique (zones de nourriceries) des écosystèmes côtiers de la Manche orientale.

Une étude de la nourricerie littorale des poissons nectobenthiques le long du Pas-de-Calais (SAFRAN, 1987) a mis en évidence une grande homogénéité de la nourricerie littorale, dans laquelle s'individualise cependant la rade de Boulogne-sur-Mer. En effet, la zone portuaire de Boulogne-sur-Mer semble constituer un endroit privilégié en biomasse pour une diversité équivalente par rapport aux aires nourricières Nord et Sud, en raison de la protection offerte par les digues.

Les espèces rencontrées sont la plie (population dominante du peuplement portuaire), accompagnée par la sole, la limande, le gobie, le callionyme, la souris ainsi que le sprat et le hareng en période hivernale. Le renouvellement saisonnier en population dominante est constitué par la plie et le sprat en février, progressivement remplacés par la sole printanière ; la plie domine de nouveau en été et cède la place à la limande automnale.

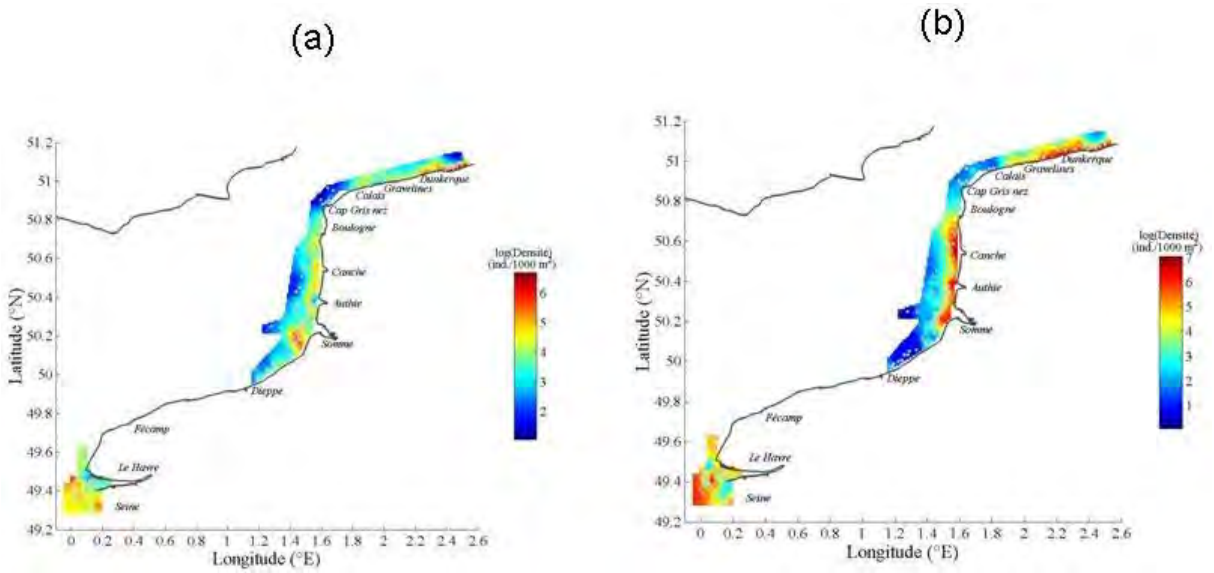


Figure 2-30. Localisation des zones de nourricerie de poisson (a) et de la crevette grise (b) en Manche orientale (Amara et al. 2001).

Parmi les autres espèces identifiées, la présence de la raie, de l'anguille et du merlan est également avérée en été, ainsi que du hareng, de la morue, du flet et du bar en hiver. Sur l'ensemble de la nourricerie (hors site portuaire de Boulogne-sur-Mer), les 4 populations dominantes ou « structurantes » du peuplement sont (par ordre d'importance décroissante) : la limande, le callionyme, le gobie et la plie. Les 4 populations « accompagnatrices » sont (par ordre d'importance décroissante) : la sole, le sprat, la souris et le petit tacaud.

Les remplacements successifs en espèces principales sont les suivants : les espèces hivernales sont le sprat (dans le Sud) et la plie de février, accompagnées par la limande, le gobie, le flet et le hareng. Puis apparaissent progressivement la souris, le grondin et les tacauds. La sole apparaît au printemps et domine en été, associée à la limande (au large) et les callionymes associés aux gobies (à la côte), qui deviennent dominants en automne.

Les côtes rocheuses du Cap Gris-Nez et Boulogne-sur-Mer sont beaucoup moins riches que les autres zones du littoral de type estuaires ouverts (Canche, Authie et Somme). De plus, l'artificialisation du site de Boulogne-sur-Mer (estuaire de la Liane anthropisé et zone portuaire) contribue peu aux nourriceries côtières. Cependant, la rade et les bassins portuaires présentent un intérêt pour les juvéniles (zone abritée, apports nutritifs de la Liane et des remaniements par les dragages d'entretien) et contribuent, pour une part beaucoup moins importante que les estuaires sableux ouverts, au renouvellement des stocks exploitables.

Plus à la côte, certaines espèces vont frayer dans les baies ou au niveau du fleuve côtier (seiche, hareng, griset). Les baies de la sous-région marine sont également fréquentées par les poissons amphihalins (anguilles, aloses, lamproies et saumon).
La zone d'implantation des conduites est située au droit des ouvrages portuaires, hors secteurs de baies ou estuaires plus favorables pour frayer.

2.3.2.3. Liane

Le site portuaire est une zone de transit pour les poissons entre la mer et la Liane, pour les espèces amphihalines.

Le peuplement piscicole de la Liane, caractérisé à partir des pêches électriques réalisées par les Agents Techniques de l'Environnement de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques de 1995 à 2005, est constitué des espèces suivantes :

- Le peuplement piscicole correspond à celui d'un contexte salmonicole : truite Fario et espèces d'accompagnement, conformément aux données typologiques. Des espèces limnophiles typiques des eaux à courants plus lents sont également recensées sur le contexte ;
- L'Anguille (*Aguilla anguilla*) est l'espèce caractéristique du bassin côtier du Boulonnais. Elle domine très largement la biomasse piscicole des trois fleuves présents sur le bassin, pratiquement jusqu'à leur source. Ce poisson migrateur présente un cycle vital à phase marine et à phase continentale ;
- L'Epinoche (*Gasterosteus aculeatus*), dont la biologie est semblable à celle de l'Anguille, accompagne naturellement cette dernière avec des niveaux de population élevés.

N.B. : le peuplement piscicole de la Liane comporte de nombreuses espèces recensées à l'Annexe 2 de la Directive Habitat (N°92/43 – CEE) : Anguille, Chabot, Lamproie de planer, Lamproie de rivière, Lamproie marine.

Tableau 2-3. Liste des espèces de poissons présentes sur le bassin de la Liane.

Espèces migratrices amphihalines[8]	**Espèces Holobiotiques[9]**		
Truite de mer	Truite fario	Vairon	Gremille
Lamproie marine	Truite arc-en-ciel	Brochet	Perche
Lamproie fluviatile	Chabot	Gardon	Lamproie de planer
Anguille	Epinoche	Goujon	

Plus récemment, un **Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles** (PDPG) du Pas-de-Calais a été réalisé en 2018 ; il constitue un document de planification et de gestion opérationnel reposant sur un diagnostic du milieu élaboré et sur l'état des populations piscicoles qui constitue un indicateur représentatif de la fonctionnalité des hydro systèmes.

Celui-ci recense trois types d'espèces échantillonnées et observées sur le bassin versant de la Liane :

- Des espèces autochtones : Chabot (*Cottus perifretum*), Epinoche (*Gasterosteus gymnurus*), Gardon (*Rutilus rutilus*), Goujon (*Gobio gobio*), Lamproie de planer (*Lamperta planeri*, Perche (*Perca fluviatilis),* Truite fario (*Salmo trutta fario*), Vairon (*Phoxinus phoxinus*) ;
- Des espèces amphihalines : Anguille européenne (*Anguilla anguilla*), Lamproie de rivière (*Lampetra fluviatilis*), Lamproie marine (*Petromyzon marinus*), Truite de mer (*Salmo trutta*), Flet commun (*Platichthys flesus*) ;
- Des espèces exogènes : Truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*).

La Truite fario présente une distribution spatiale correspondant à 85% du bassin versant, des densités moyennes de 4,3 individus/100 m^2, la présence de 3 cohortes minimum à l'échelle du bassin versant, une présence de juvéniles de l'année d'environ 5,5 individus par station productive. L'ensemble de ces indicateurs sont conformes à la fonctionnalité écologique du contexte excepté pour les densités moyennes qui indiquent un milieu perturbé.

Les lamproies migratrices ont également été utilisées comme indicateur du milieu ; le taux de surface accessibles favorable à la reproduction pour cette espèce sur le bassin versant de la Liane est de 16%, ce qui indique une fonctionnalité écologique dégradée pour cet indicateur.

[8] Espèce migrant entre le milieu marin (eau salée) et un milieu dulçaquicole (eau douce).
[9] Poissons migrateurs qui ne changent pas de milieu.

Concernant la **zone portuaire** et la zone d'évolution des barges, l'artificialisation du site portuaire de Boulogne-sur-Mer par la présence de la digue Carnot (enrochements et forte hydrodynamique) entre deux secteurs rocheux ne constitue pas un environnement favorable aux nourriceries côtières. A l'inverse, la rade et les bassins constituent un abri pour les juvéniles et également un secteur à enjeu pour les espèces amphihalines fréquentant la Liane : l'enjeu est considéré comme moyen. Ces zones, en particulier le bassin Ro-Ro pourraient être sujets à des changements de température ou de salinité des eaux générés par le projet, la sensibilité est estimée comme moyenne en raison du faible intérêt que constitue le bassin Ro-Ro pour les espèces de poissons.

La **zone côtière** représente un enjeu moyen à l'échelle de la zone élargie mais devient plus faible au niveau de la zone projet contre l'ouvrage portuaire et des zones rocheuses. Eu égard aux modalités de travaux et d'exploitation, la sensibilité des peuplements d'ichtyofaune au projet est jugé de faible.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Ichtyofaune		
Zone côtière	Moyen	Faible
Site portuaire	Moyen	Moyenne

2.3.3. Mammifères marins

2.3.3.1. Côte du Boulonnais

Le détroit du Pas-de-Calais est fréquenté par plusieurs espèces de mammifères marins, souvent à l'origine de la désignation de périmètres marins en Zones Spéciales de Conservation (ZSC) du réseau Natura 2000.
Une quinzaine d'espèces de mammifères marins est recensée dans le détroit : deux espèces de phoques, le **phoque veau marin** (*Phoca vitulina*) et le **phoque gris** (*Halichoerus grypus*), sont devenues familières, car fréquemment observées le long du littoral, de la baie de Somme à Dunkerque. Le Pas-de-Calais constitue par ailleurs une voie possible de migration et de passage saisonniers pour les cétacés (baleines, dauphins…) bien que n'étant pas un couloir de migration majeur pour ces espèces. Quelques espèces côtières y sont observées assez régulièrement, notamment le **marsouin commun** (*Phocoena phocoena*).

L'évaluation des populations reste très difficile et incertaine. Elle repose essentiellement sur des observations directes collectées et rassemblées par des associations, et indirectes, par enregistrement des sons émis par les animaux, par le biais des pêches accidentelles ou des échouages.
Les informations concernant la fréquentation par les espèces protégées est détaillée dans le chapitre 2.4 Réseau Natura 2000.

2.3.3.1.1. Phoque gris

Halichoerus grypus, phoque gris, code Natura 2000 (1364) présente une grande tête rectangulaire, des larges narines bien séparées et parallèles, des yeux rapprochés, situés en arrière des narines et proches des oreilles.

Figure 2-31. Photographie de phoque gris Halichoerus grypus (source : INPN)

Au niveau écologie, les individus de manière générale sont le plus souvent inféodés aux littoraux rocheux. Plus solitaire en mer, ils forment des groupes épars lors des périodes de reproduction ou de mue. La reproduction a lieu de janvier à février sur le littoral, le sevrage du jeune est de 3 à 4 semaines.

Le Phoque gris est présent régulièrement en baie de Somme entre mars et octobre, avec un effectif maximum de 52 individus. Il est aussi observé en moindre proportion en baie d'Authie (4 individus observés en 2007). Les individus présents en baies de Somme et d'Authie peuvent également utiliser la bande côtière comme zone de déplacement et de pêche.
L'analyse des déplacements (**Figure 2-32 – droite**) montre que des échanges sont possibles entre les estuaires de la Somme, de l'Authie et de la Canche et que les individus ont des aires de répartition et de déplacement très larges ; la bande littorale est un abri pour les petits, qui ont besoin d'environ un mois avant de pouvoir rejoindre l'eau :

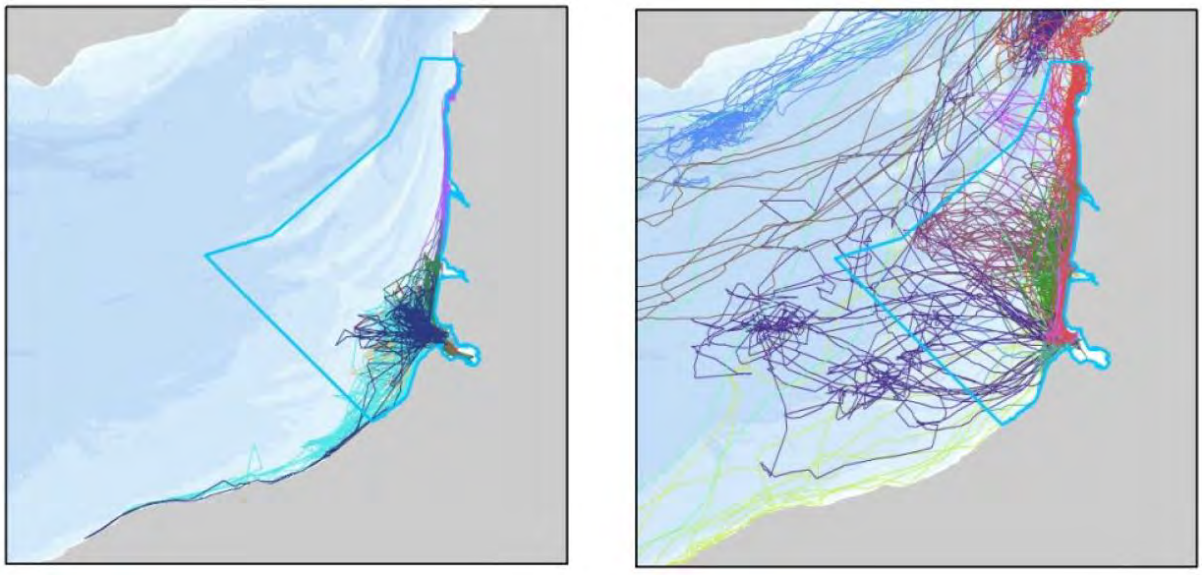


Figure 2-32. Carte des suivis télémétriques de 10 phoques veaux-marins (à gauche, 2008) et de 12 phoques gris (à droite, 2012) équipés de balise GPS/GSM et lâchés en baie de Somme. Chaque couleur représente un individu.
(source : Pelagis, Université de la Rochelle)

Plus au Nord, le site du Cap Gris-Nez est régulièrement fréquenté par les phoques gris, qui s'explique par la proximité de la colonie installée sur l'estran vers Calais (phare de Walde), utilisée en zone d'alimentation et de refuge (mauvaises conditions météo). Les phoques sont plus présents en été que le reste de l'année : il semblerait qu'ils effectuent une migration saisonnière depuis les côtes anglaises plus marquée en période estivale. Le site du Cap Gris-Nez présente un intérêt via les sites rocheux du Cran aux Œufs et du cran du Noirda (idéal pour la mise-bas).

Dans la zone élargie du projet, les phoques gris sont observés toute l'année, au nord de la zone d'étude. Le site est surtout utilisé comme zone de chasse et de passage.
Ils sont peu ou pas observés lors de la période de mise bas (décembre-janvier).

2.3.3.1.2. Phoque veau marin

Phoca vitulina, phoque veau marin, code Natura 2000 (1365), est un phoque relativement petit avec une silhouette trapue. Sa tête est arrondie se finissant par un museau large et obtus avec des narines légèrement retroussées et se rejoignent presque ventralement. Il possède grands yeux et son pavillon auditif est moins visible que chez le phoque gris.

Figure 2-33. Photographie de phoque veau marin Phoca vitulina (source : INPN)

Les phoques veaux marins sont grégaires et sédentaires, ne présentant pas d'organisation sociale précise. Ils vivent près des littoraux sableux et rocheux, affectionnant plus particulièrement les plages et les bancs de sable abrités.

La période de reproduction à lieu entre fin juillet et début septembre. La mise-bas s'effectue entre mi-juin et mi-juillet, les jeunes sont sevrés au bout de 4 à 5 semaines (Bensettiti & Gaudillat, 2004 ; Robineau, 2004).

La baie de Somme constitue l'un des trois sites majeurs en France où le Phoque veau-marin se reproduit (avec la baie du Mont-Saint-Michel et la baie des Veys). On estime la population sédentaire de la Baie de Somme à environ 100 individus avec un maximum de 175 individus en période de reproduction. Les phoques utilisent le périmètre proposé en site Natura 2000 comme zone de déplacement et de pêche. Dans la baie d'Authie, les Phoques veaux-marins sont présents principalement à marée haute et il est donc probable que la baie d'Authie serve de zone de chasse à des individus qui se reposent en baie de Somme (effectif maximum de 12 Phoques veaux-marins en 2007). Le Phoque veau marin est de plus en plus présent en baie de Canche.
L'analyse des déplacements (**Figure 2-32 – gauche**) illustre la sédentarité du phoque veau-marin ; les déplacements sont côtiers (20 km de la côte) et les déplacements notés vers le Nord de certains individus de la baie de Somme pourraient bénéficier à la région des Caps, vers la baie de Wissant et le banc à la Ligne.

2.3.3.1.3. Marsouin commun

Phocoena phocoena, marsouin commun, code Natura 2000 (1351) est très présent dans la zone pouvant être considérée comme la plus importante au niveau national et comme zone d'intérêt au niveau européen, au même titre que la mer Baltique par exemple (Pézeril & Kiszka, 2008).

Le marsouin commun est un animal trapu et compact. L'aileron dorsal est court et large à sa base. Sa coloration est gris sombre dessus avec à l'avant des flancs plus pâles. La gorge et le dessous sont blancs avec des taches grises variables.

Figure 2-34. Photographie de marsouin commun Phocoena phocoena (source : Julien Boulanger, avril 2011)

Le marsouin commun est inféodé aux côtières froides à tempérées du Pacific du nord et de l'Atlantique Nord. Des observations de groupes dispersés ont été effectuées en Mer du nord et en Mer Baltique. La taille de la population mondiale est estimée à au moins 700 000 individus (Perrin et al. 2009).

Les données échouages, dont le nombre est en progression sur les deux dernières années, indique que le site du couloir des 3 estuaires est un site majeur, à l'échelle nationale, de passage des marsouins.

Le site du Cap Gris-Nez constitue un site relativement important pour le marsouin commun dont la fréquentation est régulière et côtière (hivernage, zone de chasse et mise-bas). Les observations d'échouages indiquent une hausse significative entre 1999 et 2018 dans la sous-région marine Manche-mer du Nord avec des pics en hiver : les effectifs seraient en augmentation dans le site Nature 2000 des caps.

2.3.3.2. Site portuaire

Une campagne d'inventaire a été menée au cours de l'année 2013 (Biotope, 2014) dans le cadre du dossier de demande de dérogation au titre de l'article L.411-2 du code de l'environnement en **2015** pour un ensemble de projets d'aménagement et de réhabilitation sur le domaine portuaire, par la Région des Hauts-de-France. Les prospections ont été réalisées sur une année biologique et au cours des périodes les plus favorables à la détection de la faune et de la flore, à savoir d'octobre 2012 à septembre 2013.

Les observations recueillies par l'Observatoire pour la Conservation et l'Etude des Animaux et Milieux Marins (OCEAMM) et la Station Marine de Wimereux ont mis en évidence la présence dans la rade de Boulogne-sur-Mer de :

- 5 espèces de mammifères marins protégées à l'échelle nationale :
  - Phoque veau-marin *(Phoca vitulina)* ;

- Phoque gris *(Halichoerus grypus) ;*
- Marsouin commun *(Phocoena phocoena) :* rare dans la rade ;
- Dauphin commun *(Delphinus delphis)* : rare dans la rade ;
- Grand Dauphin *(Tursiops truncatus)* : rare dans la rade.

Suite aux expertises menées entre octobre 2012 et septembre 2013, il s'avère qu'un petit nombre d'espèces de mammifères marins protégées fréquente les emprises du Domaine Portuaire Maritime de Boulogne-sur-Mer, mais ils sont susceptibles d'être impactés directement ou indirectement dans le cadre des différents projets d'aménagements :

- Phoque veau-marin *(Phoca vitulina)* : l'ensemble de la rade et la darse correspondent à une zone d'alimentation et d'accouplement pour le phoque veau-marin ; le banc de sable du Petit Port sert de reposoir et a servi 1 fois de zone de mise-bas ; les observations sont régulières toute l'année avec une densité plus importante en hiver ;
- Phoque gris *(Halichoerus grypus)* : la rade hors darse et poste Ro-Ro sert de zone d'alimentation du phoque gris, qui fréquente le secteur entre le Cap d'Alprech et la Pointe des Oies à Wimereux. Les densités sont plus importantes en hiver.

Dans le cadre de la présente étude d'impact, les prospections de la faune et de la flore présentes sur le site d'étude ont été réalisés par le bureau d'études Biotope au niveau de la zone d'étude rapprochée.

Figure 2-35. Aire d'étude rapprochée sur laquelle ont été effectués les suivis biologiques (Biotope, 2021).

Les expertises de terrain se sont déroulées entre le mois d'avril 2021 et le mois de février 2022, soit au cours des périodes optimales de détection des groupes biologiques. La pression de prospection a permis de couvrir l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée et ses abords immédiats pour la faune.

Les résultats de ces observations concernant les mammifères marins sont présentés sur la figure suivante.

Figure 2-36. Pointage de mammifères marins et habitats d'espèces de Phoques.

Au cours des inventaires, les trois espèces protégées ont été observées : Phoque veau-marin, Phoque gris et Marsouin commun :

- Trois individus de Phoque veau-marin ont été observés au bout de la digue Carnot à marée basse se reposant sur le sable. Deux individus ont été observés à marée haute aux abords de l'aire d'étude en action de pêche devant un tas de remblais du terre-plein Ro-Ro. En outre, la zone du Petit Port est une zone où la mise-bas du phoque a été remarquée une fois de manière exceptionnelle.
- Le Phoque gris a été observé une seule fois à marée haute au pied de la zone de remblais du terre-plein Ro-Ro.
- Le Marsouin commun a été observé au large de la digue Carnot lors d'un suivi des oiseaux en période de migration postnuptiale.

La projet se situe à proximité de la plage de l'ancien Hoverport. Ce secteur est une zone de passage, de transit potentiel pour les mammifères marins.

La rade de Boulogne-sur-Mer peut offrir une zone de refuge à ces espèces lors de tempêtes ; les bancs de sable contre la digue Carnot et entre les chenaux peuvent être utilisés ponctuellement comme zone de repos pour les phoques à marée basse.

La zone côtière est un secteur de transit pour les **phoques** notamment entre le banc du phare de Walde (au Nord), le Cap Gris-Nez et les baies situées plus au Sud (Canche, Authie et Somme), où sont présentes des colonies importantes. La zone du projet au large se situe sur un secteur de passage et dans une moindre mesure de repos (rade portuaire et plage de l'Hoverport) pour les deux espèces de phoques protégées.
L'enjeu est considéré comme fort (zone côtière) à moyen (site portuaire) à pondérer par leur faible fréquentation.
➔Les 2 espèces de phoques sont peu sensibles aux variations de la qualité du milieu (turbidité) mais présentent une sensibilité plus forte aux bruits sous-marins (fréquence et intensité). Leur sensibilité au projet en phase travaux est moyenne, nulle en phase d'exploitation.

La zone côtière autour du Cap Gris-Nez est surtout utilisée comme zone de chasse et de passage pour les **marsouins** en été (migration) et en hivernage (janvier-avril). L'enjeu est donc fort.
➔Le marsouin est une espèce très sensible aux bruits sous-marins (fréquence et intensité). Sa sensibilité au projet est moyenne.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Mammifères marins		
Zone côtière	Fort en ce qui concerne l'ensemble des mammifères marins	Moyenne en phase travaux (bruits) ; Faible en phase d'exploitation
Site portuaire	Moyen en ce qui concerne le phoque gris et le phoque veau marin. Négligeable pour les marsouins.	Moyenne en phase travaux (bruits) et d'exploitation (rejet)

2.3.4. Avifaune

2.3.4.1. Côte du Boulonnais

Le littoral du détroit du Pas-de-Calais est fréquenté par de très nombreuses espèces d'oiseaux, souvent à l'origine de la désignation de périmètres en Zones de Protection Spéciale (ZPS) du réseau Natura 2000 décrites au sein du *Chapitre 2.4*.

Le littoral de la côte d'Opale est placé sur l'axe de migration Est-Atlantique, l'une des voies de migration les plus importantes d'Europe. Le secteur du Boulonnais est situé sur cette route migratoire comprenant les grands estuaires picards, les Bas-Champs de Cayeux (Hâble d'Ault), les falaises d'Ault, la Réserve naturelle nationale de la baie de Somme et les caps Blanc-Nez et Gris-Nez, qui offrent une diversité remarquable d'habitats encore préservés, favorables à la nidification : haut de l'estran (Gravelot), falaises (Mouette tridactyle), estuaires (Tadorne de Belon) ou zone arrière littorale (Spatule blanche). Les milieux côtiers à faible profondeur sont très fréquentés par les canards plongeurs qui se nourrissent de coquillages (Macreuse, Eiders) ou parfois de poissons (Harle).

Au Nord, les falaises du Cap Blanc-Nez, localisées à environ 6 km au Nord de la zone de projet accueillent par ailleurs d'importantes colonies d'oiseaux de mer, notamment de Mouettes tridactyles et de Fulmars boréaux. Cette zone a été classée ZPS en 1991 puis agrandie en mer en 2008.
Au Sud, l'Estuaire de la Canche a été classé en ZPS en juin 1988 et se situe à 15 km au Sud de la zone d'étude. Appartenant à 90% au domaine maritime, 59 espèces d'oiseaux y sont recensées, dont 28 inscrites à l'annexe I de la Directive.

Ces deux zones importantes pour l'avifaune encadrent la zone de projet, des survols et échanges peuvent ainsi avoir lieu et également avec le Parc Naturel Marin (PNM) qui constitue une zone de toute première importance pour au moins 70 espèces marines. Des suivis indiquent que le PNM constitue un site remarquable pour 6 espèces (plus de 15% de la population nationale) : Plongeon catmarin, Goélands marin, argenté et cendré, Macreuse noire et brune. Le Parc est également une zone très importante (plus de 2% de la population nationale) pour une quinzaine d'autres espèces : Plongeon arctique et imbrin, Goélands marin, brun, argenté et cendré, Alcidés, Mouettes rieuse, mélanocéphale et tridactyle, Grand cormoran, Fou de Bassan, Macreuse noire et brune, Fulmar boréal, Labbes Grèbe huppé.

2.3.4.2. Site portuaire (2015)

Sur le site portuaire, l'avifaune la plus remarquable est composée des nombreux goélands, mouettes tridactyles et cormorans qui animent bruyamment l'ensemble des structures portuaires.

Dans le cadre du dossier de demande de dérogation au titre de l'article L.411-2 du code de l'environnement pour un ensemble de projets d'aménagement et de réhabilitation sur le domaine portuaire de **2015,** l'inventaire réalisé entre octobre 2012 et septembre 2013 sur **l'ensemble de la zone portuaire de Boulogne-sur-Mer** a mis en évidence la présence d'un certain nombre d'espèces d'oiseaux protégées fréquentent les emprises du Domaine Portuaire Maritime de Boulogne-sur-Mer et communes aux ZPS sur la côte du Boulonnais mentionnées ci-dessus :

- 46 espèces d'oiseaux nicheurs dont 36 protégées présentes en période de reproduction, dont 9 espèces remarquables en raison de leur patrimonialité régionale :
  - le Tadorne de Bélon *(Tadorna tadorna),*
  - le Faucon pèlerin *(Falco peregrinus),*
  - le Grand Gravelot *(Charadrius hiaticula),*
  - le Cochevis huppé *(Galerida cristana*),
  - le Phragmite des joncs *(Acrocephalus schoenobaenus),*
  - le Goéland marin *(Larus marinus),*
  - le Goéland brun *(Larus fuscus),*
  - le Goéland argenté *(Larus argentatus),*
  - la Mouette tridactyle *(Rissa tridactyla)* ;

- 27 espèces d'oiseaux nicheurs protégés à large répartition, distingués par cortège :
  - cortège des milieux boisés : bords de falaise ;
  - cortège des milieux semi-ouverts : jetée SO et ouvrages autour de l'ancien site industriel ;
  - cortège des milieux ouverts : hoverport, terre-plein poste Ro-Ro, ancien site industriel ;
  - cortège des milieux anthropiques : zone Capécure, éperon transmanche, hub-port, quai de l'Europe et hangars, Capitainerie et bureaux ;
  - cortège des milieux humides : amont bassin de retenue de la Liane ;
  - cortège des milieux ubiquistes, regroupant divers types d'habitats ;

- 63 espèces d'oiseaux en période de migration et d'hivernage, protégées à l'échelle nationale dont 6 fréquentent le site portuaire en période de nidification mais n'y sont pas nicheuses :
  - le Grand Cormoran *(Phalacrocorax carbo),*
  - le Grèbe huppé *(Podiceps cristatus),*
  - l'Aigrette garzette *(Egretta garzetta),*
  - la Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus),*
  - le Goéland leucophée *(Larus michahellis),*
  - le Traquet motteux *(Oenanthe oenanthe) ;*

- ainsi que des oiseaux du type :
  - Anatidés : Tadorne de Bélon *(Tadorna tadorna)* en hivernage et halte migratoire près du bassin de l'Europe, la rade et le port de plaisance ; Bernache nonette *(Branta leucopsis)*, Bernache cravant *(Branta bernicla)*, Harle bièvre *(Mergus merganser)* et Harle huppé *(Mergus serrator)* dans la rade et la darse ;
  - Gaviidés : peu communs, le Plongeon imbrin *(Gavia immer),* le Plongeon catmarin *(Gavia stellata)* et le Plongeon arctique *(Gavia arctica)* dans la rade ;
  - Podicipédidés : groupe parmi les plus observés sur le site portuaire, avec 5 espèces recensées : Grèbe esclavon *(Podiceps auritus),* Grèbe à cou noir *(Podiceps nigricollis*), Grèbe castagneux *(Tachybaptus ruficolis),* Grèbe huppé *(Podiceps cristatus)* et le Grèbe jougris *(Podiceps grisegena)*, présents dans la rade et la darse voire dans les bassins fermés pour le Grèbe huppé ; ce groupe profite de la rade et des bassins pour se mettre à l'abri en cas de tempête ;
  - Laridés : c'est le groupe le plus important, constitués de 11 espèces régulièrement observées en hivernage sur l'ensemble du site portuaire : Goéland brun *(Larus fuscus)*, Goéland marin *(Larus marinus)* bien représenté (2700 individus en dortoir), Goéland cendré (*Larus canus*), Goéland bourgmestre *(Larus hyperboreus)*, Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)* bien représentée (18 050 individus observés en 2004), les autres espèces ne sont pas observées à proximité de la zone de projet.
  - Phalacrocoracidés : deuxième groupe le plus représenté après les Laridés, avec le Grand Cormoran *(Phalacrocorax carbo)* près des bâtiments, passerelles et digues, et parfois, le Cormoran huppé *(Phalacrocorax aristotelis)* dans la rade et la darse ;
  - Ardéidés : Aigrette garzette *(Egretta garzetta*) dans la rade et la darse, Héron cendré *(Ardea cinera)* dans les friches ouvertes, Spatule blanche (*Platalea leucorodia)* dans la darse ;
  - Limicoles : présent majoritairement en période hivernale et migratoire, utilisant le site portuaire comme zone de repose et d'alimentation : Tournepierre à collier *(Arenaria interpres)* sur les zones rocheuses, Bécasseau variable *(Calidris alpina)* ainsi qu'en moindre proportion, Bécasseau sanderling *(Calidris alba)*, Bécasseau violet *(Calidris maritima)*, Chevalier guignette *(Actitis hypoleucos)* près de la digue Carnot et dans la rade.
  - Sternidés : La Sterne pierregrain *(Sterna hirundo)* est présente de juin à octobre dans la rade, la darse, le bassin Loubet et les bassins de plaisance ; la Sterne caugek *(Thalasseus sandvicensis)* fréquente la rade, la darse et le bassin Loubet ;

Dans cet inventaire, la localisation des stations d'observation des oiseaux marins nicheurs patrimoniaux dans la zone d'étude a montré :

- la présence du Grand Gravelot (migrateur et nicheur en avril-mai) près de la digue Carnot, ainsi qu'au niveau de la jetée Nord-Ouest de la darse et sur le terre-plein Ro-Ro, sur des zones d'accumulation de sables coquilliers ;
- la présence du Cochevis huppé dans les zones ouvertes du terre-plein Ro-Ro ;
- la présence du Tadorne de Bélon près du Petit Port et près des postes Est de la darse, sur les enrochements, en hivernage et en halte migratoire, ainsi qu'en période de nidification (février-mars) ;
- la présence du Faucon pèlerin au niveau de l'éperon transmanche (zone d'alimentation) et près du quai de l'Europe ;
- la présence de zones de nidification des Goélands argentés, répartis sur les toits des bâtiments de l'ensemble du secteur Capécure / éperon transmanche (ancienne gare maritime) / bassin Loubet ainsi qu'au niveau du Petit Port et sur les bâtiments autour de la darse ;
- la présence fournie de sites de nidification des goélands argentés et bruns dans la friche du Hub-port, près de la darse ;
- la présence de zones de nidification de la Mouette tridactyle au niveau de l'ancienne gare maritime, autour de l'avant-port et sur les bâtiments du secteur Capécure. La Mouette tridactyle constitue la première colonie de l'espèce en région Hauts-de-France. Elle implante ses nids sur les corniches en fer et béton, les gouttières, les appuis de fenêtre et les lampadaires,
- à la fin de l'été, les Sternes caugek pierregarin, sur les plans d'eau extérieurs.

Figure 2-37. Localisation des oiseaux nicheurs patrimoniaux (hors laridés) – Biotope (2015).

Parmi les espèces nicheuses, un recensement des zones de nidification des **goélands** sur le domaine portuaire a été réalisé en 2015 par le Groupe Ornithologique et naturaliste du Nord (GON).

Les données indiquent la présence de nombreuses zones de nidification pour le Goéland argenté (*Larus argentatus*), d'une zone favorable au Goéland brun (*Larus fuscus*) au niveau des bâtiments à proximité de la zone de projet, ainsi que d'une zone favorable au Goéland argenté sur le terre-plein de l'autre côté de la darse Sarraz Bournet. La période de nidification pour ces deux espèces d'oiseaux va de mi-avril à début juin.

Figure 2-38. Localisation des zones de nidification des goélands sur le domaine portuaire (Biotope, 2015).

L'autre espèce protégée nicheuse, la **Mouette tridactyle** (*Rissa tridactyla*), représente l'un des principaux enjeux écologiques sur le périmètre du domaine portuaire maritime de Boulogne-sur-Mer ; ainsi, une attention particulière a été portée à cette espèce afin d'évaluer précisément les effectifs et l'évolution de la population) dans le dossier de demande dérogation pour les aménagements portuaires. Ainsi, suite aux travaux réalisés par la Région Haut-de-France en 2020, des mesures de compensation ont consisté à installer (avec succès) des plateformes de nidification pour cette espèce près de la gare maritime, le long du chenal du port intérieur et auteur de l'avant-port. En 2020, on observe 558 nids de mouettes tridactyles mais aucun de ces nids n'est cependant localisé à proximité immédiate de la zone de projet.
La période la plus sensible pour cette espèce s'étend de mai (ponte) à fin juillet (sortie des jeunes du nid).

2.3.4.3. Site d'implantation de la ferme aquacole (2021)

Les résultats des prospections réalisées en **2021** par le bureau d'études Biotope, concernant l'avifaune sont présentées sur les figures suivantes. Les observations rejoignent celles de 2015.

Au total, 34 espèces d'oiseaux ont été mises en évidence sur le périmètre d'étude et ses abords dont 10 sont nicheuses de manière possible à certaine sur l'aire d'étude rapprochée ou à proximité.
Parmi elles :

- 9 sont protégées ;
- 9 sont patrimoniales dont :
  - 4 constituent un enjeu écologique moyen ;
  - 4 constituent un enjeu écologique fort ;
  - 1 constitue en enjeu écologique très fort.

Bien que la diversité des espèces et des habitats soit faible sur l'aire d'étude immédiate, la plupart des taxons recensés y est patrimoniale. Certains sont particulièrement rares et menacées en région comme :

- le Cochevis huppé et l'Huîtrier pie qui sont considérés comme gravement menacés d'extinction dans le Nord – Pas-de-Calais ;
- le Grand Gravelot en danger dans le Nord – Pas-de-Calais et vulnérable sur la liste rouge de France métropolitaine ; le Boulonnais constitue un noyau de population important qui doit être pris en considération ;
- Les laridés nicheurs qui constituent également une contrainte potentielle pour le projet puisque l'on y retrouve des espèces menacées comme la Mouette tridactyle, le Goéland marin et Le Goéland argenté.

Au regard des critères de raretés et de menaces, l'avifaune représente donc un **enjeu globalement fort**. Avec 9 espèces protégées nicheuses localement, les oiseaux représentent une implication réglementaire.

La cartographie des habitats sur la zone du projet terre met en évidence l'installation d'habitats fonctionnels sur les zones en friche du terre-plein Ro-Ro et près de la digue, en excluant la zone de circulation des engins. Ces zones sont utilisées par le Grand Gravelot, le Cochevis huppé et le Pipit farlouse.

Par rapport aux observations de 2015, on retrouve les zones de nidification des Goélands argentés sur les toits des bâtiments autour de la darse ; la présence de Mouettes tridactyles sur les bâtiments de la darse est notée ; elle peut traduire l'extension d'une nouvelle zone d'installation de la colonie du port intérieur et Capécure vers le port extérieur. Les stations de nidification du Cochevis huppé et du Grand Gravelot sur le terre-plein Ro-Ro, en bordure de bassin Ro-Ro et le long de la digue sont toujours présentes ; la présence du Tadorne de Belon et de l'Huîtrier-pie près du Petit-Port est confirmée.

En raison de sa position sur l'axe de migration Est-Atlantique, la côte du Boulonnais présente en enjeu fort pour de nombreuses espèces d'oiseaux qui ont conduit à la désignation des ZPS qui encadrent le site portuaire. La sensibilité des espèces au projet est moyenne (survol, zone d'alimentation, repos).

Le port est fréquenté par de nombreuses espèces patrimoniales protégées et accueille en particulier la première colonie du nord de la France de **Mouettes tridactyles** (espèce faisant l'objet de mesures de conservation) ainsi que de nombreux nids de **Goélands argentés** (dont certains sont localisés à proximité de la zone de projet). Ces deux espèces présentent les plus forts enjeux de conservation au niveau de la zone d'étude et leur sensibilité au projet est forte (espèces nicheuses).

Sur la **zone du projet à terre**, les espèces **d'oiseaux nicheurs** recensés par Biotope sont le Goéland brun, marin, argenté, le Cochevis huppé, le Pipit farlouse et le grand Gravelot. Ces espèces représentent un enjeu fort et affichent une sensibilité forte au projet car il est localisé sur les zones d'habitat fonctionnel.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Avifaune		
Côte du Boulonnais	Fort	Moyenne (échanges PNM EPMO, ZPS et colonies portuaires)
Site portuaire	Fort pour la Mouette tridactyle et le Goéland argenté	Forte (espèces nicheuses)
Zone du projet à terre	Fort pour le Goéland brun, marin, argenté, le Cochevis huppé, le Pipit farlouse, et le grand Gravelot.	Forte (espèces nicheuses)
Zone du projet en mer	Fort (Laridés)	Moyenne (survol, alimentation)

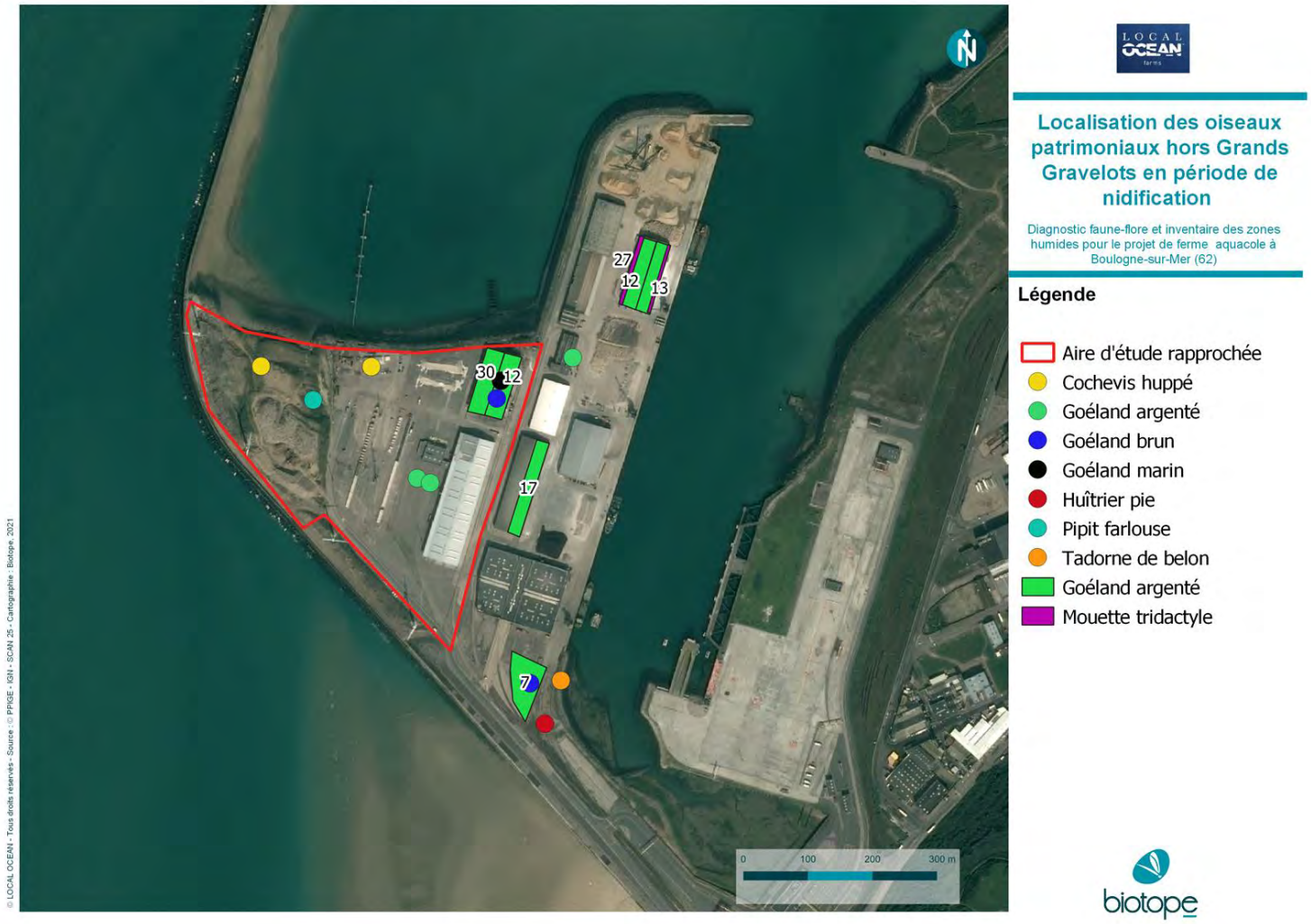


Figure 2-39. Localisation des oiseaux nicheurs recensés sur la zone d'étude par Biotope en 2021.

Figure 2-40. Localisation du grand Gravelot en période de nidification recensés sur la zone d'étude par Biotope en 2021.

Figure 2-41.Localisation des habitats favorables au cortège des oiseaux des milieux ouverts recensés par Biotope sur la zone d'étude en 2021.

2.3.5. Synthèse des enjeux sur le milieu naturel

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Communautés benthiques et habitats		
Peuplements benthiques - portuaire	Faible	Moyenne
Peuplements benthiques - côtier	Moyen	Faible
Ichtyofaune		
Zone côtière	Moyen	Faible
Site portuaire	Moyen	Moyenne
Mammifères marins		
Zone côtière	Fort en ce qui concerne l'ensemble des mammifères marins	Moyenne en phase travaux (bruits) ; Faible en phase d'exploitation
Site portuaire	Moyen en ce qui concerne le phoque gris et le phoque veau marin. Négligeable pour les marsouins.	Moyenne en phase travaux (bruits) et d'exploitation (rejet)
Avifaune		
Côte du Boulonnais	Fort	Moyenne (échanges PNM EPMO, ZPS et colonies portuaires)
Site portuaire	Fort pour la mouette tridactyle et le Goéland argenté	Forte (espèces nicheuses)
Zone du projet	Fort pour le Goéland brun, marin, argenté, le Cochevis huppé, le pipit farlouse, et le grand Gravelot.	Forte (espèces nicheuses)
Zone du projet en mer	Fort (Laridés)	Moyenne (survol, alimentation)

➔ La zone du projet à terre se situe sur une zone de haute importance écologique pour les oiseaux, ou à proximité d'une zone en liaison avec les colonies du site portuaire et l'avifaune fréquentant les ZPS encadrant le port. Le projet va les impacter aussi bien en période de travaux qu'en période d'exploitation (perte d'habitat fonctionnel).
➔ La zone d'implantation en mer (conduite de pompage), située sur une zone d'alimentation et d'échange entre ces différents secteurs, présente une sensibilité plus forte en période de travaux (bruits).
➔ La zone du projet en mer est située à proximité de zone de fréquentation des phoques et des marsouins (plus pondéré en zone portuaire au niveau du point de rejet), qui sont sensibles aux bruits des travaux à terre et en mer. En phase d'exploitation, les individus fréquentant occasionnellement l'enceinte portuaire seront en interaction avec le rejet.

2.4. Réseau Natura 2000, mer et littoral

La Directive européenne 92/43/CEE (dite Directive « Habitats »), adoptée le 21 mai 1992, a pour objectif de "contribuer à assurer la biodiversité par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage sur le territoire européen". Pour ce faire, un réseau écologique européen cohérent des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) dénommé **NATURA 2000** est mis en place.

Les **ZPS**, Zones de Protection Spéciales, (instituées au titre de la Directive 79-409/CEE, dite Directive « Oiseaux ») correspondent à un **engagement de l'Etat** : le classement en ZPS peut faire intervenir des mesures réglementaires fortes (Réserve Naturelle, Réserves de Chasse, Parc National, Arrêté de Protection de Biotope…) mais également des mesures consensuelles résultant d'une concertation au plan local et permettant à l'Etat de s'engager sur le long terme.

Dans les **ZSC**, il appartient à chaque Etat membre de mettre en place les **mesures de conservation nécessaires et appropriées pour éviter la détérioration des habitats naturels et la perturbation des espèces** pour lesquelles les zones ont été désignées. Avant d'être transposées en droit français, ces zones sont nommées SIC : Sites d'Intérêt Communautaire.

Les sites Natura 2000 présents à proximité de la zone d'étude du projet de ferme aquacole sont les suivants :

Tableau 2-4. Sites Natura 2000 autour de la zone de projet.

Nom et n° du périmètre Natura 2000	Distance à la zone de projet	Avancement dans le processus de désignation
ZPS (Directive Oiseaux)		
ZPS FR3110085 : « Cap Gris-Nez »	7,3 km	→ Désignation par arrêtés du juin 1991, 6 janvier 2005, 30 octobre 2008
ZPS FR3110038 : « Estuaire de la Canche »	17 km	→ Juin 1988 (MAJ septembre 2003), arrêté du 6 janvier 2005
ZSC (Directive Habitats Faune Flore)		
ZSC FR3100480 : « Estuaire de la Canche, dunes picardes plaquées sur l'ancienne falaise d'Hardelot et falaise d'Equihen » (3%)	2,5 km	→ Désignation en ZSC par arrêté ministériel du 29 mai 2015
ZSC FR3102003 : « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez »	7 km	→ Transmission à la Commission européenne en octobre 2008 (SIC) → Désignée en ZSC par arrêté ministériel du 20/05/2015
ZSC FR3102005 : « Baie de Canche et couloir des 3 estuaires »	16 km	→ Désignation en ZSC par arrêté ministériel du 29 mai 2015

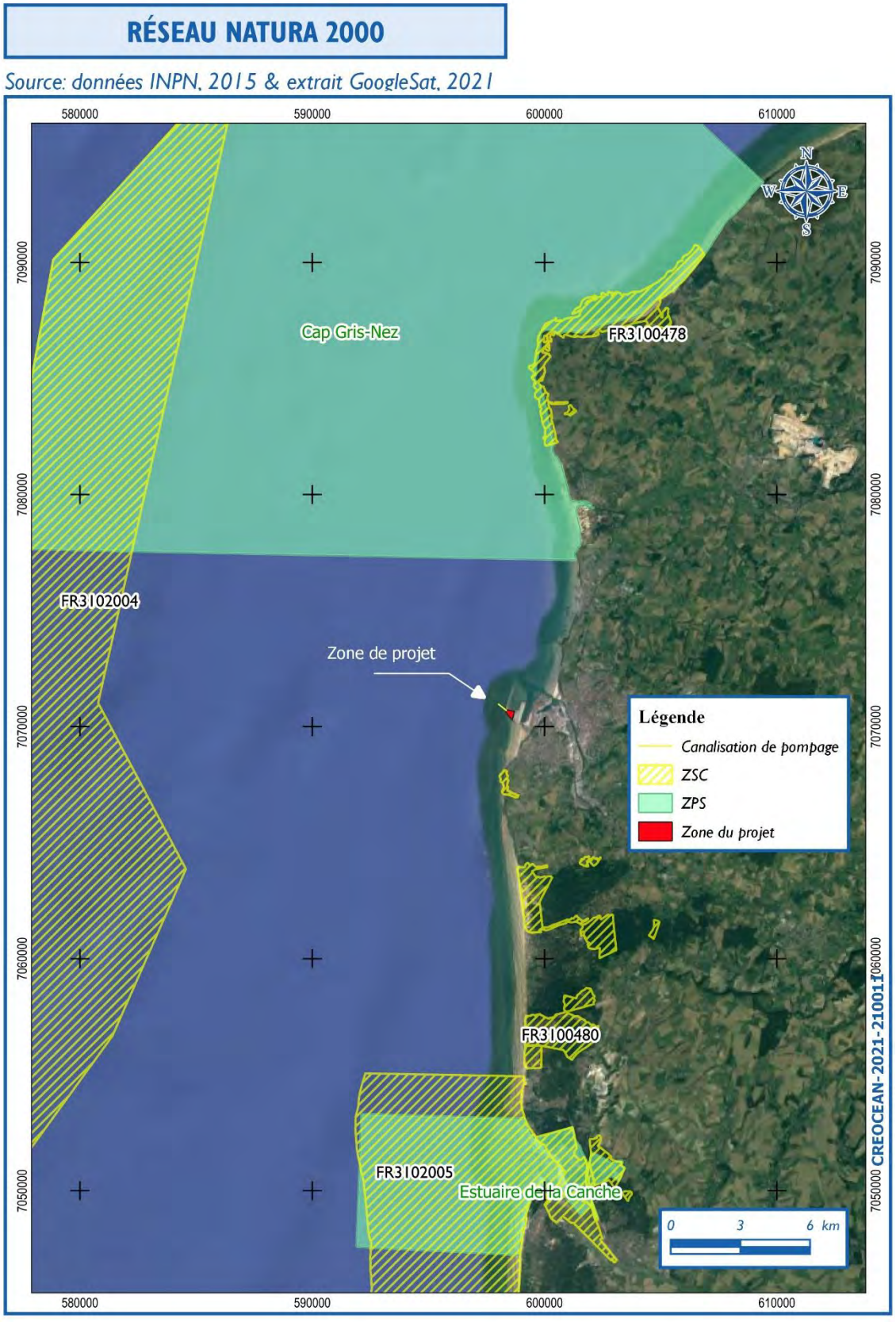


Figure 2-42. Réseau Natura 2000 mer et littoral à proximité du projet.

2.4.1. ZPS n°FR3110085 « Cap Gris Nez »

2.4.1.1. Fonction de la ZPS

La ZPS du Cap Gris-Nez comprend 56 224 ha de milieu marin. Classée en 1991, elle a été agrandie et désignée en 2008. La position géographique du Cap Gris-Nez dans le détroit du Pas-de-Calais est un site stratégique pour les oiseaux migrateurs en mer, tant à l'automne qu'au printemps. L'ensemble des oiseaux qui transitent par la Manche et la mer du Nord passent obligatoirement dans la bande de 30 km de mer entre la France et l'Angleterre.
Les falaises du Cap Blanc-Nez accueillent par ailleurs d'importantes colonies d'oiseaux de mer, notamment de Mouettes tridactyles (colonie la plus importante de France), de Fulmars boréaux…

Au printemps, le secteur côtier du Cap Blanc-Nez accueille quatre espèces d'oiseaux marins nicheurs : la Mouette tridactyle (1 300 couples soit 44% des effectifs nationaux en 2017), le Fulmar boréal (30-50 couples soit 7% des effectifs nationaux), le Grand Gravelot (5% des effectifs nicheurs français) et le Goéland argenté (241 couples en 2016 soit moins de 1% des effectifs nationaux ; c'est la dernière colonie en site naturel de la frontière belge à la baie de Somme).
Les falaises abritent également le Faucon pèlerin en nidification. Par ailleurs, plusieurs colonies nicheuses situées à l'extérieur du site (cormorans, goélands brun et marin, sternes…) viennent s'alimenter sur la bande marine.

2.4.1.2. Espèces ayant justifié l'inscription du site au réseau Natura 2000

Les Formulaires Standard de Données (FSD) des sites distinguent, parmi les espèces à l'origine de la désignation du site, celles inscrites à l'annexe I de la directive européenne « Oiseaux » et celles migratrices ou hivernantes méritant localement une attention particulière au regard des effectifs présents.

Le tableau suivant présente ces espèces et les effectifs notés sur la zone Natura 2000 en nidification, migration, ou hivernage (données des différents FSD). Les espèces sont classées en fonction de la manière dont elles se nourrissent.

Les oiseaux littoraux et terrestres n'ont de lien direct avec le milieu marin en tant que tel que pour leur alimentation mais n'ont pas de lien pour toute autre partie de leur cycle biologique.

Tableau 2-5. Espèces d'intérêt communautaire de la ZPS "Cap Gris-Nez".

Code Natura 2000	DO An.I	Espèce	Importance de la ZPS	Population			
				Résidente	Migratrice		
					Nidification	Hivernage	Etape
Oiseaux littoraux et terrestres							
A008		Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*)	Régionale	-	-	01-oct	01-oct
A021	X	Butor étoilé (*Botaurus stellaris*)	PNS	-	-	-	01-mars
A026	X	Aigrette garzette (*Egretta garzetta*)	PNS	-	-	-	01-oct
A031	X	Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*)	PNS		-	-	01-mai
A034	X	Spatule blanche (*Platalea leucorodia*)	Régionale	-	-	-	1-100
A041	X	Oie rieuse (*Anser albifrons*)	PNS	-	-	-	Présente
A043	X	Oie cendrée (*Anser anser*)	-	-	-		Présente
A045	X	Bernache nonette (*Branta leucopsis*)	Nationale	-	-	10-100	10-100
A054		Canard pilet (*Anas acuta*)	PNS	-	-	-	100-1 000
A068	X	Harle piette (*Mergus albellus*)	Régionale	-	-	01-oct	10-100
A072	X	Bondrée apivore (*Pernis apivorus*)	PNS	-	-	-	01-oct
A073	X	Milan royal (*Milvus migrans*)	PNS	-	-	-	01-mars
A074	X	Milan noir (*Milvus milvus*)	PNS	-	-	-	01-mars
A081	X	Busard des roseaux (*Circus aeroginosus*)	PNS	-	-	-	01-oct
A082	X	Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)	PNS	-	-	-	01-mai
A085		Autour des palombes (*Accipiter gentilis*)	PNS	-	-	-	0-2
A094	X	Balbuzard pêcheur (*Pandon haliaetus*)	PNS	-	-	-	01-mai
A098	X	Faucon émerillon (*Falco colombarius*)	PNS	-	-	-	01-oct
A103	X	Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*)	PNS	-	-	-	01-mars
A127	X	Grue cendrée (*Grus grus*)	PNS	-	-	-	1-100
A130		Huîtrier-pie (*Haematopus ostralegus*)	PNS	-	-	-	100-1 000
A131	X	Echasse blanche (*Himantopus himantopus*)	PNS	-	-	-	10-100
A132	X	Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*)	PNS	-	-	-	100-500
A136		Petit gravelot (*Charadrius dubius*)	PNS	-	-	-	01-oct
A137		Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*)	PNS	-	-	-	100-1 000
A138		Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)	PNS	-	-	-	100-1 000
A140	X	Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*)	PNS	-	-	-	10-100
A141		Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*)	PNS	-	-	10-100	100-1 000
A142		Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*)	PNS	-	-	100-1 000	100-1 000
A144		Bécasseau sanderling (*Calidris alba*)	PNS	-	-	01-oct	100-1 000
A148		Bécasseau violet (*Calidris maritima*)	PNS	-	-	01-oct	01-oct
A149		Bécasseau variable (*Calidris alpina*)	PNS	-	-	10-100	1 000-10 000
A151	X	Combattant varié (*Philomachus pugnax*)	PNS	-	-	-	100-1 000

Code Natura 2000	DO An.I	Espèce	Importance de la ZPS	Population			
				Résidente	Migratrice		
					Nidification	Hivernage	Etape
A157	X	Barge rousse (*Limosa lapponica*)	PNS	-	-	-	100-1 000
A158		Courlis corlieu (*Numenius phaeopu)*	PNS	-	-	-	100-1 000
A160		Courlis cendré (*Numenius arquata*)	PNS	-	-	01-oct	100-1 000
A166	X	Chevalier sylvain (*Tringa glaerola*)	-	-	-	-	10-100
A196	X	Guifette moustac (*Chlidonias hybridus*)	PNS	-	-	-	01-mai
A222	X	Hibou des marais (*Asio flammeus*)	PNS	-	-	-	01-mars
A229	X	Martin pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*)	PNS	-	-	-	01-mars
A246	X	Alouette lulu (*Lullula arborea*)	PNS	-	-	-	1-100
A338	X	Pie grièche écorcheur (*Lanius collurio*)	PNS	-	-	-	0-1
Oiseaux marins - Estran							
A046		Bernache cravant (*Branta bernicla*)	PNS	-	-	10-100	100-1 000
Oiseaux marins – Estran + surface							
A176	X	Mouette Mélanocéphale (*Larus melanocephalus*)	PNS	-	-	01-oct	01-oct
Oiseaux marins - Surface							
A009		Fulmar boréal (*Fulmarus glacialis*)	Régionale	-	-	10-100	10-100
A010	X	Puffin cendré (*Calonectris diomeda*)	PNS	-	-	-	01-mars
A013		Puffin des anglais (*Puffinus puffinus*)	PNS			-	100-1 000
A014	X	Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*)	PNS	-	-	-	10-100
A172		Labbe pomarin (*Stercoriarus pomarinus*)	-	-	-	0-1	10-100
A173		Labbe parasite (*Stercoriarus parasiticus)*	-	-	-	-	100-1 000
A175		Grand Labbe (*Stercoriarus skua*)	-	-	-	-	Présente
A188		Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*)	Régionale	-	-	100-500	100-1 000
Oiseaux marins – Estran + plongée surface							
A191	X	Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*)	Régionale	-	-	01-mai	1 000-10 000
A192	X	Sterne de Dougall (*Sterna dougallii*)	PNS		-	-	01-oct
A193	X	Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*)	Régionale	-	-	-	1 000-10 000
A194	X	Sterne arctique (*Sterna paradisaea*)	Régionale	-	-	-	100-1 000
A195	X	Sterne naine (*Sterna albifrons*)	Régionale	-	-	-	100-500
A197	X	Guifette noire (*Chlidonias niger*)	PNS	-	-	-	10-100
Oiseaux marins – Estran + plongée jusqu'à 5 m							
A062		Fuligule milouinan (*Aythya marila*)	Régionale	-	-	01-oct	Présente
A065		Macreuse noire (*Melanitta nigra*)	Régionale	-	-	100-1 000	100-1 000
A066		Macreuse brune (*Melanitta fusca*)	Régionale	-	-	10-100	10-100
A069		Harle huppé (*Mergus serrator*)	Régionale	-	-	10-100	10-100
Oiseaux marins – Plongeurs jusqu'à 20 m							

Code Natura 2000	DO An.I	Espèce	Importance de la ZPS	Population			
				Résidente	Migratrice		
					Nidification	Hivernage	Etape
A001	X	Plongeon catmarin (*Gavia stellata*)	Nationale	-	-	10-1 000	10-1 000
A002	X	Plongeon arctique (*Gavia arctica*)	Nationale	-	-	10-100	10-1 000
A003	X	Plongeon imbrin (*Gavia immer*)	Nationale	-	-	01-oct	01-oct
A005		Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*)	Régionale	-	-	10-1 000	10-1 000
A006		Grèbe jougris (*Podiceps grisegena*)	Régionale	-	-	01-oct	01-oct
A007	X	Grèbe esclavon (*Podiceps auritus*)	Régionale	-	-	01-oct	01-oct
A017		Grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*)	PNS	-	-	10-100	100-1 000
A018		Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*)	PNS	-	-	01-oct	100-1 000
A063		Eider à duvet (*Somateria mollissima*)	Régionale	-	-	50-100	50-100
Oiseaux marins – Plongeur pélagique							
A016		Fou de Bassan (*Sula bassana*)	PNS	-	-	<2 000	100-1 000
Oiseaux marins – Plongeurs profonds							
A199		Guillemot de Troïl (*Uria aalge*)	Régionale	-	-	10-1 000	10-1 000
A200		Pingouin torda (*Alca torda*)	Régionale	-	-	<1 100	100-1 000
A204		Macareux moine (*Fratercula artica*)	PNS	-	-	10-100	10-100

2.4.1.3. Etat de conservation des espèces

L'ensemble des oiseaux marins côtiers, littoraux et pélagiques sont susceptibles d'être impactés par le projet d'implantation du système d'aquaculture en recirculation.

L'évaluation de la conservation des espèces de la ZPS est effectuée uniquement sur les espèces d'oiseaux pour lesquels la ZPS est d'importance régionale ou nationale. Cette évaluation est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2-6. Etat de conservation des espèces de la ZPS « Cap Gris-Nez »

Code Natura 2000	*DO An.I*	*Espèce*	*Importance de la ZPS*	*Evaluation du site*			
				Population	*Conservation*	*Isolement*	*Globale*
Oiseaux terrestres et littoraux							
A008		Grèbe à cou noir *(Podiceps nigricollis)*	Régionale	C	A	C	B
A021	X	Butor étoilé *(Botaurus stellaris)*	PNS	D			
A026	X	Aigrette garzette *(Egretta garzetta)*	PNS	D			
A031	X	Cigogne blanche *(Ciconia ciconia)*	PNS	D			
A034	X	Spatule blanche *(Platalea leucorodia)*	Régionale	C	A	C	B
A041	X	Oie rieuse *(Anser albifrons)*	PNS		A		B
A043	X	Oie cendrée *(Anser anser)*	-		A		B
A045	X	Bernache nonette *(Branta leucopsis)*	Nationale	B	A	B	B
A054		Canard pilet *(Anas acuta)*	PNS	D			
A068	X	Harle piette *(Mergus albellus)*	Régionale	C	A	C	B
A072	X	Bondrée apivore *(Pernis apivorus)*	PNS	D			
A073	X	Milan royal (*Milvus migrans)*	PNS	D			
A074	X	Milan noir *(Milvus milvus)*	PNS	D			

A081	X	Busard des roseaux *(Circus aeroginosus)*	PNS	D			
A082	X	Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)*	PNS	D			
A094	X	Balbuzard pêcheur (Pandon haliaetus)	PNS	D			
A098	X	Faucon émerillon (*Falco colombarius*)	PNS	D			
A103	X	Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*)	PNS	D			
A127	X	Grue cendrée (*Grus grus*)	PNS	D			
A130		Huîtrier-pie (*Haematopus ostralegus*)	PNS	D			
A131	X	Echasse blanche (*Himantopus himantopus*)	PNS	D			
A132	X	Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*)	PNS	D			
A136		Petit gravelot (Charadrius dubius)	PNS	D			
A137		Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*)	PNS	D			
A138		Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)	PNS	D			
A140	X	Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*)	PNS	D			
A141		Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*)	PNS	D			
A142		Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*)	PNS	D			
A144		Bécasseau sanderling (*Calidris alba*)	PNS	D			
A148		Bécasseau violet (*Calidris maritima*)	PNS	C	A	C	B
A149		Bécasseau variable (*Calidris alpina*)	PNS	D			
A151	X	Combattant varié (*Philomachus pugnax)*	PNS	D			
A157	X	Barge rousse (*Limosa lapponica*)	PNS	D			
A158		Courlis corlieu (*Numenius phaeopu)*	PNS	D			
A160		Courlis cendré (*Numenius arquata*)	PNS	D			
A166	X	Chevalier sylvain (*Tringa glaerola*)	-	D			
A196	X	Guifette moustac (*Chlidonias hybridus*)	PNS	D			
A222	X	Hibou des marais (*Asio flammeus*)	PNS	D			
A229	X	Martin pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*)	PNS	D			
A246	X	Alouette lulu (*Lullula arborea*)	PNS	D			
A338	X	Pie grièche écorcheur (*Lanius collurio*)	PNS	D			
Oiseaux marins - Estran							
A046		Bernache cravant (*Branta bernicla*)	Régionale	C	A	C	B
Oiseaux marins - Surface							
A009		Fulmar boréal *(Fulmarus glacialis*)	Régionale	C	A	C	B
A010	X	Puffin cendré (*Calonectris diomeda*)	PNS	D			
A013		Puffin des anglais (*Puffinus puffinus*)	PNS	D			
A172		Labbe pomarin (*Stercoriarus pomarinus*)	-	D			
A173		Labbe parasite (*Stercoriarus parasiticus)*	-	-			
A175		Grand Labbe (*Stercoriarus skua*)	-	-			
A176		Mouette mélanocéphale *(Larus melanocephalus)*		D			
A188		Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*)	Régionale	C	A	C	B

Oiseaux marins – Estran + plongée surface							
A191	X	Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*)	Régionale	C	A	A	B
A192	X	Sterne de Dougall (*Sterna dougallii*)	PNS	D			
A193	X	Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*)	Régionale	C	-	-	-
A194	X	Sterne arctique (*Sterna paradisaea*)	Régionale	C	-	-	-
A195	X	Sterne naine (*Sterna albifrons*)	Régionale	C	-	-	-
A197	X	Guifette noire (*Chlidonias niger*)	PNS	D			
Oiseaux marins – Estran + plongée jusqu'à 5 m							
A062		Fuligule milouinan (*Aythya marila*)	Régionale	C	A	B	B
A065		Macreuse noire (*Melanitta nigra*)	Régionale	C	A	C	B
A066		Macreuse brune (*Melanitta fusca*)	Régionale	C	A	C	B
A069		Harle huppé (*Mergus serrator*)	Régionale	C	A	C	B
Oiseaux marins – Plongeurs jusqu'à 20 m							
A001	X	Plongeon catmarin *(Gavia stellata)*	Nationale	A	A	C	B
A002	X	Plongeon arctique *(Gavia arctica)*	Nationale	A	A	C	B
A003	X	Plongeon imbrin *(Gavia immer)*	Nationale	B	A	B	B
A005		Grèbe huppé *(Podiceps cristatus)*	Régionale	C	A	C	B
A006		Grèbe jougris *(Podiceps grisegena)*	Régionale	B	A	C	B
A007	X	Grèbe esclavon *(Podiceps auritus)*	Régionale	C	A	B	B
A017		Grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*)	PNS	D			
A018		Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*)	PNS	D			
A063		Eider à duvet *(Somateria mollissima)*	Régionale	C	A	C	B
Oiseaux marins – Plongeur pélagique							
A016		Fou de Bassan (*Sula bassana*)	PNS	D			
Oiseaux marins – Plongeurs profonds							
A199		Guillemot de Troïl (*Uria aalge*)	Régionale	C	A	C	-
A200		Pingouin torda *(Alca torda*)	Nationale	B	A	C	B
A204		Macareux moine (*Fratercula artica*)	PNS	D			

Légende :
Population : A = 100 ≥ p > 15 % ; B = 15 ≥ p > 2 % ; C = 2 ≥ p > 0 % ; D = Non significative.
Conservation : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite»
Isolement : A = population (presque) isolée ; B = population non isolée, mais en marge de son aire de répartition ; C = population non isolée dans son aire de répartition élargie
Evaluation globale : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative»

2.4.1.4. Enjeux de conservation des espèces

D'après l'état des lieux du patrimoine naturel de la ZPS « Cap Gris-Nez » et de la ZSC « Récifs Gris Nez – Blanc Nez », l'enjeu de conservation des espèces sur le site est présenté dans le **Tableau 2-7** :

- En <u>période nuptiale</u>, le niveau d'enjeu est fort pour la Mouette tridactyle, le Fulmar boréal et le Grand Gravelot, et moyen pour le Goéland argenté à l'échelle du site. L'enjeu est également moyen pour les colonies de goélands marin et brun, de Grand cormoran, et de sternes caugek et pierregarin hors du site.
- En <u>période internuptiale</u> :
    - l'enjeu est fort (passage et/ou halte migratoire, stationnement hivernal ou estival, et alimentation), à dire d'experts et pour les espèces d'importance nationale sur le site (dont l'indice de représentativité du site > 1%, représentées en gras suivantes), et pour celles dont la migration est importante : Macreuse noire, Alcidés (Guillemot de Troïl et Pingouin torda), Fou de Bassan, Grand labbe, Plongeons (catmarin et arctique), Sternes (caugek, naine et pierregarin), Bernache cravant, Goéland marin.

- L'enjeu est moyen pour Mouettes (tridactyle, pygmée et mélanocéphale), Puffin des Baléares, Macreuse brune, Labbe parasite, Eider à duvet, Tadorne de Belon, Canards (siffleur et pilet), Bécasseau sanderling et Grand cormoran.

- Pour les autres espèces, l'enjeu est faible.

Tableau 2-7. Hiérarchisation de l'enjeu de conservation des oiseaux marins sur la ZPS « Cap Gris-Nez ».

Espèces	Statut protection	Indice de vulnérabilité	Indice de responsabilité de la SRM MMN	Enjeu écologique DCSMM (secteur 1) Colonies d'oiseaux marins et zones d'alimentation	Enjeu écologique DCSMM (secteur 1) Zones densité maxi et zones fonct. oiseaux marins en période internuptiale	Indice de représentativité du site période internuptiale	Indice de représentativité du site période nuptiale	Indice de responsabilité du site (nicheurs)	Enjeu sur le site en période internuptiale	Enjeu sur le site en période nuptiale
Mouette tridactyle	OSPAR/ 4.2	5	5 (nicheurs)	Majeur		D	A	7,5	Moyen	Fort
Fulmar boréal	4.2	7,5	5,8 (nicheurs)	Moyen		D	B	6,25	Faible	Fort
Grand Gravelot	4.2	5	4 (nicheurs)	Moyen		D	B	5	Faible	Fort
Goéland argenté	4.2	2,5	2,8 (nicheurs)			D	D	2,75	Faible	Moyen
Puffin des Baléares	OSPAR/	10	7			NA			Moyen	
Macreuse brune	4.2	7,5	6,3			D			Moyen	
Macreuse noire	4.2	1	2			D			Fort	
Pingouin torda	4.2	10	5,3			D			Fort	
Guillemot de troil	OSPAR/ 4.2	7,5				D			Fort	
Fou de Bassan	4.2	2,5	2,5			C	D (z. alimentation)		Fort	
Grand labbe	4.2	1	1,8			D			Fort	
Labbe parasite	4.2	1	3,3			D			Moyen	
Plongeon catmarin	Annexe I	1	5			C			Fort	
Plongeon arctique	Annexe I	1	5			NA			Fort	
Sterne pierregarin	Annexe I	1	-	Fort		NA	D (z. alimentation)		Fort	Moyen
Sterne caugek	Annexe I	2,5	1	Moyen		NA	D (z. alimentation)		Fort	Moyen
Sterne naine	Annexe I	1	-	Moyen		D			Fort	
Bernache cravant	4.2	1	3			D			Fort	
Mouette pygmée	Annexe I	2,5	3,8			NA			Moyen	
Mouette mélanocéphale	Annexe I	1	2			C			Moyen	
Goéland marin	4.2	1	2,5			B	D (z. alimentation)		Fort	
Grand cormoran	4.2	1	2			C	D (z. alimentation)		Moyen	Moyen
Eider à duvet	4.2	10	5			C			Moyen	
Tadorne de Belon	4.2	1	2			D			Moyen	
Canard pilet	4.2	1	2,3		Fort	NA			Moyen	
Canard siffleur	4.2	1	1,3			B en cas de report			Moyen	
Bécasseau sanderling	4.2	1	2,3			D			Moyen	
Bécasseau maubèche	4.2	2,5	2,3			D			Faible	
Bécasseau variable	4.2	1	2,3			D			Faible	
Huîtrier-pie	4.2	5	4,3			D			Faible	
Courlis cendré	4.2	5	3,8			D			Faible	
Courlis corlieu	4.2	5	-			NA			Faible	
Barge rousse	Annexe I	1	2			D			Faible	
Tournepierre à collier	4.2	1	2			C			Faible	
Pluvier argenté	4.2	1	1,8			D			Faible	
Labbe à longue queue	4.2	5	3,3			NA			Faible	
Labbe pomarin	4.2	1				D			Faible	
Grèbe huppé	4.2	1	2,3			C			Faible	
Grèbe jougris	4.2	10	-			D			Faible	
Harle huppé	Annexe I	10	2,5			D			Faible	
Canard souchet	4.2	1	2			NA			Faible	
Canard chipeau	4.2	1	1			NA			Faible	
Sarcelle d'hiver	4.2	5	1,5			D			Faible	
Puffin des Anglais	4.2	7,5	1,3			NA			Faible	
Sterne arctique	Annexe I	10	-			NA			Faible	
Guifette noire	Annexe I	7,5	-			NA			Faible	
Goéland brun	OSPAR/ 4.2	1	1			D	D (z. alimentation)		Faible	
Cormoran huppé	4.2	1	1,8			D			Faible	
Mouette rieuse	4.2	2,5	1,8			D			Faible	

Source : Projet de DoCob 2019

➔ Cette ZPS est située à environ 7.3 km au Nord de la zone de projet. La zone côtière accueille en nidification la Mouette tridactyle (falaise), en liaison avec la colonie du site portuaire de Boulogne-sur-Mer, le Goéland argenté dans les éboulis de la falaise de craie du cap Blanc-Nez ou le Grand Gravelot sur les plages de sables grossiers. Ces espèces ont été inventoriées sur la zone du projet.

➔ Parmi les espèces à enjeu faible à moyen (Grèbes, Cormorans, Labbes et Eider à duvet) sont tous des hivernants (migration fin automne vers les sites d'hivernage). Parmi les espèces à enjeu fort, les Labbes, Plongeons et Fou de Bassan sont également des hivernants mais qui ne fréquentent pas la zone du projet.
Les espèces nicheuses à enjeu fort (Fulmar boréal, Sterne caugek et Mouette tridactyle) sont présentes au printemps et en été (départ des jeunes Fulmars fin août). Elles fréquentent le plan d'eau près de la zone du projet.

2.4.2. ZPS n°FR3110038 « Estuaire de la Canche »

2.4.2.1. Fonction de la ZPS

Classé comme ZPS en juin 1988, ce site de 5 032 ha appartient à 90% au domaine maritime, 59 espèces d'oiseaux y sont recensées, dont 28 inscrites à l'annexe I de la Directive. La surface de ce site intersecte la proposition de Site d'Importance Communautaire n° FR3100480 « Estuaire de la Canche, dunes picardes plaquées sur l'ancienne falaise, forêt d'Hardelot et falaise d'Equihen ».
La ZPS ne possède pas de DOCOB mais les objectifs de gestion sont intégrés au plan de gestion du parc naturel marin « Estuaires Picards et Mer d'Opale » (PNM EPMO).

2.4.2.2. Espèces ayant justifié l'inscription du site au réseau Natura 2000

Les Formulaires Standard de Données (FSD) des sites distinguent, parmi les espèces à l'origine de la désignation du site, celles inscrites à l'annexe I de la directive européenne « Oiseaux » et celles migratrices ou hivernantes méritant localement une attention particulière au regard des effectifs présents.

Le tableau suivant présente ces espèces et les effectifs notés sur la zone Natura 2000 en nidification, migration, ou hivernage (données des différents FSD). Les espèces sont classées en fonction de la manière dont elles se nourrissent.

Les oiseaux littoraux et terrestres n'ont de lien direct avec le milieu marin en tant que tel que pour leur alimentation mais n'ont pas de lien pour toute autre partie de leur cycle biologique.

Tableau 2-8. Espèces d'intérêt communautaire de la ZPS « Estuaire de la canche ».

Code Natura 2000	DO An.I	Espèce	Importance de la ZPS	Population			
				Résidente	Migratrice		
					Nidification	Hivernage	Etape
Oiseaux littoraux et terrestres							
A021	X	Butor étoilé (*Botaurus stellaris*)	-	-	-	1-4	-
A022	X	Blongios nain *(Ixobrychus minutus)*	-	-	-	-	1
A023	X	Héron Bihoreau (*Nycticorax*)	-	-	-	-	1
A026	X	Aigrette garzette (*Egretta garzetta*)	-	-	-	-	-
A027	X	Grande aigrette (Ardea *alba*)	-	-	-	-	7-10
A029	X	Héron Pourpré (*Ardea purpurea*)	-	-	-	-	1
A030	X	Cigogne noire *(Ciconia nigra)*	-	-	-	-	-
A031	X	Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*)	-	-	-	-	-
A034	X	Spatule blanche (*Platalea leucorodia*)	-	-	-	-	-
A045	X	Bernache nonette (*Branta leucopsis*)	-	-	-	-	-
A068	X	Harle piette (*Mergus albellus*)	-	-	-	-	1
A072	X	Bondrée apivore (*Pernis apivorus*)	-	-	-	-	2
A073	X	Milan royal (*Milvus migrans*)	-	-	-	-	-
A074	X	Milan noir (*Milvus milvus*)	-	-	-	-	-
A075	X	Pygargue à queue blanche (*Haliaetus albicilla*)	-	-	-	1	-
A081	X	Busard des roseaux (*Circus aeroginosus*)	-	-	1	-	-
A082	X	Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)	-	-	1	-	-
A084	X	Busard cendré (*Circus pygargus)*	-	-	-	-	-
A090	X	Aigle criard (*Aquila clanga)*	-	-	-	-	1
A094	X	Balbuzard pêcheur (*Pandon haliaetus*)	-	-	-	-	1
A098	X	Faucon émerillon (*Falco colombarius*)	-	-	-	-	-
A103	X	Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*)	-	-	-	-	-
A119	X	Marouette ponctuée *(Porzana porzana)*	-	-	--	-	-
A127	X	Grue cendrée (*Grus grus*)	-	-	-	-	-
A131	X	Echasse blanche (*Himantopus himantopus*)	-	-	-	-	-
A132	X	Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*)	-	-	-	-	-
A138		Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)	-	-	-	-	-
A140	X	Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*)	-	-	-	-	-
A144		Bécasseau sanderling (*Calidris alba*)	-	-	-	-	-
A151	X	Combattant varié *(Philomachus pugnax)*	-	-	-		-
A157	X	Barge rousse (*Limosa lapponica*)	-	-	-	-	-
A160		Courlis cendré (*Numenius arquata*)	-	-	-	-	-
A166	X	Chevalier sylvain (*Tringa glaerola*)	-	-	-	-	-

Code Natura 2000	DO An.I	Espèce	Importance de la ZPS	Population			
				Résidente	Migratrice		
					Nidification	Hivernage	Etape
A170	X	Phalarope à bec étroit (*Phalaropus lobatus*)	-	-	-	-	-
A222	X	Hibou des marais (*Asio flammeus*)	-	-	-	-	-
A224	X	Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus Linnaeus*)	-	20-30	-	-	-
A229	X	Martin pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*)	-	-	-	-	-
A246	X	Alouette lulu (*Lullula arborea*)	-	-	-	-	-
A272	X	Gorge bleue à miroir (*Luscinia svecica)*	-	1	-	-	-
Oiseaux marins – Estran + surface							
A176	X	Mouette Mélanocéphale (*Larus melanocephalus*)	-	-	1-10	-	1-10
Oiseaux marins – Estran + plongée surface							
A191	X	Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*)	Régionale	-	-	1-10	100-1000
A192	X	Sterne de Dougall (*Sterna dougallii*)	-		-	-	-
A193	X	Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*)	-	-	-	-	-
A194	X	Sterne arctique (*Sterna paradisaea*)	-	-	-	-	-
A195	X	Sterne naine (*Sterna albifrons*)	-	-	-	-	-
A197	X	Guifette noire (*Chlidonias niger*)	-	-	-	-	-
Oiseaux marins – Plongeurs jusqu'à 20 m							
A001	X	Plongeon catmarin (*Gavia stellata*)	-	-	-	-	-
A002	X	Plongeon arctique (*Gavia arctica*)	-	-	-	-	-

Les oiseaux littoraux et terrestres n'ont de lien direct avec le milieu marin en tant que tel que pour leur alimentation mais n'ont pas de lien pour toute autre partie de leur cycle biologique.
Par la nature des opérations considérées sur la partie marine (conduites) et l'éloignement du site (17 km), les oiseaux caractéristiques des milieux estuariens terrestres n'auront aucune interaction avec le projet.

2.4.2.3. Etat de conservation des espèces

L'ensemble des oiseaux marins côtiers, littoraux et pélagiques sont susceptibles d'être impactés par le projet d'implantation de la ferme d'aquaculture.

L'évaluation de la conservation des espèces de la ZPS est effectuée uniquement sur les espèces d'oiseaux pour lesquels la ZPS est d'importance régionale ou nationale. Cette évaluation est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2-9. Etat de conservation des espèces de la ZPS "estuaire de la Canche".

Etat de conservation des espèces de la ZPS « Estuaire de la Canche »							
Code Natura 2000	DO Annexe I	Espèce	Importance de la ZPS	Evaluation du site			
				Population	Conservation	Isolement	Globale
Oiseaux littoraux							
A021	X	Butor étoilé *(Botaurus stellaris)*	Régionale	C	C	C	C
A068	X	Harle piette (*Mergus albellus*)	Régionale	C	C	C	C
A075	X	Pygargue à queue blanche (*Haliaetus albicilla*)	Régionale	B	C	C	C
A144		Bécasseau sanderling (*Calidris alba*)	Régionale	B	B	C	B
A160		Courlis cendré (*Numenius arquata*)	Régionale	C	B	C	B

Légende :
Population : A = 100 ≥ p > 15 % ; B = 15 ≥ p > 2 % ; C = 2 ≥ p > 0 % ; D = Non significative.
Conservation : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite»
Isolement : A = population (presque) isolée ; B = population non isolée, mais en marge de son aire de répartition ; C = population non isolée dans son aire de répartition élargie
Evaluation globale : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative»

➔ **Cette ZPS est située à environ 17 km au sud de la zone de projet. Les habitats fonctionnels ne sont pas en lien avec ceux de la zone projet. Les oiseaux fréquentant cette ZPS et le PNM EPMO sont susceptibles de survoler le site portuaire de Boulogne-sur-Mer.**

2.4.3. ZSC n°FR3100480 « Estuaire de la Canche, dunes picardes plaquées sur l'ancienne falaise d'Hardelot et falaise d'Equihen »

Le périmètre de ce site se recoupe avec celui de la Zone de Protection Spéciale FR 3110038 « Estuaire de la Canche » présentée ci-dessus. Sur l'ensemble de la superficie de cette ZSC (1 661 ha), seulement 3% se trouve sur le domaine maritime ; le reste de la zone protégée est constitués d'habitats terrestres sans lien avec la zone du projet.

Ce site littoral rassemble différentes unités écologiques majeures, réunies en un vaste éco-complexe littoral :

- l'estuaire de la Canche : seul estuaire de type picard ayant conservé une rive nord indemne de tout endiguement et altération notable,
- des dunes médiévales et contemporaines récentes où l'hygrosère[10] dunaire nord-atlantique (prairies, roselières et cariçaies en particulier) et la xérosère des côtes de la Manche Orientale trouvent une bonne expression,
- des dunes plus anciennes, plaquées sur l'ancienne falaise de craie ou pénétrant vers l'intérieur des terres et recouvrant, vers le Nord, les affleurements du Boulonnais : qui abritent certains habitats parmi les plus précieux et les plus originaux des habitats des xérosères dunaires herbacées nord-atlantiques,
- les falaises du Cap d'Alprech, qui hébergent une mosaïque de pelouses aérohalines et de bas-marais suspendus typique du système des falaises gréseuses nord-atlantiques,
- la forêt domaniale d'Hardelot et les végétations alluviales du Ruisseau de la Becque, dont les habitats assurent la continuité entre le système forestier dunaire interne et les divers systèmes forestiers et associés typiques des affleurements de sables, d'argiles et de marnes caractérisant le Bas-Boulonnais.

Habitats d'intérêts (marins) :

Estuaires (1130) ; d'une superficie de 26.5 ha (1.8% de la couverture du site)
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse (1140) ; d'une superficie de 7.8 ha (0.47% de la couverture du site)
Récifs (1170) ; d'une superficie de 4.65 ha (0.28% de la couverture du site)

Espèces d'intérêt communautaire (marines) :

Phoque veau-marin (1365) (*Phoca vitulina*) ;
Phoque gris (1364) (*Halichoerus grypus*).

➔ **Cette ZSC est située à environ 2.5 km au sud de la zone de projet. Les habitats marins identifiés dans cette ZSC ne sont pas en lien direct avec la zone du projet d'implantation de ferme aquacole. Les espèces marines mobiles peuvent côtoyer les eaux à proximité du site portuaire de Boulogne-sur-Mer.**

[10] Une sère désigne une succession végétale complète, du stade pionnier au climax. Une **hygrosère** qualifie une succession végétale qui se constitue à partir d'un sol humide sans végétation. La **xérosère** désigne une succession et/ou association végétale à partir d'un substrat nu et sec, aride (plantes xérophiles).

2.4.4. ZSC n°FR3102003 « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez »

Le SIC Récifs Gris-Nez et Blanc-Nez a été porté en Zone Spéciale de Conservation par l'arrêté du 29 mai 2015. Ce site s'étend sur 29 156 ha, uniquement en milieu marin.

Cette zone est caractérisée par de très forts courants et de grandes profondeurs. Les fonds sont constitués essentiellement de sédiments grossiers, graviers et cailloutis, recouvrant environ 70% du site, notamment au large. Des affleurements rocheux associés à ces éléments grossiers apparaissent parfois sur ces zones.

2.4.4.1. Habitats ayant justifié l'inscription du site au réseau Natura 2000

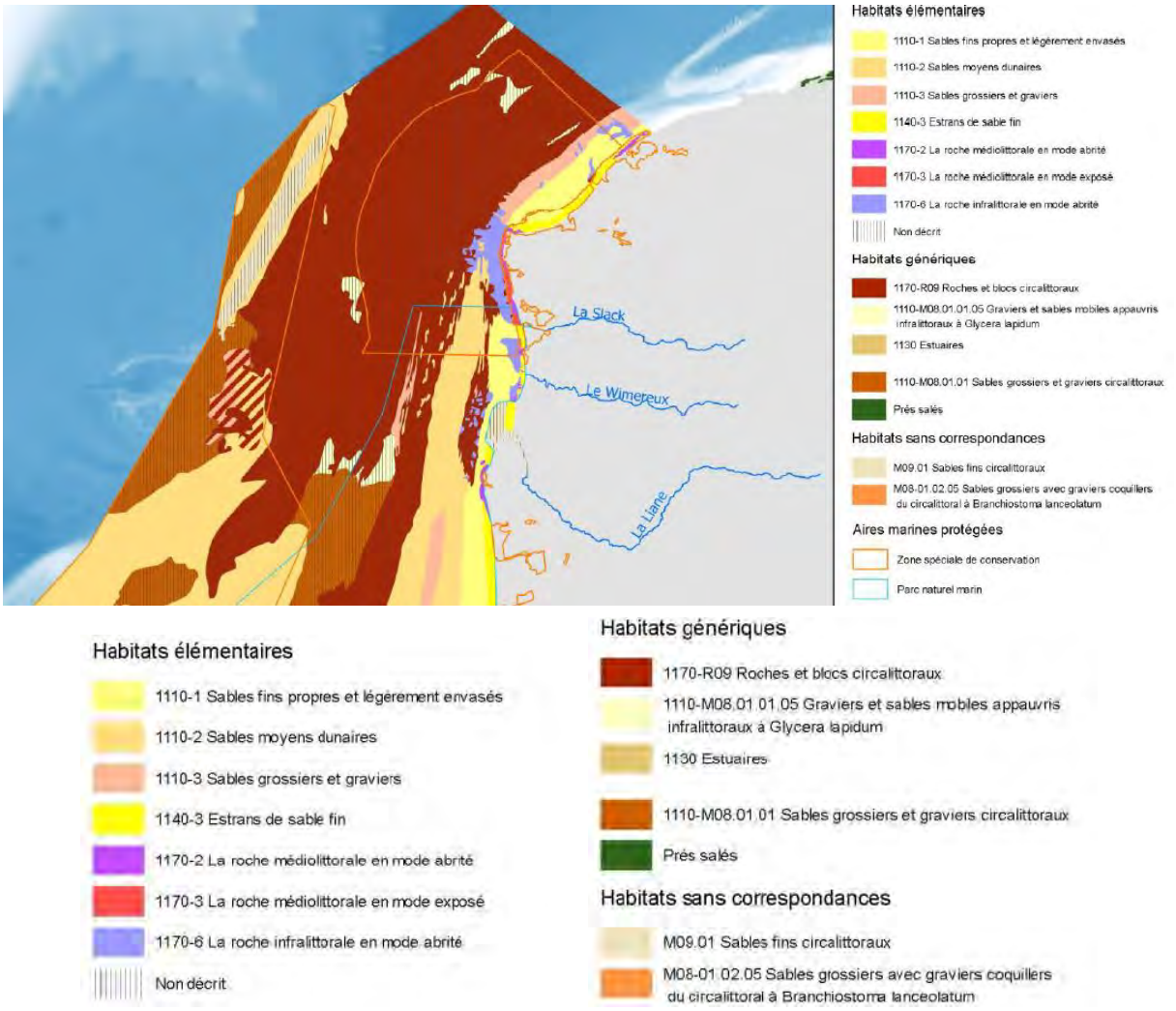
2.4.4.1.1. Habitat 1110 des « Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine »

Les fonds sableux ***(Habitat « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » - 1110)***, présents au Sud et au Nord-Est, relativement proches de la côte, représentent environ 17% des fonds, et se partagent entre les sables fins (2,5%), les sables moyens (10%) et les sables grossiers (4,5%).

2.4.4.1.2. Habitat 1170 des « Récifs »

Un platier rocheux ***(Habitat « Récifs » - 1170)***, riche en laminaires recouvre environ 13% du site, notamment au niveau du cap Gris-Nez, au centre du site. Ce peuplement est composé d'une grande diversité d'éponges, de cnidaires (*Alcyonium digitatum, Urticina felina*) et de bryozoaires.

La répartition verticale des organismes au sein de cet habitat permet de reconnaître quatre étages (supra, médio, infra et circalittoral), qui rassemblent des caractéristiques environnementales définies par les facteurs écologiques que sont l'humectation, la durée d'émersion, l'exposition aux rayons solaires, l'assèchement par le vent et les écarts thermiques et halins (lessivage par la pluie) entre la basse mer et la haute mer. Ces étages traduisent globalement des conditions de vie et sont bien définis biologiquement, ils ne peuvent cependant donner qu'une indication toute relative quant au niveau marégraphique.



(d'après Cartham in Projet DOCOB, 2019)

Figure 2-43. Habitats marins Natura 2000 de la ZSC « Récifs Gris Nez – Blanc Nez ».

2.4.4.1.3. Autres types d'habitats

Les fonds sont constitués essentiellement de sédiments grossiers, graviers et cailloutis, recouvrant environ 70% du site, notamment au large. Ces champs de graviers et de cailloutis plus ou moins ensablés sont riches en Ophiures (*Ophiothrix fragilis*) caractéristiques de ce secteur de la façade

Ce territoire peu chaluté recèle aussi des habitats remarquables : des **moulières à *Modiolus sp***. (Habitat considéré comme en déclin et/ou en danger par la convention OSPAR) ou fonds à modioles. Ces moulières possèdent une valeur écologique très importante et concourent à diversifier les peuplements benthiques en augmentant sensiblement le nombre de niches écologiques grâce à l'hétérogénéité du substrat. Leur préservation est fondamentale. Or, elles sont sensibles à la pêche en limite et semblent être en régression ces dernières années.

2.4.4.1.4. Enjeux de conservation pour les habitats

La grande diversité d'habitats constituée de bancs de sables, de récifs, de champs de graviers et de cailloutis plus ou moins ensablés engendrent une richesse spécifique très importante : 56 espèces/m^2 en moyenne, la biomasse moyenne est de 320 g/m^2 et l'abondance moyenne de 1 700 individus/m^2.

Les moulières de *Modiolus*, aujourd'hui menacées, possèdent une valeur écologique très importante et concourent à diversifier les peuplements benthiques en augmentant sensiblement le nombre de niches écologiques grâce à l'hétérogénéité du substrat. Leur préservation est fondamentale.
Cet habitat est considéré en déclin et/ou en danger par la convention OSPAR. Actuellement, il n'existe pas de carte de répartition connue au niveau du site Natura 2000.

2.4.4.1.5. Etat de conservation pour les habitats

Habitat d'intérêt communautaire :

« Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » (*1110*) : 17% dont notamment les « sables moyens dunaires » (*1110-2*)
➔Faible richesse spécifique mais espèces typiques inféodées à ces formations .
➔Conditions hydrodynamiques particulières liées aux dunes hydrauliques à préserver.

« Récifs » (1170) : 13%
➔Grande richesse spécifique, espèces typiques inféodées à ces formations
➔Conditions hydrodynamiques particulières liées aux forts courants et aux grandes profondeurs

Tableau 2-10. Evaluation de l'état de conservation des habitats de la ZSC "Récifs Gris-Nez Blanc Nez"

Habitat	% du site couvert par cet habitat	Représentativité	Superficie Relative	Statut de. Conservation	Evaluation Globale
1110 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	17	B	C	B	B
1170 – Récifs	13	A	C	B	B

Légende :
Représentativité : A = 100 ≥ p > 15 % ; B = 15 ≥ p > 2 % ; C = 2 ≥ p > 0 % ; D = Non significative.
Conservation : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite»
Evaluation globale : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative»

2.4.4.2. Espèces ayant justifié l'inscription du site au réseau Natura 2000

Les 3 espèces d'intérêt communautaire citées dans le FSD sont des mammifères marins :

- Phoque veau-marin (1365) (*Phoca vitulina*)
- Phoque gris (1364) (*Halichoerus grypus*)
- Marsouin commun (1351) (*Phocoena phocoena*)

2.4.4.2.1. Enjeu de conservation des espèces

La ZSC « Récifs Gris-Nez Blanc Nez » constitue un site relativement important pour le Marsouin commun dont la fréquentation est régulière.

2.4.4.2.2. Etat de conservation des espèces

La représentativité du site Natura 2000 est importante pour le marsouin commun et le phoque gris, et dans une moindre mesure pour le phoque veau marin. Le grand dauphin est peu présent sur le site.
Les effectifs de marsouin et de phoque gris présentent une tendance à la hausse. Toutefois, l'augmentation des effectifs de phoques gris (comme pour le phoque veau marin) reflète une

augmentation et une extension des colonies alentours, tandis que l'augmentation des effectifs de marsouins reflète un déplacement des populations vers le Sud, dans un contexte de changement global et d'augmentation des pressions anthropiques dans le Nord de l'Europe (éolien offshore).
L'état de conservation des espèces sur la zone est présenté par le tableau suivant :

Tableau 2-11. Evaluation de l'état de conservation des espèces de la ZSC "Récifs Gris Nez Blanc Nez"

Espèces	Convention int. / directive européenne	Etat de conservation				Indice de responsabilité de la SRM (hiver)	Indice de responsabilité de la SRM (été)	Enjeu écologique DCSMM (secteur 1)	Site Natura 2000			Enjeu sur le site
		Monde	Europe	France	Région marine Atlantique				Indice de représentativité Hiver	Indice de représentativité Eté	Tendance effectifs	
Marsouin commun	OSPAR/ Annexes II et IV	LC	VU	NT	Défavorable mauvais (U2)	5,3	3,8	Fort	B	D	↗ Déplacement pop.	Fort
Phoque gris	Annexes II et IV	LC	LC	NT	Favorable (FV)	3,8	2,8	Majeur	C	C	↗	Moyen
Phoque veau-marin	Annexes II et IV	LC	LC	NT	Favorable (FV)	3,8	3,8	Moyen	D	D	↗	Moyen
Grand dauphin	OSPAR/ Annexes II et IV	LC	LC	LC	Défavorable inadéquat (U1)	2,8	3,0		D	D	?	Faible

(d'après DOCOB, 2019)

La période de plus forte présence des marsouins se situe entre les mois de janvier et mai. Les phoques gris sont observés toute l'année, principalement entre la Pointe aux oies et le Cap Gris-Nez. Le site est surtout utilisé comme zone de chasse et de passage.
Ils sont peu ou pas observés lors de la période de mise bas (décembre-janvier).

➔ **Cette ZSC est située à environ 2.5 km au sud de la zone de projet. Les habitats marins identifiés dans cette ZSC ne sont pas en lien direct avec la zone du projet d'implantation de ferme aquacole. Les espèces marines mobiles peuvent côtoyer les eaux à proximité du site portuaire de Boulogne-sur-Mer.**

2.4.5. ZSC FR3102005 « Baie de Canche et couloir des 3 estuaires »

Sa superficie, d'environ 330 km², permet de couvrir un territoire entièrement marin de profondeur relativement faible (23 m maximum).

La zone se caractérise par un complexe d'estuaire et d'estrans vaseux en connexion écologique, d'intérêt majeur à l'échelle de la façade marine. Elle joue un rôle essentiel de nourricerie de poissons et pour les poissons amphihalins, constituant la limite amont des niches écologiques en estuaires.
Le site « Baie de Canche et couloir des 3 estuaires » est principalement ciblé pour les habitats d'intérêt communautaire suivants :

- Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110) ;
- Estrans sableux et/ou vasières exondés à marée basse (1140) ;
- Estuaires (1130).

Les estuaires concernés présentent l'ensemble des habitats atlantiques caractéristiques de la slikke et du schorre, soit plus d'une vingtaine de groupements, dont certains très remarquables et fragiles, liés aux contacts des dunes et prés salés et dépendants des degrés de salinité. La morphologie de ces estuaires est très caractéristique et originale avec leurs systèmes de poulier et musoir.

Espèces d'intérêt communautaire (marines) :

- Phoque veau-marin (1365) (*Phoca vitulina*)
- Phoque gris (1364) (*Halichoerus grypus*)
- Marsouin commun (1351) (*Phocoena phocoena*)

- Lamproie marine (1095) (*Petromyzon marinus*)
- Lamproie de rivière (1099) (*Lampetra fluviatilis*)
- Alose vraie (1102) (*Alosa alosa*)
- Saumon atlantique (1106) *(Salmo salar)*

➔ Cette ZSC est située à environ 16 km au sud de la zone de projet. Aucun des habitats protégés n'est en lien avec la zone du projet. Les espèces marines mobiles, notamment les mammifères marins, peuvent côtoyer les eaux à proximité du site portuaire de Boulogne-sur-Mer.

En conclusion :

Le projet de ferme aquacole, au niveau du site portuaire de Boulogne-sur-Mer, et l'implantation des conduites de pompage et de rejet d'eau de mer ne se situent pas dans le périmètre des sites Natura 2000.

Cependant, les inventaires avifaunistiques indiquent des liens avec les populations **d'oiseaux** des ZPS et des complémentarités de zones de **fonctionnalité** mais pas d'interaction (pas les mêmes zones d'hivernage ou de nidification, zone d'alimentation commune possible).

Il n'y a pas d'interaction entre les **habitats marins** devant la zone du projet et ceux des sites Natura 2000 mais les espèces de **mammifères marins** des ZSC peuvent fréquenter la zone côtière et portuaire.

Thème		Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Réseau Natura 2000, mer et littoral			
ZPS FR3110085 « Cap Gris-Nez »	Espèces	Fort	Faible
	Fonctionnalités	Fort	Nulle
ZPS FR3110038 « Estuaire de la Canche »	Espèces	Fort	Faible
	Fonctionnalités	Fort	Nulle
ZSC FR3102003 « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez »	Espèces	Fort	Faible
	Habitats	Fort	Nulle
ZSC FR3102005 « Baie de Canche et couloir des 3 estuaires »	Espèces	Fort	Faible
	Habitats	Fort	Nulle
ZSC FR3100480 « Estuaire dunes picardes plaquées sur l'ancienne falaise d'Hardelot et falaise d'Equihen »	Espèces	Fort	Nulle
	Habitats	Fort	Nulle

2.5. Espaces naturels protégés mer et littoral

2.5.1. ZNIEFF mer et littoral

Les **ZNIEFF** (Zone Naturelle d'Importance pour la Faune et la Flore) et les **ZICO** (Zone d'importance pour la Conservation des Oiseaux) sont deux types de protection du milieu naturel instaurées suite à l'inventaire de la faune et de la flore présents dans leur périmètre. Il existe deux types de ZNIEFF :

- Les **ZNIEFF de type I** sont des secteurs caractérisés par leur intérêt biologique remarquable, contenant des espèces rares, protégées, menacées de disparition ou en limite de leur aire de répartition, etc… Ces zones sont assez contraignantes vis-à-vis des projets d'aménagements ;
- Les **ZNIEFF de type II** sont de grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Ce sont généralement des secteurs assez vastes, de richesse plus diffuse que les ZNIEFF de type I, et de ce fait, moins sensibles.

Tous les espaces recensés comme **Zones Naturelles d'intérêt Ecologique, Faunistique et Floristiques (ZNIEFF)** présentent un intérêt écologique particulier. Toute modification des conditions du milieu est à éviter dans ces zones qui ne bénéficient cependant d'aucune protection réglementaire opposable.

Aucune ZNIEFF de type II n'est présente sur le secteur d'étude.
Les ZNIEFF 1 littorales présentes à proximité de la zone d'étude de la ferme aquacole sont listées ci-après :

Tableau 2-12. ZNIEFF autour de la zone de projet de la ferme aquacole.

Nom et n° de la ZNIEFF	Distance au site d'étude
ZNIEFF n° 310007016 « Pointe de la Crèche et falaise entre Boulogne-sur-Mer et Wimereux »	2.4 km
ZNIEFF n°310007283 « Dunes de la Slack, Pointe aux Oies et Pointe de la Rochette »	5.8 km
ZNIEFF n°310007284 « Estuaire de la Slack »	9.2 km
ZNIEFF n°310013269 « Garenne d'Ambleteuse »	10 km
ZNIEFF n°310007282 « Falaises d'Equihen »	2 km
ZNIEFF n°310007239 « Dunes d'Ecault et de Condette »	6,3 km
ZNIEFF n°310007280 « Dunes de Dannes et du Mont St Frieux »	12 km

<u>Au Nord de la zone de projet</u> :

- La ZNIEFF n° 310007016 **« Pointe de la Crèche et falaise entre Boulogne-sur-Mer et Wimereux »** est constituée d'une falaise maritime avec estran rocheux située entre Wimereux et Boulogne-sur-Mer. Une partie de la ZNIEFF occupe la moitié nord de la plage de Boulogne-sur-Mer et se trouve donc à proximité de la zone de projet. Ce site de 203,1 ha a été inventorié de par sa diversité au niveau de la flore algologique et de la faune invertébrée marine, ainsi que pour la zone d'hivernage que fournit la falaise aux oiseaux.
- La ZNIEFF n°310007283 **« Dunes de la Slack, Pointe aux Oies et Pointe de la Rochette »** (464,9 ha) est inventoriée en raison de la diversité de milieux que représentent le complexe dunaire (constitué de dunes jeunes, de pelouse, de dunes boisées et de dépressions inondables) ainsi que l'estran rocheux et les falaises avec pelouses. Les dunes de la Slack sont un site classé depuis 1973, elles ont été en partie rachetées par le Conservatoire du Littoral sur 200 ha ;
- La ZNIEFF n°310007284 **« Estuaire de la Slack »**, située à environ 9,2 km de la zone de projet, a été inventoriée en raison de l'intérêt écologique que représentent les prés salés et saumâtres, les dunes embryonnaires et les bancs de galets vis-à-vis de l'avifaune (étape

migratoire) et de la flore halophile. Ce site est inclus dans le site classé « Dunes de la Slack, Pointe aux Oies » créé en 1973 qui s'étend sur 72,7 ha ;
- La ZNIEFF n°310013269 **« Garenne d'Ambleteuse »** (228,7 ha), est située à environ 9,2 km du site portuaire. Les 48 ha des dunes de la Manchue sont un site inscrit depuis 1970, ils ont été plus récemment préemptés par le département du Pas-de-Calais ;

Au Sud de la zone de projet :
- La ZNIEFF n°310007282 **« Falaises d'Equihen »** est formée de falaises jurassiques d'argile et de grès avec pelouses et marais suintants sommitaux. Ce site de 221,8 ha, situé à environ 2 km de la zone de projet présente une morphologie et une structure analogues à celles du Cap Gris-Nez ; il a été inventorié pour la diversité de biotopes sur la falaise, l'étape migratoire et la richesse floristique (richesse et rareté de la flore des pelouses et des marais). En haut de falaise, diverses végétations s'agencent en une mosaïque fine de micro-biotopes où se remarquent de belles pelouses et de petits marais liés aux eaux ruisselant le long des argiles ;
- La ZNIEFF n°310007239 **« Dunes d'Ecault et de Condette »** est constituée d'un complexe dunaire avec dunes blanches, pelouses, dunes boisées, forêt plantée et pannes inondables situé au nord de la station balnéaire d'Hardelot-Plage. Ce site de 1 309 ha, situé à environ 7,5 km de la zone de projet, a été inventorié pour la multiplicité de ses potentialités biologiques, sa flore de qualité, avec notamment une chênaie-frênaie très diversifiée au niveau des zones plus humides des dunes, et ses paysages originaux dont la dune se fondant sous de vieux taillis sous-futaie ;
- La ZNIEFF n°310007280 **« Dunes de Dannes et du Mont St Frieux »** est constituée d'un complexe dunaire avec dunes basses inondables, dunes hautes internes plaquées sur ancienne falaise, pannes inondables et marais arrière-littoral au sud de Hardelot-Plage. Ce site de 1 906 ha, situé à environ 12 km de la zone de projet, a une valeur biologique et écologique inestimable. Il appartient en grande partie au Conservatoire du Littoral et au département du Pas-de-Calais (1 200 ha en zone de préemption). Une gestion conservatoire des différents biotopes va être mise en place afin de préserver ou restaurer la diversité et l'originalité des communautés végétales et animales de ce site exceptionnel.

➔Il n'y a pas de lien direct entre les ZNIEFF côtières les plus proches, sur des zones rocheuses, et la zone projet.

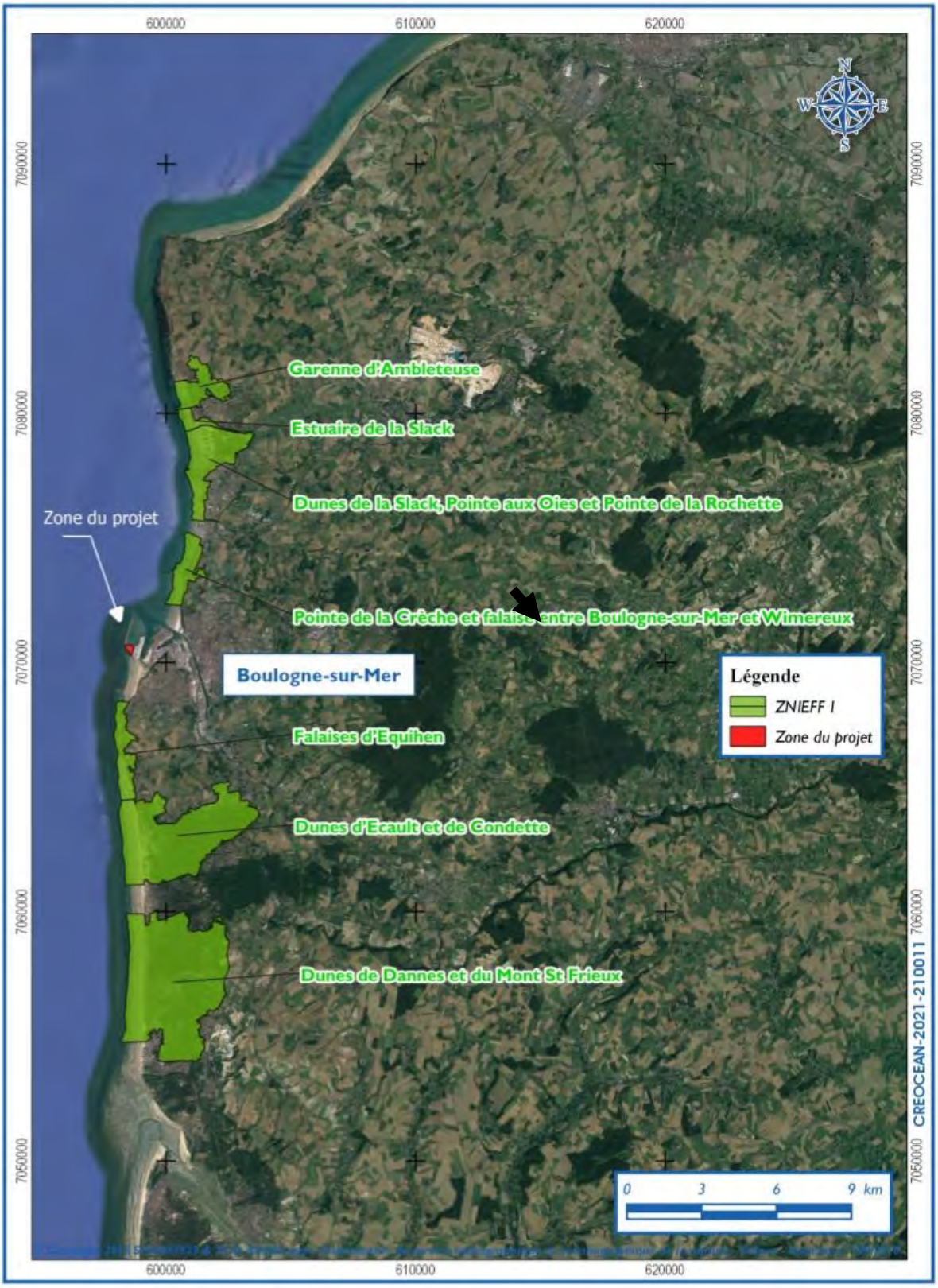


Figure 2-44. ZNIEFF mer et littoral inventoriées à proximité du projet de ferme aquacole.

2.5.2. Parc Naturel Marin des Estuaires picards et de la mer d'Opale

(source : https://parc-marin-epmo.fr/)

Le parc naturel marin des Estuaires picards et de la mer d'Opale (FR9100005), est une aire marine protégée.
Les **aires marines protégées** (AMP) sont des espaces délimités en mer qui répondent à des objectifs de protection de la nature à long terme. Le code de l'environnement reconnaît aujourd'hui 15 catégories d'aires marines protégées. La plupart des aires marines protégées permettent de concilier les enjeux de protection et le développement durable d'activités. Leurs modes de gouvernance associent le plus souvent les usagers, les élus, les experts, etc. à la gestion de l'espace marin classé.
En Manche, les aires marines protégées sont nombreuses : réserves naturelles nationales, aires de protection de biotope, sites Natura 2000, zones humides d'importance internationale RAMSAR.

Le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale, créé le 11 décembre 2012, fait partie de l'**Office français de la biodiversité**, un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Ses missions principales sont l'appui aux politiques publiques pour la création et la gestion d'aires marines protégées (AMP), l'animation du réseau de gestionnaires d'aires marines protégées, la gestion des moyens humains, techniques et financiers des parcs, et l'appui aux conventions de mers régionales (OSPAR).

C'est le premier parc de la façade maritime Manche - Mer du Nord et il est présidé par le vice-président de la communauté d'agglomération du Boulonnais.
Le Parc se situe au large de la Seine maritime, de la Somme et du Pas-de-Calais, et s'étend jusqu'au dispositif de séparation du trafic maritime du détroit du Pas-de-Calais. Il couvre 2 300 km^2 de surface maritime, et longe 118 km de côtes, d'Ambleteuse au Tréport en couvrant 7 fleuves côtiers, du Nord au Sud : la Slack, le Wimereux, la Liane, la Canche, l'Authie, la Somme et la Bresle.

Le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO) est un outil de gestion et de protection de la mer qui a pour ambition de répondre à trois objectifs indissociables :
- la connaissance du milieu marin,
- la protection de ce milieu et notamment des habitats et des espèces qu'il abrite,
- la contribution au développement durable des activités maritimes.

Tout en préservant le patrimoine naturel, il doit contribuer au développement durable des activités maritimes, qui dans la plupart des cas, dépendent du bon état écologique du milieu marin. De plus, il participe à la sensibilisation des acteurs et des usagers aux enjeux de préservation du patrimoine naturel marin.

Pour cela, le PNM est doté d'un plan de gestion (adopté le 15/12/2015), comprenant 8 orientations :
- Mieux connaître le milieu marin et partager cette connaissance ;
- Protéger les écosystèmes et le patrimoine naturel marin ;
- Contribuer au bon état écologique des eaux marines ;
- Mieux connaître, faire connaître et préserver les paysages marins et sous-marins, les valeurs et biens culturels ;
- Coordonner de manière partenariale la gestion des espaces protégés en mer ou contigus à la mer ;
- Développer de manière durable les différentes pêches, activités essentielles à l'économie locale ;
- Développer de manière durable et en restant ouvert à l'innovation les activités s'exerçant dans le respect des milieux : usages professionnels, de loisir, et usages traditionnels porteurs de l'identité maritime ;
- Coopérer avec les pays voisins pour la protection et la gestion d'un espace marin commun.

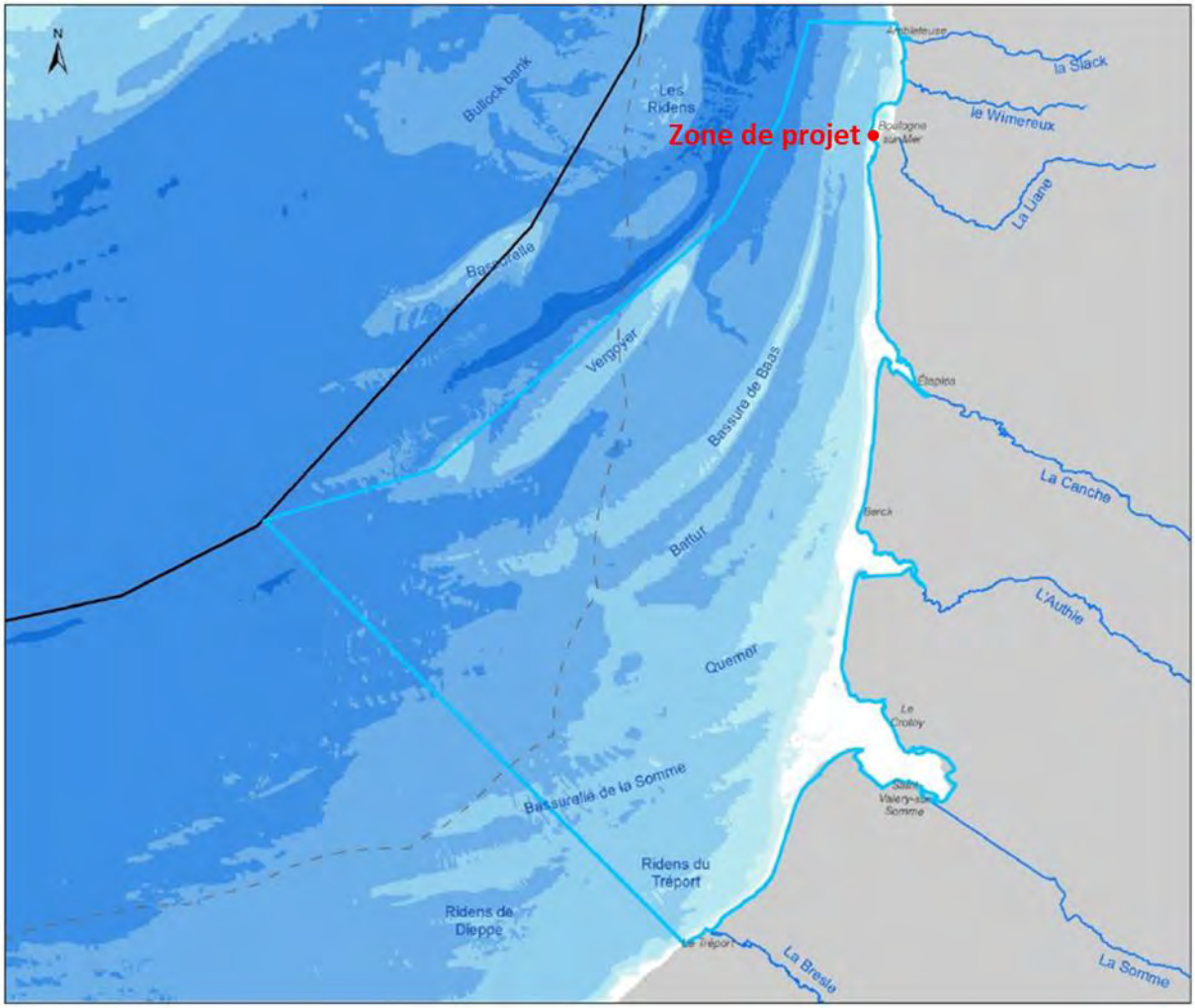


Figure 2-45. Périmètre du Parc Naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. (source : Plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale, 2015).

La carte d'identité du PNM des estuaires picards et de la mer d'Opale se décline en :

- une biodiversité exceptionnelle avec plus de 200 espèces animales et végétales, parfois migratrices, dont :
  - 16 espèces de mammifères marins (dont phoque gris et veau marin, grand dauphin, marsouin),
  - 69 espèces d'oiseaux marins (plongeon arctique, sterne, fou de Bassan, ...),
  - Une centaine d'espèces de poissons,
  - Plus de 50 espèces de végétaux,

- une grande diversité d'habitats : estuaires, plages de sable, estrans rocheux, bancs de sable, dunes sous-marines et hauts-fonds rocheux.

- un patrimoine naturel reconnu :
  - 4 sites classés Natura 2000 gérés par le Parc,
  - 2 réserves naturelles nationales : baies de Canche et de Somme,
  - 1 arrêté de protection de biotope : La Molière de Cayeux,
  - 2 réserves de chasse pour les oiseaux d'eau,

- 11 sites acquis par le Conservatoire du Littoral,

- des paysages valorisés :
  - 5 sites classés : le Marquenterre (90 km², terrestres et marins), la pointe du Hourdel et le Cap Hornu (22 km², terrestres et marins), les dunes de la Slack (27 km²), le fort d'Ambleteuse (0,2 km²), la pointe du Touquet (3,8 km², principalement marins),
  - 2 Grands Sites de France entièrement ou partiellement inclus dans le Parc : la baie de Somme et les Deux Caps,
  - la baie de Somme, labellisée parmi « Les plus belles baies du monde »,

- des activités de pêche :
  - 5 ports de pêche : Étaples-sur-Mer, Le Crotoy, Saint-Valéry-sur-Somme, Le Hourdel, le Tréport et **Boulogne-sur-Mer**,
  - 180 navires de pêche artisanale, 850 marins et 2 500 emplois induits,
  - 5% de la pêche mondiale réalisée dans le Pas de Calais, l'un des 5 espaces marins les plus productifs au monde,
  - 150 entreprises de mareyage, de transformation, de conditionnement et de logistique, soit 5 032 emplois supplémentaires,

- des activités de pêche à pied professionnelle et récréative :
  - 400 pêcheurs à pied professionnels, soit 1/5ème des pêcheurs en France métropolitaine,
  - le 1er gisement français de coques (3 000 à 5 000 t/an) et de salicorne, en baie de Somme,
  - 16 espèces exploitées : coques, végétaux des prés salés, moules sauvages, crevettes grises, poissons pêchés depuis le bord, vers, …

- des activités industrielles et de transport :
  - Transport maritime : le Pas de Calais est le 2ème détroit le plus fréquenté au monde, avec 20% du trafic maritime mondial ; en moyenne, 200 navires se croisent quotidiennement au large du Parc naturel marin ;
  - Extraction de granulats marins ;
  - Energies Marines Renouvelables ;
  - Opérations de dragage d'entretien des ports avec clapage en mer ;

- Activités de loisirs et touristiques :
  - 8 activités de sports de nature majeures : char à voile, plaisance à la voile et au moteur, voile légère, kitesurf, kayak, stand-up paddle, randonnée équestre et pédestre,
  - environ 4 000 chasseurs et 330 huttes, dont 180 en baie de Somme,

- Patrimoine culturel et maritime
  - des pratiques témoignant de l'identité culturelle maritime,
  - un patrimoine artistique et architectural maritime et balnéaire très riche,
  - plus de 70 épaves localisées, de nombreux ouvrages de défense contre la mer, qui sont autant de témoignages des risques marins et de leur prise en charge par les hommes.

➔ Le site d'installation de la future ferme aquacole est exclu du périmètre du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale. Cependant, la conduite de pompage en mer est incluse dans le périmètre du Parc qui est délimité par la digue Carnot.
➔Les habitats (non traversés car conduite en sous-sol) présentent un intérêt écologique mais sont largement représentés à l'échelle de la façade.
➔ Les espèces présentes sont celles des ZPS et ZSC, et peuvent côtoyer les eaux à proximité du site portuaire de Boulogne-sur-Mer.

En raison de leurs propriétés intrinsèques liées à la richesse de leur patrimoine naturel, l'ensemble des zones naturelles de type ZNIEFF, précurseurs des sites NATURA 2000, ainsi que le Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale constituent des secteurs à forts enjeux.

Les ZNIEFF les plus proches de la zone de projet sont localisées à plus de 2 km du site, sur des zones rocheuses et donc avec une composante terrestre importante. Il n'y a pas d'interaction du projet, dans le contexte fortement anthropisé de la zone portuaire, avec les falaises et estuaires caractérisant les ZNIEFF. Leur sensibilité au projet est nulle.

La conduite de prise d'eau de mer est localisée au sein du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale (la conduite de rejet est située dans l'enceinte portuaire). Les espèces d'oiseaux et de mammifères marins sont les mêmes que celles des sites Natura 2000 : leur sensibilité au projet est jugée de faible.
Les habitats en mer (non traversés) présentent un intérêt écologique mais sont largement représentés à l'échelle du parc et de la bande côtière : en raison de la faible emprise du projet sur le milieu marin (superficie de l'exutoire), leur sensibilité peut être considérée comme nulle.

Thème		Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Espaces naturels protégés			
ZNIEFF mer et littoral	Habitats	Fort	Nulle
Parc Naturel Marin des Estuaires picards et de la mer d'Opale	Habitats	Fort	Nulle
	Espèces	Fort	Faible

2.6. Qualité du milieu

2.6.1. Qualité des sédiments

Si les sédiments de la zone portuaire sont régulièrement suivis dans le cadre des dragages d'entretien portuaire, à notre connaissance, aucune donnée existe sur la qualité des sédiments côtiers au droit de la zone du projet.

2.6.1.1. Suivis DCE

Dans le cadre du suivi actuel des eaux portuaires, le point de référence DCE (Directive Cadre Eau n°2008/105/CE modifiée par la Directive n°2013/39/UE) du port (appelé BOU50) se situe à la confluence des chenaux d'accès à la Darse Sarraz-Bournet et du chenal d'entrée du port intérieur. Ce point est désigné pour la mesure de l'ensemble des substances prioritaires listées en annexe X de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000 : DEHP (Di(2-éthylhexyl)phtalate), Chlorure de méthylène (DCM ou Dichlorométhane), Octylphénols (Para-tert-octyphénol), Diuron, Nickel et composés, Plomb et composés, Fluoranthène, Chloroforme (Trichlorométhane), Atrazine, Trichlorobenzène (TCB), Chlpyrifos, Naphtalène, Alachlore, Isoproturon, Clorfenvinphos, Pentachlorophénol, Benzène, Simazine, 1,2 Dichloroéthane, Trifluraline.

La première analyse du suivi DCE a eu lieu le 01/10/2010, et constitue l'état initial de l'observation de la qualité du milieu. Les autres analyses ont été effectuées en octobre 2012, en décembre 2014, 2016 et aout 2018. Ces analyses sont comparées aux seuils N1 et N2 issus du référentiel GEODE, le seuil N1 autorisant l'immersion ce qui n'est pas le cas du niveau N2.

Tableau 2-13. Eléments chimiques détectés par les analyses "sédiments" - suivi biennal DCE

Paramètres		2010	2012	2014	2016	2018	Seuil N1	Seuil N2
		mg/kg sec	mg/kg sec	mg/kg sec	mg/kg sec	mg/kg sec	mg/kg sec	mg/kg sec
Métaux	Nickel	9	<1	10,8	12,2	14,4	37	74
	Cadmium	0,3	<0,2	<0,26	<0,5	0,5	1,2	2,4
	Mercure	0,04	<0,2	<0,2	0,051	0,067	0,4	0,8
	Plomb	14	<0,2	13	18,8	17,9	100	200
Phénols et dérivés	4-chloro-3-méthylphénol	206 µg						
Phtalates	Diéthylhexylphtalate (DEHP ou DOP)	341 µg	<10 µg	<0,5				
	Dibutyl phtalate		50 µg					
	Bis (2-méthylpropyl) phtalate		140 µg					
	Bis (2-éthylhexyl) phtalate		110 µg	<0,5	<25	59 µg		
Polybromodiphényléthers (BDE)	BDE 47	<1 µg	11 µg	<5 µg	<1 µg	<1 µg		
	BDE 153	100 µg	<5 µg	<5 µg	<0,02µg	<0,02µg		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Naphtalène	1,56 µg	100 µg	13 µg	<10 µg	<10 µg	160	1130
	Acénaphtylène	<10 µg	10 µg		<10 µg	<10 µg	40	340
	Acénaphtène	<1 *G	<10 µg		<10 µg	<10 µg	15	260
	Fluorène	1,22 µg	10 µg		<10 µg	<10 µg	20	280
	Fluoranthène	31,4 µg	90 µg	55 µg	59 µg	53 µg	600	2850
	Phénanthrène	12,6 µg	50 µg		29 µg	29 µg	240	870
	Anthracène	3,54 µg	20 µg	11 µg	<10 µg	<10 µg	85	590
	Pyrène	21,4 µg	70 µg		55 µg	46 µg	500	1500
	Benzo(a) anthracène	14,7 µg	50 µg		32 µg	28 µg	260	930
	Chrysène	16,1 µg	60 µg		37 µg	52 µg	380	1590
	Benzo(b) fluoranthène	23,2 µg	80 µg	17 µg	48 µg	43 µg	400	900
	Benzo(k) fluoranthène	11,5 µg	30 µg		25 µg	20 µg	200	400
	Benzo (a) pyrène	16,4 µg	50 µg	22 µg	42 µg	34 µg	430	1015
	Dibenzo (a,h) anthracène	3,09 µg	20 µg		<10 µg	15 µg	60	160
	Benzo (g,h,i) pérylène	20,2 µg	40 µg	23 µg	57 µg	76 µg	1700	5650
	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	19,5 µg	70 µg	25 µg	49 µg	30 µg	1700	5650
	Somme des 16 HAP	196 µg	750 µg		433 µg	426 µg		

Ces résultats montrent :

- En **2010**, seuls deux paramètres atteignaient ou dépassaient des niveaux issus du référentiel GEODE ; les teneurs en métaux lourds sont bonnes. D'autres éléments sans niveau de référence ont été observés, à des niveaux importants, le BDE 153 (ou 2,2′, 4,4′, 5,5′-hexabromodiphényl éther), un phénol et le DEHP (Diéthylhexylphtalate). Un seul Phtalate a été recherché en 2010 ;
- Les analyses de **2012** montrent la disparition ou la baisse de concentration de certains polluants, comme le DEHP et le BDE 153. Les concentrations en métaux lourds, en organoétains, en HPA, en chloroalcanes, chlorophénols & alkylphénols, en composés organiques volatiles (COV), en pesticides, et en polybromodiphényléthers (PBDE) sont inférieures aux seuils respectifs de détection.
  A noter la présence de 3 polluants du groupe des phtalates (non recherchés en 2010) ainsi que le BDE 47 classé substance dangereuse prioritaire (DCE 2006) ;
- Les analyses de **2014** montrent des concentrations en métaux lourds, en organoétains, en HPA inférieures au seuil N1 et des concentrations en mercure, organoétains, en chloroalcanes, phénols et chlorophénols, en composés organiques volatiles (COV), en chlorobenzènes, pesticides, en phtalates et en retardateurs de flamme (PBDE) inférieures aux seuils respectifs de détection ;

- Les analyses de **2016** et **2018** révèlent également des concentrations inférieures aux seuils N1 pour l'ensemble des composés testés. Les concentrations en BDE sont en dessous du seuil de détection. Les teneurs en HAP sont en diminution par rapport à 2014, et plusieurs hydrocarbures sont en dessous du seuil de détection. A noter la présence de Bis (2-éthylhexyl) phtalate en 2018 dans des quantités deux fois moins importantes qu'en 2012.

➔ La qualité des sédiments dans la rade, au confluent des activités de commerce, montre une amélioration notable et peut être considérée comme bonne.

2.6.1.2. Sédiments portuaires

Les sédiments des zones soumises aux **dragages d'entretien** font l'objet d'un suivi annuel à biannuel, avec prélèvement avant chaque campagne de dragage par un agent de la Région Hauts-de-France, pour validation par la Police de l'Eau des zones dragables et avec édition d'un rapport annuel présenté en comité de suivi des dragages d'entretien. Les nécessités d'entretien des profondeurs sont définies à partir des bathymétries portuaires et des écarts à la cote de navigation ; chaque secteur géographique à draguer est caractérisé par une combinaison de points de prélèvements analysée tous les ans.

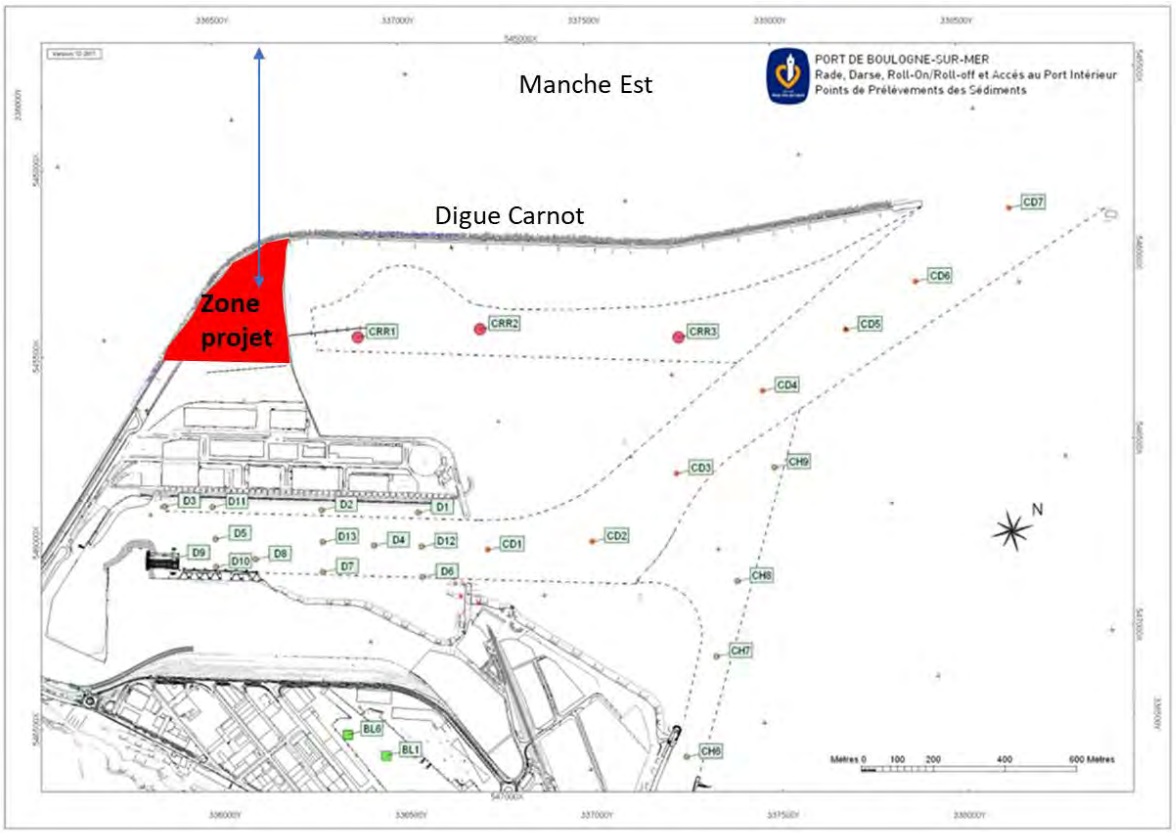


Figure 2-46. Plan de localisation des stations d'échantillonnage de sédiments dans la rade de Boulogne-sur-Mer avant dragage (Créocéan, 2015)

Dans le port extérieur, les sédiments du chenal d'accès au port intérieur et du chenal d'accès à la darse sont régulièrement dragués et analysés avant dragage. La rade constitue un milieu ouvert.
La répartition sédimentologique à l'échelle du site portuaire reflète le fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire et les sources d'apports en matériaux avec en particulier :

- les zones ouvertes à dominante sableuse, illustrant les mouvements de remplissage et de vidange de la rade avec des échanges avec l'extérieur (grands bancs sableux, littoral Sud sableux, masses d'eau côtières) ;
- l'envasement dans les zones de confinement et de ralentissement des courants (fond de la rade

et entrée de la Darse Sarraz-Bournet) ;
- l'influence des apports continentaux sablo-vaseux via la Liane dans le port à marée et l'avant-port.

En termes de qualité chimique, secteur à proximité du projet :
- la qualité en Carbone Organique Total est moyenne à bonne dans la Darse Sarraz-Bournet, et bonne dans les chenaux ;
- la qualité en tributylétain (TBT), polychlorobiphényles (PCB) et Hydrocarbures Polyaromatiques (HAP) est bonne ;
- la qualité en métaux lourds est bonne dans les chenaux et à l'entrée de la darse.

2.6.1.3. Zone d'étude

La couverture sédimentaire de la zone d'étude au large est caractérisée par un prisme littoral sableux (fins et moyens) reposant sur un substratum rocheux affleurant au large de Boulogne-sur-Mer. Ces sédiments sont des sédiments des sables fins, sans pélites/vases donc supposés propres, d'autant plus qu'aucun rejet ou activité ne laissent supposer une mauvaise qualité des sédiments.

Les sédiments sortant du port, provenant des chenaux et de la rade, présentent une bonne qualité chimique et ne sont pas source de pollution vers la zone du projet au large.

Le secteur du bassin Ro-Ro est caractérisé par des mélanges hétérogènes de vases et de sables fins, avec des variations saisonnières et sous influence mixte marine et portuaire.

En conclusion :

En raison de l'absence de prélèvements sédimentaires au niveau de l'ancien poste RoRo, ou des sédiments côtiers au droit de la zone de projet, il est difficile d'évaluer l'enjeu relatif à cet indicateur.
Les suivis de la qualité des sédiments dans le cadre des dragages d'entretien portuaire (effectués par la RHDF) indiquent des sédiments dont la qualité peut être considérée comme bonne et qui peuvent être immergés sur la zone dédiée au large.
L'enjeu lié est considéré comme moyen (par rapport au risque de dégradation). La sensibilité de la qualité des sédiments portuaires au projet est jugée moyenne.

La nature sableuse des sédiments dans la zone d'implantation des conduites laissent augure d'une bonne qualité chimique. La fraction fine venant du port (rade) est de bonne qualité chimique.
Les sédiments de la zone projet en mer et de la bande littorale sont de bonne qualité et l'enjeu lié est considéré comme moyen (par rapport au risque de dégradation). Cependant, au regard des modalités des travaux (microtunnelier), la sensibilité de ce compartiment au projet (en particulier durant la phase de travaux) peut être considérée comme faible à nulle en phase d'exploitation.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Qualité des sédiments portuaires	Moyen	Moyenne
Qualité supposée des sédiments côtiers	Moyen	Faible

2.6.2. Qualité des eaux

2.6.2.1. Eaux littorales

2.6.2.1.1. Données du réseau SOMLIT

Le SOMLIT (Service d'Observation en Milieu Littoral) est un Service National d'Observation de l'Institut National des Sciences de l'Univers (CNRS) depuis 1996. L'objectif du SOMLIT est de caractériser l'évolution pluri-décennale des écosystèmes côtiers et littoraux, et d'en déterminer les forçages climatiques et anthropiques.

Afin de répondre à cet objectif, un suivi multisites coordonné à l'échelle nationale a été mis en place au milieu des années 90. Ce suivi repose actuellement sur une stratégie commune à l'ensemble des 12 écosystèmes suivis : 1) des prélèvements d'eau et mesure en surface, à pleine mer (pour les sites soumis à la marée), tous les 15 jours pour un cortège de 13 paramètres 'historiques' (température, salinité, oxygène dissous, pH, nitrate, nitrite, ammonium, phosphate, silicate, matière en suspension, chlorophylle *a*, carbone et azote organiques particulaires) ainsi que des profils verticaux de sondes multiparamétriques concernant un cortège restreint de paramètres (température, salinité, fluorescence, PAR).

Le site SOMLIT Wimereux est suivi par l'UMR LOG (Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences) depuis 1997 au niveau de deux stations qui visent à caractériser la dynamique biogéochimique de ces différentes masses d'eaux. Ainsi, les prélèvements sont effectués dans des conditions de pleine mer de vive-eau au niveau d'une **station côtière** (point C : 50°40.75 N 1°31.17 E, 1 mile nautique des côtes, profondeur d'environ 25 m) et d'une **station dite du large** (point L : 50°40.75 N 1°24.60 E, 5 miles nautiques des côtes, profondeur d'environ 50 m) (**Figure 2-47**).

Ces échantillonnages réalisés tous les 15 jours à bord du navire océanographique Sepia II consistent en la réalisation des profils verticaux et de prélèvements discrets en subsurface et au fond de la colonne d'eau.

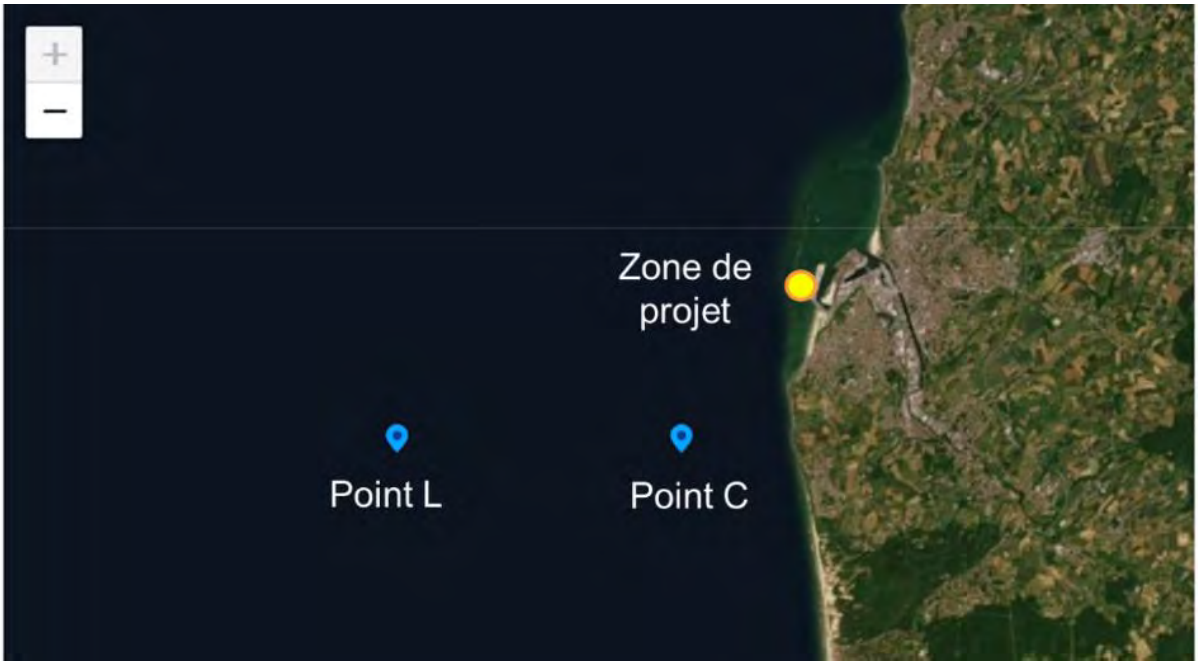


Figure 2-47. Localisation des stations de prélèvements d'eau du réseau SOMLIT à proximité de la zone de projet.

Les données présentées ont été extraites directement du site internet du SOMLIT : https://www.somlit.fr/visualisation-des-donnees/, consulté le 01/07/2021, et sur lequel seules les données des deux dernières années glissantes sont consultables. Un manque de données est caractérisé sur la période novembre 2019, mai 2020, ce manque de données est à prendre en compte dans la présentation des résultats des figures suivantes.

- **Température**

Entre mars 2019 et décembre 2020, la température aux deux points de Boulogne-sur-Mer est comprise entre 8°C et 19.5°C, toutes les deux atteintes au niveau du point C en surface. Peu de valeurs ont été enregistrées entre novembre 2019 et Mai 2020.
Un gradient de température est observable l'été, d'une part entre la côte (point C), où les températures sont environ 1°C plus chaudes qu'au point L, et d'autre part entre les températures enregistrées entre le fond et la surface, où il est observé 0.5°C de différence entre le fond et la surface (plus chaude).

- **Salinité**

Sur la période étudiée, la salinité est comprise entre 33.1 PSU et 35.1 PSU et un gradient côte large est observable avec une salinité plus importante en moyenne au niveau du point L. Au niveau du point C, la salinité est plus importante au fond qu'en surface.

- **Oxygène**

Entre mars 2019 et décembre 2020, le taux d'oxygène dans l'eau oscille entre 7.83 ml/L au niveau du point C en surface, le 17 avril 2019 et 4.95 ml/L au niveau du point C, au fond le 16 septembre 2020. Les variations des concentrations en oxygène dissous sont plus fortes au niveau du point C, à proximité des côtes entre mai et septembre 2020.

- **Potentiel Hydrogène (pH)**

Les données relatives au pH n'ont pu être enregistrées qu'entre mars et juin 2019, puis septembre et février 2020. Elles sont comprises entre 8.02 au point C le 14 février 2020 et 8.375 au point C, en surface, le 16 mai et 3 juin 2019. Des différences sont observées entre les points C et L au printemps 2019, alors que les valeurs sont équivalentes entre ces deux points en septembre et octobre 2019.

- **Ammonium**

Les données relatives aux concentrations en ammonium, entre mars 2019 et décembre 2020, sont comprises entre 0.032 µmol/L le 6 mai 2019 et 4.077 µmol/L le 1er Octobre 2020, en surface au niveau du point C. Deux principaux pics de concentrations sont observés au niveau des deux points, un premier à 2.514 µmol/L au niveau du point C en surface, le 16 septembre 2019 ; un second à 4.077 µmol/L en surface et également au fond au niveau du point C le 1er octobre 2020.

- **Nitrates**

Les concentrations en Nitrates, pour la période allant de mars 2019 à décembre 2020, varient de de 0.23 µmol/L au point C en surface le 17 juin à 2.45 µmol/L, au même point le 1er octobre 2020. Comme précédemment, les deux principaux pics de concentrations sont observés les 28 octobre 2019 et 1er octobre 2020.

- **Nitrites**

Concernant les Nitrites, pour mêmes périodes, elles varient de 0.01 µmol/L au point L en surface le 17 juin à 0.31 µmol/L, au point C, au fond le 1er octobre 2020. Comme pour les Nitrates, mais dans des concentrations inférieures, deux principaux pics de concentrations sont observés les 28 octobre 2019 et 1er octobre 2020.

- **Phosphates**

Les concentrations en phosphate, entre mars 2019 et décembre 2020, sont comprises entre 0.01 µmol/L au point L au fond, le 3 juin 2020 et 0.87 µmol/L au point C au fond, les 14 février et 25 mai

2020. Le gradient côte/large ou surface/ fond n'est cependant pas discernable concernant ce paramètre et sur la période donnée.

- **Silicates**

Les concentrations en Silicates sur la période donnée varient de 0.29 µmol/L au point C en profondeur le 28 octobre 2019 et 14.06 µmol/L au même point mais en surface, le 14 février 2020. Sur la période Mars - Novembre 2019, les concentrations en Nitrates sont en moyenne plus élevées au niveau du point L. Un pic de concentrations en Silicates est également observé le 14 Octobre 2019 qui atteint 6.22 µmol/L au niveau du point L et une augmentation des concentrations en automne atteignant jusqu'à 5.59 µmol/L au point C le 1er octobre 2020.

- **Carbone Organique particulaire**

Les concentrations en carbone organique particulaire présentent un gradient côte/large, avec des concentrations nettement plus élevées au point C qu'au point D, durant toute la période. Des pics de concentrations sont observés au niveau du point C en surface le 17 avril 2019 atteignant 804.142 µg/L ainsi qu'au niveau du point C au fond, le 23 juin 2020, avec une concentration allant jusqu'à 530.99 µg/L.

- **Azote organique particulaire**

Les concentrations en Azote organique particulaires, aux points C et L du réseau SOMLIT suivent les tendances des concentrations en carbone organique particulaires. Le même gradient côte/large y est présent, ainsi que le pic de concentration du 17 avril 2019, atteignant 114.705 µg/L au point C en surface et du 23 juin 2020 atteignant 74.17 µg/L au même point. Un autre pic de concentration haute est distingué au niveau du point C en surface le 14 février 2020 atteignant une valeur de 78.26 µg/L.

- **Matière en suspension**

Les concentrations en matières en suspension (MES), durant la période allant de mars 2019 à décembre 2020, sont les plus importantes au niveau du point C au niveau du fond. Un pic de concentration est observé au niveau de ce point le 14 février 2020 avec une valeur de 26 mg/L. Les autres pics de concentrations au niveau de ce point peuvent être corrélés avec des augmentations également en surface (30 septembre 2019 et 1er octobre 2020) ou non (16 mai et 2 juillet 2019).

- **Chlorophylle-a**

Les concentrations en chlorophylle a durant la période d'étude sont comprises entre 11 µg/L au niveau du point C au fond, le 17 avril 2019 et 0.62 µg/L au niveau du point L au fond, le 16 septembre 2020. Les concentrations en chlorophylle a semblent en moyenne plus élevées au niveau des côtes (point C) qu'au large (point L).

En conclusion :
➔L'analyse temporelle de la qualité des eaux littorales au niveau de la zone projet met en évidence des variations saisonnières, applicables aussi bien à la côte qu'au large. En particulier, lors d'épisodes marquants, les deux points présentent les mêmes tendances d'évolution : les pics de concentration visibles au large et à la côte suggèrent un phénomène régional, à l'échelle de la masse d'eau littorale.
➔Un gradient côte/large décroissant est mis en évidence pour la salinité, le carbone organique, les sels nutritifs et la chlorophylle a, ce qui suggère l'influence du fleuve côtier et les apports de la Liane sur le point côtier.
➔Le gradient surface/fond n'est pas nettement marqué : 0.5°C de différence de température entre le fond et la surface et à l'inverse, un gradient fond/surface et côte/large décroissant pour les MES.

Ceci rejoint les observations sur la radiale de Boulogne-sur-Mer du réseau Ifremer où la turbidité est plus élevée à proximité des côtes qu'au large, en hiver, et où la matière organique et les sels nutritifs sont majoritairement plus concentrés dans les eaux côtières.

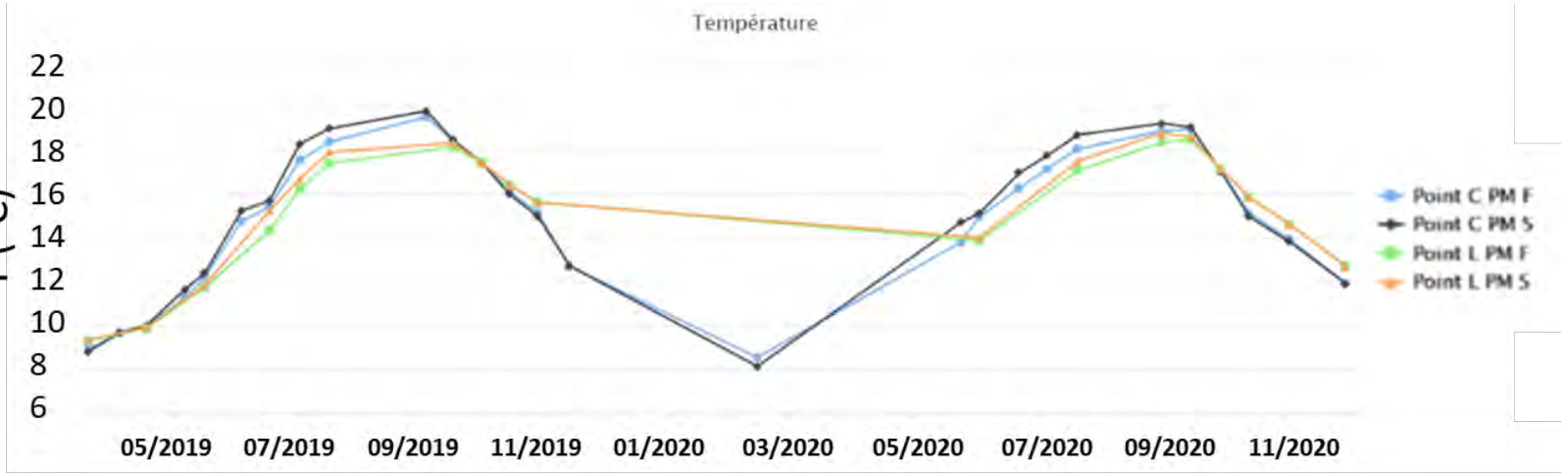


Figure 2-48. Enregistrement des températures au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

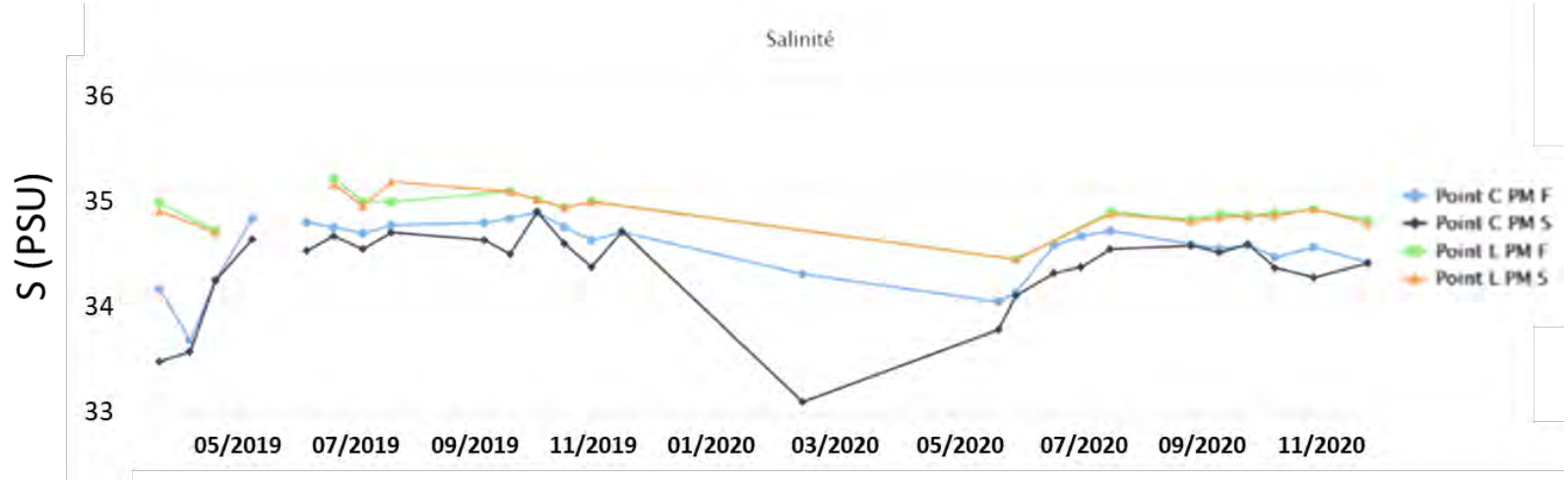


Figure 2-49. Enregistrement de la salinité au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

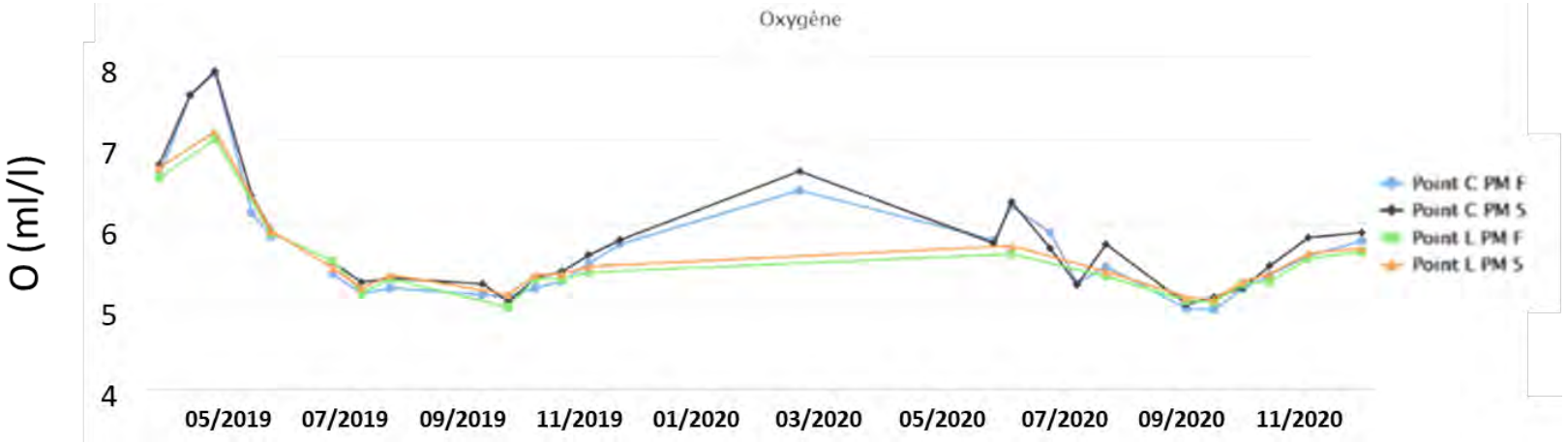


Figure 2-50. Enregistrement de l'oxygène dissous au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

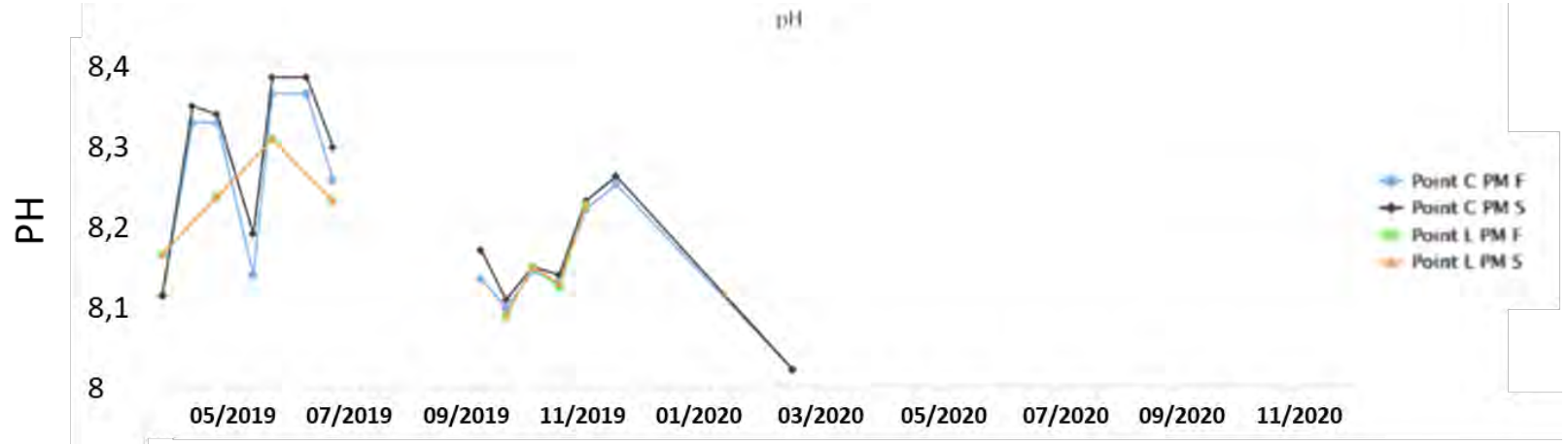


Figure 2-51. Enregistrement du pH au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

Figure 2-52. Enregistrement des concentrations en ammonium au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT

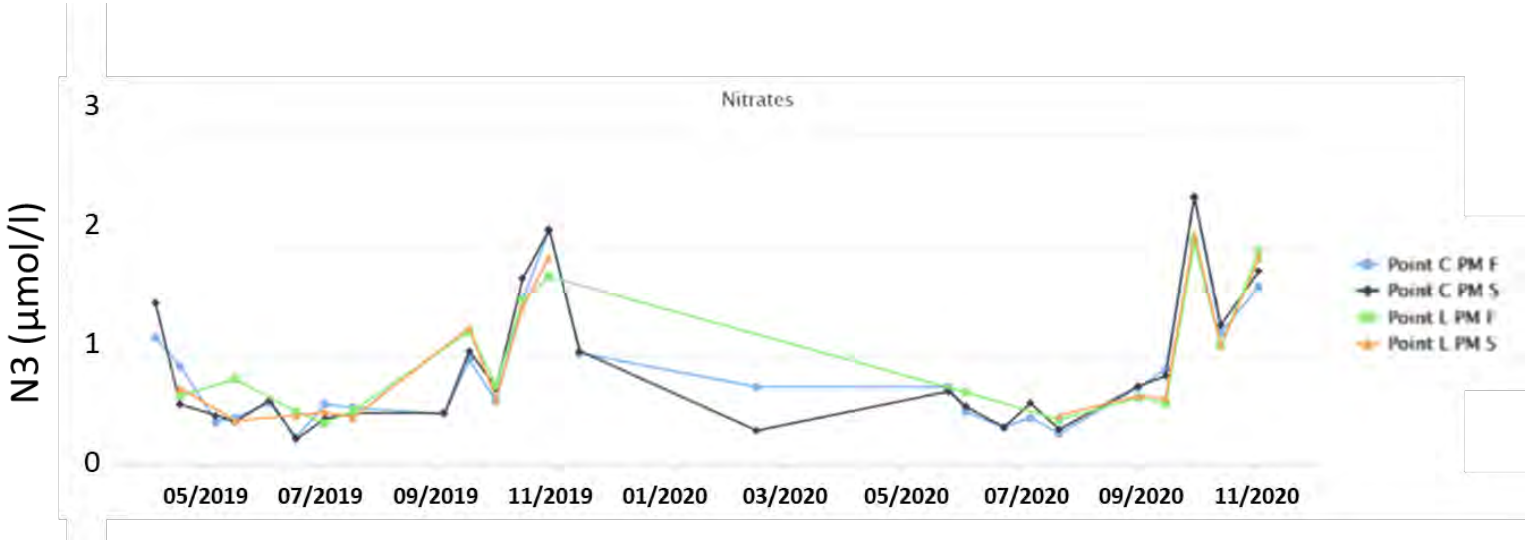


Figure 2-53. Enregistrement des concentrations en Nitrates au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

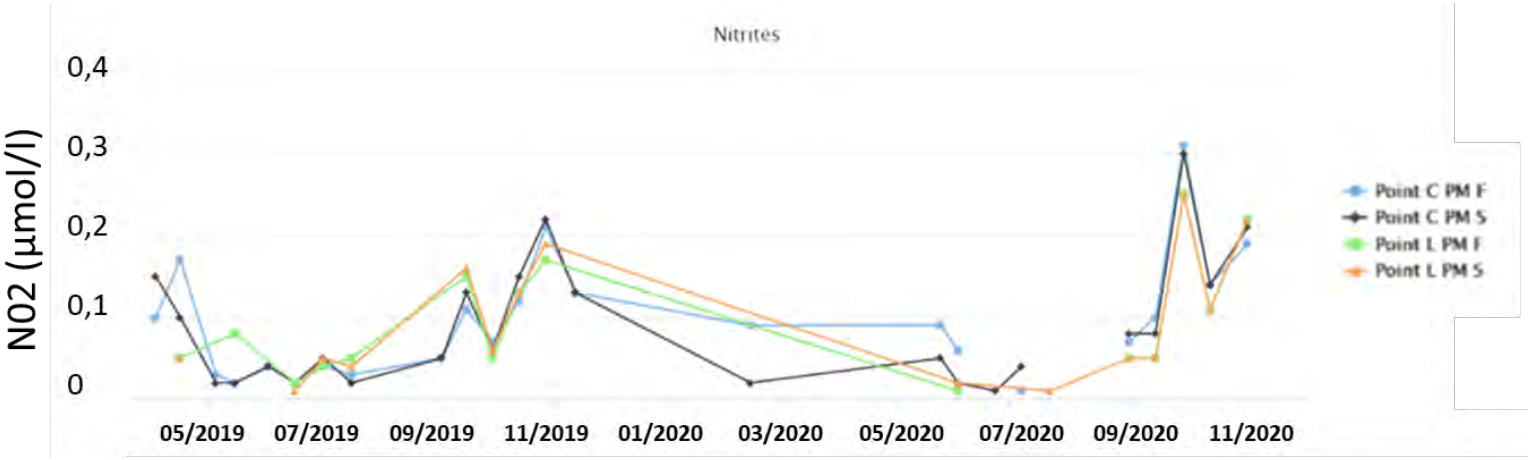


Figure 2-54. Enregistrement des concentrations en Nitrites au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

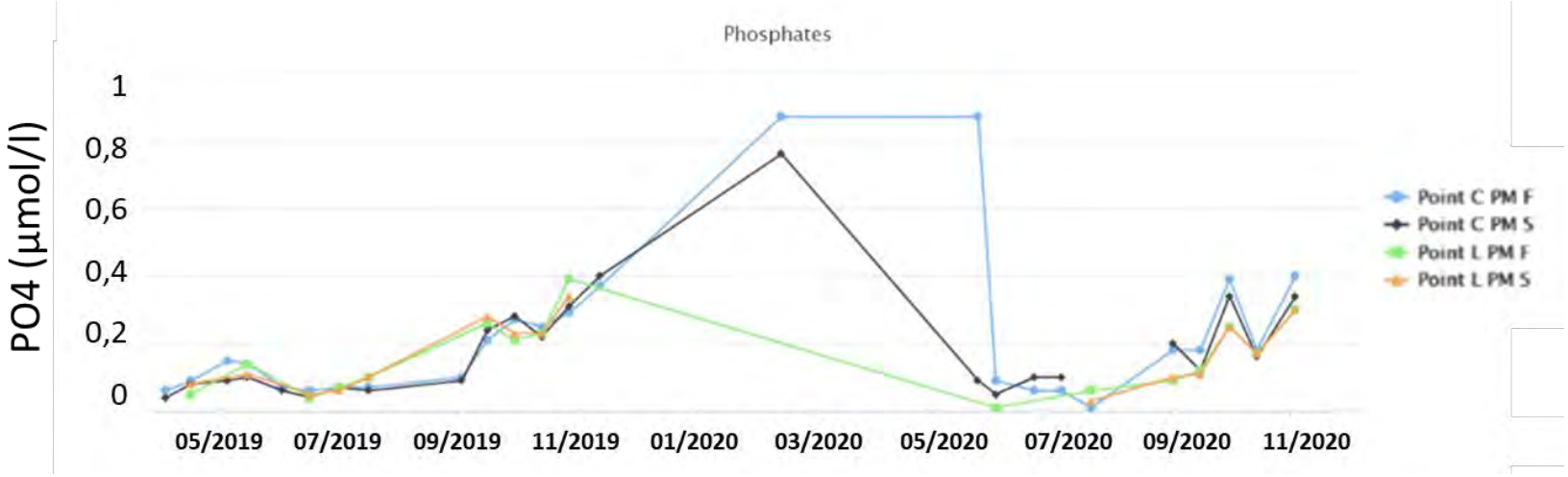


Figure 2-55. Enregistrement des concentrations en Phosphates au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

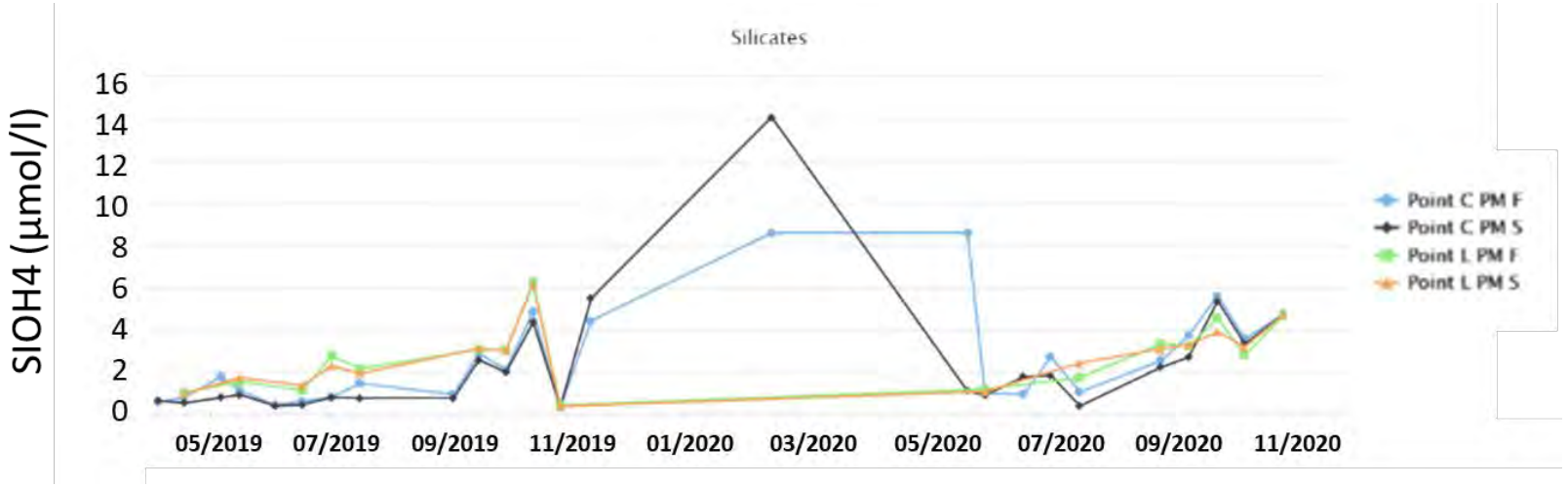


Figure 2-56. Enregistrement des concentrations en Silicates au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

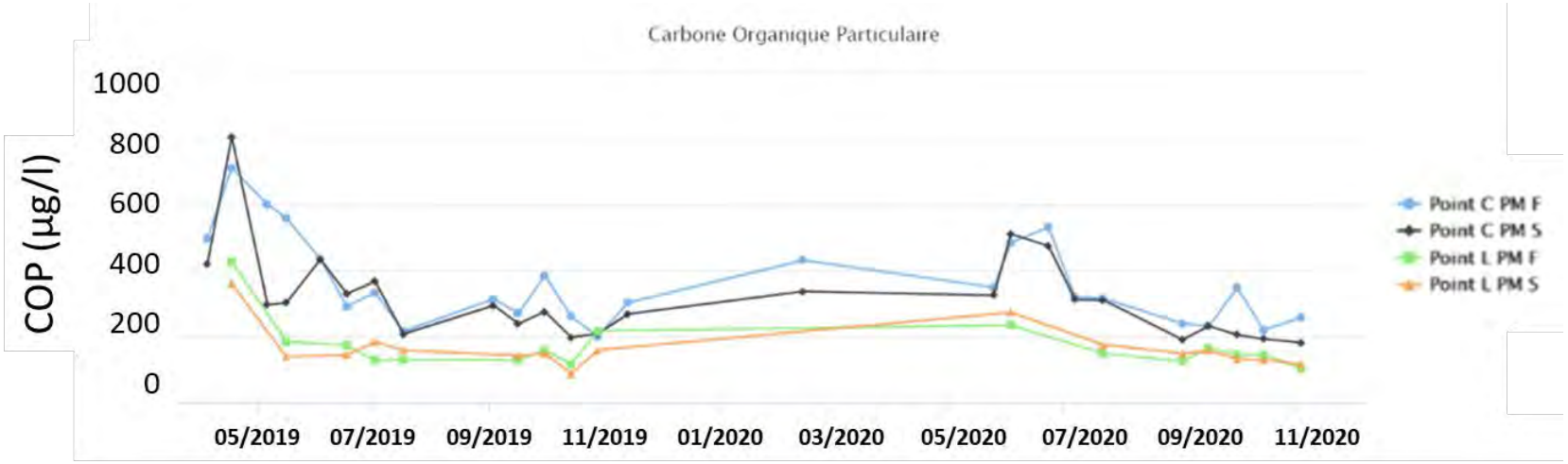


Figure 2-57. Enregistrement des concentrations en COP au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

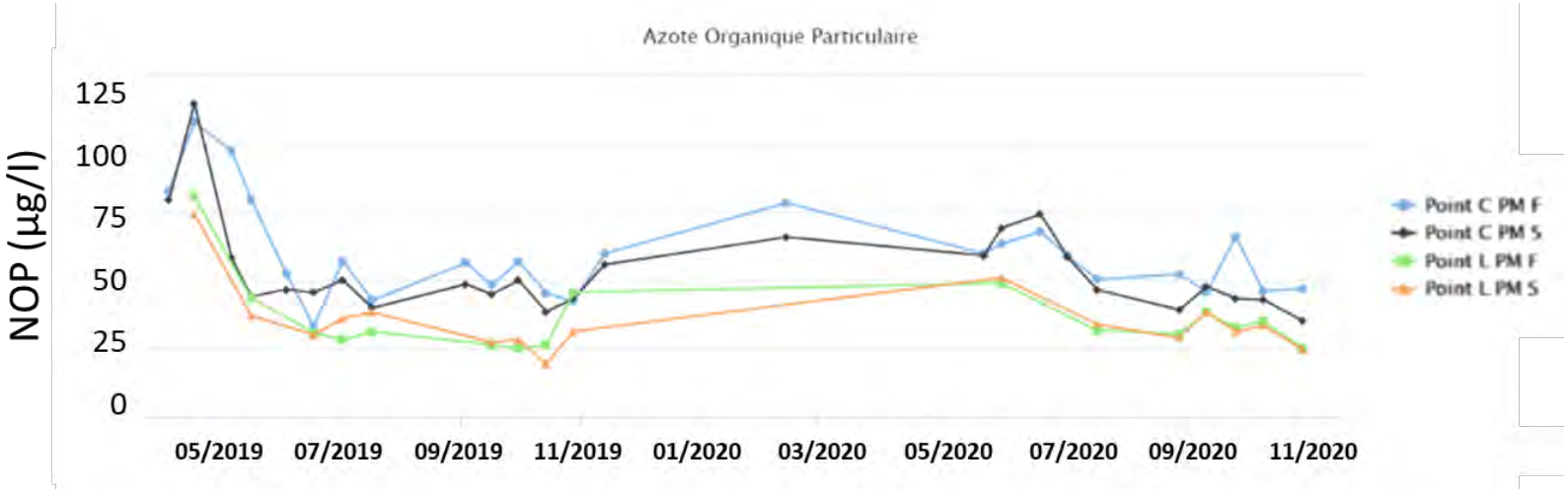


Figure 2-58. Enregistrement des concentrations en azote organique particulaire au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

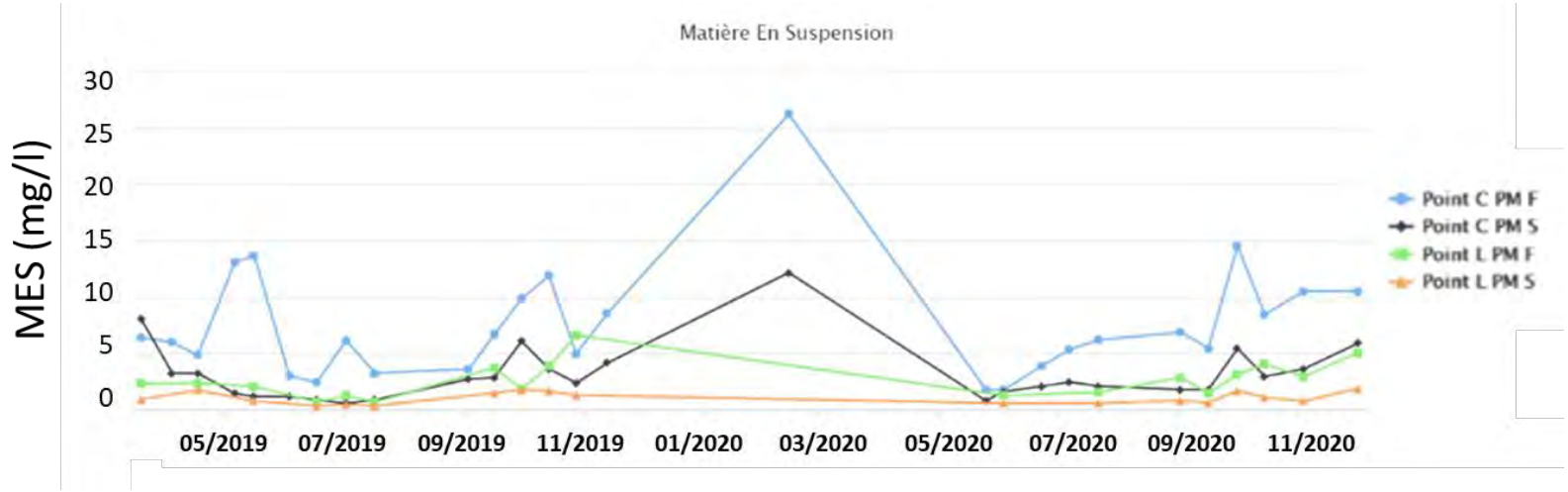


Figure 2-59. Enregistrement des concentrations en matière en suspension au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

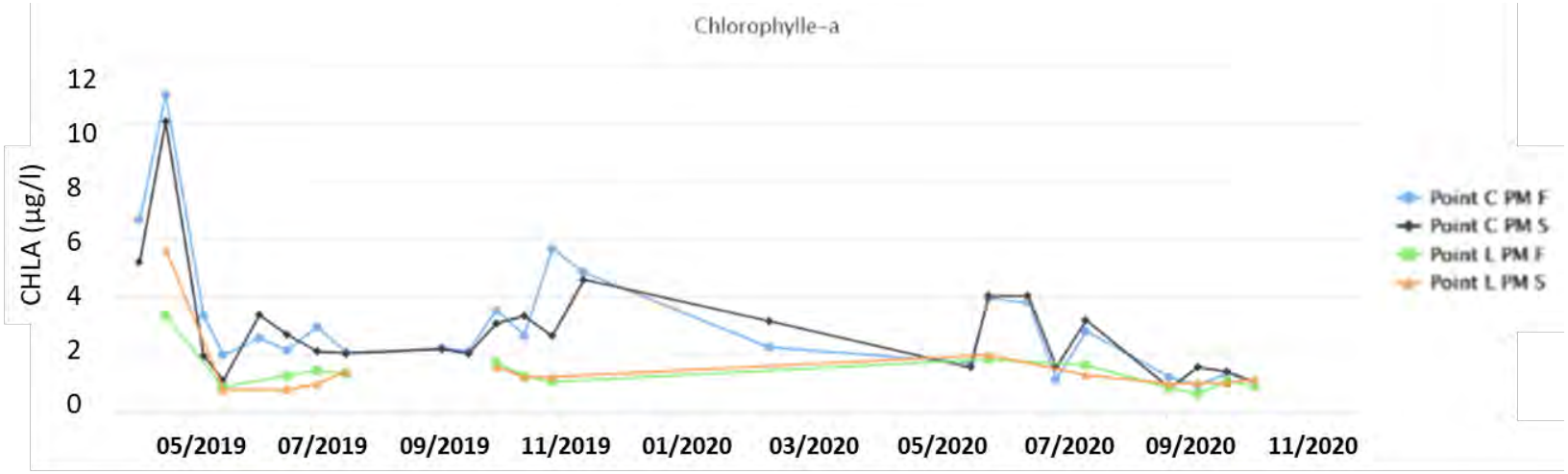


Figure 2-60. Enregistrement des concentrations en chlorophylle-a au niveau des points C et L entre Mars 2019 et décembre 2020 du réseau SOMLIT.

2.6.2.1.2. Réseaux d'observation et de surveillance Ifremer

L'Ifremer coordonne, sur l'ensemble du littoral métropolitain, la mise en œuvre des réseaux d'observation et de surveillance de la mer côtière. Ces outils de collecte de données sur l'état du milieu marin répondent à deux objectifs :

- servir des besoins institutionnels en fournissant aux pouvoirs publics des informations répondant aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), de la directive Cadre sur la stratégie Milieu Marin (DCSMM), des conventions de mers régionales (OSPAR et Barcelone) et de la réglementation sanitaire relative à la salubrité des coquillages de production conchylicoles ou de pêche ;
- acquérir des séries de données nourrissant les programmes de recherche visant à mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes côtiers et à identifier les facteurs à l'origine des changements observés dans ces écosystèmes.

Le dispositif comprend : le réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales (REPHY), le réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX), le réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH), le réseau de contrôle microbiologique (REMI) et les réseaux de surveillance benthique pour la DCE (DCE Benthos).

Au niveau de la zone d'étude, la localisation des points de surveillance est donnée par la figure suivante (**Figure 2-61**). Les points de suivis extraits dans le cadre de cette étude sont les points du réseau sont les points suivants : 002-P-007 point SRN1 Boulogne (réseau REPHY). 002-P-024 point parc 10N – Wimereux (réseau REMI et REPHY) 002-P-026 fort de l'Heurt – Le Portel (réseau REMI).

Figure 2-61. Zone marine n°002 - Cap Gris-Nez - Le Boulonnais

Les pictogrammes indiqués dans le tableau suivant indiquent pour chaque point le support sur lequel sont effectués les échantillonnages des différentes analyses effectuées.

Point	Nom du point	REMI	REPHY	REPHYTOX	ROCCH
002-P-002	Bouchots Tardinghen	●			
002-P-004	Cap Gris-Nez	●			
002-P-006	Equihen épuration	●			
002-P-007	Point 1 SRN Boulogne		≈		
002-P-012	Pointe aux Oies	●		●	
002-P-023	Verdriette	●			
002-P-024	Parc 10 N	●			
002-P-026	Fort de l'Heurt	●			
002-P-032	Ambleteuse	●			●

Figure 2-62. Points suivis dans la zone d'étude pour les différents réseaux d'observation (Ifremer, 2021).

Les données et concluions présentées ci-dessous sont extraites du Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2020. Résultats acquis jusqu'en 2020. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER-BL/21.05/Laboratoire Environnement Ressources Boulogne-sur-Mer, 95 p. (Ifremer, Avril 2021).

- **Réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton (REPHY) et des phycotoxines (REPHYTOX) dans les eaux littorales**

Les Réseaux de Surveillance du Phytoplancton (REPHY) et des Phytotoxines (REPHYTOX) se concentrent sur la connaissance des espèces phytoplanctoniques marines et la détection et le suivi des espèces productrices de toxines dangereuses pour la santé humaine (accumulation dans les produits marins de consommation ou autres formes d'exposition). Les objectifs du REPHY sont donc à la fois environnementaux et sanitaires.

Le suivi des flores phytoplanctoniques se fait sur 2 séries de points :

- 30 points de suivi des flores totales : acquisition de séries temporelles de données sur l'ensemble des taxons phytoplanctoniques, permettant de connaître l'évolution des abondances et les grandes structures de distribution des populations phytoplanctoniques ;
- Une centaine de points supplémentaires de suivi des flores indicatrices : acquisition de séries de données relatives aux espèces qui prolifèrent et aux espèces toxiques pour les consommateurs.

Les résultats des observations du phytoplancton, complétés par des mesures de chlorophylle pour une évaluation de la biomasse, permettent d'établir des liens avec les problèmes liés à l'eutrophisation ou à une dégradation de l'écosystème, de calculer des indicateurs pour une estimation de la qualité de l'eau, d'un point de vue abondance et composition du phytoplancton marin, et de suivre les développements d'espèces toxiques, en relation avec les concentrations en toxines dans les coquillages.

Pour cela, le réseau REPHYTOX recherche les phytotoxines dans les coquillages en milieu naturel (parcs et gisements) : seules les zones de production et de pêche professionnelles sont concernées.
Les toxines suivies sont : les toxines lipophiles incluant les diarrhéiques ou DSP (Diarrheic Shellfish Poisoning), les toxines paralysantes ou PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) et les toxines amnésiantes ou ASP (Amnesic Shellfish Poisoning).

Dans les gisements et les élevages côtiers, la stratégie retenue pour évaluer les risques PSP et ASP est basée sur la détection dans l'eau des espèces décrites comme productrices de toxines, qui déclenche en cas de dépassement du seuil d'alerte phytoplancton la recherche des phycotoxines correspondantes dans les coquillages. Pour le risque toxines lipophiles, une surveillance systématique des coquillages est assurée dans les zones à risque et en période à risque : celles-ci sont définies à partir des données historiques sur les six années précédentes et actualisées tous les ans.
Pour les gisements au large, la stratégie est basée sur une surveillance systématique des trois familles de toxines (lipophiles, PSP, ASP), avant et pendant la période de pêche (source : Qualité du milieu marin et littoral. Bulletin de surveillance 2019. Départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme. Dernier bulletin Ifremer disponible en date du 01/07/2021).

Pour le « Point 1 Boulogne » SRN/REPHY/DCE (002-P-007), les abondances maximales (de 4 millions à 14 millions de cellules/L) se produisent au cours du printemps pour toutes les années (**Figure 2-63**). De 2015 à 2019, les abondances minimales (de 17 400 à 73 000 cellules/L) sont trouvées en hiver.

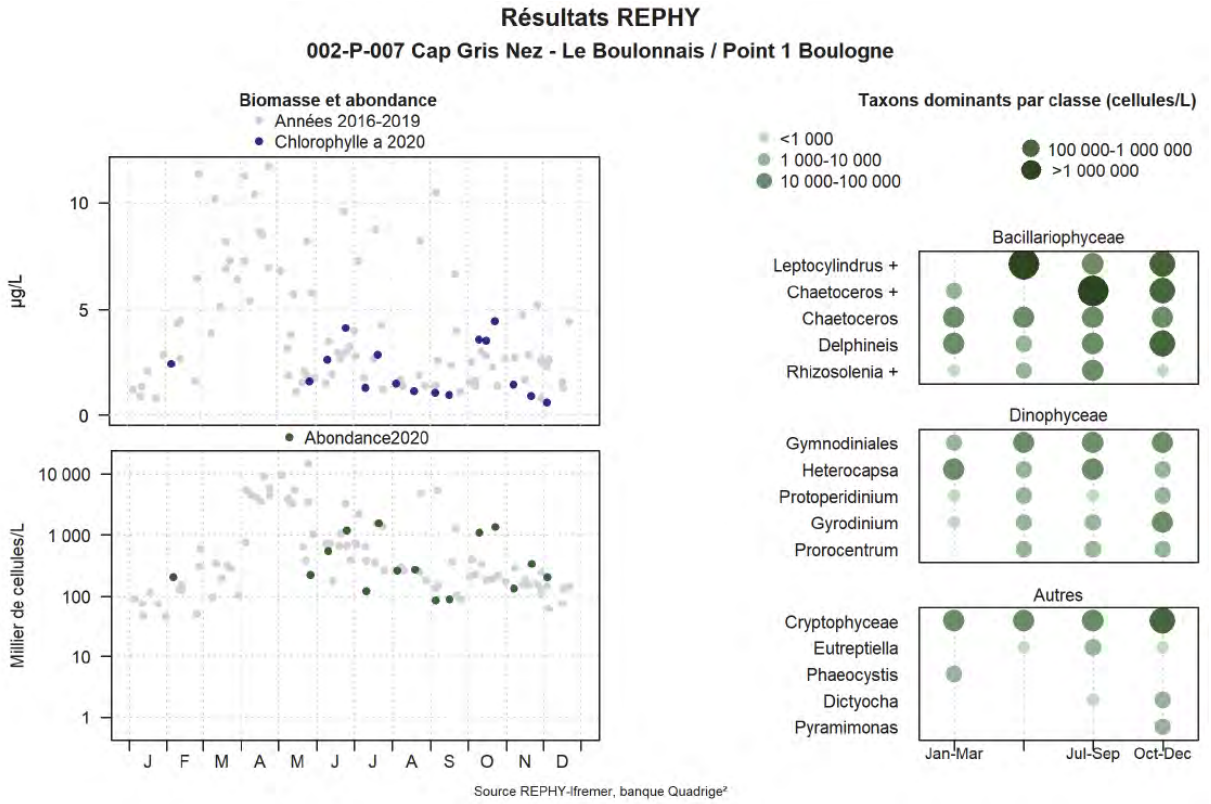


Figure 2-63. Biomasse (microgramme de chlorophylle-a par litre, points bleus) et abondance (cellules par litre, points verts) totale pour l'année 2020 ainsi que pour les années 2016 à 2019 (points gris) et abondance des taxons dominants au "point 1 Boulogne" (source : Ifremer, 04/2021).

Pour le « Point 1 Boulogne» SRN/REPHY/DCE (002-P-007), les abondances maximales (de 4 millions à 16 millions de cellules/L) se produisent au cours du printemps pour les années 2016 à 2019. En 2020, en raison de l'absence de prélèvement pour cause sanitaire, les abondances maximales n'ont pas été observées au printemps comme c'est le cas habituellement mais ont été observées en juillet (1,5 millions de cellules/L) et octobre (1,35 millions de cellules/L). Les abondances minimales (de 45 800 à 86 180 cellules/L) se rencontrent en hiver sauf pour l'année 2020 où l'abondance minimale se situe à la fin de l'été. Le pic automnal observé en octobre 2020 est plus tardif que les années précédentes, il est composé majoritairement de Leptocylindrus, de Delphineis (2 espèce de Bacillariophyceae) et de Cryptophyceae. Ce décalage dans l'arrivée du pic automnal ne peut pas être expliqué par les conditions environnementales qui n'étaient pas très différentes des années précédentes.

En 2020, selon l'indice de Sanders, la classe des Bacillariophyceae représente huit des dix premiers taxons dominants. La classe qui se trouve au deuxième rang est la classe « Autres ». La classe des Dinophyceae figure au cinquième rang.

Bacillariophyceae : Les genres représentant la classe des Bacillariophyceae (ex-diatomées) pour ce site sont Leptocylindrus , le groupe *Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus , Chaetoceros, Delphineis* ainsi que les *Rhizosolenia*.
Les *Chaetoceros*, les *Delphineis* ainsi que les *Rhizosolenia* sont présents toute l'année.

Ainsi, *Delphineis* présente sa plus faible concentration au deuxième trimestre (1 600 cellules/L) et sa plus forte au quatrième trimestre (222 700 cellules/L).
Pour *Chaetoceros*, la plus faible est de 14 000 cellules/L au premier trimestre et la plus forte de 54 400 cellules/L au troisième trimestre.
Rhizosolenia présentent des concentrations allant de 400 à 80 700 cellules/L.
Les *Leptocylindrus* ne sont présents qu'à partir du second trimestre avec un bloom de 1 100 000 cellules/L.
Au troisième trimestre la concentration chute à 83 300 cellules/L puis remonte au dernier trimestre avec un bloom à 942 700 cellules/L.
Enfin pour *Chaetoceros* ils apparaissent au premier trimestre avec une valeur de 8 770 cellules/L. Ils disparaissent au second trimestre avant de revenir en bloom lors des deux derniers trimestres (respectivement 1 402 000 et 166 200 cellules/L).

Dinophyceae *:*
Les *Gymnodiniales*, les genres *Heterocapsa*, *Protoperidinium*, les *Gyrodinium* ainsi que les *Prorocentrum* sont les principaux représentants des Dinophyceae (ex-dinoflagellés). Ils sont présents toute l'année, souvent en faible quantité sauf pour Prorocentrum qui est absent au premier trimestre.

Les plus fortes concentrations sont rencontrées pour les *Gymnodiniales* et les *Heterocapsa* avec des valeurs respectives de 75 400 cellules/L au second trimestre et 27 200 cellules/L au troisième trimestre.

Pour les autres espèces les concentrations varient de 200 à 10 500 cellules/L.

Autres :
La Prymnésiophycée *Phaeocystis globosa* est présente uniquement lors du premier trimestre avec une concentration de 4 500 cellules/L.

On constate que les *Cryptophyceae* sont représentées toute l'année avec des abondances de 22 800 à 135 900 cellules/L. L'abondance maximale est rencontrée au quatrième trimestre.

Les *Pyramimonas* ne sont observés qu'au dernier trimestre, avec une concentration de 7 900 cellules/L.

Les *Eutreptiella* sont présents les deuxième, troisième et quatrième trimestres. Leurs concentrations varient de 200 à 1 700 cellules/L. La plus forte abondance est rencontrée lors du troisième trimestre.
Les *Dictyocha* sont observés lors des deux derniers trimestres avec une concentration variant de 100 à 2 600 cellules/L.

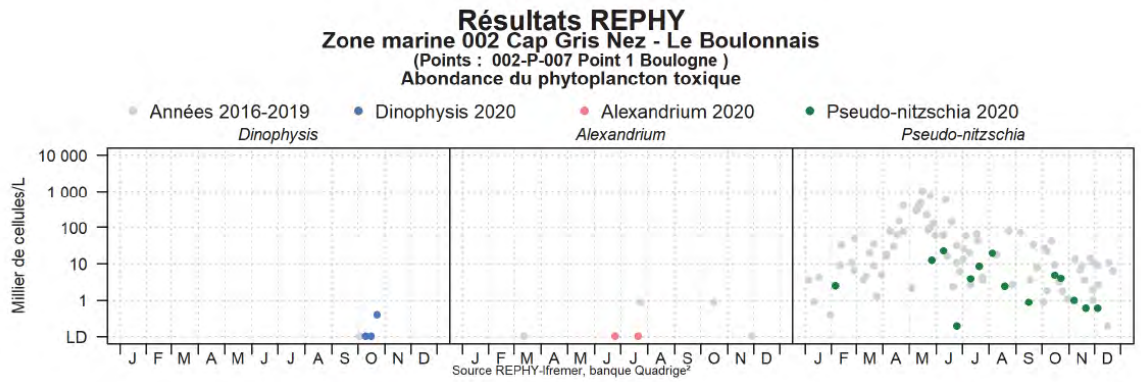


Figure 2-64. Abondance de trois taxons du phytoplancton toxique pour l'année 2020 (bleu : Dinophysis, rouge : Alexandrium et vert : Pseudo-nitzschia) et pour les années 2016-2020 (en gris) au "point 1 Boulogne" (Ifremer, 04/2021).

Dynophysis
En 2020, le genre *Dinophysis*, potentiellement responsable de la toxicité DSP, a été observé sur le « Point 1 Boulogne » (002-P-007) en octobre (**Figure 2-64**), avec des concentrations de 100 à 400 cellules/L.
Des analyses de recherche des toxines lipophiles (AO (Acide okadaïque) + DTXs (Dinophysistoxines) + PTXs (Pectenotoxines), AZAs (Azaspiracides) et YTXs (Yessotoxines)) n'ont pas révélé de dépassement des concentrations définies par les seuils réglementaires.

Alexandrium
Le genre *Alexandrium*, potentiellement responsable de la toxicité PSP, a été observé sur le point « Point 1 Boulogne » (002-P-007) en juin et juillet avec une concentration de 100 cellules/L. La concentration était faible et n'a pas dépassé le seuil d'alerte de 10 000 cellules/L. Aucune procédure d'alerte n'a été déclenchée.

Pseudo-nitzschia
Sur le point de Boulogne, les *Pseudo-nitzschia* (potentiellement responsables de la toxicité ASP) ont été observées toute l'année (**Figure 2-64**). Les concentrations ont varié de 200 à 336 000 cellules/L. Il y a eu un seul dépassement de seuil, en mai, qui ont déclenché le processus d'alerte. Les analyses de toxines ASP sur des moules prélevées au point de suivi du REPHYTOX « Parc 10 N » se sont révélés inférieurs au seuil sanitaire (20 mg AD/kg).

➔En 2020, l'analyse des résultats du REPHY et du réseau régional SRN ont permis de confirmer un schéma d'évolution saisonnière classique des populations phytoplanctoniques avec des abondances maximales au printemps puis une diminution en période hivernale.
➔Parmi les taxons phytoplanctoniques potentiellement responsables de la production de toxines, *Dinophysis* a été observé en 2020 ce qui a déclenché une série d'alertes sur le littoral qui n'ont pas été suivies par un dépassement de seuil sanitaire. *Pseudo-nitzschia* était présent sur le site et ses concentrations dans la colonne d'eau ont dépassé le seuil d'alerte, sans toutefois provoquer de dépassement de seuil sanitaire pour les toxines ASP dans les coquillages. *Alexandrium* a été détecté une seule fois, sans déclencher d'alerte.

- **Réseau du Suivi Régional des Nutriments (SRN)**

La nécessité de surveiller plus finement et sur une longue période les variations de concentration en sels nutritifs du milieu littoral a conduit l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et l'Ifremer à mettre en place, en 1992, le SRN (Suivi Régional des Nutriments) sur la façade du littoral Nord / Pas-de-Calais / Picardie. Les objectifs de ce suivi sont d'évaluer l'influence des apports continentaux sur le milieu marin (sels azotés, phosphates, silicates) et leurs conséquences sur d'éventuels processus d'eutrophisation.

Il a pour but également d'estimer l'efficacité des stations d'épuration et des politiques d'aménagement et de gestion de la zone côtière et plus généralement l'éventuelle élimination de tels rejets. L'acquisition régulière des données permet l'établissement d'un suivi à long terme de l'évolution de la qualité des eaux littorales des trois radiales situées au large de Dunkerque, de Boulogne-sur-Mer et de la Baie de Somme permettant de prétendre à pouvoir diminuer les effets des changements à grande échelle, des changements liés aux activités anthropiques, plus régionaux.

La radiale de Boulogne-sur-Mer (**Figure 2-65**) est représentative d'un système côtier sous influence d'une structure frontale générée par les apports de la Baie de Seine et où dominent des rejets d'origine agricole.

Les résultats de ces mesures sont extraits du rapport « Résultats de la mise en œuvre des réseaux REPHY (Réseau Phytoplancton et Phycotoxines) et SRN (Suivi Régional des Nutriments) - Zones côtières de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord - Bilan de l'année 2020 » (dernier rapport disponible au 01/07/021). Les résultats concernent différents paramètres physico chimiques caractéristiques des masses d'eaux échantillonnées au niveau des points de surveillance de trois radiales situées à Boulogne-sur-Mer pour l'année 2019. Ils sont mis en perspective avec les résultats des années précédentes, de 1992 à 2018.

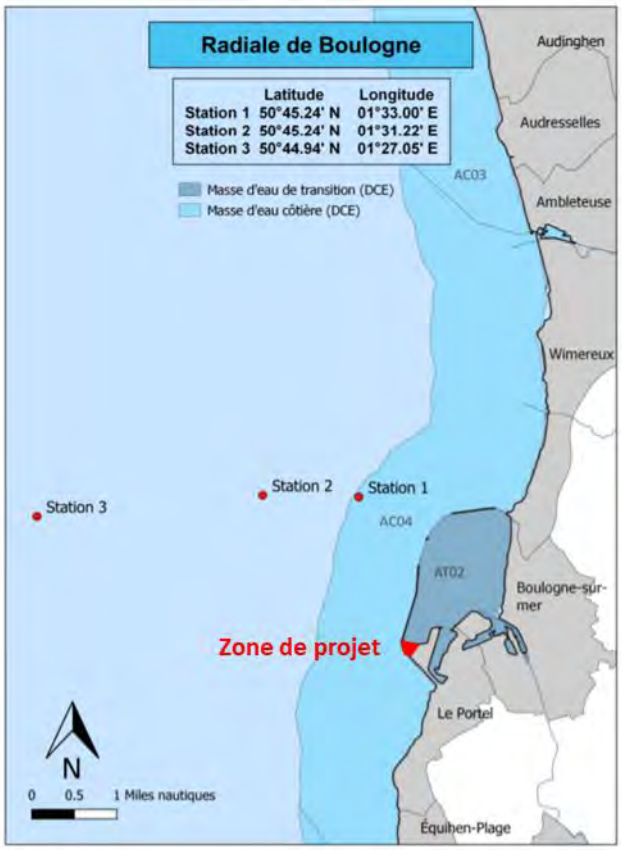


Figure 2-65. Localisation des points de prélèvements du réseau S.R.N au niveau de la radiale de Boulogne-sur-Mer.

En raison de la proximité des futures installations et de sa proximité à la côte, et afin d'alléger la rédaction de ce rapport, seules les figures de la station 1 de la radiale, sont présentées.

Données issues : Résultats de la mise en œuvre des réseaux REPHY et SRN – Zones côtières de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord – Bilan de l'année 2020. Ifremer, 07/2021

- Température

De 1992 à 2019, la température était comprise entre 2,1 et 22,1°C. Les températures moyennes des trois points de la radiale sur cette période sont : 12,56°C, 12,21°C et 12,23°C (de la côte au large - **Tableau 2-14**). L'évolution saisonnière de ce paramètre est classique pour un tel écosystème tempéré. Les courbes pluriannuelles de température indiquent une dynamique comparable d'une année sur l'autre (**Figure 2-66**).

Pour l'année 2020, les valeurs se situent entre 8.3 et 20.1°C et les moyennes sont égales à 15.54, 15.53 et 15.31°C de la côte au large. Le gradient côte-large traduit la différence des valeurs entre le point le plus proche de la côte et celui le plus éloigné de celle-ci. Sur la radiale de Boulogne-sur-Mer, en 2020, celui-ci est compris entre -1.4°C en juin, juillet et 0.9°C en novembre (**Tableau 2-15**).

Tableau 2-14. Paramètres de tendance centrale et de dispersion de la température (°C) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	8.75	16.55	22.1	12.56	12.4	2.1	447	4.43
Point 2 SRN Boulogne	8.6	15.8	21.8	12.21	11.95	3.5	376	4.2
Point 3 SRN Boulogne	8.9	15.85	21.8	12.23	11.95	3.7	370	4.03

Tableau 2-15. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la température (°C) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	13.73	18.52	20.1	15.54	15.1	8.4	16	3.25
Point 2 SRN Boulogne	14.55	18.15	18.7	15.53	16.3	8.3	7	3.64
Point 3 SRN Boulogne	14.95	17.5	18.1	15.31	15.8	8.4	7	3.33

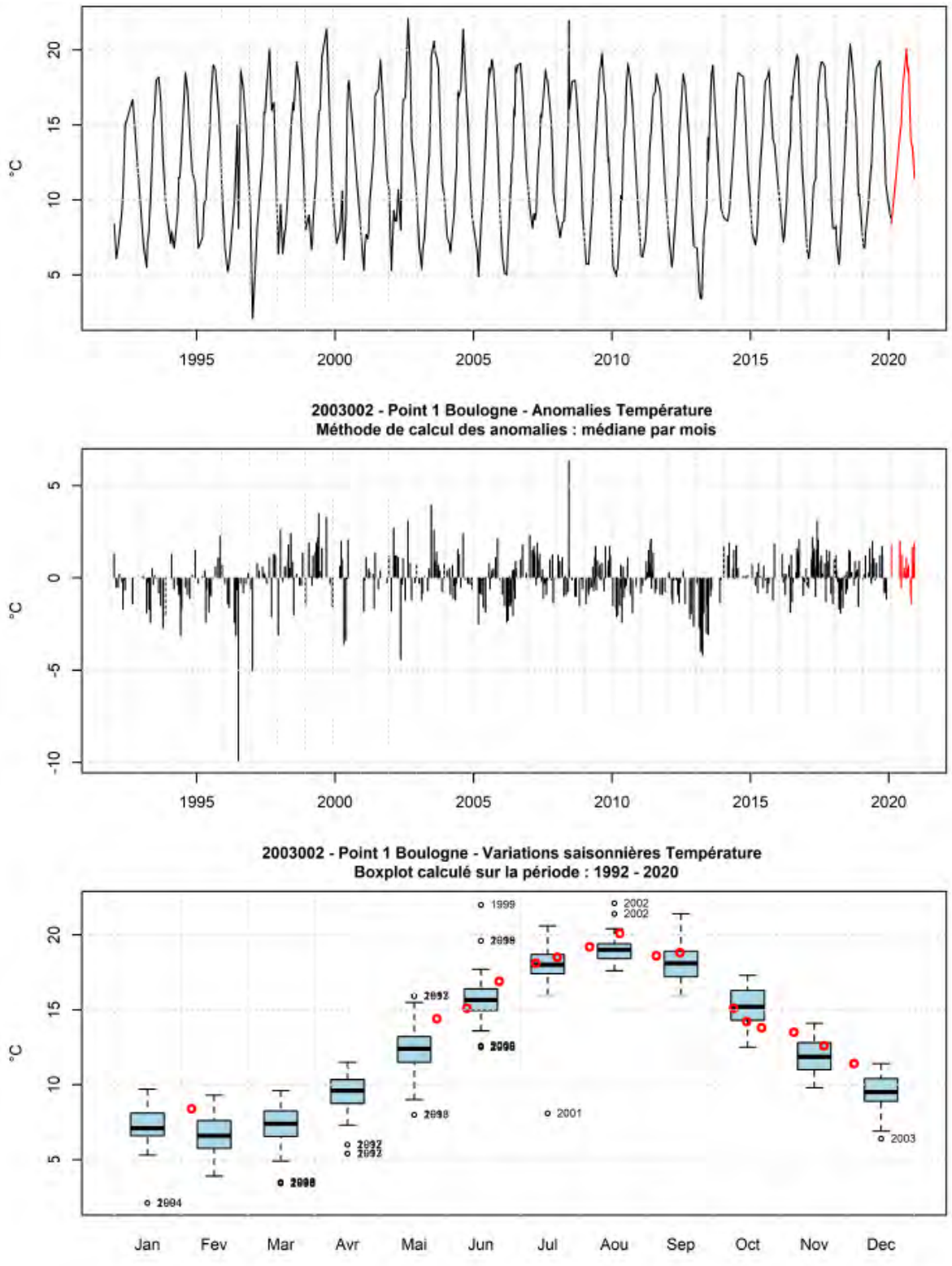


Figure 2-66. Dynamique pluriannuelle, anomalies et variations saisonnières mensuelles (années 2020 en rouge) de la température (°C) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021).

- Turbidité et matières en suspensions

De 1992 à 2019, les valeurs associées à la turbidité sont comprises entre 0,1 et 31,9 N.T.U. Les valeurs moyennes enregistrées correspondent à 3,7 N.T.U., 2,28 N.T.U. et 1,35 N.T.U. (de la côte au large) (**Tableau 2-16**). La dynamique de la turbidité présente un cycle saisonnier. En effet, des valeurs plus importantes sont observées de septembre à mars, les valeurs les plus basses sont quant à elles observées d'avril à août, c'est-à-dire durant la période printanière et estivale (**Figure 2-67**).

En 2020, la turbidité sur la radiale de Boulogne-sur-Mer est en moyenne plus faible que sur la période 1992-2019 (**Tableau 2-16 et Tableau 2-17**). Une certaine variabilité est observée au long de l'année, avec des valeurs maximales en hivers (fort apport de matière en suspension de la Liane dû aux précipitations) et minimales en été. Les maximas sont atteints en février pour l'ensemble de la radiale avec 13,2 N.T.U. comme valeur extrême pour cette année au point 1 (**Tableau 2-16 et Figure 2-67**).

Le gradient côte-large est négatif tout au long de l'année (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). La turbidité est par conséquent plus élevée à proximité des côtes qu'au large.

Tableau 2-16. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la turbidité (N.T.U.) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	1.48	4.16	31.9	3.7	2.51	0.1	455	3.8
Point 2 SRN Boulogne	1.05	2.8	13.8	2.28	1.74	0.11	385	1.93
Point 3 SRN Boulogne	0.7	1.6	9.75	1.35	1.1	0.1	378	1.07

Tableau 2-17. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la turbidité (N.T.U.) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	1.29	2.79	4.77	2.07	1.81	0.56	16	1.15
Point 2 SRN Boulogne	1.23	2.47	4.15	2.01	1.42	1.09	7	1.11
Point 3 SRN Boulogne	0.8	1.06	1.96	1.05	0.94	0.71	7	0.43

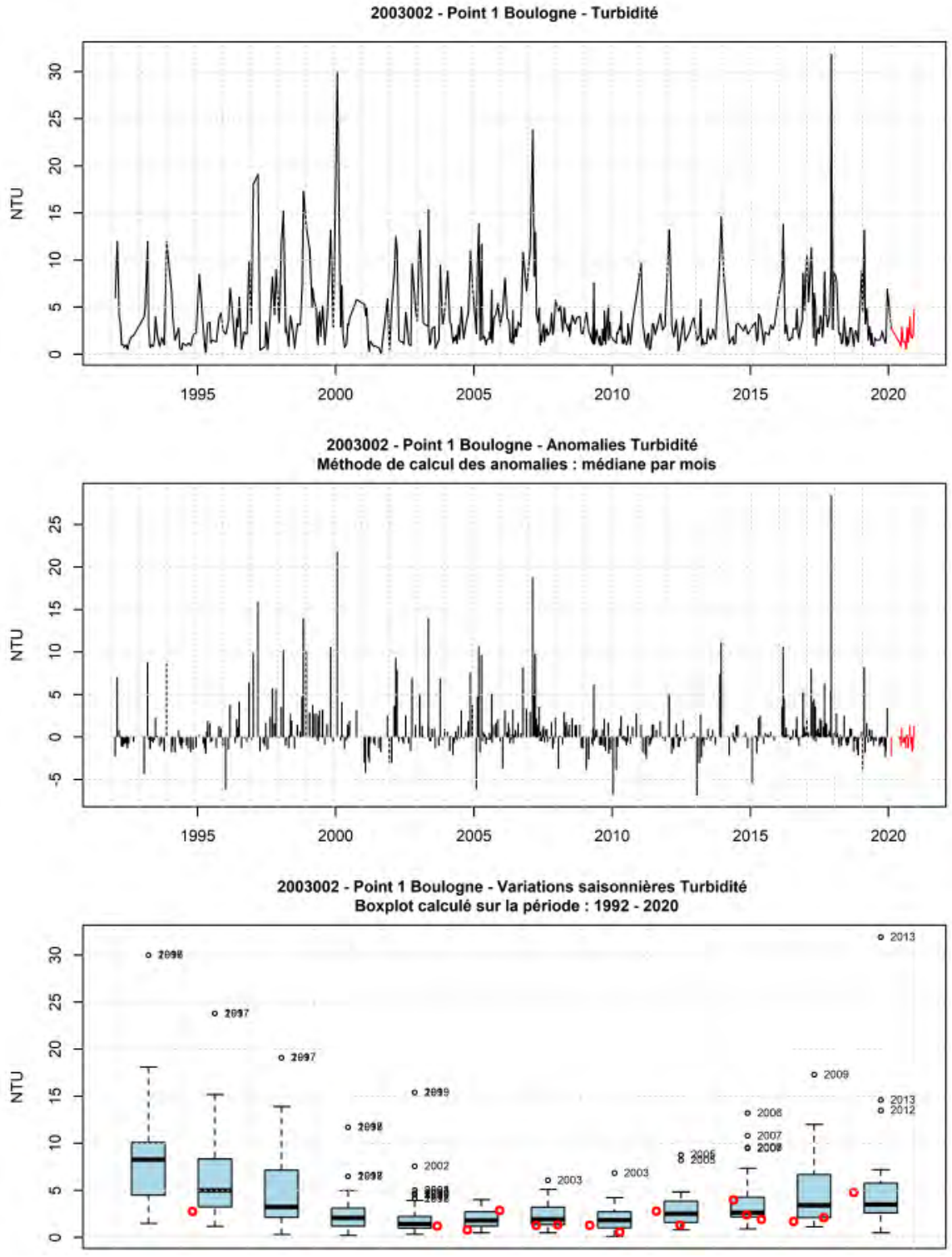


Figure 2-67. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la turbidité (N.T.U) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021).

De 1992 à 2019, la quantité de MES est comprise entre 0,05 et 95,20 mg/L. Les concentrations moyennes du point 1 au point 3 sont respectivement : 8,36 mg/L, 5,35 mg/L et 3,78 mg/L (**Tableau 2-18**).. Les MES présentent un cycle saisonnier marqué avec des valeurs fortes en hiver et en automne,

puis des valeurs plus faibles au printemps et en été (**Figure 2-68**). Ce schéma s'observe de la côte vers le large, mais les amplitudes de variations sont moindres vers le large.

En 2020, la quantité moyenne en MES varie entre 5,29 et 3,07 mg/L de la côte vers le large. Cependant, le point 1 présente de fortes fluctuations, la variabilité la plus forte est observée en mai et en juin (**Tableau 2-18 et Figure 2-68**).

Le gradient côte-large (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) maintient majoritairement des valeurs négatives toute l'année (sauf pour les mois de mai et juin) et indique ainsi de plus fortes concentrations en M.E.S sur la zone côtière, particulièrement en hiver.

Tableau 2-18. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les M.E.S. (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	3.4	9.97	46.4	8.36	5.75	0.05	430	7.94
Point 2 SRN Boulogne	2	6.1	46.3	5.35	3.6	0.05	385	5.99
Point 3 SRN Boulogne	1.1	3.7	95.2	3.78	2.3	0.05	377	6.77

Tableau 2-19. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les M.E.S. (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	3.2	7.53	8.9	4.96	4.9	1	16	2.5
Point 2 SRN Boulogne	4.2	5.9	7.7	5.29	5.1	4	7	1.38
Point 3 SRN Boulogne	2.5	3.5	5.1	3.07	2.9	1.5	7	1.15

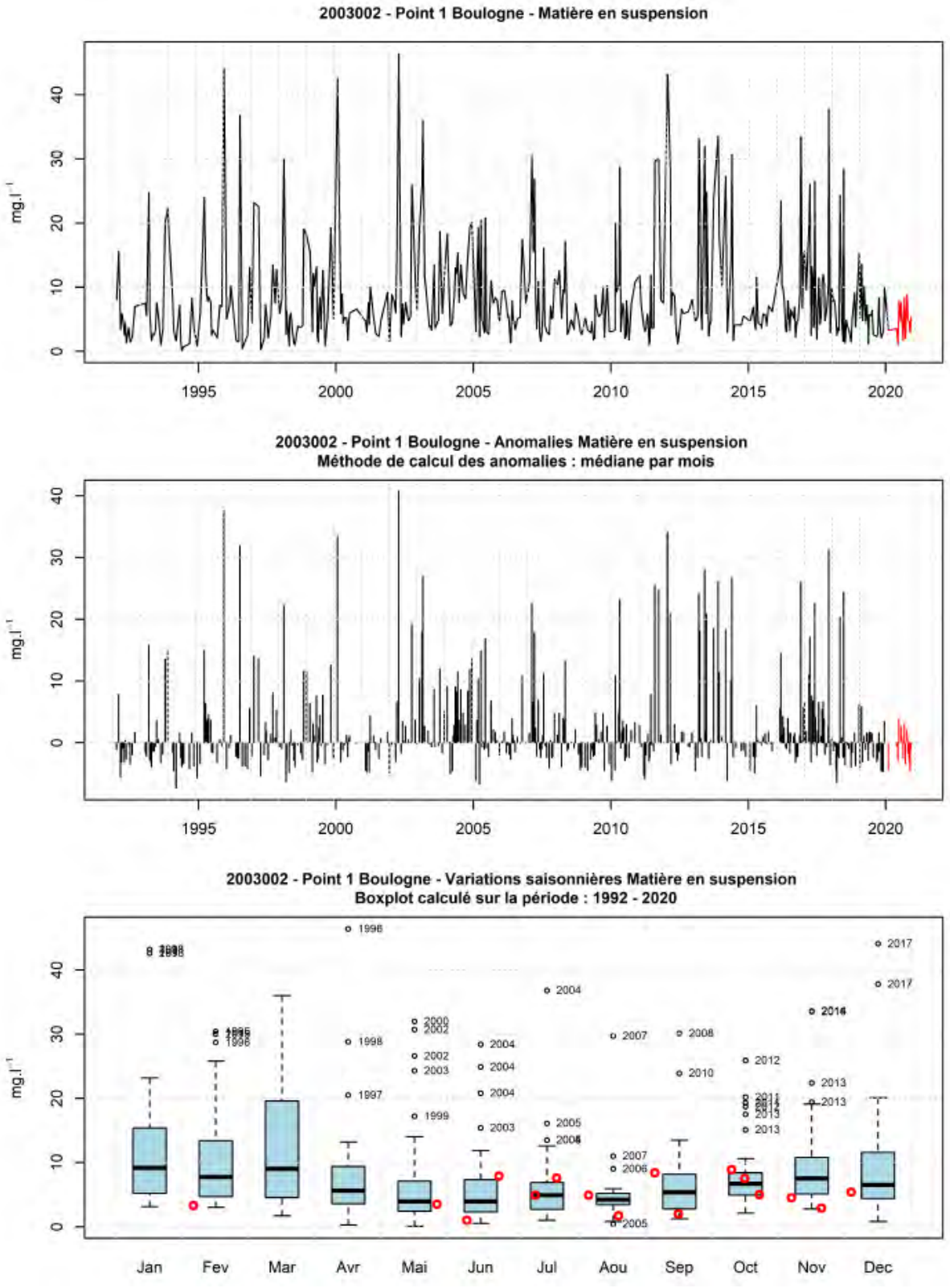


Figure 2-68. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en M.E.S (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2019) (Ifremer, 07/2021).

- Matières organiques

De manière générale, la proportion en matières organiques dans les matières en suspension diminue en s'éloignant du littoral, les valeurs les plus hautes sont le plus souvent celles de la station 1. C'est pendant la période productive que la proportion en matières organiques est la plus haute ; à l'inverse, pendant la période hivernale, les matières en suspension contiennent peu de matières organiques (**Figure 2-69**).

De 1992 à 2019, la quantité de matières organiques dans les M.E.S était comprise entre 0 et 14 mg/L. Les moyennes de concentration en matières organiques de la côte au large étaient respectivement : 1,85 mg/L, 1,44 mg/L et 1,22 mg/L pour la radiale de Boulogne (**Tableau 2-20)**.

En 2020, l'évolution de la concentration en matière organique (M.O) dans les matières en suspension (M.E.S) est globalement stable.

Le gradient côte-large varie de -0.8 à 0,2 mg/L. La matière organique est majoritairement plus concentrée dans les eaux côtières (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Tableau 2-20. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les matières organiques en suspension (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	1.1	2.1	14	1.85	1.5	0	431	1.47
Point 2 SRN Boulogne	0.8	1.6	9.9	1.44	1.1	0	384	1.26
Point 3 SRN Boulogne	0.6	1.3	8.8	1.22	0.9	0	377	1.18

Tableau 2-21. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour les matières organiques en suspension (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	1	1.75	2.1	1.34	1.2	0.8	16	0.44
Point 2 SRN Boulogne	1.1	1.4	2	1.29	1.2	0.8	7	0.38
Point 3 SRN Boulogne	1.05	1.3	1.7	1.2	1.3	0.7	7	0.34

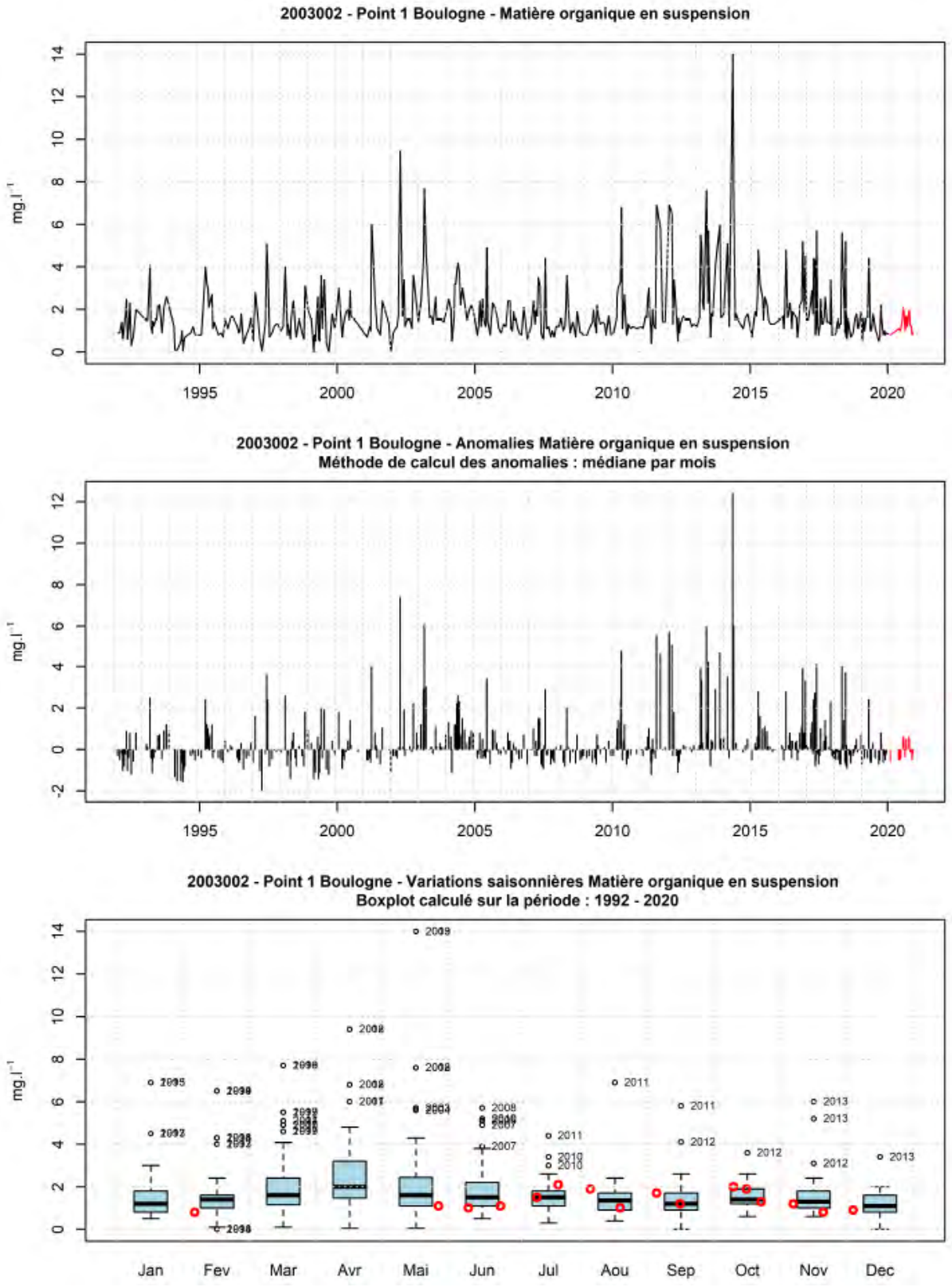


Figure 2-69. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en M.E.S organique (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021).

- Ammonium

Sur la période 1992-2019, la concentration en ammonium est comprise entre 0,04 et 10,20 µmol/L. Les valeurs moyennes correspondent à 1,44 µmol/L, 1,07 µmol/L et 0,95 µmol/L (de la côte au large) (**Tableau 2-22**). L'ammonium présente un cycle saisonnier avec des valeurs plus importantes de septembre à février (principalement à proximité de la côte) et plus faibles de mars à septembre (**Figure 2-70**).

Pour l'année 2020, les valeurs se situent globalement en-dessous de la médiane des années précédentes au point 1 et présente de fortes fluctuations vers le large. Ces concentrations diminuent en été (**Figure 2-70**).

Le gradient côte-large évolue entre -2,03 et 3,77 µmol/L (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Des valeurs de gradient globalement faibles et contrastées empêchent de dégager une tendance annuelle. La période productive (mars-avril) présente des concentrations en ammonium moins importante près des côtes.

Tableau 2-22. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en Ammonium (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	0.46	1.93	10.2	1.44	1.04	0.06	436	1.4
Point 2 SRN Boulogne	0.4	1.32	5.67	1.07	0.76	0.1	384	1
Point 3 SRN Boulogne	0.34	1.3	9.77	0.95	0.67	0.04	377	0.99

Tableau 2-23. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en Ammonium (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	0.42	2.17	3.68	1.41	1.66	0.15	16	1.06
Point 2 SRN Boulogne	0.18	1.17	10.82	2.01	0.37	0.15	7	3.91
Point 3 SRN Boulogne	0.16	0.48	6.09	1.13	0.37	0.15	7	2.19

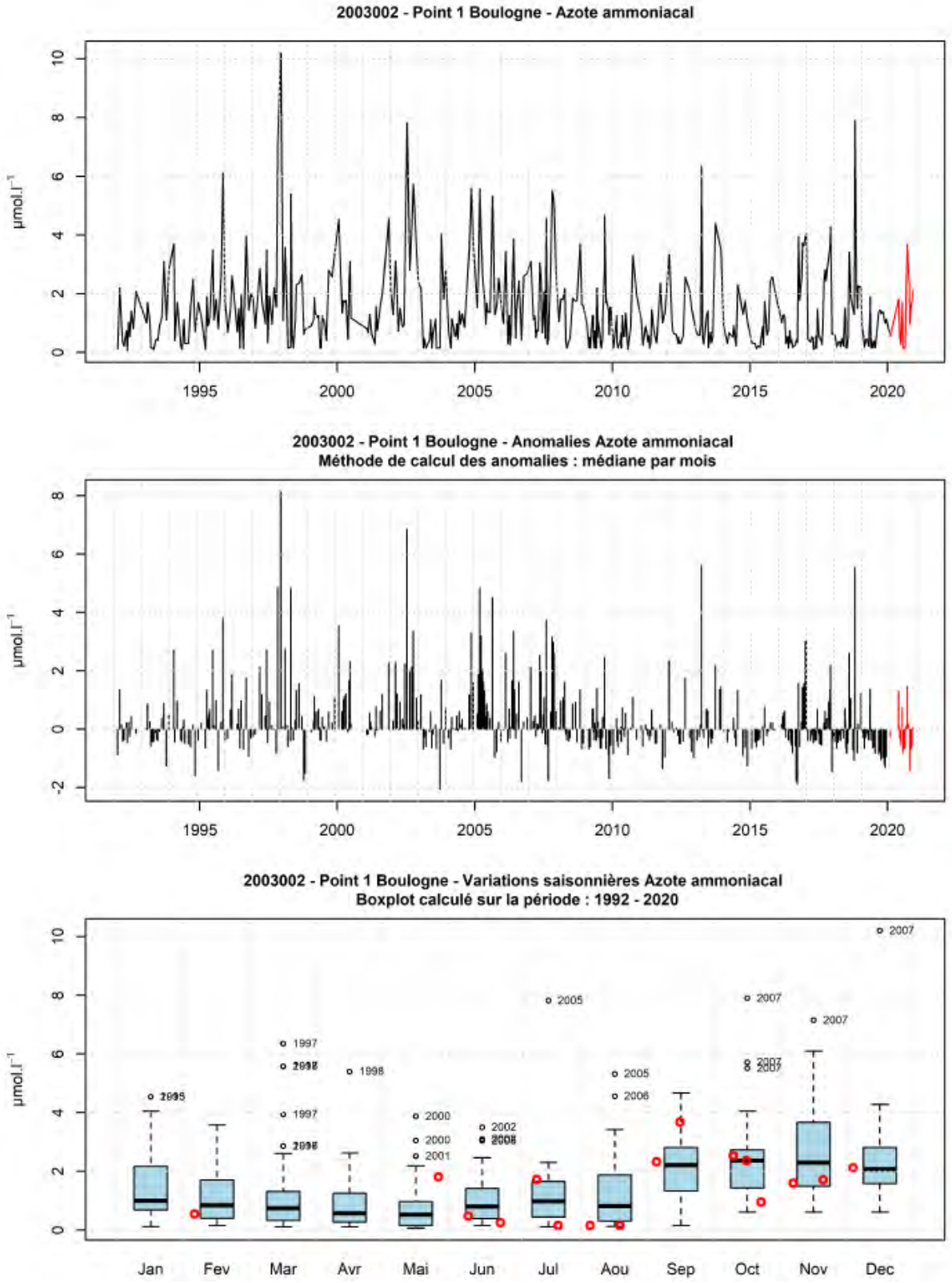


Figure 2-70. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en ammonium (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (Ifremer, 07/2021).

- Nitrite + Nitrate

En raison de la fugacité de la forme NO2 lors des réactions de nitrification / dénitrification, il a été décidé de considérer la somme NO2 et NO3.

De 1992 à 2019, les concentrations de nitrite-nitrate sont comprises entre 0,14 et 64,59 µmol/L. Les concentrations moyennes de ces deux composés azotés sont 6,74 µmol/L, 5,8 µmol/L et 5,16 µmol/L de la côte au large (**Tableau 2-24**). Ces deux oxydes d'azotes présentent un cycle saisonnier marqué avec des valeurs fortes en hiver et en automne, puis par des valeurs plus faibles au printemps et en été (**Figure 2-71**).

En 2020, les concentrations varient entre 0,15 et 17,85 µmol/L. Les valeurs sont, dans l'ensemble, basses toute l'année et suivent le cycle saisonnier des années précédentes. Le maximum annuel pour l'ensemble de la radiale est mesuré au point 1 : 15 µmol/L (**Tableau 2-25, Figure 2-71**).

Mise à part un gradient côte-large nul observé entre mai et juillet, la quantité de ces deux oxydes d'azote est globalement supérieure près des côtes (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Tableau 2-24. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en nitrite et en nitrate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2018 (Ifremer, 06/2020).

	Min	*Q1*	*Médiane*	*Moyenne*	*Écart-type*	*Q3*	*Max*	*N*
BL1	0,15	0,60	2,09	6,79	8,75	11,51	43,81	413
BL2	0,15	0,35	1,77	5,85	7,39	10,63	44,38	371
BL3	0,14	0,33	1,75	5,22	7,04	8,67	64,59	362

Une erreur dans le rapport Ifremer, 2021 ne permet pas de présenter les résultats sur la période 1992-2020.

Tableau 2-25. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en nitrite et en nitrate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	0.55	6.24	17.85	4.21	1.8	0.15	15	5.32
Point 2 SRN Boulogne	0.22	3.74	13.94	3.27	0.85	0.15	7	5.14
Point 3 SRN Boulogne	0.15	3.48	12.18	2.85	0.34	0.15	7	4.65

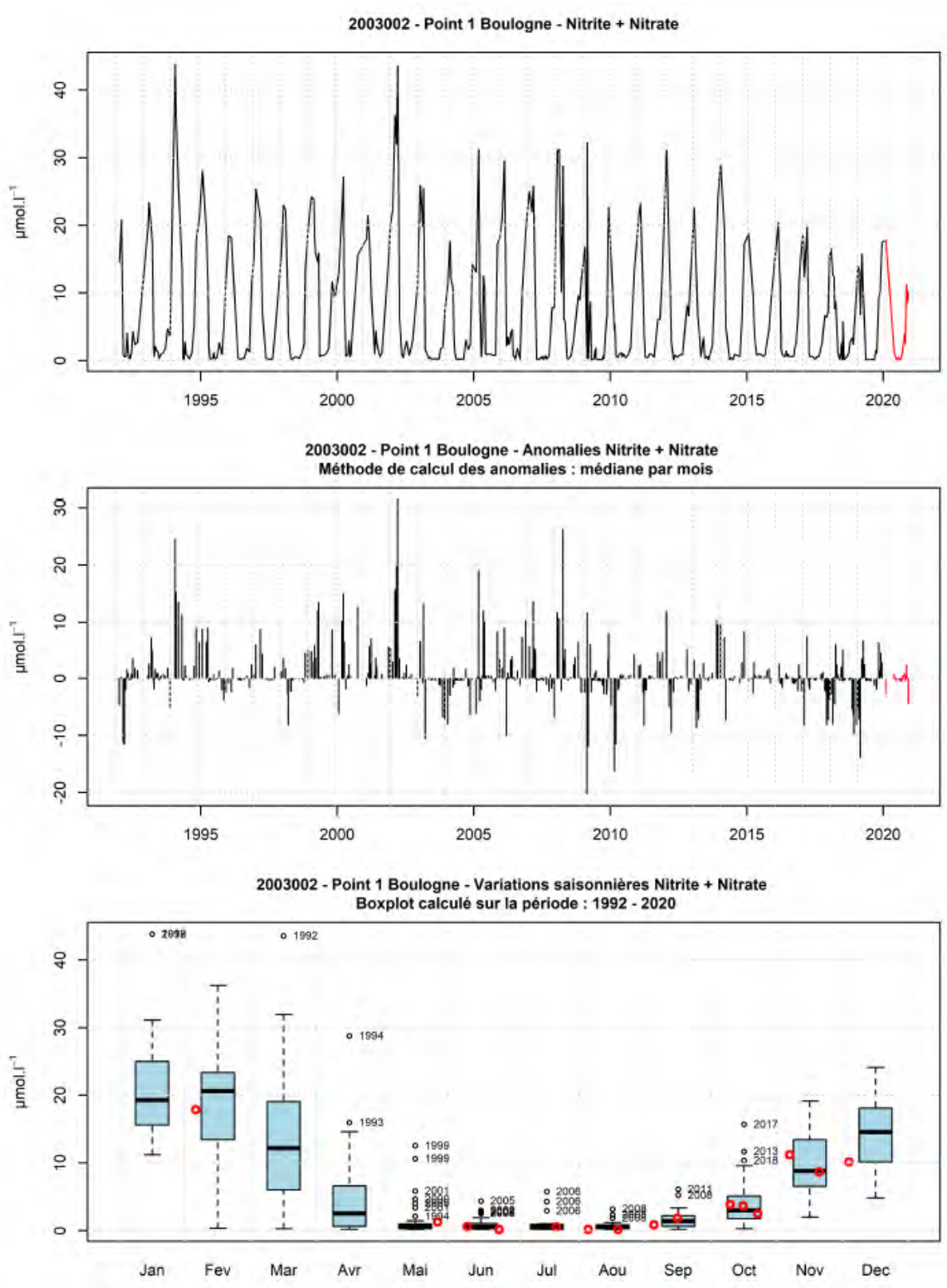


Figure 2-71. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en nitrate + nitrite (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021).

- Phosphate

La période 1992-2019 comprend des valeurs allant de 0,04 à 3,10 µmol/L. Les concentrations moyennes en phosphate sont de 0,4 µmol/L, 0,42 µmol/L et 0,40 µmol/L (du point 1 au point 3) (**Tableau 2-26**). Un cycle saisonnier est observable avec des valeurs plus importantes en automne et en hiver, et des valeurs plus faibles en été et au printemps (**Figure 2-72**).

Les concentrations en phosphate en 2020 sont inférieures à celles relevées depuis 1992. En effet, les moyennes des concentrations sont 0,18 µmol/L, 0,26 µmol/L et 0,32 µmol/L (de la côte au large) (**Tableau 2-27**) (**Figure 2-72**).

Le gradient côte-large présente des valeurs entre -0,06 et 0,29 µmol/L (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Les eaux côtières sont alors, dans l'ensemble, plus chargées en phosphate que celles du large.

Tableau 2-26. Paramètres de tendance centrale et de dispersion de la concentration en phosphate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	0.12	0.58	3.1	0.4	0.28	0.05	439	0.39
Point 2 SRN Boulogne	0.11	0.61	2.4	0.42	0.31	0.05	386	0.38
Point 3 SRN Boulogne	0.11	0.57	2.3	0.4	0.32	0.04	378	0.35

Tableau 2-27. Paramètres de tendance centrale et de dispersion de la concentration en phosphate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	0.17	0.32	0.59	0.25	0.18	0.07	15	0.16
Point 2 SRN Boulogne	0.21	0.48	0.87	0.38	0.25	0.17	7	0.26
Point 3 SRN Boulogne	0.18	0.45	0.88	0.37	0.32	0.11	7	0.27

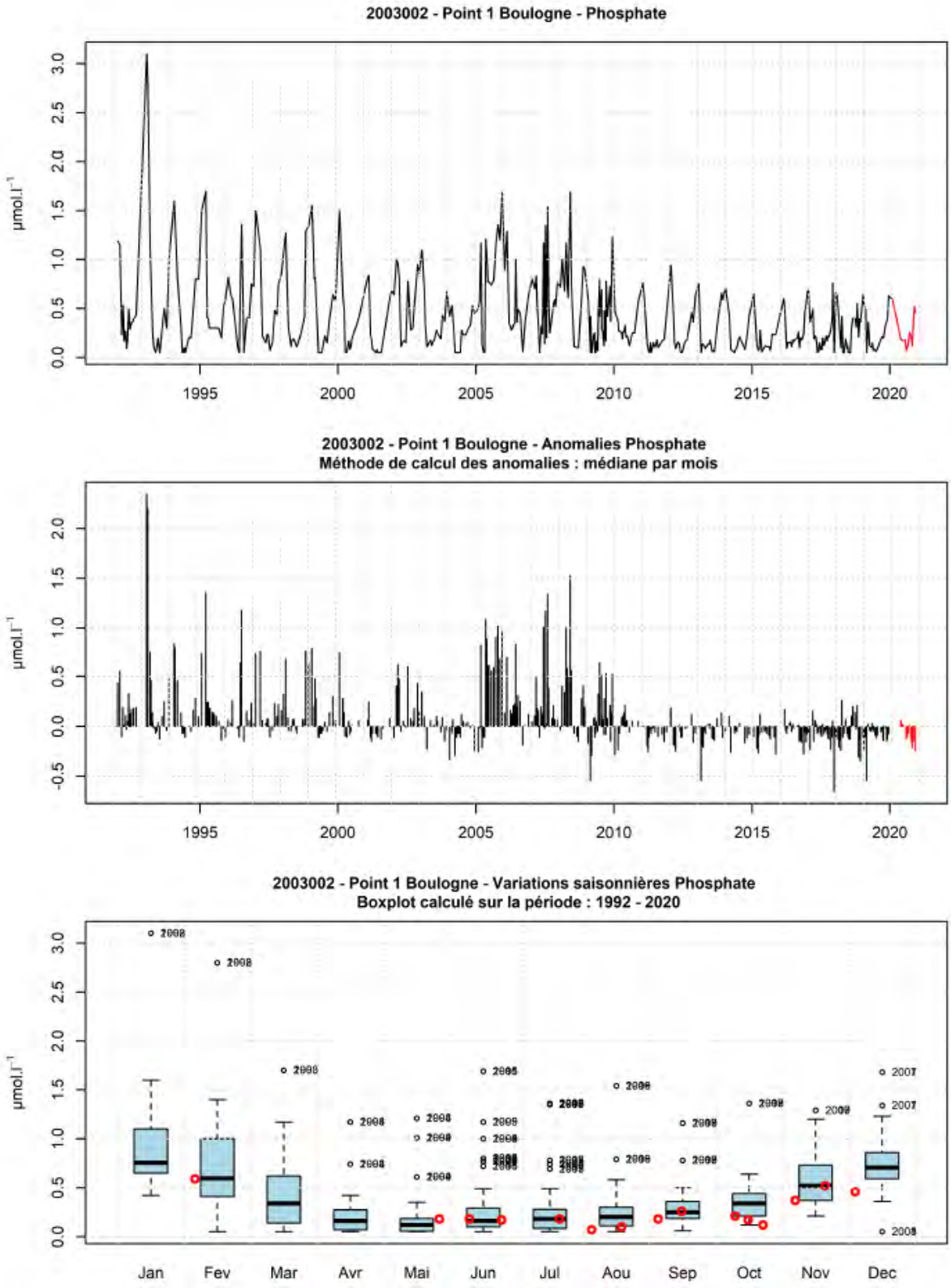


Figure 2-72. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en phosphate (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020 (Ifremer, 07/2021).

- Silicate

De 1992 à 2019, les concentrations en silicate varient entre 0,1 et 19,01 µmol/L. Les concentrations moyennes de la côte vers le large sont respectivement de 3,19 µmol/L, 2,57 µmol/L et 2,32 µmol/L (**Tableau 2-28**). Un cycle saisonnier est observable avec des valeurs importantes de septembre à mars et plus faibles d'avril à août (**Figure 2-73**).

En 2020, les valeurs sont comprises entre 0,48 et 8,07 µmol/L. Les concentrations moyennes en silicate sont 2,69 µmol/L, 2,88 µmol/L et 2,75 µmol/L (de la côte au large) (**Tableau 2-29)** (**Figure 2-73**).

Le gradient de concentration côte-large fluctue entre -1,83 et 1,09 µmol/L (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Les valeurs sont fortement négatives de janvier à mars, indiquant des concentrations plus importantes à la côte et globalement positives d'avril à juin montrant un renversement de la situation.

Tableau 2-28. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en silicate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	0.43	4.31	19.01	3.19	1.63	0.1	436	3.78
Point 2 SRN Boulogne	0.14	3.7	18.9	2.57	1.45	0.1	383	3.08
Point 3 SRN Boulogne	0.15	3.33	16.5	2.32	1.52	0.1	375	2.74

Tableau 2-29. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en silicate (µmol/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	1.09	3.8	8.07	2.69	1.99	0.48	16	2.09
Point 2 SRN Boulogne	1.05	3.41	7.72	2.88	2.8	0.72	7	2.43
Point 3 SRN Boulogne	1.22	3.58	6.24	2.75	2.73	0.7	7	1.93

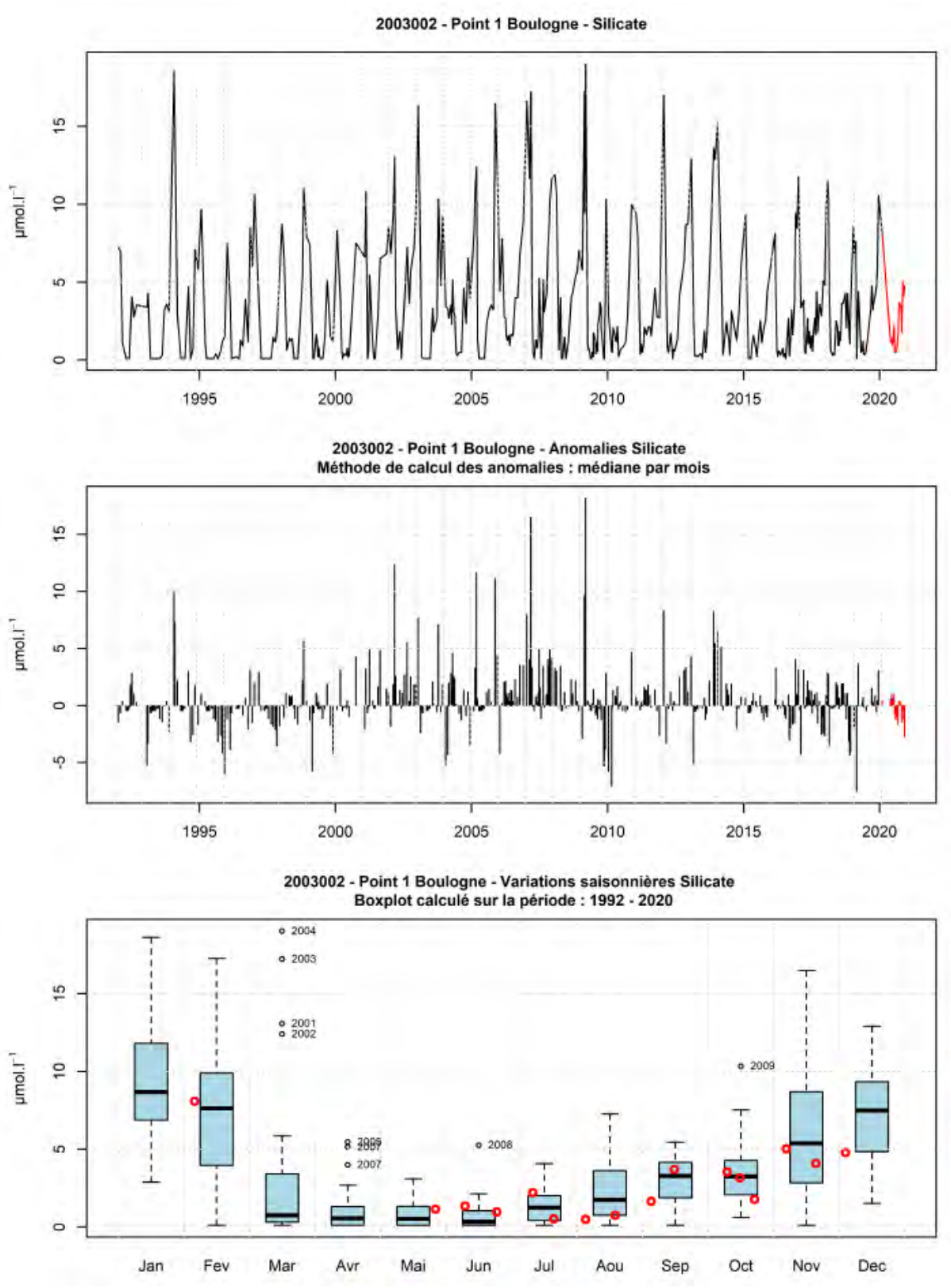


Figure 2-73. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en silicate (µmol/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021).

- Oxygène dissous

Sur la période 1992-2019, la concentration en oxygène dissous dans l'eau est comprise entre 6,26 et 12,50 mg/L. Les valeurs moyennes sont 8,97 mg/L, 8,93 mg/L et 9,02 mg/ (**Tableau 2-30)**. L'oxygène dissous présente un cycle saisonnier ; en effet, les valeurs sont importantes de septembre à avril et basses de mai à août (**Figure 2-75)**.

L'année 2020 présente une distribution de valeurs semblable aux années précédentes. Les concentrations sont comprises entre 7,31 et 9,8 mg/L (**Tableau 2-30 et Tableau 2-31)** (**Figure 2-75**).

Le gradient côte-large évolue entre -0,53 et 0,43 mg/L (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Tableau 2-30. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en oxygène dissous (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	7.97	9.9	12.5	8.97	8.75	6.26	214	1.28
Point 2 SRN Boulogne	8.02	9.66	11.31	8.93	8.67	7.24	71	1.08
Point 3 SRN Boulogne	8.09	9.85	11.35	9.02	8.93	7.22	73	1.02

Tableau 2-31. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en oxygène dissous (mg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 01/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	7.7	8.65	9.66	8.26	8.09	7.31	16	0.74
Point 2 SRN Boulogne	7.62	8.3	9.66	8.14	7.98	7.51	7	0.74
Point 3 SRN Boulogne	7.88	8.3	9.9	8.26	8.18	7.35	7	0.81

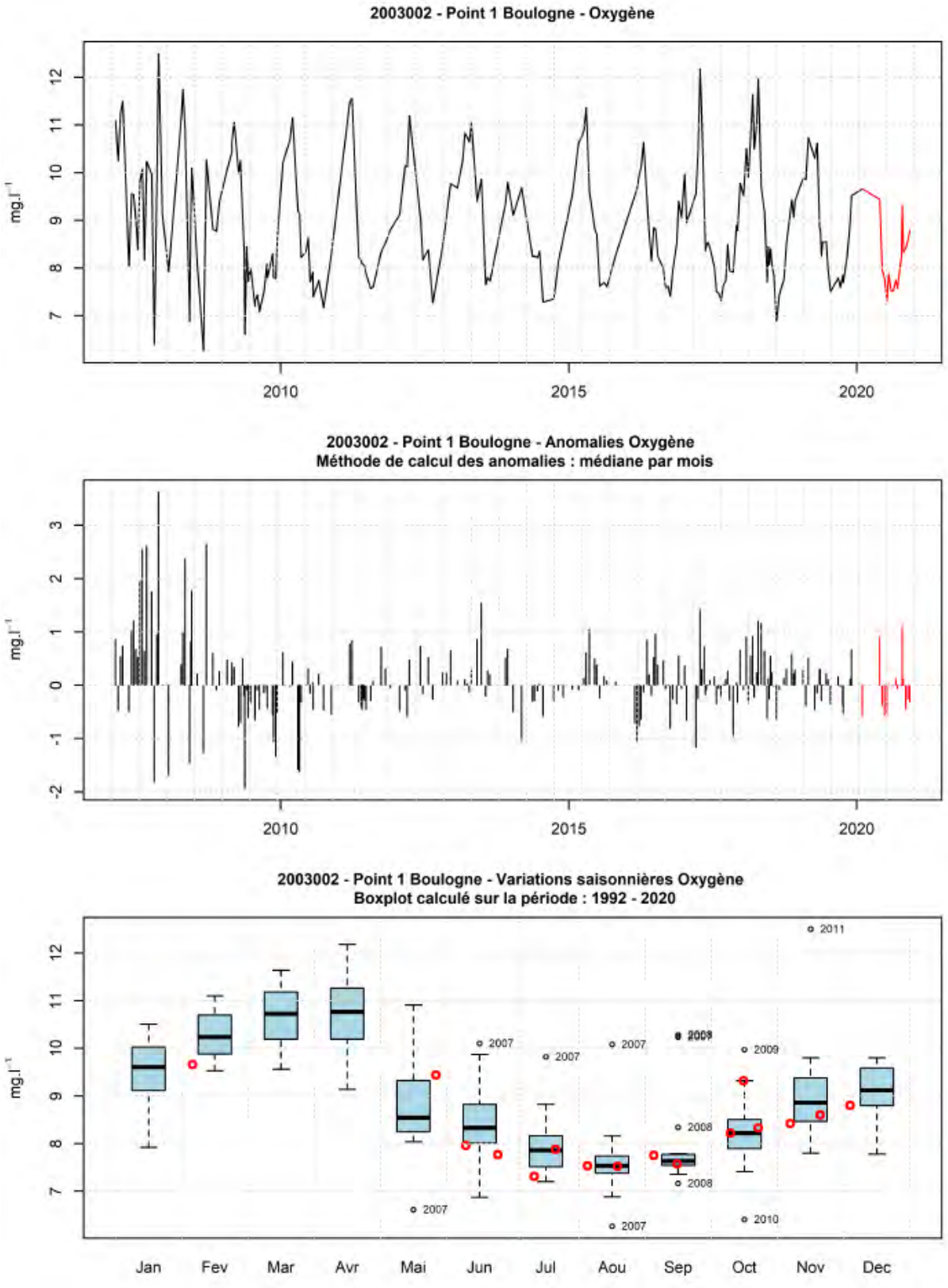


Figure 2-74. Evolution pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de l'oxygène dissous (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (1992-2020) (Ifremer, 07/2021).

- Chlorophylle a

La chlorophylle-a est un indicateur de la biomasse du phytoplancton. La concentration en chlorophylle-a présente un cycle saisonnier très marqué ainsi qu'une forte variabilité interannuelle.
Durant la période 1992-2019, les concentrations évoluent de 0,01 à 29,6 µg/L. Les valeurs moyennes sont : 5,22 mg/L, 3,54 mg/L et 2,19 µg/L de la côte vers le large (**Tableau 2-32**). Les valeurs conséquentes traduisent des blooms plus importants du phytoplancton.

Pour l'année 2020, les concentrations en chlorophylle a évolué entre 0,67 et 4,46 µg/L (**Tableau 2-33)**.

Les valeurs du gradient côte-large se situent entre -2.7 et 0,17 µg/L. Les concentrations en chlorophylle a sont ainsi supérieures à proximité des côtes (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Tableau 2-32. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en chlorophylle-a (µg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer sur la période 1992-2019 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	1.76	7.25	29.6	5.22	3.48	0.01	456	4.82
Point 2 SRN Boulogne	1.28	4.6	19.22	3.54	2.39	0.05	381	3.42
Point 3 SRN Boulogne	0.82	2.6	16.32	2.19	1.39	0.02	371	2.3

Tableau 2-33. Paramètres de tendance centrale et de dispersion pour la concentration en chlorophylle-a (µg/L) pour la radiale de Boulogne-sur-Mer en 2020 (Ifremer, 07/2021).

	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Q3	Max	n
Point 1 Boulogne	1.18	3.04	4.46	2.17	1.6	0.67	16	1.23
Point 2 SRN Boulogne	1.08	2.38	3.5	1.88	1.65	1.07	7	0.93
Point 3 SRN Boulogne	1.03	1.55	2.64	1.43	1.28	0.88	7	0.61

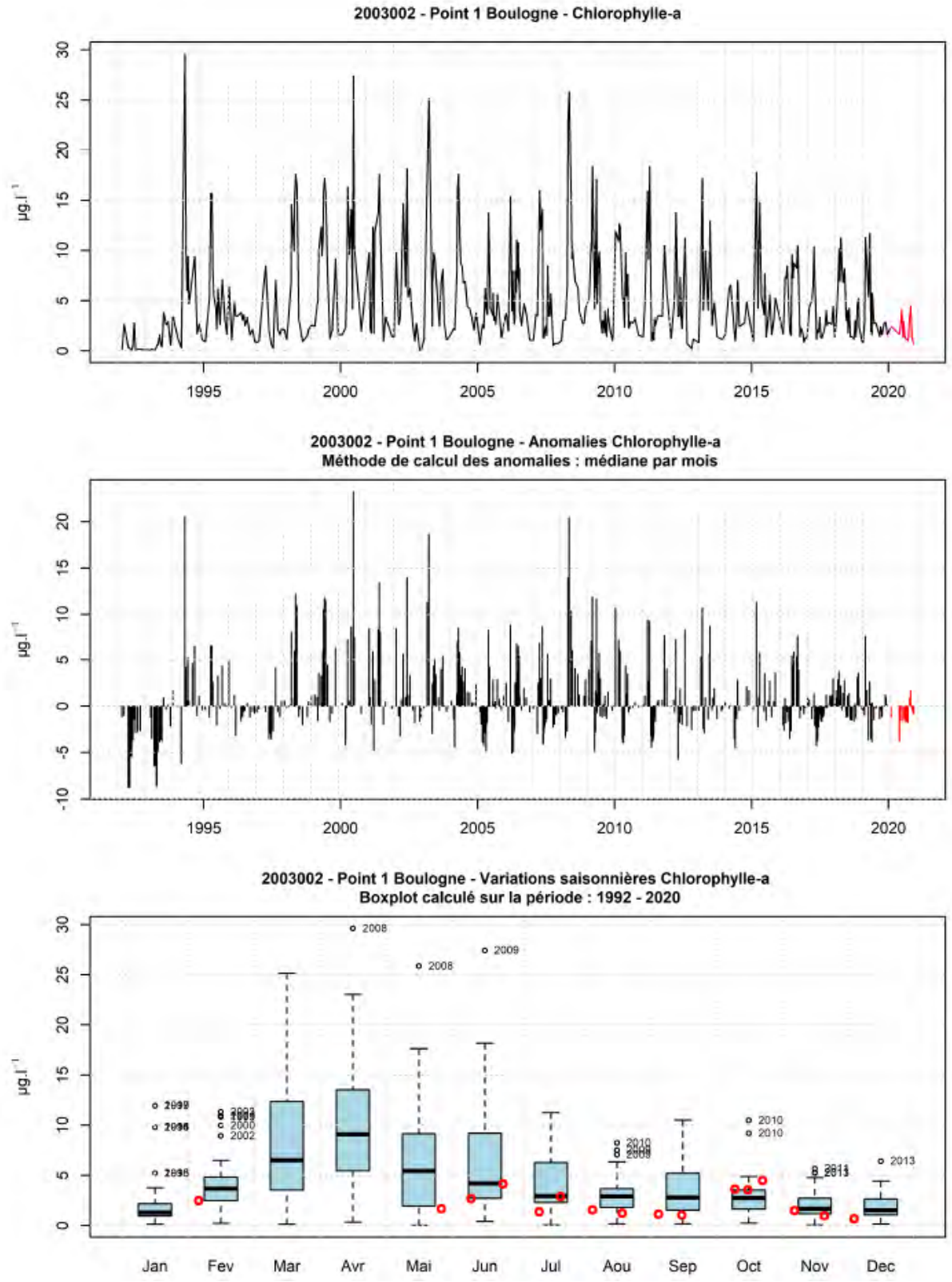


Figure 2-75. Dynamique pluriannuelle, anomalies pluriannuelles et variations saisonnières mensuelles (année 2020 en rouge) de la concentration en oxygène dissous (mg/L) pour le point 1 de la radiale de Boulogne (Ifremer, 07/2021).

En conclusion, les résultats présentés dans le rapport Ifremer pour la période 1992-2020 via la mise en œuvre des programmes REPHY/SRN permettent de définir les principales caractéristiques physico-chimiques et biologiques, chaque année, au niveau de la radiale de Boulogne-sur-Mer.
La série ainsi constituée permet également de comparer les derniers résultats en référence à une climatologie établie sur près de 30 ans à fréquence mensuelle ou bimensuelle.

➔ À l'échelle de l'écosystème, les eaux de surface au cours de l'année 2020 étaient en moyenne plus chaudes pour la radiale de Boulogne-sur-Mer. Néanmoins, aucune valeur extrême (supérieure ou inférieure) n'est enregistrée au cours de l'année. Les sites échantillonnés, au niveau de la radiale de Boulogne-sur-Mer sont caractérisés par une dynamique classique des paramètres physico-chimiques et biologiques. Des cycles saisonniers très marqués sont mis en évidence. Par ailleurs, la variabilité interannuelle est très importante pour certains de ces paramètres.

- **Réseau de contrôle microbiologique (REMI)**

Le réseau REMI de l'Ifremer assure le suivi microbiologique des zones de production conchylicole classées. Ce réseau recherche les microorganismes présents dans l'eau, filtrés et concentrés par les coquillages pour établir la présence dans les eaux de bactéries (*Escherichia coli*) ou virus potentiellement pathogènes pour l'homme (*Salmonella*, *Vibrio spp*, *norovirus*, virus de l'hépatite A) par consommation des coquillages (risques de gastro-entérites, hépatites virales).

Le paragraphe suivant présente les résultats du bulletin de surveillance de l'année 2020 (Ifremer, 04/2021) concernant les points localisés à proximité de la future zone de projet (**Figure 2-76**) :

- La zone « Wimereux sud, centre de voile » comprend une zone de gisements naturels de moules ainsi qu'une concession d'élevage de moules à plat. La zone est suivie à fréquence mensuelle sur le point « Parc 10N » (002-P-024) localisé au nord de la zone de projet.
- La zone « Le Portel-Equihen » est une zone de gisements naturels de moules suivie mensuellement depuis 2012 sur deux points de prélèvements dont le point « Fort de l'Heurt » (002-P-026), localisé au sud de la zone de projet.

Les résultats des analyses sur ces deux points sont présentés par la **Figure 2-77** et le **Tableau 2-35**.

Figure 2-76. Localisation des deux points de surveillance REMI Au Nord et au Sud de la zone de projet (IFREMER, 2021).

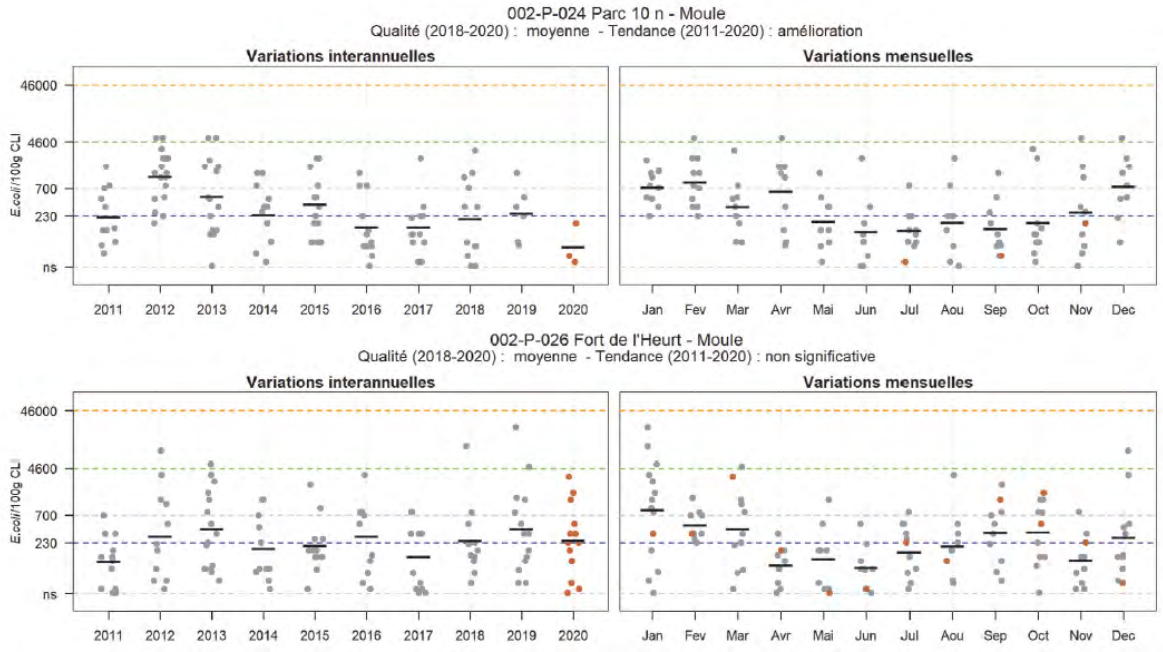


Figure 2-77. Dénombrement des Escherichia coli dans 100g de chair de coquillage et de liquide intervalvaire (CLI) pour la zone 2 - Cap Gris Nez - Le Boulonnais : Parc 10n (002-P-024), Fort de l'Heurt (002-P-026) (Ifremer, 04/2021).

Tableau 2-34. Analyse de tendances du niveau de contamination microbiologique sur les sites 002 - Cap Gris Nez - Le boulonnais (Source REMI-Ifremer, banque Quadrige)

Point	Nom du point	Support	Tendance générale	Qualité microbiologique
002-P-024	Parc 10 n	Moule	Amélioration	Moyenne
002-P-026	Fort de l'Heurt	Moule	Pas de tendance significative (seuil 5%)	Moyenne

Les deux points à proximité de la zone d'étude ont pu être analysés sur la période des trois dernières années et présentent une qualité microbiologique moyenne (cf. **Tableau 2-34**) :

- Le point « Fort de l'Heurt » (002-P-026), ne montre pas de tendance générale significative.
- Le point situé au nord de Boulogne-sur-Mer, « Parc 10N » (Wimereux) montre des résultats moins élevés en période plus sèche d'avril/mai à septembre/octobre.

L'ensemble de la zone Cap Gris-Nez–Le Boulonnais est soumis à l'influence conjuguée des sources de pollution proches du littoral et des apports en provenance des ruisseaux et des fleuves côtiers. Des travaux importants pour la maîtrise des rejets par temps de pluie sont engagés sur le secteur en amont d'Ambleteuse, sur les communes de Wimille et Wimereux, ainsi qu'au niveau de l'agglomération boulonnaise ou du Portel (source : ARS- dossier de presse, la qualité des eaux de baignade en régions Nord-Pas-de-Calais et Picardie : résultats 2015).

Ainsi trois bassins de rétention des eaux pluviales ont été récemment construits au Portel (2017), Boulogne-sur-Mer et (2019) et Wimereux (2019). Ils devraient permettre de réduire les déversements d'eaux usées par temps de pluie et par conséquent de réduire les apports de contaminants sur les sites conchylicoles les plus proches.
Au printemps 2019, l'ensemble des gisements naturel du boulonnais, allant du Cap Gris Nez à Equihen a été impacté par un phénomène de mortalité qui a décimé les gisements. Des difficultés pour trouver des spécimens en taille et en quantité suffisante sont apparues lors des prélèvements effectués pour le

réseau microbiologique REMI, en conséquence plusieurs résultats manquent en fin d'année 2019 sur le point « Parc 10N » ainsi qu'en 2020. La recherche des agents pathogènes réglementés effectuée par le réseau REPAMO2 (réseau de pathologie des mollusques) en 2019 n'a pas permis d'expliquer ce phénomène exceptionnel.

➔ **Les résultats du point « Fort de l'Heurt » (002-P-026 – Le Portel), n'indiquent pas de tendance générale significative de la contamination bactérienne. Le point « Parc 10 N » (002-P-024 - Wimereux) présente une tendance à l'amélioration pour la période 2010-2020. Cette tendance est observée sur ce point depuis 2007.**

2.6.2.2. Eaux portuaires

2.6.2.2.1. Suivis DCE

Dans le cadre du suivi actuel des eaux portuaires, le **point de référence DCE** (Directive Cadre Eau[11] n°2008/105/CE modifiée par la Directive n°2013/39/UE) du port (appelé BOU50) se situe à la confluence des chenaux d'accès à la Darse Sarraz-Bournet et du chenal d'entrée du port intérieur. Ce point est désigné pour la mesure de l'ensemble des substances prioritaires[12] listées en annexe X de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000 : DEHP (Di(2-éthylhexyl)phtalate), Chlorure de méthylène (DCM ou Dichlorométhane), Octylphénols (Para-tert-octyphénol), Diuron, Nickel et composés, Plomb et composés, Fluoranthène, Chloroforme (Trichlorométhane), Atrazine, Trichlorobenzène (TCB), Chlpyrifos, Naphtalène, Alachlore, Isoproturon, Clorfenvinphos, Pentachlorophénol, Benzène, Simazine, 1,2 Dichloroéthane, Trifluraline.

[11] La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) a pour objectif de garantir les qualités chimiques et écologiques des masses d'eau identifiées et caractérisées selon leurs qualités et les contraintes qui s'y exercent.
[12] OSPAR a déjà dressé une liste de ces substances et même si certains éléments sont communs, la liste OSPAR n'est pas la même que celle de la DCE.

Figure 2-78. Localisation du point de référence DCE BOU50 par rapport à la zone de projet.

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer correspond à la masse d'eau de transition « FRAT02 ». Son point de suivi DCE, désigné à l'article 3 de l'arrêté du 27 novembre 2006 porte sur une analyse sur l'eau et les sédiments, selon une périodicité de 2 ans. La première analyse a été réalisée en octobre 2010 et sert de référence.

Les résultats ont été comparés aux Normes de Qualité Environnementale (NQE) applicables aux eaux dans le cadre de la directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008 (établissant des normes de qualité environnementales dans le domaine de l'eau) et visant les substances prioritaires et autres polluants énumérés à l'annexe I partie A de cette directive. La norme indique une NQE MA (valeur moyenne annuelle) et une NQE CMA (concentration maximale admissible).

Tableau 2-35. Eléments chimiques détectés dans les analyses "eaux" du suivi DCE

Paramètres		2010	2012	2014	2016	2018	NQE MA	NQE CMA
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Métaux	Nickel	0,9	<0,5	<0,5	<50	<50	20	Sans objet
	Plomb	<0,2	0,1	1	<20	<20	7,2	Sans objet
Organophosphorés et apparentés	Phosphate de tributyle (TBP)	0,061	Non recherché	Non recherché	Non recherché	Non recherché	Non indiqué	Non indiqué
Organoétains	Monobutylétain (MBT)	0,004 µg Sn/L	<0,01	<20 ng CAT/L	Non recherché	Non recherché	Non indiqué	Non indiqué
Phtalates	Diéthylhexylphtalate (DEHP ou DOP)	0,46	<0,01	<0,5	<1	<1	0,0002	Sans objet
Polybromodiphényléthers	BDE 47	0,294	0,007	<0,005	$<5e^{-6}$	$<2e^{-6}$	0,0002	Sans objet
	BDE 99	0,179	<0,005	<0,005	$<1e^{-6}$	$<1e^{-6}$	0,0002	Sans objet
	BDE 153	0,239	<0,005	<0,005	$<1e^{-7}$	$<1e^{-7}$	0,0002	Sans objet
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Fluoranthène	0,008	<0,01	<0,01	$<1e^{-5}$	$<1e^{-5}$	0,1	1
	Phénanthrène	<0,005	0,02	Non recherché	$<1e^{-5}$	$<1e^{-5}$	Non indiqué	Non indiqué

Les analyses de 2014, 2016 et 2018 montrent des concentrations en tous composants inférieurs aux seuils respectifs de détection ; les concentrations en métal restent faibles.
➔ **La qualité de l'eau dans la rade à proximité de la zone de rejet, au confluent des activités de commerce, tend vers une amélioration, et devient de bonne qualité pour la plupart des éléments mesurés.**

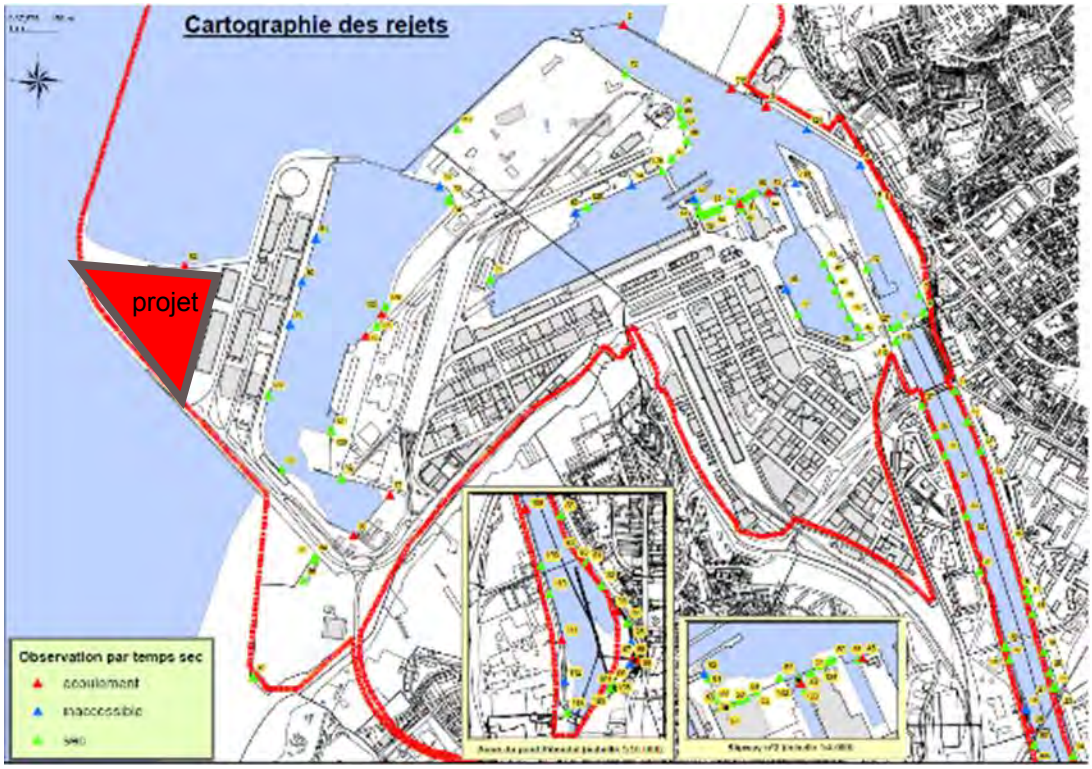
2.6.2.2.2. Inventaires des rejets vers le milieu portuaire

Un diagnostic des réseaux d'assainissement du site portuaire et des sources de pollutions de l'eau et des sédiments portuaires, ainsi qu'une étude de réduction de ces sources de pollution, ont été confiés en 2011 au groupe Ixsane - Ultima Terra (2012).

La phase 1 (diagnostic) a fait l'objet d'un rapport de diagnostic des réseaux d'assainissement et des sources de pollution de l'eau et des sédiments portuaires (Ixsane - Ultima Terra, 2012). Le périmètre d'étude correspond aux limites administratives du site portuaire de Boulogne-sur-Mer, c'est-à-dire la zone portuaire, l'ensemble de ses installations et les 7 plans d'eau portuaires, et s'étend au bassin versant du réseau pluvial dont les exutoires aboutissent dans le domaine portuaire.

Les **installations d'assainissement non collectif** inventoriées à proximité de la zone de projet sont :
- l'Hoverport (à l'ouest de la digue Carnot, hors du périmètre protégé par la digue) : dispositif en bon état de fonctionnement ;
- le port de commerce (port extérieur) composé de plusieurs hangars : dispositifs à surveiller ou à risque, seul le poste de contrôle à l'entrée du port de commerce constitué d'une fosse de stockage est qualifié de dispositif en bon état de fonctionnement.

Le **réseau d'assainissement collectif** du site portuaire de Boulogne-sur-Mer se compose de réseaux d'eaux usées, d'eaux industrielles, d'eaux pluviales et de réseaux unitaires (eaux usées et eaux pluviales mélangées). Les réseaux du domaine portuaire font partie d'un système d'assainissement reprenant entre autres les villes de Boulogne-sur-Mer et du Portel (le réseau d'assainissement de la ville du Portel a présenté des anomalies de fonctionnement en 2020).



(en rouge : limite administratives du site portuaire de Boulogne-sur-Mer)

Figure 2-79. Cartographie des rejets dans l'emprise du domaine portuaire de Boulogne-sur-Mer (Ixsane-Ultima Terra, 2012)

Certains de ces rejets ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques. Concernant les micropolluants minéraux, le fer et le manganèse, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), l'indice phénol et l'indice hydrocarbures, aucun dépassement des références qualité n'a été observé quel que soit le rejet considéré.

2.6.2.3. Eaux de baignade

Les eaux de baignades détaillées au sein de ce paragraphe sont celles localisées autour de la zone d'étude élargie (modélisation de dispersion du rejet), pouvant représenter des zones sensibles de par leur fréquentation : ce sont les plages de Boulogne-sur-Mer et du Portel au Sud.
La plage plus au Nord (Wimereux) n'a pas été retenue au regard de la distance à la zone du projet.

Figure 2-80. Plages localisées à proximité de la zone de projet.

2.6.2.3.1. Boulogne-sur-Mer

La plage de Boulogne-sur-Mer est située dans les limites administratives du site portuaire (**Figure 2-80**). La ville de Boulogne-sur-Mer dispose d'une concession d'exploitation pour une partie de celle-ci sur laquelle elle souhaite maintenir la possibilité de la baignade. Il est à noter que le Règlement Particulier de Police du site portuaire en vigueur interdit la baignade (article 27-4).

La qualité des eaux de baignade est actuellement mesurée suivant la directive européenne 76/160/CE du 8 décembre 1975. Ce classement vise à prévenir l'exposition des baigneurs aux risques liés à la baignade : contamination microbiologique, risques de gastro-entérite et ORL. Le classement de la plage de Boulogne-sur-Mer sur les 6 années précédentes est le suivant :

Tableau 2-36. Qualité des eaux de baignade de la plage de Boulogne-sur-Mer.

Commune	Point de prélèvement	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Boulogne-sur-Mer	Boulogne Centre Plage	I	I	I	IP	B	B	S

Le classement, depuis 2013, se fait selon les critères suivants : E : Excellent, B : Bon, S : Suffisant, I : Insuffisant, Ip : Insuffisance de prélèvements. (Les critères C : momentanément pollué et D : Mauvaise qualité correspondent aux anciens classements).

En 2019, après des années d'interdiction, la plage de Boulogne-sur-Mer a été ouverte à la baignade suite aux nombreux travaux réalisés tels que le bassin de rétention en pleine ville, qui permet le traitement de 13 000 m^3 d'eaux pluviales mélangées à des eaux usées en provenance du réseau de collecte, par la station d'épuration Séliane avant rejet dans le milieu naturel.

➔ L'amélioration de la qualité des eaux de baignade à Boulogne-sur-Mer depuis 2019 malgré les résultats de 2021 (en application des nouvelles normes de la Directive baignade) est à mettre en relation avec les aménagements réalisés par la commune de Boulogne-sur-Mer (poste de refoulement sur la plage, déversoirs de Nausicaà) ainsi que la Région des Hauts-de-France (rejets pluviaux Loubet et Capitainerie).

2.6.2.3.2. Le Portel

La plage du Portel est localisée à environ 1,3 km au sud de la future zone d'implantation de la ferme aquacole (**Figure 2-80**), le classement de cette plage sur les 5 dernières années est le suivant :

Tableau 2-37. Qualité des eaux de baignade de la plage du Portel.

Commune	Point de prélèvement	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Le Portel	Le Portel centre plage	I	S	S	S	B	S

Ainsi, la qualité de l'eau de la plage de Le Portel, longtemps jugée insuffisante (de 2011 à 2016) est en voie d'amélioration (suffisante à bonne).

Les principales sources de pollution de cette plage, identifiées par le profil de vulnérabilité des eaux de baignades dont est extrait la figure suivante sont :

1) L'exutoire du Rieu des Cats, qui constitue l'exutoire de la station d'épuration, l'évacuation du trop-plein de la station d'épuration, et un point de collecte du réseau pluvial du quai violette.
2) L'épi, localisé au centre de la plage, qui constitue aussi l'exutoire du ruisseau de la Ramonière, et la zone d'évacuation du trop-plein du complexe hydraulique du Bourgain, et du trop-plein du complexe hydraulique de la plage.
3) Le ruisseau des Ningles.
4) Les activités portuaires du port de Boulogne-sur-Mer.
5) La résurgence dans la zone de baignade pouvant avoir lieu par temps de pluie.
6) Les drains de la falaise.
7) La source de la falaise, qui par temps de pluie, évacue le trop plein des étangs du parc de la falaise.
8) L'Hoverport et son assainissement pluvial.

Figure 2-81. Localisation de la baignade et des principales sources de contamination de la plage du Portel.

2.6.2.4. Conclusion sur la qualité des eaux

Les données du réseau SOMLIT ainsi que les données suivies par Ifremer montrent une bonne qualité physico-chimique des eaux littorales. Les suivis des réseaux REPHY et REPHYTOX indiquent des concentrations en phytoplancton régulières dans le temps et selon les saisons. Des pics pouvant déclencher des seuils d'alerte sont parfois observés de manière ponctuelle et saisonnière.

Les suivis réalisés dans le cadre de la DCE indiquent également une bonne qualité des eaux portuaires.

Les suivis de la qualité des eaux de baignade des plages localisées autour de la zone de projet montrent une amélioration de la qualité en lien avec les aménagements qui ont été réalisés : qualité suffisante à bonne au Sud, excellente au Nord.

➔En raison de cette bonne qualité générale des eaux littorales, portuaires et de baignade, l'enjeu est estimé comme fort pour ces trois types d'eaux. La sensibilité aux changements apportés par le projet est cependant estimée comme faible, en raison de la localisation du rejet dans l'enceinte portuaire, de la résilience de la masse d'eau comme l'indique, par exemple l'amélioration de la qualité des eaux de baignade suite aux aménagements réalisés par certaines communes et l'amélioration de la qualité des eaux portuaires suite à la gestion des rejets.

La qualité microbiologique des deux gisements conchylicoles principaux localisés à proximité de la zone d'étude est moyenne. De plus, un phénomène de mortalité décime les gisements depuis 2019. La valeur de l'enjeu à proximité de la zone d'étude est donc qualifiée de moyenne. Les élevages concernés sont des élevages de moules, organismes filtreurs et donc très sensibles aux variations de la qualité de l'eau ; cependant, en raison de la distance de la zone de rejet, la sensibilité de ces gisements au projet est qualifiée de faible.

Thème		Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Qualité des eaux			
Eaux littorales		Fort	Faible
Eaux portuaires		Fort	Moyenne
Eaux de baignade		Fort	Moyenne
Eaux conchylicoles	Parc 10N - Wimereux	Moyen	Faible
	Fort de l'Heurt - Le Portel	Moyen	Faible

2.6.3. Qualité des zones conchylicoles

(http://www.atlas-sanitaire-coquillages.fr/classements-sanitaires).

L'ensemble des zones professionnelles de production et de reparcage de coquillages vivants (zones d'élevage et de pêche professionnelle) fait l'objet d'un classement sanitaire, défini par arrêté préfectoral. Celui-ci est établi sur la base d'analyses microbiologiques des coquillages issus de ces zones, en utilisant *Escherichia coli* (*E. coli*) comme indicateur de contamination fécale (en nombre d'*E. coli* pour 100 g de chair et de liquide intervalvaire - CLI).

Le classement des zones conchylicoles est ainsi basé sur les résultats des suivis REMI (Réseau de contrôle Microbiologique, recherchant les coliformes fécaux dans les coquillages), REPHY (Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxine) et ROCCH (Réseau d'Observation des Contaminants Chimiques recherchant les métaux lourds [mercure, plomb, cadmium] dans la chair de coquillage) de l'Ifremer.

Le classement est le suivant :

- **Zones A** : Zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés et mis directement sur le marché pour la consommation humaine directe après passage par un centre d'expédition agréé.
- **Zones B** : Zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés mais ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine qu'après avoir été traités dans un centre de purification agréé ou après reparcage dans une zone spécifiquement agréée pour cette opération.
- **Zones C** : Zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés mais ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine qu'après un reparcage de longue durée dans une zone agréée à cet effet ou après traitement thermique dans un établissement agréé.
- **Zones NC (zones non classées)** : en l'absence de classement sanitaire, les activités de pêche ou d'élevage n'y sont pas autorisées. Seuls les pectinidés (coquilles Saint-Jacques, pétoncles), les gastéropodes non-filtreurs (notamment bulots, ormeaux, patelles) et les échinodermes peuvent y être récoltés, sauf spécifications contraires.
- **Zones à exploitation occasionnelle (EO) dites "à éclipses"** : zones dans lesquelles la récolte et la commercialisation de coquillages sont soumises à autorisation préalable et sous conditions particulières (arrêté préfectoral spécifique lors de l'exploitation).
- **Zones Interdites (I)** : Zones d'activités portuaires et/ou zones polluées (zones autour d'émissaires de rejets ...), dans lesquelles aucune activité de pêche, de production ou de récolte de coquillage ne peut être pratiquée, quel que soit le groupe.

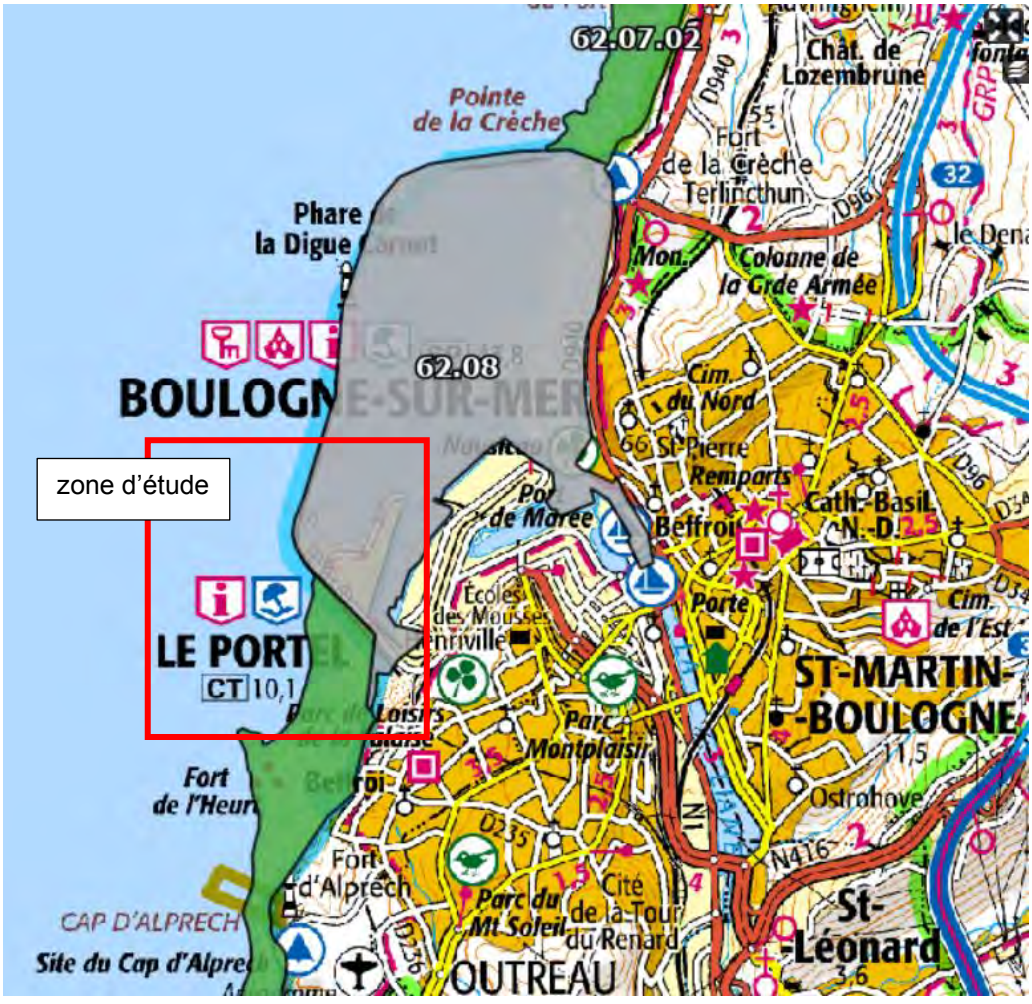


Figure 2-82. Classement des zones conchylicoles
(extrait de l'Atlas des zones de production et de reparcage de coquillages)

L'arrêté en vigueur est l'arrêté du 27 janvier 2021 portant classement sanitaire et modalités de surveillance des zones de production de coquillages vivants du département du Pas-de-Calais.

Zones conchylicoles	Code	Groupe1	Groupe2	Groupe3
Wimereux Sud Centre de voile	62.07.02	NC	NC	B
Port de Boulogne-sur-Mer	62.08	NC	NC	NC
Le Portel - Equihen	62.09	NC	NC	B

Légende
B : reparcage
Non autorisé
B : reparcage

Les deux gisements conchylicoles principaux localisés à proximité de la zone d'étude (Le Portel Fort de l'Heurt et Parc 10N à Wimereux) présentent une qualité microbiologique moyenne et sont classés en zone B (reparcage). Les élevages concernés sont des élevages de moules, organismes filtreurs et donc très sensibles aux variations de la qualité de l'eau.
La valeur de l'enjeu lié aux gisements conchylicoles à proximité de la zone d'étude est donc qualifiée de moyenne. Cependant, en raison de la distance de la zone de rejet dans l'enceinte portuaire, la sensibilité de ces gisements au projet est qualifiée de faible (Le Portel) à nulle (Wimereux).

La zone portuaire (zone 62.08) est classée en zone interdite au ramassage des coquillages. L'enjeu est nul et la sensibilité au projet est nulle.

Thème	Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Classement des gisements conchylicoles		
Zone 62.09 (Wimereux)	Moyen	Faible
Zone 62.08 (port)	Nul	Nulle
Zone 62.07.02 (Le Portel)	Moyen	Faible

2.6.4. Synthèse des enjeux sur la qualité du milieu

Les suivis de la qualité des sédiments portuaires dans la rade et les chenaux indiquent une bonne qualité physico-chimique, compatible avec leur immersion au large pour les dragages d'entretien. Par extrapolation, les sédiments côtiers, non soumis à des rejets, sont estimés de bonne qualité.
L'enjeu Sédiment est moyen et la sensibilité au projet est jugée faible (côte) à moyenne (port).

Les données du réseau SOMLIT ainsi que les données suivies par IFREMER montrent une bonne qualité physico-chimique des eaux littorales. Les suivis des réseaux REPHY et REPHYTOX indiquent des concentrations en phytoplancton régulières dans le temps et selon les saisons. Des pics pouvant déclencher des seuils d'alerte sont parfois observés de manière ponctuelle et saisonnière.
Les suivis réalisés dans le cadre de la DCE indiquent également une bonne qualité des eaux portuaires.
Les suivis de la qualité des eaux de baignade des plages localisées autour de la zone de projet montrent une amélioration de la qualité en lien avec les aménagements qui ont été réalisés : qualité suffisante à bonne au Sud, excellente au Nord.

En raison de cette bonne qualité générale des eaux littorales, portuaires et de baignade, l'enjeu est estimé comme fort pour ces trois types d'eaux. La sensibilité aux changements apportés par le projet est cependant estimée comme moyenne à faible, en raison de la localisation du rejet, de la résilience de la masse d'eau comme l'indique par exemple l'amélioration de la qualité des eaux de baignade suite aux aménagements réalisés et l'amélioration de la qualité des eaux portuaires suite à la gestion des rejets.

Thème		Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Qualité des sédiments			
Qualité des sédiments portuaires		Moyen	Moyenne
Qualité supposée des sédiments côtiers		Moyen	Faible
Qualité des eaux			
Eaux littorales		Fort	Moyenne
Eaux portuaires		Fort	Moyenne
Eaux de baignade		Fort	Moyenne
Eaux conchylicoles	Parc 10N - Wimereux	Moyen	Faible
	Fort de l'Heurt - Le Portel	Moyen	Faible
Qualité des gisements conchylicoles			
Zone 62.09 (Le Portel - Equihen)		Moyen	Faible
Zone 62.08 (port)		Nul	Nulle
Zone 62.07.02 (Wimereux)		Moyen	Faible

2.7. Milieu humain

2.7.1. Activités portuaires

Pour rappel, le site portuaire de Boulogne-sur-Mer est un site polyvalent dont l'activité économique s'articule autour de quatre secteurs : la pêche et la filière des produits de la mer, le commerce (principalement le sable et les produits alimentaires), la plaisance, la construction et la réparation navale.

2.7.1.1. Commerce

2.7.1.1.1. Zone du poste Ro-Ro

Il n'existe à ce jour plus aucune activité nautique sur cette zone, correspondant à l'ancien terminal roulier dont l'activité fut achevée en 2015.

2.7.1.1.2. Darse Sarraz-Bournet

La Darse Sarraz-Bournet constitue le port extérieur dédié au commerce, accessible par un chenal entretenu ; la darse est équipée du quai de l'Europe accessible à toute heure de la marée, pouvant accueillir des navires de 230 m de long et de 11 m de tirant d'eau.
Sur le Môle Ouest de la Darse, 65 000 m^2 de hangars couverts publics et privés offrent la possibilité de stocker tout type de marchandises. La darse est reliée au réseau routier par la voie supérieure (près de la Digue Carnot) rejoignant la zone Capécure (RN1 vers la A16) et la ville.

Pour le site portuaire de Boulogne-sur-Mer, le tonnage annuel s'élève à 799 422 tonnes (+20,4%) en 2018, et 701 539 tonnes (-12%) en 2019 grâce notamment au trafic des matériaux de construction et aux produits d'alimentation pour bétail.

➔ En général, le quai en eau profonde permet d'accueillir les barges et les terre-pleins de la darse disposent de zones de stockage pour les matériaux.

2.7.1.2. Plaisance

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer bénéficie d'une situation européenne privilégiée, à la charnière entre la Mer du Nord (ports voisins de Calais, Gravelines et Dunkerque) et de la Manche (ports voisins du Tréport et de Dieppe, ainsi que les petits-ports picards du Crotoy et de Saint-Valéry-sur-Somme). Boulogne-sur-Mer présente l'avantage d'une rade protégée offrant un grand bassin de navigation et des plans d'eau techniques au large ; la spécificité du site portuaire de Boulogne-sur-Mer est d'être un port en eau profonde, dans la ville. Boulogne-sur-Mer appartient au réseau Plaisance Côte d'Opale mis en place par le Syndicat Mixte de la Côte d'Opale.

Le port de plaisance dispose actuellement de 600 anneaux répartis dans trois bassins : l'arrière-port, le bassin Napoléon et le bassin Frédéric Sauvage.

➔ En 2019, on comptabilise plus de 3 000 mouvements de bateaux entrant et sortant, pour 237 bateaux en contrat annuel au bassin de plaisance (source : Boulogne Marina). La période de forte fréquentation va d'avril à octobre, avec un pic en été (630 à 806 bateaux) et une saison morte de novembre à mars (moins de 200 navires par mois). Le banc de sable à l'entrée du port, dans la zone non draguée de la drague, provoque de nombreux échouements chez les plaisanciers.

2.7.1.3. Pêche professionnelle

Labellisé pôle de compétitivité national, le site portuaire de Boulogne-sur-Mer concentre toutes les activités de la Filière : de la capture à la transformation, de la commercialisation à la distribution des Produits de la Mer, de la formation à la recherche et développement…

Le site portuaire de Boulogne-sur-Mer possède 118 navires (2019) et regroupe 2 types de pêche :

- La Pêche hauturière (ou Pêche au large) :
  - chalutiers surgélateurs (50 m), partant pour des cycles de pêche de 30 à 45 jours, pêchant Cabillaud, Lieu noir et Eglefin, en Ouest Ecosse et Mer du Nord ;
  - chalutiers hauturiers industriels de pêche fraîche (50 m), partant pour des cycles de pêche de 8 à 12 jours en mer, pêchant Lieu noir, Sébaste, Eglefin, Merlan, Grenadier, Lingue bleue, Sabre… en Mer du Nord, pour des apports de 30 à 100 tonnes ;
- La Pêche artisanale :
  - chalutiers de pêche côtière (16 à 25 m) d'Etaples, de 12 à 25 m, partant pour des cycle de pêche de 2 marées de 48h par semaine, pêchant Merlan, Maquereau, Rouget barbet, Encornet en Manche et Mer du Nord, avec des apports moyens de 3 à 5 tonnes ;
  - navires de Petite pêche (<18 m) : essentiellement trémailleurs, partant pour des cycles de pêche de 12 à 24h en mer, pêchant Plie, Sole, Cabillaud en Manche et Mer du Nord (côtes anglaises et françaises), avec des apports moyens de 0,5 à 1,5 tonne ;
  - barges mytilicoles et flobarts.

Les navires de pêches se répartissent en fonction de leur rayon d'action :

- 60 navires « côtiers » : plus de 75% de leur activité dans les 12 MN[13],
- 39 navires « mixtes » : de 25 à 75% de leur activité dans les 12 MN,
- 11 navires « larges » : plus de 75% de leur activité à l'extérieur de la bande côtière.

Les pêcheurs de Calais, du Tréport, du Hourdel viennent également décharger à Boulogne-sur-Mer, ainsi que des pêcheurs belges et néerlandais. Une vingtaine de senneurs et chalutiers hollandais déchargent leur pêche et stationnent au bassin Loubet, pratiquement toute l'année mais principalement de septembre à mai. Les 2/3 d'entre eux sont écorés par Unipêche et Boulogne Ecorage.

L'essentiel de l'activité de pêche est concentré dans le port de marée (stationnement et déchargement aux étals de la pêche artisanale) et le bassin Loubet (déchargement et stationnement des gros chalutiers) ; l'accès au bassin à flot est réservé aux navires de pêche (hauturière et gros chalutiers), d'une longueur comprise entre 12,5 m et 135 m, via l'écluse Loubet. Le bassin Napoléon sert occasionnellement pour le stationnement de longue durée des bateaux de pêche artisanale (quai Masset et quai Delmotte) ; sa récente modernisation du Bassin Napoléon est destinée à accueillir 50 navires de pêche.

En 2018, le port de pêche de Boulogne-sur-Mer était en 3ème place au classement des criées françaises en termes de volume, avec 19 840 tonnes débarquées (+9% par rapport à 2017) pour une valeur de 44 175 € (+3%).

La **zone industrialo-portuaire de Capécure** à Boulogne-sur-Mer, plateforme internationale de transformation, de commercialisation et de distribution des produits aquatiques frais et congelés, accueille un grand nombre d'entreprises de la filière de la pêche à la logistique (présence des plus importantes capacités d'entreposage frigorifique de la moitié nord de la France). Cette zone dense et dynamique mais de conception ancienne a été étendue sur l'ancien site de la Comilog en zone Capécure 2 avec un parc d'activité labellisé HQE* de 20 ha et un terminal roulier spécialisé.

2.7.1.4. Dragages d'entretien portuaires

Dans le port extérieur, les dragages d'entretien sont destinés au maintien des profondeurs d'accès dans les 2 chenaux de la rade (chenal d'accès au port intérieur et chenal d'accès à la darse Sarraz-Bournet) ainsi qu'au niveau de la souille en eau profonde du quai de l'Europe, dans la darse.
Le fond de la darse, où la qualité des sédiments ne permet pas l'immersion, n'est pas dragué. Le chenal d'accès à l'ancien poste Ro-Ro n'est plus dragué.
Les chantiers des chenaux et de la darse représentent entre 50 et 80% des dragages.

[13] MN : mille nautique ; les 12 milles nautiques correspondent à la limite des eaux territoriales.

Les moyens utilisés (**Figure 2-83**) sont la drague aspiratrice en marche (DAM) dans les chenaux et dans la darse (et la souille du quai de l'Europe), ainsi que la drague à injection d'eau au bord du quai de l'Europe où ne peut accéder la DAM.

Ces moyens nautiques interviennent au cours de deux campagnes de 3 à 4 semaines (scindée en plusieurs campagnes courtes selon la disponibilité de l'engin) : une au printemps, entre avril et juin, une en automne-hiver en octobre/novembre ou en février/mars. Les dragages sont interdits en été (juillet-août).

Figure 2-83. Equipements de dragage sur le site portuaire de Boulogne-sur-Mer (drague à injection d'eau (Jetsed) et drague aspiratrice en marche (Jean Ango).

➔ Une seule drague officie à la fois. La drague effectue des rotations entre le port et la zone de clapage au large : elle est présente de façon intermittente dans la rade et à l'entrée du port. La drague est un navre à capacité de manœuvre restreinte et l'activité de dragage, programmée sur deux campagnes, est indispensable au fonctionnement du port de Boulogne-sur-Mer. Le programme de dragage est fourni à la Capitainerie qui gère la circulation des navires.

2.7.1.5. Promenade en mer

Le bateau de promenade "Le Florelle", de la CTMB (Compagnie Touristique Maritime Boulonnaise) permet d'embarquer 98 passagers pour des sorties dans la rade et le port (durée de 1h A/R), en mer jusqu'à la Pointe aux Oies (durée 1h30 A/R) ou jusqu'aux deux caps Gris-Nez et Blanc-Nez (durée 3h A/R). Ce bateau propose aussi des sorties pêche en mer.
Le navire travaille tous les jours, de mi-mars à mi-octobre ; le bateau est basé au Ponton Bombard, dans le port à marée (20 ml lui sont affectés).

2.7.1.6. Synthèse sur la circulation de bateaux dans la rade et à l'entrée du site portuaire

Dans la rade, ce sont les navires accédant/venant de la darse (port extérieur) et du port intérieur, utilisant la passe d'entrée du port :

- navires de commerce et remorqueurs, à la demande ;
- navires de service : douane, bateau de secours de la SNMS, intervenant à la demande toute l'année ;
- drague aspiratrice en marche travaillant dans les chenaux et dans la darse, intervenant 2 fois dans l'année (hors période estivale, avril à juin, octobre/novembre ou février/mars) ;
- drague à injection intervenant 2 fois dans l'année (hors période estivale, mars à mi-avril et octobre ou novembre) de façon plus sporadique ;
- bateaux de plaisance (moteurs et voiliers), essentiellement en été et sur la période allant de Pâques à Septembre ;navires de pêche au large et de pêche artisanale toute l'année ;
- navire de promenade« Florelle », de mi-mars à mi-octobre.

Les activités de commerce, importantes au sein du port de Boulogne-sur-Mer, sont principalement localisées au niveau de la Darse Sarraz-Bournet (port extérieur en eau profonde) qui possède toutes les infrastructures nécessaires (Quai de l'Europe accessible à toute heure, hangars, zones de stockage…). L'enjeu Commerce est fort pour le port de Boulogne-sur-Mer ; sa sensibilité au projet est faible par rapport au trafic en phase travaux tandis que la sensibilité par rapport à la présence des conduites est nulle, en raison de l'absence d'activités au sein de la future zone de rejet.

L'activité de plaisance est bien développée au niveau de la zone portuaire de Boulogne-sur-Mer, qui représente le seul abri accessible à toute heure entre Dieppe et Calais. Les zones de navigation sont balisées entre l'arrière-port (port à marée) et la sortie du port. L'enjeu Plaisance est fort ; sa sensibilité au projet est faible par rapport au trafic en phase travaux (rade et extérieur) et en phase d'exploitation (circulation et pêche de plaisance côtière).

L'activité de pêche est très développée à Boulogne-sur-Mer, 1er port de pêche et transformation du poisson ; toutes les activités de pêche y sont présentes (navires hauturiers, chalutiers étaplois, artisans pêcheurs, conchyliculture). L'enjeu Pêche est fort ; sa sensibilité au projet est faible par rapport au trafic en phase travaux tandis que la sensibilité à la présence des conduites est nulle.

Les activités de dragages sont essentielles au bon fonctionnement de l'ensemble des activités portuaires de Boulogne-sur-Mer. L'enjeu Dragages d'entretien est fort ; sa sensibilité au projet est faible par rapport au trafic en phase travaux tandis que la sensibilité à la présence des conduites est nulle.

Thème		Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Activités portuaires			
Commerce	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Nulle
Plaisance	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Faible
Pêche professionnelle	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Nulle
Dragages d'entretien portuaires	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Nulle

2.7.2. Navigation et servitudes

De nombreuses servitudes délimitent les activités en mer (dépôt des sédiments de dragage, passage de câbles et conduites sous-marines, exploitation de granulats marins…) et réglementent les usages, notamment la navigation vers, dans et à l'extérieur du port de Boulogne-sur-Mer.

2.7.2.1. Chenaux et route de navigation

Cf. **Figure 2-84**

- **Dispositif de séparation du trafic du Pas-de-Calais**

Le trafic du Pas-de-Calais est régi par un dispositif de séparation en deux voies permettant de canaliser et d'ordonner les trafics montants et descendant entre la Mer du Nord, la Manche et l'Atlantique. Le dispositif utilise certains bancs comme zone de séparation du trafic (banc Le Colbart ou The Ridge, banc du Sandettié). Le trafic est surveillé par un Service du Trafic Maritime (STM) implanté au Cap Gris-Nez (CROSS Gris-Nez) travaillant en liaison avec celui de Dover Coast Guard (établi près de Douvres).
➔ Devant Boulogne-sur-Mer, le couloir montant, d'une largeur de 5 MN, se trouve à 4,5 MN (>8 km) des digues d'entrée et de la zone projet : elle ne concerne pas directement le projet mais des navires

empruntant ce couloir peuvent rejoindre le port de Boulogne-sur-Mer et contribuent au trafic portuaire pendant la phase travaux.

- **Zone de navigation côtière**

La zone de navigation côtière est située latéralement entre la limite extérieure du dispositif de séparation du trafic et la côte française, et comprise entre une ligne reliant le phare du Cap Gris-Nez au point géographique 50°53,60' N - 1°30,80' E (du dispositif de séparation) et le parallèle 50°30' Nord.
➔Cette zone de 3 MN de largeur au niveau du Cap Gris-Nez qui s'élargit à 4,5 MN devant le site portuaire de Boulogne-sur-Mer ne concerne pas directement la zone projet mais des navires allant ou sortant du port de Boulogne-sur-Mer peuvent l'emprunter pendant la phase travaux.

- **Chenaux d'accès au site portuaire de Boulogne-sur-Mer**

Devant Boulogne-sur-Mer, le chenal d'accès au site portuaire, orienté Est-Ouest, utilise la coupure naturelle dans la Bassure de Baas au droit de Boulogne-sur-Mer. L'accès au site portuaire s'effectue par la grande Rade Carnot, ouverte à l'Ouest-Nord-Ouest entre la Digue Nord et la Digue Carnot.

Dans la Rade Carnot, l'accès aux installations portuaires utilise deux passes régulièrement draguées : le chenal d'accès principal est limité au Nord-Est par la ligne joignant la tourelle du caisson terminal de la digue Nord au feu de la jetée Nord-Est du port intérieur ; il se divise au Sud en 2 chenaux menant à la darse Sarraz-Bournet et au port intérieur.

L'heure d'accès des navires au port extérieur (darse Sarraz-Bournet) est fonction de leur tirant d'eau et de la hauteur d'eau dans le bassin. Le moment le plus favorable se situe aux alentours de la pleine-mer (PM-2h à PM+2h). Pour les navires de taille supérieure à 180 m qui doivent manœuvrer avec une certaine vitesse, le moment le plus favorable se situe soit à PM-3h soit à PM+1h.

La partie nord de la rade de Boulogne-sur-Mer, au nord du chenal d'accès aux installations portuaires et au port intérieur, est réservée aux activités de plaisance. Il est interdit à tout navire de mouiller ou de stationner dans la rade Carnot (au Sud du chenal d'accès intérieur). La zone d'évitage autorisée des transbordeurs se situe dans l'avant-port ou entre les bouées "RC1" et "RC2" à l'entrée du chenal d'accès à la darse Sarraz-Bournet.

➔Les chenaux d'accès aux différentes parties du port ne concernent pas directement la zone de projet mais conditionne le trafic dans la zone portuaire pendant la phase des travaux.

- **Zone d'attente**

Le mouillage extérieur des grands navires se trouve à mi-distance entre la coupure de la Bassure de Baas et la Digue Carnot, sur des fonds de 15 m C.M., au sud du chenal d'accès au site portuaire.
➔Cette zone d'attente ne concerne pas directement la zone projet mais contribue au trafic portuaire en phase travaux (les navires étant cherchés par les remorqueurs pour rejoindre principalement la darse Sarraz-Bournet).

- **Zone d'immersion**

Les sédiments de dragage d'entretien sont clapés en mer sur une zone d'immersion dédiée, d'une superficie d'environ 3 km², située au Nord du chenal d'entrée au site portuaire de Boulogne-sur-Mer, à environ 3 MN (5.5 km) au Nord-Ouest du phare de la digue Carnot et au droit de la rade d'Ambleteuse et de Wimereux, soit environ 6 km de distance par rapport à la zone de projet.
➔La zone d'immersion ne concerne pas la zone de projet mais, durant les deux campagnes de dragages d'entretien annuelles (et potentiellement pendant la phase travaux), les trajets des dragues entre cette zone et la zone portuaire sont fréquents et continus.

- **Zone de dépôt temporaire d'explosifs**

Une zone de dépôt temporaire d'engins suspects ramenés dans les filets ou apparaux de pêche est établie à 1,5 MN (2.7 km) au nord de l'entrée du site portuaire de Boulogne-sur-Mer. Cette zone de 400 m de rayon est située par 10 m de profondeur dans la rade d'Ambleteuse, au droit de Wimereux, et borde la limite orientale du chenal des transbordeurs.
➔Cette zone ne concerne pas la zone projet ni le trafic pendant la phase de travaux.

Source: d'après Ifremer - Boulogne sur Mer, 1986, extrait GoogleSat, 2021

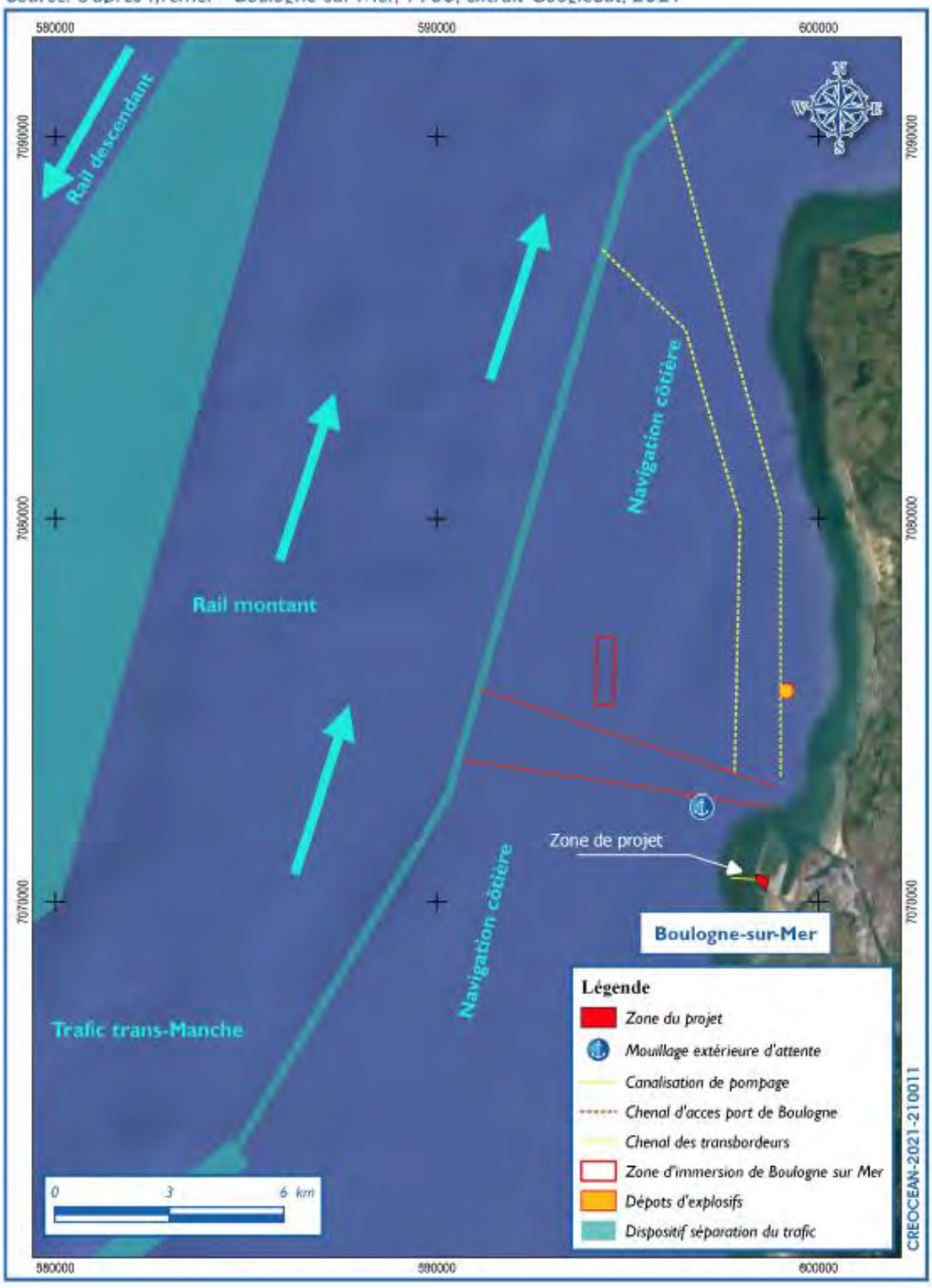


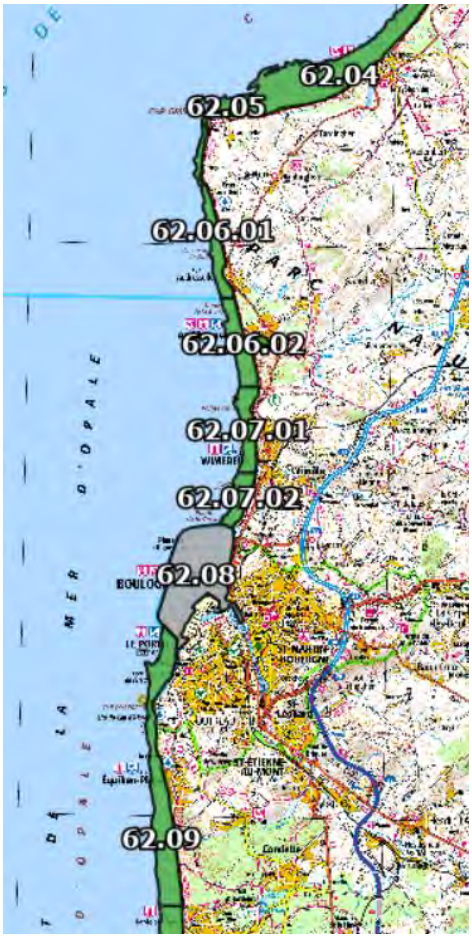
Figure 2-84. Dispositifs de navigation et servitudes au niveau de Boulogne-sur-Mer.

2.7.2.2. Câbles

Des câbles d'énergie ou de télécommunications sont présents sur les fonds marins, ensouillés au niveau large de Boulogne-sur-Mer.
Aucun câble d'énergie ou téléphonique, en usage ou désaffecté, n'est posé au départ de Boulogne-sur-Mer et des environs immédiats, et donc à proximité de la zone du projet.

2.7.3. Activités littorales et côtières

2.7.3.1. Cultures marines



Le domaine littoral et marin du Boulonnais rassemble de nombreux gisements naturels de moules répartis sur les zones rocheuses, entre le Cap d'Alprech et le Cap Gris-Nez. Les zones rocheuses intertidales représentent un espace propice à la pêche à pied, d'ordre professionnel ou récréatif.

(Cf. §2.6.3 et **Figure 2-82**)

- La zone de gisements naturels 62.05 « Gris-Nez » fait l'objet d'un suivi bimestriel depuis 2012 : la qualité microbiologique est estimée de qualité B ;
- La zone 62.06 « Audresselles-Ambleteuse » est une zone de gisements naturels de moules comprenant également une concession d'élevage à plat, faisant l'objet d'un suivi mensuel : qualité B ;
- La zone 62.07 Wimereux comprend plusieurs gisements naturels de moules ainsi qu'une concession d'élevage de moules à plat, faisant l'objet d'un suivi mensuel : qualité B ;
- La zone 62.09 Le Portel-Equihen est une zone de gisements naturels de moules suivie mensuellement depuis 2012 : qualité B.

➔ Les plus proches concessions conchylicoles (parcs de moules à plat) se situent au nord de Boulogne-sur-Mer, à Wimereux (entre la Pointe de la Crèche et le Fort Croÿ, entre la Pointe Rochette et la Pointe aux Oies), c'est-à-dire à plus de 7 km de la zone projet.
Elles ne sont pas directement concernées par le projet.

2.7.3.2. Pêche à pied

(Source : Agence de l'eau Artois-Picardie, structuration des activités touristiques, 2017)

Sur le bassin Artois-Picardie, le Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale (PNM EPMO) a réalisé un suivi de l'activité de pêche à pied de loisir, dans le cadre du projet Life Pêche à Pied publié en 2017. Les espèces les plus pêchées sont les moules, les coques, les vers de sable, les crevettes grises, les bouquets, les végétaux estuariens tels que la salicorne et plus localement en plus faibles proportions, les crabes, couteaux, lutraires et tellines.

Dans cette étude, les quantités récoltées n'ont pas été évaluées. Néanmoins, un suivi des fréquentations des sites de pêche à pied récréative entre 2014 et 2016 a été réalisé par comptage sur 8 sites pilotes du PNM, dont Wimereux, le Touquet et le Crotoy. À partir de ces observations, la fréquentation moyenne a été estimée pour la pêche aux moules, vers ou crevettes grises (**Figure 2-85**)

soit près de 105 000 pêcheurs à pied. Sur la plupart des sites observés, les pêcheurs viennent essentiellement pour pêcher les moules.

La **pêche à pied de loisir** n'est autorisée que sur les gisements ouverts par les Affaires Maritimes (gisements classés en A et B). Les gisements classés en D ou C du point de vue de la salubrité, comme les gisements de coques de la Baie de Canche, sont interdits à la pêche, notamment de loisir. La cueillette de coquillages est toujours interdite dans les ports, sur les concessions de moules sur bouchots et de moules à plat.
➔La pêche à pied est interdite dans la rade de Boulogne-sur-Mer, entre la digue Carnot et la digue Nord : la zone est classée D, les coquillages sont donc impropres à la consommation.
➔La pêche à pied sur les gisements de part et d'autre de la rade, classés B, est autorisée : ceci concerne le secteur de la plage de l'Hoverport et les rochers devant Le Portel.

L'activité est limitée à 5 L par jour et par personne durant les périodes d'ouverture (voir les mairies ou les Affaires Maritimes). Des tailles minimales sont à respecter pour les captures : 30 mm pour la crevette grise, 40 mm pour les moules et 30 mm pour les coques.

L'exercice de la pêche à pied à titre professionnel (en vue de vendre) est aussi fortement encadré (quotas, engins) et soumis à autorisation. Depuis 2001, toutes les activités de ramassage ou de pêche d'animaux marins sur l'estran (coquillages, poissons, vers) font l'objet d'une autorisation unique, dénommée permis de pêche à pied, avec des mentions par espèce. Le nombre de permis peut être contingenté pour certaines espèces (coques). Seule la cueillette de la salicorne reste soumise à autorisation spécifique.
Près de 60 familles de pêcheurs à pied sont autorisées à ramasser les moules sur les gisements naturels rocheux du Boulonnais (d'Equihen Plage au Cap Blanc-Nez). La pêche à pied est marquée par une très forte saisonnalité. Durant la période entre deux campagnes de coques ou de moules, les professionnels disposant d'autorisations ramassent les vers ou les salicornes. Ils sont de plus en plus nomades et quittent le littoral régional pour pratiquer la pêche à pied en Normandie ou en Atlantique.

➔Le **gisement 62.09 Le Portel-Equihen** se situe à proximité immédiate de la zone projet : il commence à 50 m au sud de la digue Carnot jusqu'à la limite sud du Portel (hors dalle de l'Hoverport) et sur la commune d'Equihen. Il peut ainsi se trouver sous l'influence du projet (rejet). L'arrêté préfectoral n°066/2021 encadrant la pêche à pied des moules sur les gisements du Boulonnais stipule que le gisement du Fort de l'Heurt (le plus proche) est fermé.

Le **surfcasting** (pêche du bord de plage) est une autre activité récréative bien développée sur le littoral de la Côte d'Opale. A Boulogne-sur-Mer, les amateurs de surfcasting pêchent depuis la digue Carnot et depuis la plage de l'Hoverport.
➔Cette activité est directement concernée par le projet, tant en phase travaux (accès à la digue) qu'en phase d'exploitation (influence du rejet plutôt que présence des conduites).

2.7.3.3. Baignade

L'ensemble de la bande côtière propose de l'activité balnéaire : les plages de Boulogne-sur-Mer, de Wimereux, d'Ambleteuse vers le Nord et du Portel, d'Equihen-Plage, d'Ecault et d'Hardelot vers le Sud, sont balisées (§ 2.6.2.3). Les zones de baignade y sont délimitées par des bouées sphériques et les chenaux traversiers par des bouées cylindriques et coniques.
La plage de l'Hoverport n'est pas surveillée et moins fréquentée car moins accessible que la plage du Portel.

➔La zone de projet terrestre jouxte la plage de l'Hoverport contre la digue Carnot. La zone de projet maritime (conduite de pompage) se situe à environ 1 km au nord du haut de plage de l'Hoverport et à plus de 2 km au nord de la plage du Portel. La conduite de rejet dans le bassin portuaire est à proximité de la plage de Boulogne-sur-Mer, cette dernière peut se trouver dans la zone d'influence du rejet.

2.7.3.4. Activités de loisir littorales

La région au sein de laquelle sera implanté le projet présente un panel riche et diversifié de sports nautiques répartis tout au long du littoral et dans la rade : char à voile, plaisance, planche à voile, plongée sous-marine, ski nautique, surf, voile…

Plusieurs associations proposent des activités nautiques autour de Boulogne-sur-Mer :

- le Boulogne Espadon Club propose du motonautisme et des activités de pêche, dans la rade ou sur la côte au Nord de Boulogne-sur-Mer ;
- le Club sous-marin de la côte d'Opale propose une école de plongée et des sorties en mer, généralement sur les zones rocheuses et les épaves au large ;
- le Yacht Club Boulonnais (YCB) propose des activités de voile dans la partie nord de la rade (partie réservée à la plaisance), planche à voile et char à voile (speedsail) sur la plage sableuse de Boulogne-sur-Mer. Les régates sont interdites dans le chenal de navigation et se pratiquent dans la partie nord de la rade. L'aviron se pratique également sur le fleuve Liane, en amont immédiat du port ;
- le Char à Voile Club de la Côte d'Opale(CVCCO) propose des activités de char à voile sur la plage de Boulogne-sur-Mer ;
- le Club Nautique de Wimereux (CNW) propose des activités de voile (dériveur et catamaran), de planche à voile et de kayak de mer sur le plan d'eau devant Wimereux ou sur la rade d'Ambleteuse,
- l'Association Porteloise de Glisse (APG), club-école multi-glisse, propose des activités de Kitesurf, Wing (mélange de Kite et Windsurf), kayak et paddle sur le spot du Portel et alentour.

➔ Si la plupart des activités de loisirs se situent dans la rade de Boulogne-sur-Mer et sur les plages au nord de Boulogne-sur-Mer ; la plage du Portel avec extension vers la plage de l'Hoverport est le lieu d'activités nautiques à la côte, dans la zone abritée par la digue Carnot et donc à proximité (environ 500 m) de la zone du projet maritime.

Figure 2-85. Activités littorales à proximité de la zone de projet.

2.7.4. Synthèse des enjeux sur le milieu humain

Aucune zone de servitude maritime n'est directement concernée par la zone de projet mais les navires les fréquentant contribuent au trafic pendant la période des travaux. L'enjeu est considéré comme fort car lié aux activités portuaires mais la sensibilité est faible en période travaux et nulle par rapport à la présence des conduites en phase d'exploitation.

Les concessions conchylicoles les plus proches sont localisées au nord de Boulogne-sur-Mer à Wimereux. L'enjeu est fort (en termes de qualité des eaux) mais la sensibilité au projet (hors de la zone d'influence du rejet) est nulle.
Les gisements naturels de part et d'autre de la zone de Boulogne-sur-Mer (où le ramassage est interdit) sont autorisés à la pêche à pied. L'enjeu est fort (en termes de qualité microbiologique) mais la sensibilité par rapport au projet (présence des conduites et rejet) est nulle pour le gisement du Portel (fermé) et pour les gisements au nord du port.

Les zones de baignade au Nord (Boulogne-sur-Mer, Wimereux) et au Sud (Le Portel) de la zone de projet constituent des enjeux forts pour le tourisme ; leur sensibilité au projet (rejet) varie en fonction de leur distance au projet : faible au Sud (Le Portel) et faible à moyenne au Nord.

Les activités nautiques représentent de la même façon un enjeu fort pour le tourisme sur l'ensemble de la façade. Leur sensibilité dépend de la distance au projet, en phase travaux ou en période d'exploitation : nulle au nord de Boulogne-sur-Mer, faible dans la rade pendant la phase travaux (nulle en phase d'exploitation), faible au sud de la digue Carnot en phase travaux et nulle en phase d'exploitation.

Thème		Valeur de l'enjeu	Sensibilité
Activités portuaires			
Commerce	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Nulle
Plaisance	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Faible
Pêche professionnelle	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Nulle
Dragages d'entretien portuaires	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Nulle
Activités littorales et côtières			
Zones de servitudes maritime	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Nulle
Cultures marines	Zones des conduites	Fort	Nulle
Pêche à pied (au Portel)	Zones des conduites et rejet	Fort	Nulle
Baignade	Qualité des eaux en phase travaux	Fort	Faible
	Zone du rejet		Moyenne
Activités de loisir littorales	Trafic (phase travaux)	Fort	Faible
	Zone des conduites		Faible

2.8. Vulnérabilité du projet au changement climatique

D'après les connaissances actuelles, le projet d'installation de ferme aquacole pourrait être concerné par deux effets liés au changement climatique :

- L'élévation du niveau de la mer.
- L'augmentation de la force des tempêtes.

Concernant l'élévation du niveau marin, cet effet pourrait concerner le projet sur le long terme (à une échéance de 10 à 20 ans) pour sa partie terrestre.

Actuellement, la zone du projet est protégée par un muret à la hauteur +14.80 m CM (dans l'arrondi de la digue) à +15.75 m CM (devant le terre-plein) ; le plan d'eau pour les marées de vives-eaux moyennes (coefficient de marée de 95) est à +8.90 m CM et atteint +9.40 m CM pour les marées de vives-eaux exceptionnelles (VEE, coefficient de marée de 120). Les vagues générées par les tempêtes d'Ouest-Sud-Ouest de période de retour annuelle peuvent atteindre 2 m (devant le cavalier Carnot) à 4 m à l'angle de la digue (données modélisation), avec une surcote maximale de 0.48 m (donnée SHOM). La hauteur du muret semble suffisante pour éviter le franchissement vers le terre-plein. Cependant, à titre d'expert, il n'est pas exclu que la zone reste sujette aux franchissements par paquets d'eau, actuellement limités par la présence du remblai.

Pour la partie marine, l'enfouissement de la canalisation de pompage débouchant au large permet de s'affranchir de cette élévation.

L'augmentation de la puissance des évènements tempétueux pourrait faire subir des pressions plus importantes et plus fréquente aux équipements du projet sur le terre-plein, sur la partie terrestre. Ces équipements seront dimensionnés pour résister à des conditions hydrodynamiques extrêmes.

La digue Carnot est un ouvrage conçu pour protéger les installations portuaires et le cavalier Carnot assure l'ancrage de l'ouvrage à terre, en protégeant les terre-pleins portuaires. Cet ouvrage fait donc l'objet d'entretien régulier. En effet, la digue subit de nombreux assauts des vagues qui demandent une inspection régulière (réalisée par la région des Hauts-de-France) et des opérations d'entretien sur les enrochements et le muret anti-vagues.

Au niveau de la zone du projet, le muret est un peu plus haut que sur la partie nord (où s'observent de spectaculaires franchissements de vagues) et permet actuellement d'éviter la submersion mais il ne peut empêcher les franchissements de paquets d'eau. Les zones de ressuyage des vagues doivent être maintenues pour permettre leur évacuation.

3. Scénario de référence et aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet

Dans le cadre de la refonte des études d'impact (décret n°2017-626 du 25 avril 2017), la nouvelle étude d'impact recadre le projet par rapport à un « scénario de référence » : les compartiments environnementaux sur lesquels porteraient les effets du projet sont analysés par rapport à la situation d'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, c'est-à-dire que les effets du projet sont analysés relativement aux changements naturels du compartiment.

Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles.

La partie marine du projet est principalement constituée du fond sableux soumis à un hydrodynamisme fort au large et faible en zone portuaire. Les communautés benthiques des fonds marins sont celles des sables fins envasés à *Abra alba,* possédant une richesse spécifique élevée. Il s'agit d'un peuplement caractéristique de la Manche et présent sur de grandes surfaces.
En l'absence du projet, c'est-à-dire de la conduite en mer pour la partie marine, les communautés en place devraient perdurer sans modification notable. Il en va de même pour la qualité des eaux et des sédiments. Actuellement, les ruissellements d'eaux pluviales vont directement dans les bassins portuaires. Avec mise en place du projet, il y aura traitement des eaux pluviales via un séparateur hydrocarbures.

La zone portuaire au niveau de l'ancien poste Ro-Ro est caractérisée par de nombreuses friches qui ont favorisé l'implantation d'espèces protégées de flore et d'avifaune ; le bassin Ro-Ro qui n'est plus exploité a favorisé la venue de phoques, offrant une halte et abri sur le trajet entre les colonies de la Mer du Nord et celles de la Baie de Somme. Le maintien de ces conditions naturelles va dans le sens d'un accroissement de l'intérêt écologique de cette partie du site portuaire. La zone d'implantation de la conduite de rejet dans le bassin portuaire est caractérisée par des fonds vaseux-sableux (hydrodynamismes faibles) et une activité inexistante. De la même façon, les friches au niveau de l'ancien Hoverport favorisent le développement de ce secteur terrestre (plage avec dunes en formation et pied de falaise) en site d'intérêt écologique. La zone marine évolue dans le même sens : zone d'alimentation et zone de repos, voire halte migratoire, pour les espèces migratrices et sédentaires nichant ou hivernant sur ce site.

Les activités humaines sont directement influencées par le devenir du site : l'accroissement de l'intérêt écologique, et des protections qui pourraient être mises en place, va dans le sens d'une réduction des pratiques de loisir gênantes pour la sécurité et la tranquillité des animaux et des oiseaux.

L'implantation d'un site industriel ou la reprise d'activités portuaires dans cette zone de reconquête écologique en constituent un frein. Actuellement, toute l'emprise du projet est d'ores et déjà exploitée. La société exploitant la partie Ouest de l'emprise emploie, pour exploiter ce terrain, environ 1 à 2 personnes.

4. Analyse des effets directs, indirects, temporaires ou permanents du projet sur l'environnement et la santé humaine

Pour rappel : l'étude d'incidence est basée sur le scénario suivant :

- **Le point de rejet est situé au sein du bassin Ro-Ro, à environ 239 m au Nord-Ouest du de la station d'eau de mer (située sur le terre-plein).**
- **Le point de pompage est en mer, à l'Ouest de la zone de projet, à proximité de l'isobathe -15 m CM à environ 713 m de la station d'eau de mer (située sur le terre-plein).**
- **La technique de pose considérée est celle du microtunnelier pour la conduite de pompage, et de la tranchée ouverte pour la conduite de rejet.**

Par leur action mécanique directe sur les fonds et sur la colonne d'eau lors des travaux, et les interactions qui seront générées lors de l'exploitation, les opérations envisagées génèrent des effets multiples sur l'environnement. Ces incidences sur l'environnement varient selon le type des perturbations produites.

Outre leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques, sanitaires ou économiques, et conformément à la réglementation, les effets générés peuvent être qualifiés selon différentes typologies présentées ci-dessous.

***Tableau 4-1. Présentation des différentes typologies d'effets sur l'environnement** basée sur le Guide GEODE « Guide pour la rédaction des études d'impact d'opérations de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin » (Août 2014)*

Effets directs et indirects	Les **effets directs** traduisent les conséquences immédiates du projet, dans l'espace et dans le temps. Les **effets indirects** résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct. Ils peuvent concerner des territoires plus éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long mais leurs conséquences ne doivent pas être négligées par rapport à celles des effets directs.
Effets temporaires ou permanents	Il s'agit de décrire la **temporalité d'un effet**, soit l'ordre de grandeur de la durée pendant laquelle il perdure en fonction de sa résilience. Les effets de **court terme** sont généralement directement associés aux opérations de travaux et disparaissent dès la fin des opérations. On peut par exemple citer la gêne à la navigation par occupation du plan d'eau ou encore le dérangement modéré d'espèces lié au bruit. Les effets de **moyen terme** perdurent sur une durée qui dépasse la durée des travaux mais sont jugés réversibles et ainsi considérés comme **temporaires**. On peut par exemple citer la modification morphobathymétrique liée à un dépôt sur un site à très forte dispersivité. Les effets de **long terme** perdurent dans le temps et sont jugés comme des perturbations persistantes du milieu. On considère qu'ils sont **permanents** à l'échelle des temps d'évolution naturelle des composantes de l'environnement auxquels ils se rapportent. On peut par exemple citer la modification des communautés benthiques par mise à nu d'un substrat rocheux lors d'un dragage de matériaux meubles.

Effets négatifs et positifs	Si l'étude des incidences d'un projet vise en premier lieu à maîtriser les **conséquences négatives** sur l'environnement, les **conséquences positives** doivent également être prises en compte. Les **effets négatifs** sont l'ensemble des effets conduisant à une dégradation de l'état de l'environnement et des activités socioéconomiques. On peut par exemple citer la destruction des communautés benthiques par remaniement du substrat. Les **effets positifs** sont l'ensemble des effets conduisant au contraire à une amélioration de l'état de l'environnement et des activités socioéconomiques. On peut par exemple citer la pérennisation des activités maritimes par entretien des voies de navigation.

Remarque : *Parmi les compartiments environnementaux traditionnellement cités dans l'état initial, certains ne sont pas directement en relation avec les opérations envisagées dans le cadre des travaux et ne seront en aucun cas affectées par le projet :*

- *Les conditions climatiques dans leur ensemble, régime des vents inclus,*
- *Les facteurs océanographiques au large,*
- *Le régime régional des marées.*

Le croisement des **effets attendus** du projet avec les **sensibilités des composantes environnementales** dont les niveaux d'enjeu ont été identifiés lors de l'analyse de l'état initial permet de caractériser les incidences sur cet environnement (*adapté du guide du MEEM 2017*).

Ainsi, la matrice de qualification des incidences est la suivante :

Tableau 4-2. Matrice de qualification des incidences.

SENSIBILITE / EFFET	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
Négligeable/sans objet	Négligeable/Sans objet	Négligeable/Sans objet	Négligeable/Sans objet	Négligeable/Sans objet
Faible	Négligeable/Sans objet	Faible	Moyen	Moyen
Moyen	Négligeable/Sans objet	Faible	Moyen	Fort
Fort	Négligeable/Sans objet	Moyen	Moyen	Fort
Positif	Négligeable/Sans objet	Positif	Positif	Positif

Cette matrice donne un poids plus important à la sensibilité qu'à l'effet. Celle-ci apparait effectivement plus importante, puisqu'elle définit le niveau de risque. Ainsi, même dans le cas où un effet est fort, si le récepteur (une espèce par exemple) n'y est pas sensible (parce que l'espèce n'est pas présente sur la zone par exemple), alors l'incidence est faible ou nulle.

L'analyse des incidences est réalisée en deux temps :

- D'abord en phase de travaux, où les effets du chantier du microtunnelier et de pose des exutoires sous-marins sur l'environnement marins et portuaires sont analysés,
- Puis en phase d'exploitation où les effets de pompages et de rejets sur le milieu littoral et portuaire, ainsi que la présence des ouvrages sur les fonds marins sont étudiés.

4.1. En phase de travaux

Les éléments du projet sur sa partie marine, en liaison directe avec le milieu marin, sont :

- le stockage des matériaux et le stationnement des barges dans le port extérieur ;
- le microtunnelier, pour le passage sous la digue Carnot de la conduite de pompage à partir du terre-plein, avec débouché au niveau du point de pompage à 713 m ;
- La pose de la conduite de rejet sur le fond du bassin portuaire ;
- le raccordement des conduites sur le fond marin ;
- la mise en place de la protection et la signalisation des extrémités de la conduite au large.

Les effets attendus sont liés :

- l'occupation du plan d'eau (circulation des barges et de leurs remorqueurs entre la zone projet et le port extérieur, opérations devant la digue et le bassin portuaire) ;
- l'ancrage du ponton pour la mise en place de la protection à l'extrémité de chaque conduite ;
- le bruit sous-marin et les vibrations des travaux (microtunnelier, présence des navires).

La durée des travaux est de 3.5 mois pour les opérations de microtunnelier, durant lesquelles sera également réalisée la pose de la conduite de rejet (estimée à 1.5 mois) au sein du bassin portuaire.

4.1.1. Incidences sur le milieu physique marin

4.1.1.1. Compartiments ne subissant aucun effet

De par l'ampleur des chantiers et des techniques mises en œuvre, le projet de pose des conduites de pompage et de rejet de ø1 650 mm ne porte en aucune manière atteinte aux différents compartiments du milieu physique que sont : la climatologie, l'hydrodynamique générale et la courantologie générale ainsi que la géologie, l'hydrogéologie et les risques naturels.

- **Climatologie** : Les chantiers consommateurs d'énergie de carburants fossiles sont ceux du microtunnelier à partir du terre-plein et les deux barges (supply et jack-up), étalé sur 3.5 mois et mettant en jeu un nombre limité d'engins, sans risque de modifier les conditions climatiques de la zone géographique ;
- **Géomorphologie** : Les travaux débutent d'un ouvrage portuaire fixant le trait de côte (zone portuaire) et le passage en microtunnelier ne modifie pas les dimensions de l'ouvrage ; l'emprise des conduites de faible diamètre perpendiculaires à la digue ne modifie pas l'ouvrage et le trait de côte voisin ;
- **Géologie** : les diamètres du microtunnelier sous l'ouvrage portuaire et les volumes de matériaux forés (sédiment et roche) rapporté à l'extension spatiale des couches géologiques ne sont pas susceptibles de modifier la géologie et de mettre à nu un nouveau substrat ;
- **Hydrodynamique et courantologie portuaire** : Il n'y a pas d'interaction sur la circulation des courants et les mouvements des masses d'eau portuaires dans le port extérieur, ni sur l'évacuation de la Liane (fonctionnement du barrage Marguet, jouant le rôle anti-retour de la marée vers le fleuve) ;
- **Hydrodynamique et courantologie côtière :** la taille de la conduite (enfouie) et des protections ne modifient pas la circulation des courants et la dynamique sédimentaire côtière ;
- **Risques naturels :** les dimensions des ouvrages et leur implantation sur le fond marin ne modifient pas la morphologie des lieux et n'aggravent pas le risque de submersion marine. Les autres risques (érosion des falaises et sismique) ne sont pas concernés sur la zone projet.

4.1.1.2. Incidences sur le contexte géomorphologique et bathymétrique

- **Incidence du microtunnelier : conduite de pompage**

Le principe même du microtunnelier est de passer sous l'ouvrage portuaire (digue Carnot) sans le déstabiliser et sans le modifier. Le puits de forage par microtunnelier débute sur le terre-plein : il n'y a pas de modification topographique.
Le microtunnelier traverse les couches sous-jacentes et débouche sur le fond marin, au niveau du terrain naturel. Les déblais sont récupérés avec un fluide de marinage au fur et à mesure de la progression, puis stockés à terre. Aucun déchet n'est généré en sortie, il n'y a aucune incidence sur la géomorphologie et la bathymétrie des fonds marins.

- **Incidence de la pose de la conduite de rejet**

La conduite de rejet reposera sur une dizaine de mètres de longueur, au fond du bassin Ro-Ro. En raison de son diamètre (1 200 mm) et de sa faible emprise sur les fonds du bassin, la modification de la bathymétrie générée par la mise en place de cette conduite n'est pas évaluée comme significative.

- **Incidence de la mise en place de la protection de l'extrémité des conduites**

La conduite débouche au niveau du terrain naturel mais l'extrémité est surélevée à 3 m. La mise en place de l'émissaire en mer concernant la conduite de pompage et la sortie de la conduite de rejet ne modifieront pas significativement la bathymétrie. Cet impact est très localisé.

4.1.1.3. Incidences sur le contexte hydrologique et hydrodynamique

- **Incidence de la pose des conduites**

Les techniques de pose des conduites de pompage et de rejet n'ont pas d'incidences sur la circulation de marée et la propagation des houles.

La profondeur de pénétration du microtunnelier dans le substratum est en moyenne de 20 m, avec une profondeur maximale de 25 m pour passer sous la digue Carnot.

Il n'y a pas de risque d'atteinte de la nappe d'eau souterraine AG002 du calcaire du Boulonnais.

- **Incidence de la présence du ponton pour l'installation des sorties de conduites**

Le ponton, amené par son remorqueur, se met en place en s'ancrant à proximité du débouché de la conduite. Les pieds du ponton sont espacés de 55 m et 24 m : cette distance est suffisante pour ne pas créer de turbulences sous le ponton.
La durée des opérations du ponton est de 4.5 mois (maximum) au total : il n'y a pas d'incidence de l'ancrage du ponton sur la circulation de marée et la propagation des houles.

➔Les incidences sur le contexte hydrologique et hydrodynamique sont estimées comme nulles.

4.1.1.4. Incidences sur le contexte sédimentologique et la dynamique sédimentaire

- **Incidence du microtunnelier**

La faisabilité du tunnel sera détaillée après les sondages géotechniques préalables (dureté de la roche, faille, nappe phréatique) afin d'établir les modalités opérationnelles (profondeur et angle du tunnel, récupération des déblais, nombre d'alésages).

Compte-tenu de la longueur et du diamètre du tunnel, il est estimé que le volume potentiel de roche détruite n'aura pas d'impact sur la géologie locale.

Les déblais issus du microtunnelier sont stockés avant d'être évacués en filière de traitement des déchets, il n'y a pas d'incidences liées à cette opération.

Il n'y a pas de modification de la nature des fonds et des conditions hydrosédimentaires locales (transit littoral) et a fortiori sur la dynamique du banc au large (Bassure de Baas).

- **Incidence de la présence des barges**

L'ancrage de la barge dans les couches sableuses superficielles puis le déplacement du ponton va occasionner la remobilisation des sédiments sableux : l'incidence est localisée et temporaire, sans affecter la répartition des sédiments de la bande littorale et du bassin portuaire. En l'absence d'impact hydrodynamique, il n'y a pas de modification hydrosédimentaire : les sédiments remobilisés se redéposent à proximité (en mer ou dans le bassin portuaire) et sont repris/aplanis par les courants et les houles.

- **Incidence de la présence du ponton pour l'installation des sorties de conduites**

En phase de construction, les engins utilisés pour les travaux d'installation des protections des débouchés des conduites ont plus d'incidences sur la couverture sédimentaire que la pose des ouvrages eux-mêmes. Toutefois, elles restent localisées et temporaires, négligeables à l'échelle locale et à l'échelle de la bande littorale et du bassin portuaire.
À l'inverse, l'incidence du microtunnelier dans les couches plus profondes est permanente mais localisée, négligeable à l'échelle locale et de la bande littorale.

➔ L'emprise est faible et négligeable à l'échelle de la couverture sédimentaire de la zone d'étude et de la dynamique sédimentaire de la bande sableuse littorale et portuaire.

4.1.1.5. Incidences sur les risques naturels

Les travaux de poses des 2 conduites n'ont pas d'effet sur l'augmentation des risques naturels, d'érosion des falaises et de submersion marine. L'incidence des travaux sur le risque naturel est nulle.

Les travaux restent toutefois dépendants des conditions de mer pour la tenue des navires au débouché des conduites, notamment pour le canalisation de pompage.
Sur la partie terrestre, la zone du chantier de microtunnelier derrière la digue reste soumise au risque de franchissement par paquets de mer, sans l'aggraver. Le niveau d'intensité de l'effet « submersion marine » lié aux travaux reste faible et l'incidence résultante est faible.

4.1.1.6. Synthèse des incidences sur le milieu physique (phase travaux)

Milieu physique marin/ phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Climatologie						
Côte du Boulonnais	Nulle	Engins nautiques	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Contexte géomorphologique et bathymétrique						
Petits-fonds (Côte du Boulonnais)	Faible	Forage : modification locale de la bathymétrie	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Site portuaire	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Contexte hydrologique et hydrodynamique						
Circulation de marée	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Propagation des houles	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Masse d'eau côtière	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Nappe souterraine	Faible	Forage : Atteinte de la nappe saumâtre	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
		Nappe du calcaire du Boulonnais	-	-	-	Nulle
Contexte sédimentologique et dynamique sédimentaire						
Substratum rocheux et falaises	Faible	Microtunnelier	Directe	Permanente	Faible	Négligeable
Couverture sédimentaire	Faible	Expulsion de sables à la sortie du microtunnelier	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Déplacements sédimentaires en zone côtière	Faible		Directe	Temporaire	Nul	Nulle
Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire extérieur	Nulle	-	-	-	Nul	Nulle
Risques naturels						
Submersion marine	Faible	Franchissement par paquet de mer	Directe	Temporaire	Faible	Faible
Érosion du littoral à falaise	Nulle	-	-	-	-	Nulle

➔ L'emprise du projet réduit l'intensité de l'effet considéré à l'échelle de la zone d'étude.
➔ La méthode d'installation des conduites en microtunnelier réduit l'incidence des travaux sur les fonds.

➔ Du fait de la configuration du site, le risque de submersion pour la station de forage par microtunnelier reste présent mais les travaux n'aggravent pas ce risque.

4.1.2. Incidences sur la qualité du milieu

4.1.2.1. Incidences sur la qualité des sédiments

Dans la zone du projet, côté mer, un gradient d'affinement depuis la plage (sables fins envasés) vers le large (cailloutis et graviers) est observé : la zone de projet se situe sur la couverture de sables moyens et fins ; la sortie de canalisation de pompage est sur une zone rocheuse.

Les remaniements sédimentaires seront temporaires et limités à la stricte période des travaux sur la sortie de la conduite de pompage conduites ; les sables et vases remis en suspension se reposent rapidement et s'intègrent rapidement à la couverture sédimentaire locale.

Les sédiments portuaires susceptibles d'être remis en suspension au sein du bassin Ro-Ro sont de bonne qualité, la turbidité générée par les travaux de pose de la conduite n'est pas de nature à avoir une incidence sur la qualité des sédiments portuaires.

Les incidences des travaux sur la qualité des sédiments sont donc estimées comme nulles sur les sédiments côtiers et sur les sédiments portuaires.

4.1.2.2. Incidences sur la qualité de l'eau

4.1.2.2.1. Incidences sur la qualité des eaux littorales

En phase de construction, le principal effet attendu sur la qualité des eaux marines et portuaires pourrait être une dégradation de la qualité de l'eau (turbidité, pollution chimique) à la suite au remaniement des fonds (emprise des pieds du ponton, expulsion des sédiments au perçage du trou de forage) et à la remise en suspension de particules lors du battage des tubes au niveau de la sortie des conduites.

Comme mentionnée précédemment, les sédiments en place sont de nature sableuse et soumis à l'influence du fleuve côtier (en provenance du sud, longeant la côte depuis la baie de Seine et la baie de Somme). La turbidité ambiante est importante (concentrations variantes entre 0.1 et 31.9 NTU entre 1992 et 2019).

La localisation du projet en mer ouverte et les forts courants (jusqu'à 1.6 m/s en pleine-mer) vont favoriser la dilution des particules remises en suspension sans risques d'altération de la qualité des eaux littorales et sans risques de retour à la côte. De plus, la technique de microtunnelier permet de récupérer les déblais issus du forage, et ne génèrent pas de déblais en sortie, limitant la remise en suspension.

La turbidité générée par les travaux (ancrage du ponton sur les fonds) est localisée et temporaire, considérée comme négligeable au regard de l'emprise de la zone de projet, de la durée des travaux, et éventuellement de la saison à laquelle ces travaux seront réalisés.

La turbidité générée au sein du bassin portuaire sera supérieure à celle générée par les travaux de microtunnelier en raison de la nature des travaux de pose sur le fond. Cependant, cette turbidité sera localisée et temporaire, et sera cantonnée à la zone de travaux en raison du faible hydrodynamisme de la zone du bassin Ro-Ro.

L'incidence des travaux d'installation des conduites sur la qualité des eaux littorales est temporaire, et peut être considérée comme nulle à l'échelle de la masse d'eau.

4.1.2.2.2. Incidences sur la qualité des eaux portuaires

En phase de travaux, de la turbidité sera générée au sein du bassin portuaire en raison de la nature des travaux de pose de la conduite de rejet sur le fond et des moyens nautiques déployés. Cependant, cette turbidité sera localisée et temporaire, et sera cantonnée à la zone de travaux en raison du faible hydrodynamisme de la zone du bassin Ro-Ro.
Les incidences du projet sur le risque de dégradation de la qualité des eaux portuaires sont donc estimées comme nulle.

4.1.2.2.3. Incidences sur la qualité des eaux de baignade

Comme pour les eaux littorales, il n'y a pas de risque de dégradation de la qualité des eaux de baignade en phase de travaux. L'intensité de l'effet à l'échelle de la zone d'étude est négligeable. En effet, le nuage turbide lié aux travaux de pose des conduites est de faible ampleur et rapidement dilué dans la masse d'eau. Les courants de jusant sont orientés parallèlement à la digue Carnot, sans risque de retour de ce nuage vers la plage de l'Hoverport et la plage du Portel ; les courants de flot sont orientés le long de la digue, sans risque d'atteindre la plage de Boulogne-sur-Mer ni la plage de Wimereux. Au sein du bassin Ro-Ro, les conditions hydrodynamiques sont trop faibles pour engendrer un transfert du nuage turbide vers les zones à enjeux. La qualité des sédiments est bonne.

Il en sera de même pour les remises en suspension liées à l'ancrage des pieds des pontons, il n'y a aucun risque d'augmentation de la turbidité des eaux de baignade.

Les incidences liées aux travaux d'installation des conduites sur le risque de dégradation de la qualité des eaux de baignade sont temporaires et peuvent être estimées comme nulles.

4.1.2.3. Incidences sur la qualité des zones conchylicoles

Comme évoqué précédemment pour les eaux littorales, il n'y a pas de risque de dégradation de la qualité des eaux conchylicoles. Les sédiments remis en suspension sont de bonne qualité, ils seront rapidement dilués dans la masse d'eau ce qui limite fortement l'effet attendu.

En effet, la zone d'exploitation conchylicole et la zone de pêche à pied du Fort de l'Heurt au Portel sont localisées à une distance suffisante de la zone de projet pour que les travaux de pose des conduites n'entrainent un risque de dégradation de la qualité des eaux. L'incidence du projet est nulle.
A fortiori, l'incidence sur la qualité du gisement situé à Wimereux est nulle.

4.1.2.4. Synthèse des incidences sur la qualité du milieu

Qualité du milieu / phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Qualité des sédiments						
Qualité des sédiments portuaires	Moyenne	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Qualité des sédiments côtiers	Faible	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Qualité des eaux						
Eaux littorales	Moyenne	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Eaux portuaires	Moyenne	Nulle	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Eaux de baignade	Moyenne	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Qualité des zones conchylicoles						
62.09 Fort de l'Heurt (Le Portel - Equihen)	Faible	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
62.08 Boulogne-sur-Mer	Nulle	-	-	-	-	Nulle
62.07.02 Wimereux	Faible	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

➔ La très faible emprise des travaux, l'emploi de la technique du microtunnelier et la bonne qualité des sédiments portuaires réduisent le risque de dégradation de la qualité du milieu. Les incidences sont évaluées comme nulle.

4.1.3. Incidences sur le milieu naturel

Ce chapitre traite des effets potentiellement attendus liés aux travaux d'installation des conduites (présence des navires, remaniement des fonds liés aux travaux, incidences sonores) sur le milieu naturel. Ainsi, la dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et à la remise en suspension associée, le dérangement des individus liés aux nuisances sonores et aux vibrations générées par les moyens nautiques sont traitées dans les paragraphes ci-dessous.

4.1.3.1. Incidences sur les peuplements benthiques

La zone marine du projet appartient à un secteur de sables fins légèrement envasés à Donax vittatus, Abra alba et Macoma balthica.

A proximité du terre-plein de l'ancien poste Ro-Ro, les bassins portuaires présentent un faciès de sédiments fins envasés, caractérisé par un peuplement à faible enjeu.

En phase de construction, les principaux effets potentiels attendus sont liés :
- d'une part, au microtunnelier avec le remaniement des habitats benthiques de substrats meubles lors de la sortie du microtunnelier.
- d'autre part, à la présence des engins nautiques et notamment à l'ancrage du ponton sur le fonds pour la mise en place des protections à l'extrémité des conduites.
- enfin, à la pose de la conduite de rejet, avec un risque de lésion, de recouvrement d'enfouissement ou d'écrasement lors de la pose de la conduite en fond de bassin Ro-Ro.

En mer, les travaux de sortie du microtunnelier vont générer une augmentation de la turbidité temporaire dans un milieu à fort hydrodynamisme qui permet l'évacuation rapide de celui-ci : ceci n'engendrera pas de dégradation de la qualité du milieu, ni de risque de bioaccumulation dans le réseau trophique.
Ces travaux vont également générer un déplacement des espèces mobiles et la destruction localisée des habitats et des espèces non vagiles présentes dans l'emprise de la sortie du tunnel (soit quelques m^2 correspondants à l'emprise de la largeur du microtunnelier).

La surface impactée par les travaux de sortie de la conduite de pompage en mer sera de quelques m^2, surface à laquelle il faut rajouter l'emprise des pieds de la barge qui opèrera sur le site (emprise faible de quelques m^2). Les effets du projet sur les peuplements benthiques sont donc à relativiser par rapport à l'emprise du projet sur la superficie des aires d'expression des communautés impliquées et à la durée faible des opérations. Ceci contribue à réduire l'intensité de l'effet (négligeable) sur les peuplements benthiques en mer.

En ce qui concerne les peuplements benthiques localisés au sein du bassin Ro-Ro, ceux-ci seront impactés par la pose de la conduite de rejet, sur une surface correspondant à l'emprise de la conduite sur les fonds du bassin Ro-Ro (soit une centaine de m^2 tout au plus). Par ailleurs, les peuplements benthiques localisés à proximité de la zone de pose de celle-ci ont été évalués comme écologiquement pauvres. Les effets liés à la pose de la conduite de rejet sur les peuplements benthiques du bassin Ro-Ro sont donc à relativiser par rapport à l'emprise du projet sur le bassin, ainsi que par rapport à la faible qualité des peuplements benthiques de la zone portuaire. Les effets sur les peuplements benthiques portuaires sont donc évalués comme faibles.

A la fin des travaux, la recolonisation peut s'opérer à partir des zones voisines les fonds reprendront progressivement leur place et les habitats retrouveront leurs fonctionnalités. L'incidence des travaux sur les habitats et le benthos est donc temporaire et réversible.

➔ En conclusion, compte tenu de la faible emprise au sol des engins ainsi que des techniques employées pour la pose (microtunnelier) et de protection des exutoires utilisées, les incidences potentielles des travaux sur les communautés benthiques de substrat meuble peuvent être considérées comme négligeables à l'échelle de l'expression de ces communautés sur la zone côtière.
➔ Sur la zone portuaire, l'incidences des travaux sur le compartiment benthique est évaluée comme faible.

4.1.3.2. Incidences sur l'ichtyofaune

En phase de construction, les principaux effets attendus sont liés au microtunnelier, à la pose de la conduite de rejet et à la mise en place de la protection à l'extrémité des conduites et à la présence des navires ; ceci se traduit par les risques de :

- destruction des individus non-vagiles/faiblement mobiles par écrasement ou enfouissement lors des travaux de pose des conduites et de leurs exutoires ;
- altération du lien trophique par dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et la remise en suspension associée à l'augmentation de la turbidité, le dépôt de particules et l'enrichissement du milieu, et relargage des contaminants pouvant entrainer des effets néfastes sur les organismes et se bioaccumuler dans les réseaux trophiques ;
- dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations générées par les moyens nautiques et techniques de pose, pouvant entrainer une perturbation du comportement des poissons, et/ou des perturbations physiologiques en zone portuaire et sur la bande côtière.

Destruction des individus non-vagiles/faiblement mobiles par écrasement ou enfouissement.
Les poissons ne seront *a priori* pas concernés par les effets mécaniques du microtunnelier ou de pose des conduites et de leurs exutoires, compte tenu de leur capacité de fuite par rapport au bruit et vibrations.

Les poissons de fond, les juvéniles et les invertébrés vagiles benthiques fuient en majorité la zone des travaux :

- Les poissons démersaux (incluant les espèces amphihalines) ont une capacité de fuite plus importante que les organismes benthiques ;
- Les petits poissons pélagiques ont une capacité de fuite encore plus importante que les espèces benthiques et démersales. Par définition ces espèces se déplacent en permanence et souvent de manière grégaire ;
- Certains poissons plats tels que les soles, relativement inactifs et plus ou moins enfouis dans le sédiment pendant la journée, risquent d'être dérangés voire blessés ou détruits. Toutefois, la présence des moyens nautiques (bruit des moteurs) et les vibrations près du fond vont vraisemblablement provoquer l'effet de fuite.

Compte tenu des faibles dimensions d'espace travaillé lors des phases de chantier et de la capacité de fuite des individus, l'intensité de cet effet est négligeable, et l'incidence directe résultante est jugée négligeable à l'échelle des populations concernées.

Alteration de la fonctionnalité des habitats
Les principaux effets des différentes techniques de pose de la conduite de rejet, de systèmes de protection des sorties de la conduite et de microtunnelier se mesurent au sol (destruction mécanique et enfouissement des individus, des œufs démersaux et des juvéniles incapables de fuir la zone des travaux) et dans la colonne d'eau (turbidité : effet de fuite et étouffement des larves).

A proximité de la zone d'étude portuaire, la rade constitue une zone fonctionnelle sensible pour l'ichtyofaune en tant que **nourricerie** avérée. Les travaux réalisés au sein du bassin Ro-Ro pourraient générer de la turbidité qui restera cependant cantonnée à la zone autour de la conduite et de son exutoire en raison du faible hydrodynamisme du bassin, aucune incidence liée à la turbidité n'est à craindre. Les mouvements des navires (barge, ponton, navire de service) s'intègrent dans le trafic portuaire sans effet supplémentaire pouvant porter atteinte à la nourricerie.

En mer, le secteur du projet ne constitue pas une zone favorable de nourricerie en raison des forts courants notamment le long de la digue Carnot. De plus, la superficie en mer est très faible, uniquement l'emprise de la sortie du microtunnelier. Il n'y a pas d'augmentation de la turbidité liée aux travaux. L'incidence des travaux est nulle.

Lien trophique : remise en suspension et modification de la qualité du milieu
L'augmentation de turbidité reste localisée au niveau des zones de travaux, les sédiments remaniés et sont exempts de pollution métallique et organique.

La dilution du panache turbide au large, au sein de cet environnement à fort hydrodynamisme sera rapide : il n'y aura d'augmentation notable de la turbidité susceptible de détériorer les habitats et les communautés benthiques à la base de la chaîne alimentaire, accoutumés aux augmentations de turbidité naturelles lors d'épisodes climatiques intenses (vents, tempêtes, crues). L'intensité de l'effet augmentation de la turbidité et relargage de micropolluants est négligeable et l'incidence résultante est temporaire (durée du chantier) et négligeable à l'échelle des habitats.

En ce qui concerne les communautés benthiques portuaires, celles-ci ont été évaluées comme pauvres. L'augmentation de la turbidité, en raison du faible hydrodynamisme de la zone, se fera autour des zones de travaux. Les incidences liées aux travaux par lien trophique dans le port sont évaluées comme négligeables.

➔ En l'absence d'effet notable sur les habitats et les communautés benthiques associées, il n'y a pas d'incidence via le **lien trophique**.

Les remises en suspension importantes de particules sédimentaires peuvent théoriquement provoquer une destruction des œufs de poissons (ichtyoplancton) par dégradation dans la colonne d'eau (alourdissement par phénomènes d'adsorption, diminution des conditions physico-chimiques [oxygène, salinité, etc.]) car la survie des œufs pélagiques dépend en effet de leur capacité à se maintenir dans les couches supérieures de la colonne d'eau où les conditions sont les plus favorables à leur survie, ou par l'étouffement des œufs déposés sur le fond par redéposition de particules sédimentaires.

➔ Dans le cadre des travaux, les incidences liées à la turbidité sont évaluées comme faibles pour les eaux portuaires et nulles en ce qui concerne les eaux littorales. La qualité des eaux au niveau de la zone d'intérêt pour l'ichtyofaune ne sera pas dégradée, il n'y a pas de risques d'atteinte à la **qualité du milieu** qui se répercute sur l'ichtyofaune.

Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations
Plusieurs aspects de la phase de chantier sont susceptibles d'être source de dérangement sonore pour les poissons : l'augmentation du trafic maritime, les travaux du microtunnelier, l'installation des systèmes de protection des conduites au point de rejet et de pompage en mer.

La durée des travaux sera limitée à 3.5 mois au total en ce qui concerne les opérations de microtunnelier et 4 semaines en ce qui concerne les opérations en mer relatives à la pose de la conduite de rejet. L'opération la plus bruyante est le déplacement du ponton avec le remorqueur et les travaux de microtunnelier.

La sensibilité auditive des espèces de poissons est répartie en 3 classes acoustiques : les espèces sans vessie natatoire, les espèces avec vessie intervenant dans la capacité auditive et avec vessie n'intervenant pas dans la capacité auditive. De plus, le stade de vie de l'espèce (larvaire à adulte) intervient dans sa perception auditive (Popper et al., 2014).
L'exposition sonore de ces espèces au bruit peut produire divers impacts en fonction de l'intensité et de la durée d'exposition, allant de la modification de leur condition de vie, de leur capacité de reproduction à leur survie. La plupart des études portant sur la perte d'audition chez les poissons ont été réalisées en laboratoire en utilisant différents types de sons et des durées d'exposition variables. Il n'y a que peu d'études cherchant à évaluer les effets du bruit sur le terrain impliquant des sources sonores anthropiques réelles.

Des travaux de laboratoire sur deux espèces d'eau douce ont montré que la perte temporaire de l'audition peut se produire à des niveaux de pression acoustique de 140 à 170dB réf. 1µPa avec une récupération d'au moins deux semaines après l'exposition (Hastings et al., 2008).
D'après le National Marine Fisheries Service (NMFS, 2018), dans le cas d'une source sonore impulsive, un niveau de bruit de 160 dB ref 1 µPa peut conduire à une réponse comportementale de fuite.

Le nombre d'engins sur l'eau est réduit et les rotations des navires liées aux travaux en mer sont limitées sans augmentation significative du trafic maritime déjà existant au niveau de l'aire d'étude.

Le niveau de bruit d'un navire technique (type remorqueur) est de 158 dB réf. 1µPa (150 à 180 dB réf. 1µPa – NEREIS, 2020), c'est-à-dire dans la gamme provoquant un comportement de fuite à l'approche des remorqueurs. L'incidence liée à la présence des navires est temporaire et peut être considérée comme très faible.

Le niveau de bruit du microtunnelier dans des fonds rocheux est de l'ordre de 120 à 130 dB réf. 1µPa (Malme et al., 1993), ce qui est inférieur au seuil déclenchant le comportement de fuite. Il n'y a pas d'incidence notable attendue du microtunnelier sur les poissons fréquentant le secteur.

➔ Le dérangement engendré par les travaux génèrera un comportement de fuite des poissons. Les impacts du microtunnelier seront temporaires et localisés, principalement liés aux vibrations près du trou de sortie sans risque physiologique. Les travaux n'engendrent pas de risques physiologiques sur les individus, ni d'effet sur le lien trophique. L'incidence est négligeable.

4.1.3.3. Incidences sur les mammifères marins

Les mammifères marins à enjeu sur l'aire d'étude du projet sont celles présentes au sein du parc naturel marin : le phoque veau marin, le phoque gris et le marsouin commun.

En phase d'installation des conduites (microtunnelier en mer et pose sur le fond en milieu portuaire) et leur système de protection (extrémité de la conduite), les principaux effets du projet sur les mammifères marins sont associés :

- Aux perturbations sonores liés aux navires, ainsi qu'au microtunnelier ;
- Aux risques de collisions avec les navires (remorqueurs et pontons) ;
- A l'altération du lien trophique par dégradation des habitats liée et augmentation de la turbidité, voire bioaccumulation des micropolluants relargués dans les réseaux trophiques.

Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations

En raison de leur sensibilité auditive et de l'importance du son pour leurs activités (déplacement, relations sociales, etc.), les mammifères marins sont particulièrement sensibles aux perturbations sonores. Les réactions des mammifères marins face aux émissions sonores sont de différents types et dépendent de l'espèce concernée, de l'intensité du bruit et de la durée d'émission.

Les mammifères marins présentent un comportement aversif face aux bruits suspects : ils fuient généralement les zones exposées à certains niveaux sonores. D'après le National Marine Fisheries Service (NMFS) américain, dans le cas d'une source sonore impulsive, un niveau de bruit de 160 dB ref 1µPa peut conduire à une réponse comportementale de la part d'un mammifère marin (fuite), et un niveau de 180 dB ref 1µPa constitue la limite au-delà de laquelle des risques physiologiques (pour un animal restant sur place et soumis à la source de bruit) sont susceptibles d'être observés.

Les **phoques** perçoivent des bruits de 50 dB ref 1µPa. Les changements comportementaux apparaissent vers 120 dB ref 1µPa, le masquage d'audibilité se situe à 180 dB ref 1µPa ; les pertes temporaires d'audition (TTS) se situent vers 183 dB ref 1µPa et les dommages auditifs permanents (PTS) vers 203 dB ref 1µPa (d'après SOMME, 2015 et National Marine Fisheries Service (NMFS), 2018). Pour le **marsouin commun**, le PTS (perte auditive irréversible) pour la classe de fréquence 275 Hz à 160 kHz est de 173 dB ref 1 µPa (Southall et al. 2019).

Le nombre d'engins sur l'eau est réduit et les rotations des navires liées aux travaux en mer sont limitées sans augmentation significative du trafic maritime au niveau de l'aire d'étude en mer et en milieu portuaire.
Le niveau de bruit d'un navire technique (type remorqueur) est de 158 dB réf. 1µPa (150 à 180 dB réf. 1µPa – NEREIS, 2020), c'est-à-dire dans la gamme provoquant un comportement de fuite à l'approche

des remorqueurs. L'incidence liée à la présence des navires est temporaire et peut être considérée comme très faible.

Le niveau de bruit du microtunnelier dans des fonds rocheux est de l'ordre de 120 à 130 dB réf. 1µPa, ce qui est inférieur au seuil déclenchant le comportement de fuite. Il n'y a pas d'incidence notable du microtunnelier sur les mammifères marins fréquentant le secteur.

Bien que le secteur d'étude soit reconnu comme aire de passage, il semblerait que la plage de l'Hoverport ainsi que les bancs de la rade près de la digue Carnot présentent un attrait pour les phoques. Les périodes préférentielles concernant la réalisation des travaux afin d'éviter les périodes les plus sensibles (mise-bas et sevrage des jeunes) sont le printemps et l'automne.

Risques de collision avec les navires
Les rotations des remorqueurs pour le déplacement du ponton et l'approvisionnement des matériaux sur la barge viennent s'ajouter au trafic maritime et peuvent engendrer un risque de collision avec les mammifères marins. Ceci concerne la zone du chantier maritime des extrémités des conduites ainsi que le trajet entre le port extérieur et l'angle de la digue. Ces trajets de remorquage se font à faible allure.

Les mammifères marins fréquentant la zone de projet sont mobiles et rapides, qui sont peu sujettes au risque de collision. De plus, les travaux seront de courte durée et un faible nombre de navires interviendra sur zone.
Le risque de collision est très faible.

Remise en suspension des sédiments et lien trophique
Les opérations de sortie de microtunnelier et d'installation des protections externes des conduites sont susceptibles d'engendrer une remise en suspension des sédiments, provoquant une augmentation de la turbidité au droit de la zone de travaux. Les sédiments remaniés sont exempts de pollution métallique et organique.
Les phoques sont peu sensibles aux modifications de turbidité et le nuage turbide lié aux travaux est de faible ampleur et rapidement dispersé. Les marsouins sont accoutumés à la turbidité naturelle importante dans la zone de projet (influence du fleuve côtier).

Comme mentionné précédemment, il n'y a pas d'incidence sur le lien trophique. Les poissons fuient temporairement la zone des travaux (de faible emprise) pour revenir à la fin des travaux.
Les impacts liés à la remise en suspension des sédiments sont donc jugés négligeables car localisés et temporaires.

La zone d'étude est également utilisée comme zone de repos, plus fréquentée à marée basse pour les mammifères marins. Le dérangement engendré par les travaux pourrait générer un comportement de fuite, même s'il existe un contre-exemple local avec la présence d'une colonie de phoques gris durant les travaux liés à l'extension du port de Calais.

Les travaux n'engendrent pas de risques physiologiques sur les individus, ni d'effet sur le lien trophique, les zones d'alimentation étant localisées plus au large, au-delà delà de la zone d'influence du nuage turbide.

4.1.3.4. Incidences sur l'avifaune marine

La partie incidences liées à l'installation du chantier de microtunnelier sur le terre-plein est traité dans l'étude d'impact terrestre.

En phase d'installation des conduites (microtunnelier) et leur système de protection (extrémité de la conduite), les principaux effets du projet sur les oiseaux marins sont associés :

- Au dérangement lié à la présence des navires sur la zone d'alimentation et près de la zone de nidification ;

- Aux perturbations sonores liés aux navires ou au microtunnelier pour les oiseaux plongeurs et les oiseaux nicheurs ;
- A l'altération du lien trophique par dégradation des habitats liée et augmentation de la turbidité, voire bioaccumulation des micropolluants relargués dans les réseaux trophiques.

Dérangement sur la zone d'alimentation et de repos

Les bruits et vibrations engendrés par le navire sont susceptibles de perturber les oiseaux fréquentant l'espace côtier et marin, comme zone de repos ou pour s'alimenter. Plusieurs de ces espèces nichent sur la zone portuaire et sur la zone terrestre du projet.

La faible durée des travaux en mer, la faible emprise des travaux en mer, le faible nombre de navires intervenant sur site associé au trafic maritime existant sur la zone portuaire réduisent l'intensité de l'effet (faible) au regard de l'emprise de la zone d'alimentation. Cependant, par rapport à l'enjeu environnemental et le niveau de sensibilité des oiseaux protégés par rapport au projet, l'incidence résultante des travaux en mer est considérée comme moyenne pour les espèces protégées en période de reproduction et faible pour les espèces marines survolant le site. Hors période de nidification, l'incidence est réduite.
N.B. : cette quantification de l'incidence n'intègre pas les incidences sur la partie terrestre.

Perturbations sonores liés aux navires

Les perturbations sonores liées aux travaux ainsi qu'à la présence des navires seront limitées à la durée des travaux en mer et génèreront un comportement d'évitement de la zone des travaux chez la plupart des individus fréquentant la zone. L'incidence est temporaire et considérée comme négligeable.
La distance du chantier en mer par rapport aux zones de nidification réduit l'intensité de l'effet de dérangement en période de reproduction et l'incidence est faible.

Altération des conditions de plongée (turbidité) et qualité du milieu

Parmi les effets possibles des travaux, la mise en suspension de sédiments peut engendrer un accroissement de turbidité, dont l'importance est variable en fonction des travaux, du substrat, de la profondeur, des courants, etc.
Les espèces potentiellement sensibles à une augmentation de la turbidité sont des espèces plongeuses, (alcidés, Fou de Bassan, sternes, puffins) ou celles s'alimentant de proies pouvant être affectées par cette modification de la turbidité ou une détérioration de la qualité du milieu. Les sédiments remaniés sont exempts de pollution métallique et organique.
L'augmentation de la turbidité, dans un secteur naturellement soumis à de fréquentes variations de la turbidité, est temporaire et localisée. L'intensité de l'effet est donc considérée comme négligeable et l'incidence résultante est négligeable.

➔ La zone de travaux en mer constitue principalement une zone de passage et d'alimentation pour l'avifaune marine. Les dérangements générés par les travaux sur la zone d'alimentation, les perturbations sonores liées au navire, l'altération des conditions de plongée liée à la turbidité sont considérées comme négligeables au regard du trafic maritime et des conditions naturelles du secteur.
➔L'incidence des travaux sur la fréquentation par les espèces nicheuses migratrices ou sédentaires dépend de la période des travaux : de niveau moyen en période de nidification et élevage des jeunes à faible hors période de reproduction.

4.1.3.5. Synthèse des incidences sur le milieu naturel (phase travaux)

Milieu naturel / phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Peuplements benthiques						
Peuplements benthiques portuaires	Négligeable	Enfouissement d'espèces et/ou d'habitats	Directe	Temporaire	Faible	Négligeable
Peuplements benthiques côtiers	Faible	Dégradation de la qualité des habitats	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Ichtyofaune						
Zone côtière	Faible	Dérangement des individus (bruit sous-marin et vibrations) Dégradation de l'habitat de nourricerie Lien trophique	Directe Directe Indirecte	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Site portuaire	Faible					Négligeable
Mammifères marins						
Côte du Boulonnais (Plage de l'Hoverport)	Moyenne	Perturbations sonores (bruit sous-marin et vibrations) Risques de collision Lien trophique	Directe Directe Indirecte	Temporaire	Faible	Faible
Site portuaire (rade)	Moyenne				Faible	Faible
Avifaune						
Côte du Boulonnais	Moyenne (échanges PNM, ZPS et colonies portuaires)	Installation des conduites : Dérangement des individus (bruit sous-marin et vibrations) Lien trophique	Directe Indirecte	Temporaire	Faible	Faible
Site portuaire	Forte (espèces nicheuses)					Moyenne
Zone du projet	Forte (espèces nicheuses)					Moyenne
Zone du projet en mer	Moyenne (survol alimentation)					Faible

➔ Les effets du projet sur les mammifères marins portent sur la fréquentation du port (rade) et l'utilisation de la zone au large comme zone de transit, sur la base d'observations : le niveau d'incidence dépend de la période de travaux par rapport aux cycles de espèces, globalement jugée faible de par la faible emprise spatiale et temporelle.
➔ De la même façon, les effets du projet (pour sa partie marine) portent sur la proximité de zone de nidification et l'utilisation du plan d'eau (alimentation et repos) : le niveau d'incidence dépend de la période des travaux. L'incidence est surtout due au dérangement qui reste limitée sur le plan d'eau.
➔ Les peuplements benthiques et poissons, caractérisant le lien trophique, sont moins sensibles au projet, avec un niveau d'incidence bas.

4.1.4. Incidences sur les espaces naturels protégés

Les incidences sont les zones Natura 2000 sont développées dans un chapitre spécifique : § 4.3.

4.1.4.1. Incidences sur les ZNIEFF, mer et littoral

Aucune incidence de l'installation des conduites n'est attendue en phase travaux sur les ZNIEFF localisées à proximité de la zone de projet, eu égard la distance au projet et la nature terrestre (falaise).

4.1.4.2. Incidences sur le parc naturel marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale

La conduite de pompage, ainsi que sa structure de protection, sera positionnée dans le périmètre du PNM EPMO tandis que la zone d'implantation de la ferme, le chantier de microtunnelier, ainsi que la conduite de rejet sont situés sur la zone portuaire. L'emprise des travaux en couvrent une surface de 4 m^2 sortie de l'exutoire de la conduite de pompage), ce qui représente une infime partie de la surface protégée du parc marin, considérée comme négligeable en termes de superficie.

Les incidences sur les fonctionnalités du PNM EPCO concernent les habitats marins (sables fins légèrement envasés à *Donax vittatus, Abra alba* et *Macoma balthica)* de fort intérêt écologique, ainsi que la présence de mammifères marins, dont l'utilisation de la plage de l'Hoverport comme nouvelle zone de repos (incidences sur le dérangement et le lien trophique).

L'une des sous finalités du plan de gestion du PNM EPCO est le maintien d'un bon état des fonctionnalités de l'écosystème, avec des exigences associées liées au maintien ainsi qu'à l'alimentation des zones de repos, de reproduction et d'alimentation. Comme indiqué précédemment, la zone de travaux en mer constitue principalement une zone de repos et d'alimentation. Les incidences des travaux sur les conduites en termes de dérangement ou de lien trophique pour l'avifaune dépend de la période des travaux par rapport aux cycles biologiques.

Les pertes de fonctionnalités sur la partie terrestre et les autres incidences des travaux sur l'avifaune présente dans la zone de projet à terre sont traitées dans l'étude d'impact terrestre.

Synthèse sur les espaces naturels protégés marins (phase travaux)

Espaces naturels protégés / phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
ZNIEFF mer et littoral						
Habitats/flore	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Parc Naturel marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale						
Habitats	Négligeable	Travaux	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Mammifères marins	Moyenne	Présence des navires Bruit des travaux	Directe	Temporaire	Faible	Faible
Avifaune marine	Moyenne	Présence des navires Bruit des travaux	Directe	Temporaire	Faible	Faible

4.1.5. Incidences sur le milieu humain

Les incidences du projet en phase travaux, pour sa partie marine, s'analysent en termes d'occupation du plan d'eau en mer et de partage de l'espace de navigation dans la rade, le bassin et le chenal d'entrée au port.
Des mesures seront prises pour assurer la sécurité du chantier par la mise en place d'un périmètre de sécurité pour les navires autour de la sortie du forage par microtunnelier des conduites et par l'information des travaux par l'émission d'avis aux navigateurs. A l'intérieur du port, la circulation des navires est régie par la Capitainerie et les règles de navigation et de courtoisie en mer.

4.1.5.1. Incidences sur les activités portuaires

Il n'y a plus aucune activité portuaire sur la zone Ro-Ro, la darse Sarraz-Bournet possède un quai en eau profonde capable d'accueillir les remorqueurs, le ponton et la barge à toute heure. Sur la partie marine, les seules incidences du projet sont liées aux mouvements de ces navires entre le port extérieur et la zone de projet près de la digue Carnot ; sur la partie terrestre (terre-pleins portuaires), les incidences sont liées aux opérations d'amenée et repli des moyens de forage et à l'évacuation des déblais du forage par microtunnelier pour recyclage *(cf. Etude d'impact de la partie terrestre)*.
Les incidences des travaux (limitée au passage/stationnement des barges/pontons entre la darse et la zone projet en mer) sur les activités de commerce (accès des navires de commerce) sont estimées comme faibles.

Dans le port extérieur, le navire de promenade « Florelle » circule sur l'ensemble du site portuaire et vers la darse Sarraz-Bournet mais il doit la priorité aux activités industrialo-portuaires.
➔Il n'y a pas d'incidence particulière liée à ce seul navire, qui s'adapte au trafic maritime.

Dans le port extérieur, la drague aspiratrice en marche (entretien portuaire) travaille à faible allure dans les chenaux du port extérieur (passe d'entrée, chenal d'accès à la darse et le chenal d'accès au port intérieur) et dans la darse (souille du quai de l'Europe et entrée de la darse). C'est un navire à capacité de manœuvre restreinte, dont le cycle de dragage est de 2 heures (dragage, transport sur la zone d'immersion et retour) qui opère pendant 3 à 4 semaines au printemps (entre avril et juin) et en automne-hiver (octobre/novembre ou février/mars) sur l'ensemble du site portuaire mais la majorité des dragages concernent les chenaux et le port extérieur. Il n'y a pas de dragage en été.
La rade est également le lieu de passage de la drague transportant les sédiments dragués dans le port intérieur.
➔L'intensité de l'effet « conflit par occupation du plan d'eau » est faible par rapport à la présence de façon intermittente de la drague. L'incidence qui résulte de la circulation des remorqueurs, de la barge et du ponton sur l'activité de dragage peut être considérée comme faible à l'échelle du trafic portuaire.

L'incidence du projet sur les autres activités portuaires est essentiellement liée à la navigation dans la rade, lors des rotations de la barge d'approvisionnement et l'amenée du ponton sur la zone projet près de la digue Carnot. Ceci concerne aussi bien les activités de plaisance que la pêche, au niveau des entrée/sorties de bateaux.
➔L'intensité de l'effet « conflit par occupation du plan d'eau » sur la navigation dans le chenal dépend de la période des travaux : plus importante en été (plaisance, promenade en mer, pêche) et au printemps (reprise des activités de plaisance et de promenade en mer) mais peut être considérée comme négligeable à l'échelle du trafic portuaire. L'incidence qui résulte de la circulation des remorqueurs, de la barge et du ponton sur l'activité de plaisance et de pêche est négligeable.

Une fois sortis du port, les navires rejoignent leur route de navigation (zone de navigation côtière, dispositif de séparation du trafic du Pas-de-Calais, zone d'immersion…). La zone de projet en mer n'est pas fréquentée par les navires de commerce et les navires de pêche, qui préfèrent passer plus au large. Les seuls navires susceptibles de passer sont les plaisanciers et les petits bateaux de pêche de loisir, mais les courants y sont importants.
➔La zone de travaux sera balisée et une zone de sécurité sera établie autour du ponton et du remorqueur. Toutefois, la courte durée des travaux aux extrémités des conduites permet de réduire

l'intensité de l'effet « occupation du plan d'eau ». L'incidence qui résulte de la présence des navires d'installation sur l'activité de plaisance et de pêche est négligeable.

Les activités du microtunnelier n'ont pas d'incidences sur les activités et les accès aux bassins portuaires.

4.1.5.2. Incidences sur les activités littorales et côtières

La zone de travaux ne se situe pas à proximité d'une zone de servitude maritime (chenal de navigation, zone d'immersion, zone de dépôt d'explosifs, zone de mouillage, câble sous-marin…).

La zone de navigation côtière est suffisamment large pour que la zone de chantier ne gêne pas la plaisance et le cabotage, qui se pratique au large, ce qui réduit l'effet à négligeable.
L'incidence du projet sur la navigation et les zones de servitudes peut être considérée comme nulle.

La zone de culture marine la plus proche (Fort de l'Heurt) est localisée à plus de 1 km de la zone du projet près de la digue Carnot ; la pêche à pied est interdite dans l'enceinte portuaire et le gisement sur les rochers du Portel est actuellement fermé. Il n'y a pas d'activité de pêche à pied sur la plage de l'Hoverport. En l'absence d'incidence des travaux sur la qualité des eaux, l'incidence du projet sur l'activité conchylicole professionnelle et de loisirs est nulle.

Les activités de Surfcasting (pêche depuis le bord) pratiquées depuis la digue Carnot seront vraisemblablement interdites pendant la période de chantier car l'installation du chantier à terre est susceptible de limiter l'accès au site. Cet enjeu est faible car l'activité de pêche sur la digue n'est pas réglementairement autorisée mais y est tolérée ; l'intensité de l'effet « accès aux zones de pratique [digue et plan d'eau] » est faible. L'incidence liée au microtunnelier et à la présence des navires près de la digue sur cette activité sera faible car limitée à la durée des travaux (6 semaines).
L'impact de la construction de la ferme aquacole sur cette activité est traité dans l'étude d'impact terrestre.

Toutes les activités de loisirs dans la rade et près de la plage de Boulogne-sur-Mer et de Wimereux ne sont pas concernées par les travaux (circulation des navires et pose de la conduite de rejet). L'incidence est nulle.

L'activité de baignade au Portel est susceptible d'être perturbée visuellement par la présence du chantier et les activités nautiques à l'abri de la digue Carnot peuvent être perturbées par la zone de sécurité autour du chantier en mer.
Comme évoqué précédemment, il n'y a pas de risque d'altération de la qualité des eaux de baignade par augmentation de la turbidité (les remises en suspension sont dispersés sans retour à la côte, ou cantonnées au fond du bassin Ro-Ro). L'incidence sur l'utilisation de la plage de l'Hoverport pour la baignade et les sports nautiques est faible et peut être réduite à négligeable par la réalisation des travaux hors période estivale.
Au regard de la distance du projet aux plages, il n'y a pas d'incidence des travaux sur les activités de baignade à Boulogne-sur-Mer, à Wimereux mais aussi au Portel.

4.1.5.3. Synthèse des incidences sur le milieu humain (phase travaux)

Milieu humain / phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Activités portuaires						
Commerce (darse Sarraz-Bournet et rade)	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau, accès aux quais	Directe	Temporaire	Faible	Faible
	Nulle (chantier des conduites)		-	-	-	Nulle
Plaisance	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Faible (chantier des conduites)		Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Pêche professionnelle	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Nulle (chantier des conduites)		-	-	-	Nulle
Dragages d'entretien portuaires	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Faible	Faible
	Nulle (chantier des conduites)		-	-	-	Nulle
Activités littorales et côtières						
Zones de servitudes maritimes	Faible (trafic)	Accès aux zones de navigation	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Cultures marines	Nulle (zone des conduites)	Dégradation de la qualité de l'eau	-	-	-	Nulle
Surfcasting	Faible	Accès aux zones de pratique			Faible	Faible
Pêche à pied	Nulle (zone des conduites)	Dégradation de la qualité des gisements	-	-	-	Nulle
Baignade	Faible (qualité des eaux)	Dégradation de la qualité de l'eau	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Activités de loisir littorales	Faible (zone des conduites)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

➔ En phase travaux, les contraintes de navigation par rapport à la circulation des navires prévus pour l'installation de la partie marine du projet ne concernent que la rade et l'entrée du port, avec une intensité dépendant de la période des travaux et de la circulation sur le plan d'eau.
➔ En phase travaux, les incidences sur les activités humaines de loisir du secteur du Portel dépendent de la période des travaux (baignade et sports nautiques) mais ne portent pas sur la qualité du milieu.

4.2. En phase d'exploitation

Les seuls éléments du projet sur sa partie marine et portuaire, en liaison directe avec le milieu marin, sont les deux systèmes de protection autour du débouché de chaque conduite, surélevés par rapport au fond et porteur d'une signalisation au-dessus du niveau d'eau. La conduite de pompage en mer est dans le sous-sol.

Les effets attendus sont liés :

- au pompage des eaux et au rejet des eaux de la ferme aquacole ;
- à la présence de la protection à l'extrémité de chaque conduite ;
- aux opérations de surveillance et de maintenance des canalisations.

4.2.1. Incidences sur le milieu physique marin

4.2.1.1. Compartiments ne subissant aucun effet

La présence des conduites de pompage et de rejet ne porte en aucune manière atteinte aux différents compartiments du milieu physique que sont : la climatologie, l'hydrodynamique générale et la courantologie générale ainsi que la géologie, l'hydrogéologie et les risques naturels.

- **Climatologie** : une fois les conduites installées, les seules interventions nécessitant des navires consommateurs d'énergie de carburants fossiles sont les opérations de surveillance et de maintenance des débouchés des conduites, sans risque de modifier les conditions climatiques de la zone géographique ;
- **Géomorphologie** : aucune modification de la digue Carnot et du trait de côte voisin ;
- **Géologie** : aucune mise à nu de nouveau substrat ;
- **Hydrodynamique et courantologie portuaire** : aucune modification de la digue Carnot et des quais ;
- **Hydrodynamique et courantologie côtière :** la taille des systèmes de protections en sortie de la conduite ne modifie pas la circulation des courants et la dynamique sédimentaire côtière ;
- **Risques naturels :** les dimensions des ouvrages ne modifient pas la morphologie des lieux et n'aggravent le risque de submersion marine. Les autres risques (érosion des falaises et sismique) ne sont pas concernés sur la zone projet.

4.2.1.2. Contexte bathymétrique et sédimentologique

La conduite en mer est enterrée : il n'y a pas de modification de la masse d'eau souterraine.

A la sortie du microtunnelier, la conduite de pompage sort des fonds et sera surélevée à 3 m au-dessus du fond dans le système de protection ; il n'y a pas de modification bathymétrique ni de modification de la masse d'eau souterraine.
Après le perçage final du microtunnelier et l'installation de la conduite de rejet, les sédiments remaniés seront étalés sur les fonds du bassin portuaire à proximité de la zone de travaux, ou bien remaniés par les courants au large en ce qui concerne la conduite de pompage. Il n'y a aucune incidence bathymétrique et sédimentologique lié à la présence des ouvrages.

4.2.1.3. Dynamique sédimentaire

En ce qui concerne la zone de pompage en mer, l'emprise au sol est très faible, uniquement son exutoire de 4 m^2. La structure au niveau de la tête de prise est surélevée de 1.5 m par rapport au fond. Sa configuration ne perturbe pas significativement les écoulements dans la colonne d'eau et sur le fond.

Au niveau portuaire, un affouillement localisé pourra être généré par les courants de la conduite de rejet, cet affouillement sera localisé à la sortie de la conduite de rejet. Les courants générés par la conduite de rejet n'auront aucune autre incidence sur la dynamique sédimentaire un bassin Ro-Ro, les incidences sont qualifiées de faibles.

Il n'y a pas d'influence sur l'altitude du plan d'eau et le risque d'augmentation du risque de submersion marine ni par de franchissement de paquets de mer.

L'ouvrage béton localisé en tête de prise de la conduite de pompage est situé au pied du talus littoral, soumis au transit littoral et aux mouvements alternatifs de marée capables de déplacer les sables fins meubles. En raison des forts courants, il est possible que se produise un phénomène local d'affouillement, c'est-à-dire d'érosion au niveau de la base de la structure. Ce phénomène (de faible emprise) sera à surveiller régulièrement après l'installation des conduites mais n'aura pas d'incidences sur les mouvements sédimentaires et la stabilité de la bande littorale (côte à falaises et plages) et de la bordure de digue (éloignée de 713 m).

4.2.1.4. Synthèse des incidences sur le milieu physique (phase d'exploitation)

Milieu physique marin/ phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Contexte géomorphologique et bathymétrique						
Petits-fonds (Côte du Boulonnais)	Faible	Modification de la bathymétrie	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Site portuaire	Nulle	-	-	-	-	Faible
Contexte hydrologique et hydrodynamique						
Circulation de marée (écoulements)	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Propagation des houles	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Masse d'eau côtière	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Masse d'eau souterraine	Faible	Atteinte de la nappe saumâtre	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Couverture et dynamique sédimentaire						
Couverture sédimentaire (talus littoral)	Faible	Modification de la granulométrie	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Déplacements sédimentaires en zone côtière	Faible	Risque d'affouillement	Directe	Temporaire	Faible (localisée)	Faible (localisé)
Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire	Nulle	Risque d'affouillement	Directe	Temporaire	Faible (localisée)	Nulle
Risques naturels						
Submersion marine	Faible	Franchissement de paquets de mer	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Érosion côte à falaise	Nulle	-	-	-	-	Nulle

4.2.2. Incidences sur la qualité du milieu

L'incidence du rejet sur la qualité du milieu a été analysée sur la base d'une modélisation de dispersion du rejet, dont l'étude complète est présentée en Annexe 1.

4.2.2.1. Modélisation de la dispersion du panache de rejet

La modélisation de dispersion du futur rejet de la ferme aquacole a été mise en place dans le double but d'étudier le devenir du panache du futur rejet dans le milieu portuaire et marin, c'est-à-dire la diffusion du panache de rejet et des contaminants associés par rapport aux conditions naturelles et aux zones sensibles proches (zone conchylicole, plages et sites naturels protégés) ;

De par leur position respective (en mer et en milieu portuaire), les modélisations permettent de confirmer la pertinence de la localisation afin d'éviter le risque de recirculation ente les deux émissaires, c'est-à-dire d'éviter le pompage des eaux rejetées.

Les conclusions pour les paramètres chimiques seront reprises dans les analyses des incidences du rejet sur les différents compartiments (sédiment, eaux de baignade et conchylicoles).

Pour rappel : Le procédé de traitement des eaux permet d'éviter tout rejet bactériologique dans le milieu naturel.

4.2.2.1.1. Méthodologie

La modélisation de la dispersion du panache du rejet a été réalisée avec le logiciel MIKE 3D grâce aux modules HD, SW, AD (Advection/Dispersion) et MT (transport des matières en suspension) pour déterminer le devenir du panache en fonction sous l'effet des courants de marée et sous l'effet conjugué de la marée et de la houle (conditions les plus pénalisantes).

Dans un premier temps, le rejet dans le champ proche est étudié de manière à préciser le comportement du panache dans la zone dite « de jet ». Dans un deuxième temps, le panache dans le champ dit « lointain » a été étudié pour analyser l'évolution du panache vers les zones sensibles.

- **Mécanismes de la dispersion des effluents**

La dispersion d'un effluent en milieu marin se fait selon différentes phases caractérisées par la position du panache par rapport à l'émissaire que sont :

- La zone de jet ;
- La zone de remontée du panache ;
- La zone d'advection-diffusion et de dilution bactérienne.

On distingue **le champ proche et le champ lointain** de la façon suivante :

- La zone de jet et la zone de remontée du panache forment le champ proche ;
- La zone d'advection-diffusion et de dilution constitue le champ lointain.

Le schéma de la figure suivante en illustre le mécanisme :

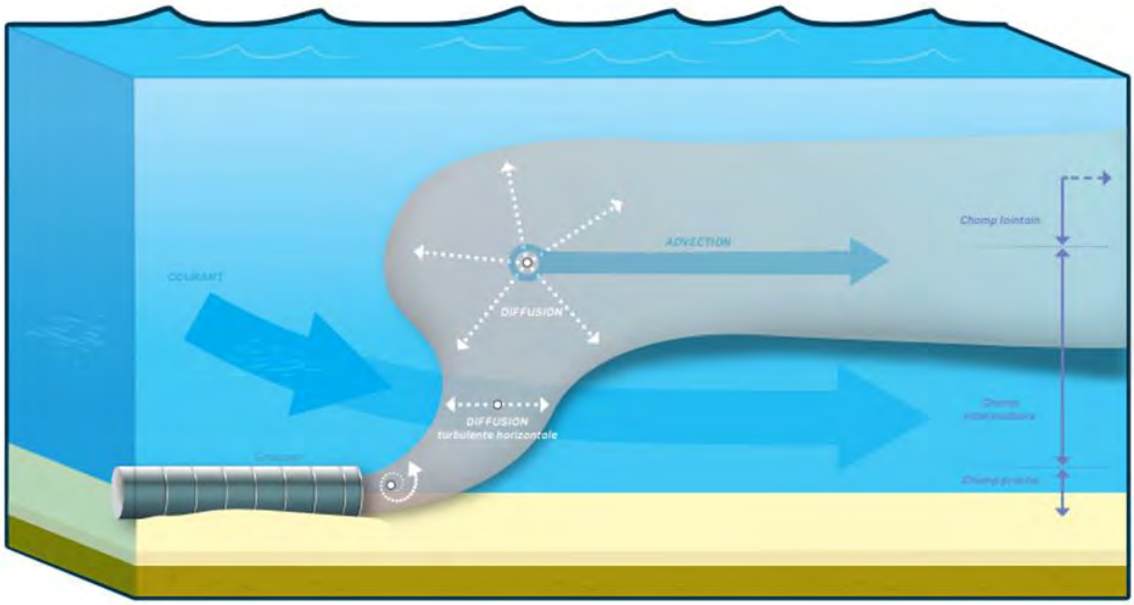


Figure 4-1. Illustration des mécanismes lors d'un rejet d'effluent en mer (source : CREOCEAN).

Dans le champ proche, la zone de jet est caractérisée par la vitesse d'éjection en mer de l'effluent à la sortie de l'émissaire. Dans la zone de remontée de panache, la différence de densité entre le milieu ambiant et l'effluent provoque un écoulement généralement ascendant. Le comportement du panache est dominé par les conditions initiales du rejet (débit et densité de l'effluent, géométrie de l'émissaire, etc.). Les caractéristiques du milieu récepteur interviennent dans une moindre mesure, à l'exception de la densité de l'océan qui participe à la détermination de la cote d'équilibre du panache en sortie du champ proche.

Dans le champ lointain, la masse d'eau chargée en polluants est soumise aux courants. Les concentrations en polluants auront alors tendance à diminuer par mélange avec le milieu ambiant d'une part, et par mortalité bactérienne d'autre part (dans le cas d'un rejet bactériologique).

Les résultats des calculs et des modèles mathématiques indiquent les ordres de grandeur de la dilution que subit le rejet en milieu portuaire. La première étape dans le panache de remontée introduit la dilution la plus importante qui est variable selon la profondeur. Après une étape transitoire dans le champ proche du rejet, où le mélange est encore intense, le nuage ne subit ensuite plus qu'un faible mélange pendant son transport par les courants. Ainsi, si l'abattement des concentrations n'est pas suffisant dans la zone proche du panache ou dans les 100 premiers mètres autour, il faudra peut-être une longue distance avant de retrouver les concentrations du bruit de fond.
Cette observation est en partie à l'origine de la construction d'émissaires profonds et de diffuseurs permettant de favoriser la dilution au cours de la première étape de remontée du panache, plus efficace que le transport par les courants horizontaux (Source : Thouvenin, 1991 [4]).

- **Paramètres caractéristiques du rejet simulé**

Localisation
Le point de rejet théorique a été placé à l'intérieur du bassin portuaire Ro-Ro, et le point de pompage à environ 713 m à l'Ouest de la digue.

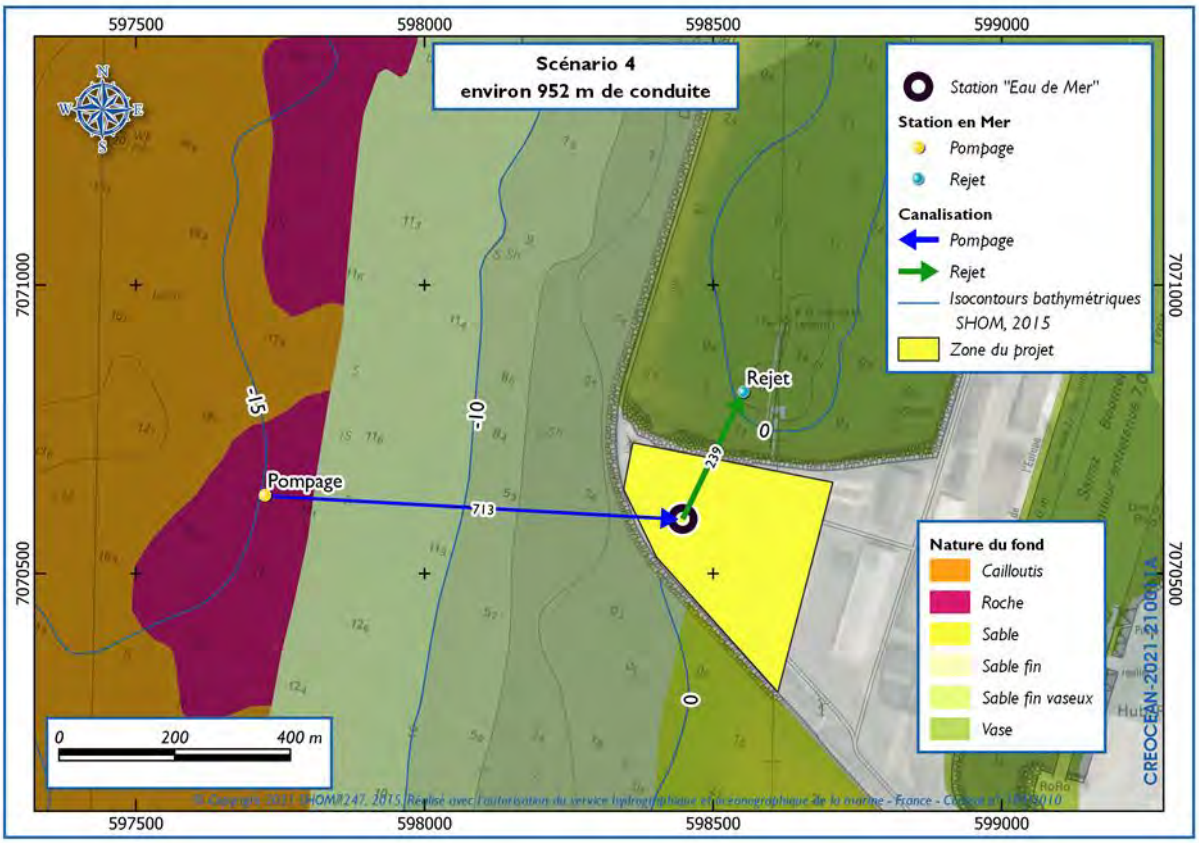


Figure 4-2. Localisation des conduites et du point de rejet modélisé (source : CREOCEAN).

Débit

Le rejet projeté présente un débit de 7 500 m^3/h. Le rejet est constant et continu. La conduite est posée sur le fond du bassin portuaire.

La prise d'eau (avec un pompage de 7 500 m^3/h, 24h/24 et 7j/7) est également localisée au fond, au large, à une profondeur de l'ordre de -15 m CM.

Composition du rejet

Les paramètres considérés dans le rejet sont les matières en suspension (MES, code sandre 1305), l'Azote total (code sandre 6018) et le Phosphore total (code sandre 1350), la demande chimique en oxygène (DCO, code sandre 1314) et la Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5[14], code sandre 1313) dans les concentrations suivantes :

Tableau 4-3. Concentration des composants modélisés.

Composant	Concentration rejetée (mg/L)
Matière en suspension (MES)	35
DCO	125
DBO5	30
Azote total	30
Phosphore total	10

Les modalités ayant permis de définir ces valeurs sont décrites au § 1.3.

[14] La **DBO5** mesure la quantité d'oxygène consommée en 5 jours à 20°C par les microorganismes vivants présents dans l'eau. La **DCO** (Dissolved Organic Carbon) est utilisé pour caractériser et suivre l'évolution du taux de carbone dissous dans les eaux, ou la pollution organique des milieux aquatiques. C'est une fraction parfois importante du Carbone organique total.

Conditions de rejet
Les conditions de rejet les plus pénalisantes sont caractérisées par un delta de +10°C pour la température et de -3 PSU[15] pour la salinité par rapport au milieu ambiant.

Les données disponibles permettent de faire des hypothèses de température et salinité moyenne pour les conditions estivales et hivernales :

Tableau 4-4. Conditions de rejet en conditions estivales.

Paramètres	Milieu Ambiant	Rejet	Delta
Température	19°C	29°C	+10°C
Salinité	34.6 PSU	31.6 PSU	-3 PSU
Densité (Pression 1024HPa)	1024.97 kg/m^3	1019.89 kg/m^3	5.08 kg/m^3

Tableau 4-5. Conditions de rejet en conditions hivernales

Paramètres	Milieu Ambiant	Rejet	Delta
Température	4°C	14°C	+10°C
Salinité	34.6 PSU	31.6 PSU	-3 PSU
Densité (Pression 1024HPa)	1027.01 kg/m^3	1022.72 kg/m^3	4.29 kg/m^3

En appliquant un différentiel de +10°C et -3 PSU, les différences de densité sont de l'ordre de 4.3 kg/m^3 en condition hivernales et 5,1 kg/m^3 en conditions estivales. Ces différences ne sont a priori pas de nature à modifier les résultats de manière significative entre les conditions estivales et hivernales.

4.2.2.1.2. Résultats de la modélisation

- **Analyse de la dispersion dans le champ proche**

L'étude dans le champ proche permet d'appréhender le devenir de l'effluent rejeté dans la zone de jet. En fonction des paramètres du milieu ambiant et des caractéristiques du rejet, il s'agit de décrire d'une part la géométrie (position dans la colonne d'eau et extension horizontale en fonction des courants) et d'autre part la dilution du panache de rejet. Les caractéristiques du panache en sortie de la zone de jet sont ensuite utilisées pour définir le rejet dans le modèle calculant le champ lointain.

L'évolution du panache de polluant dans le champ proche est ainsi calculée en utilisant le modèle de jet intégral développé par Jirka (2004). Dans le champ proche de l'émissaire, le module « jet » est appliqué pour calculer les caractéristiques en 3 dimensions (dilution et localisation dans la colonne d'eau) du panache remontant en surface. Ce modèle permet notamment de tenir compte des spécificités de l'émissaire et du diffuseur, notamment liées à sa forme ou à la dimension et au positionnement des ouvertures.

Un certain nombre de tests ont été réalisés dans le champ proche. A l'issue de ces tests, il apparait :

- ➔ Qu'il n'est pas nécessaire de différencier les cas en conditions estivales et hivernales qui donnent sensiblement les mêmes résultats en termes de dilution du panache dans le champ proche. Les valeurs du **Tableau 4-4** ont donc été prises en compte dans les simulations ;
- ➔ Que les conditions du site (variabilité importante des courants et du niveau d'eau) impliquent une géométrie variable du panache de rejet qui s'étend et se dilue plus ou moins au gré de la marée. Aussi, il apparait indispensable de tenir compte de cette variabilité en utilisant le module JET de MIKE qui permet le couplage complet entre les calculs dans le champ proche et le champ lointain. Ce module a donc été utilisé dans la suite de l'étude.

[15] PSU = practical salinity unit ; 1 *psu* = 1 g de sel (Na^+Cl^-) par kg d'eau de mer

- **Analyse de la dispersion dans le champ lointain**

Les résultats sont édités sous la forme de :

- Cartes des maximums de concentration cumulés (ou différences pour le panache thermohalin) rencontrés en chaque point au cours de la simulation. Ce type de figure est appelé « enveloppe » du panache et est privilégié pour les études de dispersion car elle correspond à une démarche de sécurisation des conclusions et met en évidence l'évolution de la réaction du milieu en fonction des différents scénarios ; il ne s'agit de données instantanées ;
- Séries temporelles au niveau de points de contrôle situés sur les zones sensibles à forts enjeux : zones de baignade (Le Portel/hoverport, Boulogne-sur-Mer et Wimereux), les gisements de coquillages (Le Portel, Wimereux) et les zones naturelles (ZSC/ZPS Gris-Nez).
- Les résultats sont présentés en concentrations maximales pour 1 000 unités rejetés ; les valeurs en dessous de 1‰ ne sont pas prises en compte.

N.B. : les cartes de concentrations considèrent un milieu sans bruit de fond : les tableaux de résultats expriment l'augmentation des différents paramètres apportés par le rejet au milieu ambiant.

4.2.2.1.2.1. Dilution

Les cartes d'extension maximale du panache et les séries temporelles aux plages du Portel et de Boulogne-sur-Mer pour le cas « marée seule » en Vive-Eau (VE) et Morte-Eau (ME) sont présentées **Figure 4-3**.

Les résultats pour les différents composants rejetés sont présentés ci-après sous forme de tableaux synthétiques. Les valeurs indiquées sont les maximums calculés sur l'ensemble de la simulation pour les différents cas au niveau des plages de Boulogne-sur-Mer et du Portel.

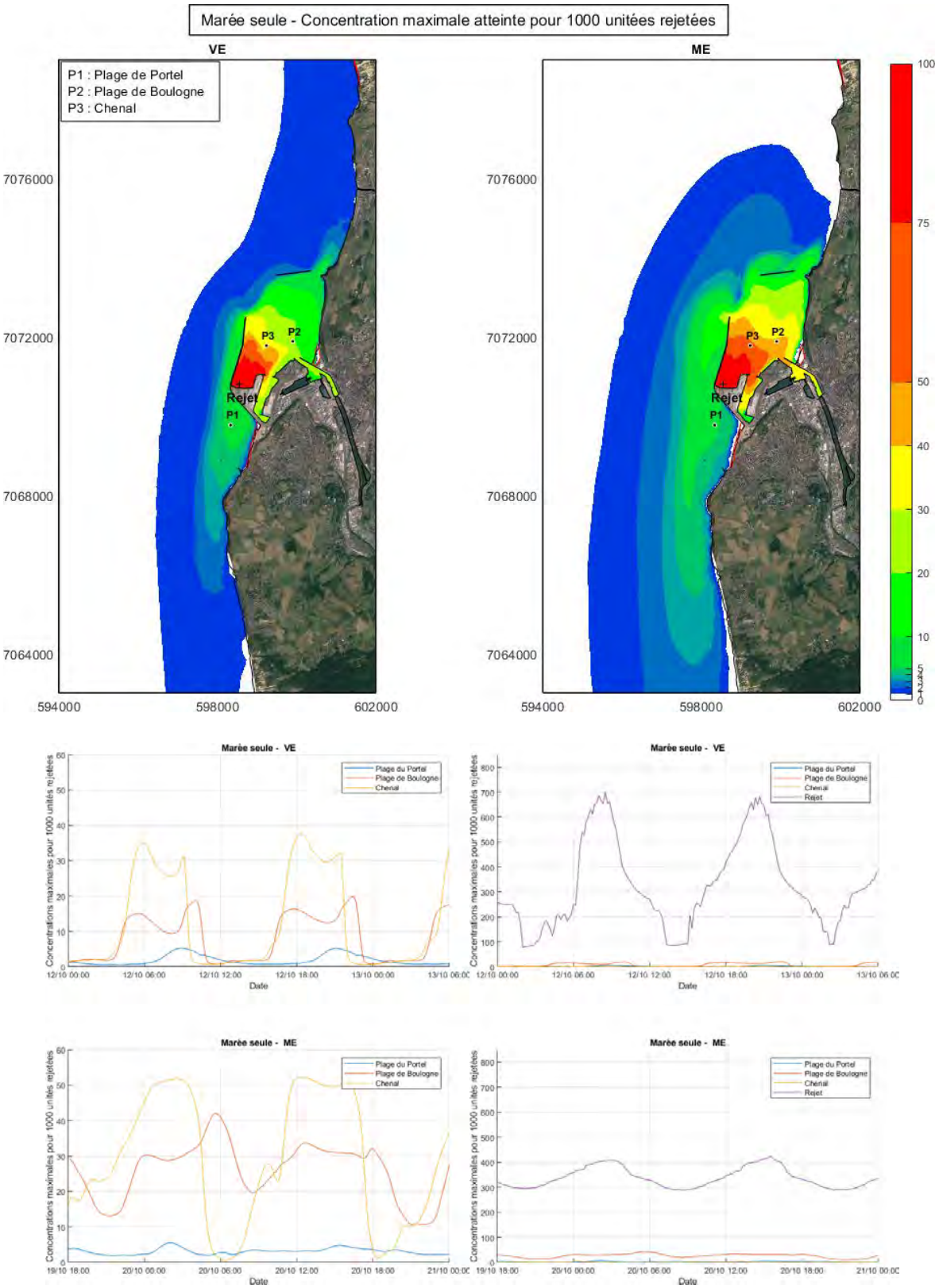


Figure 4-3. Résultats de modélisation de la dispersion du panache en champ lointain – marée seule.

Tableau 4-6 : Concentration maximale en DCO (code sandre 1314) en surface pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	DCO (mg/L)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	0,7	2,6	5,0	87,6
2		ME	0,7	5,3	7,0	56,2
3		VE exceptionnelle	1,0	2,4	4,2	103,8
4		ME exceptionnelle	0,7	5,1	6,4	48,8
5	WSW Mensuel	VE	0,7	1,4	4,1	88,9
6		ME	0,3	1,9	4,6	44,3
7	NNE Mensuel	VE	1,0	1,6	4,1	97,1
8		ME	0,5	0,6	4,8	63,5
9	W mensuel	VE	1,0	3,7	4,5	93,2
10		ME	0,5	3,8	5,7	45,1
11	S mensuel	VE	0,7	2,4	3,8	85,1
12		ME	0,5	2,8	5,2	57,5
13	WSW annuel	VE	0,1	0,4	0,4	68,7
14		ME	0,0	0,6	0,5	44,4
15	NNE Annuel	VE	0,5	0,2	0,7	87,7
16		ME	0,5	0,6	0,6	75,3

Tableau 4-7 : Concentration maximale en DBO_5 (code sandre 1313) en surface pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	DBO5 (mg/L)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	0.2	0.6	1.2	21.0
2		ME	0.2	1.3	1.7	13.5
3		VE exceptionnelle	0.2	0.6	1.0	24.9
4		ME exceptionnelle	0.2	1.2	1.5	11.7
5	WSW Mensuel	VE	0.2	0.3	1.0	21.3
6		ME	0.1	0.4	1.1	10.6
7	NNE Mensuel	VE	0.2	0.4	1.0	23.3
8		ME	0.1	0.1	1.2	15.2
9	W mensuel	VE	0.2	0.9	1.1	22.4
10		ME	0.1	0.9	1.4	10.8
11	S mensuel	VE	0.2	0.6	0.9	20.4
12		ME	0.1	0.7	1.2	13.8
13	WSW annuel	VE	0.0	0.1	0.1	16.5
14		ME	0.0	0.1	0.1	10.6
15	NNE Annuel	VE	0.1	0.0	0.2	21.0
16		ME	0.1	0.1	0.1	18.1

Tableau 4-8 : Concentration maximale en Azote total (code sandre 6018) en surface pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	N (mg/L)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	0.2	0.6	1.2	21.0
2		ME	0.2	1.3	1.7	13.5
3		VE exceptionnelle	0.2	0.6	1.0	24.9
4		ME exceptionnelle	0.2	1.2	1.5	11.7
5	WSW Mensuel	VE	0.2	0.3	1.0	21.3
6		ME	0.1	0.4	1.1	10.6
7	NNE Mensuel	VE	0.2	0.4	1.0	23.3
8		ME	0.1	0.1	1.2	15.2
9	W mensuel	VE	0.2	0.9	1.1	22.4
10		ME	0.1	0.9	1.4	10.8
11	S mensuel	VE	0.2	0.6	0.9	20.4
12		ME	0.1	0.7	1.2	13.8
13	WSW annuel	VE	0.0	0.1	0.1	16.5
14		ME	0.0	0.1	0.1	10.6
15	NNE Annuel	VE	0.1	0.0	0.2	21.0
16		ME	0.1	0.1	0.1	18.1

Tableau 4-9 : Concentration maximale en Phosphore total (code sandre 1350) en surface pour les différents cas simulés

Cas	Conditions	Marée	P (mg/L)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	0.1	0.2	0.4	7.0
2		ME	0.1	0.4	0.6	4.5
3		VE exceptionnelle	0.1	0.2	0.3	8.3
4		ME exceptionnelle	0.1	0.4	0.5	3.9
5	WSW Mensuel	VE	0.1	0.1	0.3	7.1
6		ME	0.0	0.1	0.4	3.5
7	NNE Mensuel	VE	0.1	0.1	0.3	7.8
8		ME	0.0	0.0	0.4	5.1
9	W mensuel	VE	0.1	0.3	0.4	7.5
10		ME	0.0	0.3	0.5	3.6
11	S mensuel	VE	0.1	0.2	0.3	6.8
12		ME	0.0	0.2	0.4	4.6
13	WSW annuel	VE	0.0	0.0	0.0	5.5
14		ME	0.0	0.0	0.0	3.5
15	NNE Annuel	VE	0.0	0.0	0.1	7.0
16		ME	0.0	0.0	0.0	6.0

- **Analyse des résultats**

Le panache de rejet sort du port puis s'étire au gré des courants. Il présente une extension maximale d'une quinzaine de kilomètres du Nord au Sud et d'environ 5 kilomètres d'Est en Ouest.

La zone où les concentrations sont les plus importantes (supérieure à 10 unités pour 1000 unités rejetés) sont localisées dans l'enceinte portuaire, les zones les plus concentrées étant logiquement les plus proches du point de rejet, dans le fond du bassin Ro-Ro.

Au droit du rejet, les concentrations maximales (atteintes lors de pic de quelques minutes et très localisés) atteignent environ 700 unités pour 1000 unités rejetés. Si l'on ne constate pas d'effet cumulatif, les concentrations tendent à se stabiliser autour de 300 à 400 unités pour 1000 unités rejetés au maximum, dans le cas de la marée seule.

Il est observé ainsi une élévation du bruit de fond en fond de bassin (plus marqué en ME).

Au niveau des zones sensibles (Plages de Boulogne-sur-Mer et du Portel), les séries temporelles montrent des variations de concentrations en fonction des marées, ce phénomène étant modulé par les effets du vent et des vagues.

Les tableaux synthétiques permettent d'appréhender les valeurs maximales sur les différentes zones sensibles :

➔ la dilution est importante dans le port et dans la rade ; le panache circulant à l'extérieur du port est très dilué.

Les concentrations maximales mesurées au niveau des zones sensibles sont :

- Pour la DCO : au maximum 5.3 mg/L pour une valeur limite d'émission (VLE) de 125 mg/L ;
- Pour la DBO5 : au maximum 1.2 mg/L pour une VLE de 30 mg/L ;
- Pour les nitrates : au maximum 1.3 mg/L pour une VLE de 30 mg/L ;
- Pour les phosphates : au maximum 0.4 mg/L pour une VLE 10 mg/L.

Les concentrations maximales mesurées au niveau de la zone de rejet sont :

- Pour la DCO : au maximum 103.8 mg/L pour une valeur limite d'émission (VLE) de 125 mg/L ;
- Pour la DBO5 : au maximum 24.9 mg/L pour une VLE de 30 mg/L ;
- Pour les nitrates : au maximum 24.9 mg/L pour une VLE de 30 mg/L ;
- Pour les phosphates : au maximum 8.3 mg/L pour une VLE 10 mg/L.

4.2.2.1.2.2. Matières en suspension (MES)

Les résultats des MES pour le cas « marée seule » sont présentés sur la **Figure 4-4.**

Le tableau suivant synthétise les résultats pour les MES. Il présente les concentrations maximales calculées pendant chaque simulation pour les différents cas

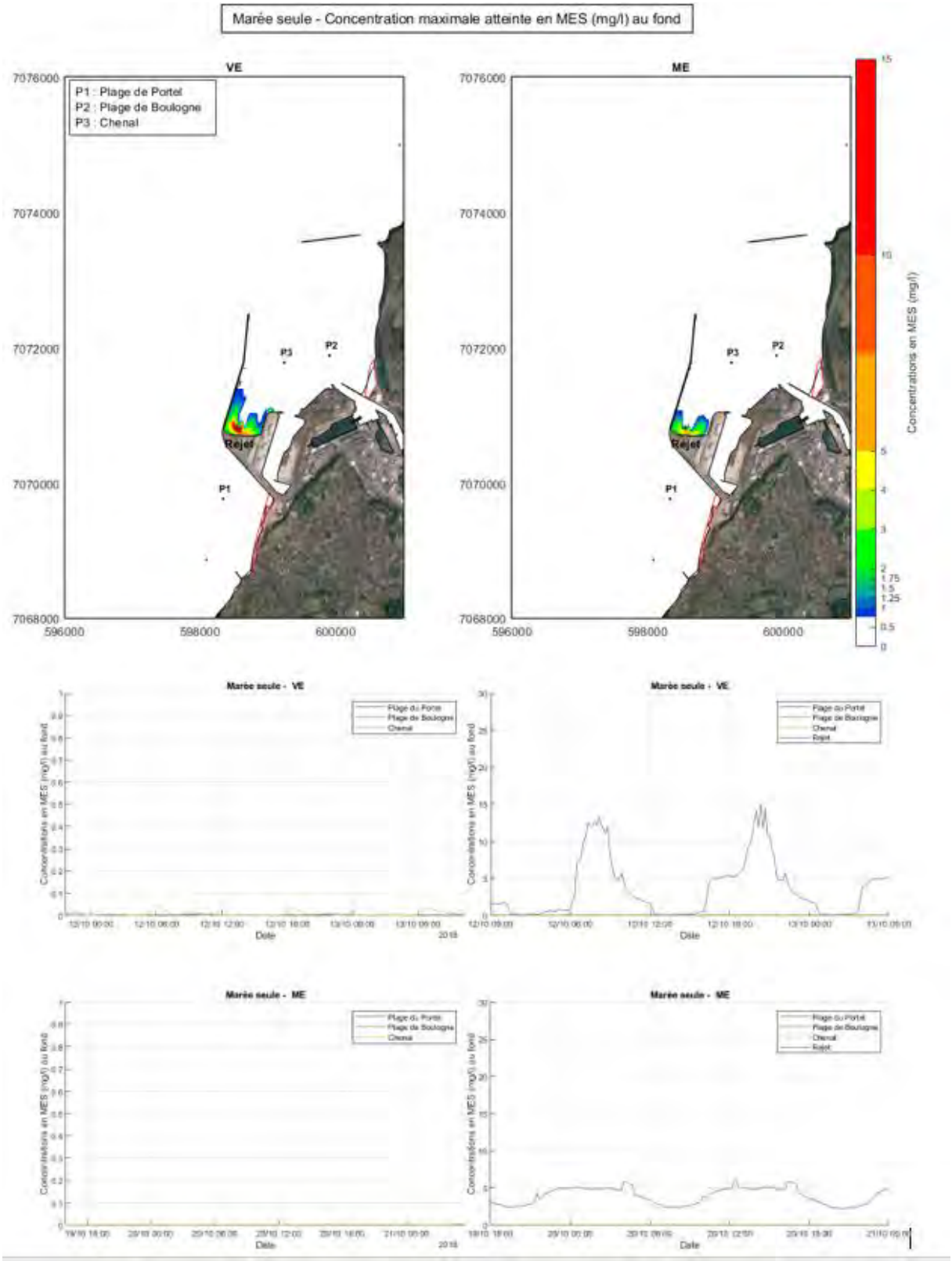


Figure 4-4. Modélisation des MES - Cas de la marée seule.

Tableau 4-10 : Concentration maximale des MES au fond pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	MES (mg/L)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	0.0	0.0	0.0	15.0
2		ME	0.0	0.0	0.0	6.1
3		VE exceptionnelle	0.0	0.0	0.1	24.6
4		ME exceptionnelle	0.0	0.0	0.0	6.1
5	WSW Mensuel	VE	0.0	0.0	0.0	16.8
6		ME	0.0	0.0	0.0	4.8
7	NNE Mensuel	VE	0.0	0.0	0.1	20.1
8		ME	0.0	0.0	0.0	6.1
9	W mensuel	VE	0.0	0.0	0.0	18.2
10		ME	0.0	0.0	0.0	3.3
11	S mensuel	VE	0.0	0.0	0.0	15.0
12		ME	0.0	0.0	0.0	6.2
13	WSW annuel	VE	0.0	0.0	0.0	8.9
14		ME	0.0	0.0	0.0	2.8
15	NNE Annuel	VE	0.0	0.0	0.0	20.8
16		ME	0.0	0.0	0.0	14.6

- **Analyse des résultats**

Pour rappel, la turbidité naturelle au large de la zone est de l'ordre de quelques mg/l, avec une variabilité spatiale et temporelle importante. A la côte, les MES varient d'un facteur 5 ou 10, au fond et en surface, en fonction des saisons et des forçages océaniques.

Pour l'ensemble des cas simulés, la dispersion des MES est très importante et rapide. L'influence des MES rejetées sur le milieu ambiant peut être considérée comme négligeable.

Au niveau du point de rejet, en fond de bassin Ro-Ro, il est observé très localement des panaches présentant des concentrations de l'ordre de 15 à 25 mg/l. Comparées aux teneurs de turbidité mesurées dans la rade et à l'entrée du bassin (> 50 NTU ou l'équivalent approché de 2.5 mg/l), ces concentrations sont 10 fois plus importantes mais restent faibles.

Au niveau des zones sensibles (plages du Portel et de Boulogne-sur-Mer), les concentrations calculées restent négligeables.

➔ Dans tous les cas simulés, les valeurs restent, en dehors des abords de la zone de rejet, inférieures ou dans la gamme basse de la turbidité naturelle.

4.2.2.1.2.1. Température et salinité

Les résultats pour le cas « marée seule » sont présentés pour la température et la salinité respectivement sur les figures suivantes :

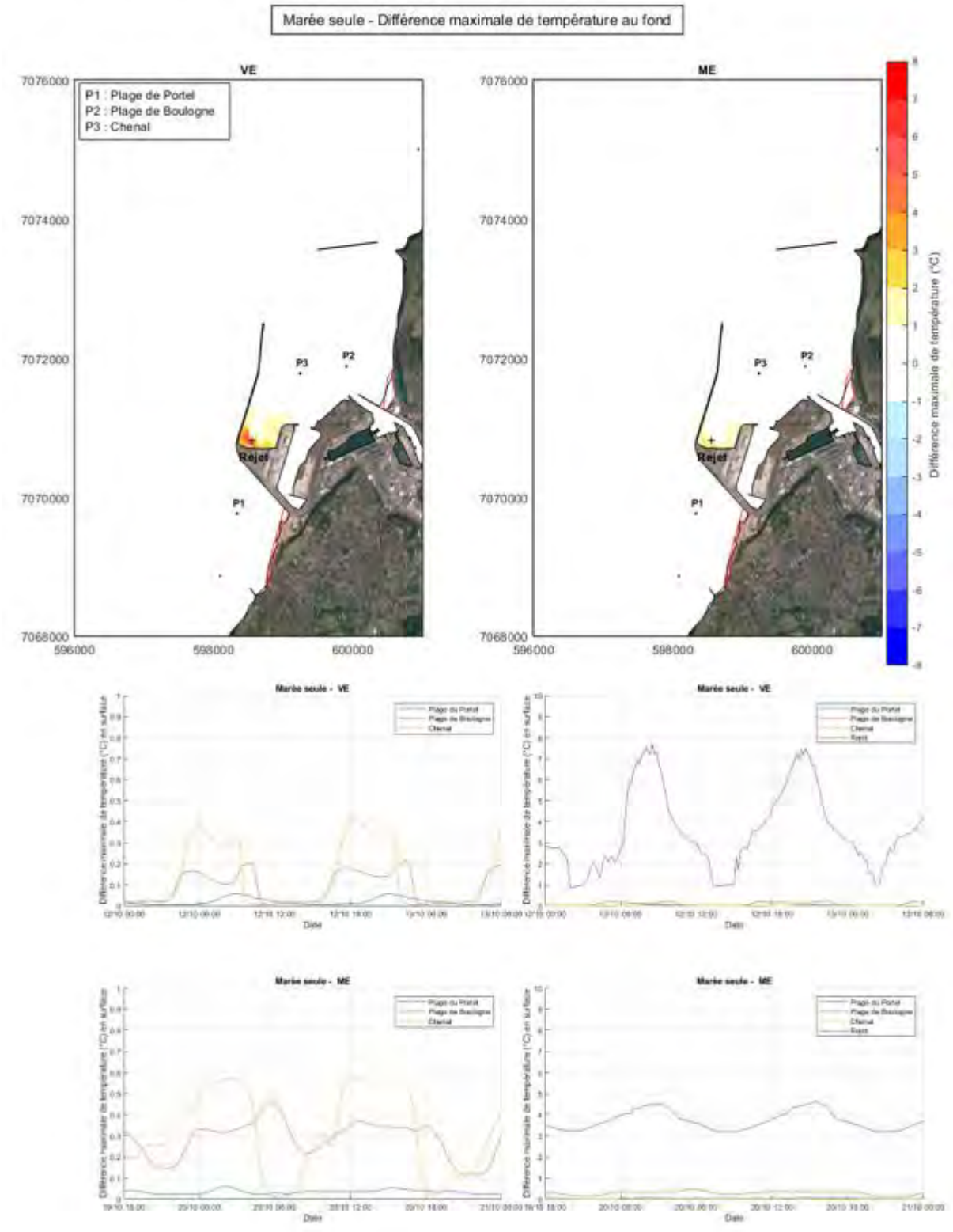


Figure 4-5. Résultats de la modélisation pour la température - Cas de la marée seule.

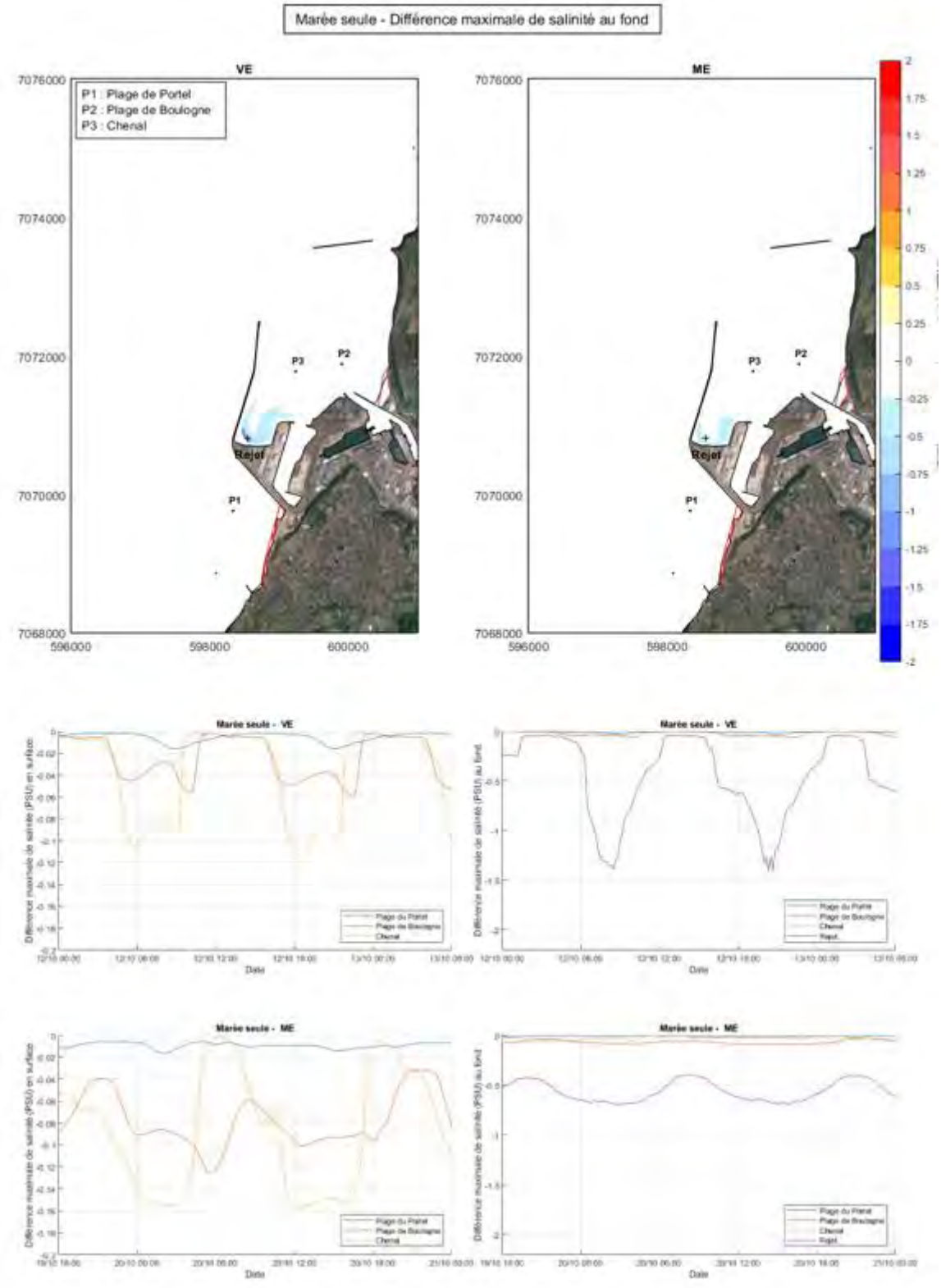


Figure 4-6. Résultats de modélisation pour la salinité - Cas de la marée seule.

Les tableaux suivants résument les valeurs d'augmentation de température et de diminution de salinité relevés aux points de contrôle pour les différents cas simulés.

Tableau 4-11 : Différence de température au fond pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	Différence de température (°C)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	0.1	0.2	0.2	5.2
2		ME	0.1	0.3	0.2	2.6
3		VE exceptionnelle	0.1	0.2	0.2	8.3
4		ME exceptionnelle	0.1	0.3	0.2	2.5
5	WSW Mensuel	VE	0.1	0.1	0.3	6.5
6		ME	0.1	0.2	0.3	2.6
7	NNE Mensuel	VE	0.1	0.1	0.4	7.7
8		ME	0.0	0.1	0.3	3.9
9	W mensuel	VE	0.1	0.3	0.4	7.0
10		ME	0.0	0.3	0.4	2.5
11	S mensuel	VE	0.1	0.2	0.3	5.4
12		ME	0.0	0.2	0.3	2.9
13	WSW annuel	VE	0.0	0.0	0.0	3.9
14		ME	0.0	0.1	0.0	1.4
15	NNE Annuel	VE	0.0	0.0	0.1	7.6
16		ME	0.0	0.1	0.1	5.4

Tableau 4-12 : Différence de salinité au fond pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	Différence de Salinité (PSU)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	-0.02	-0.06	-0.05	-1.41
2		ME	-0.02	-0.09	-0.06	-0.71
3		VE exceptionnelle	-0.02	-0.06	-0.06	-2.25
4		ME exceptionnelle	-0.02	-0.08	-0.05	-0.69
5	WSW Mensuel	VE	-0.02	-0.03	-0.07	-1.77
6		ME	-0.01	-0.04	-0.08	-0.71
7	NNE Mensuel	VE	-0.02	-0.04	-0.10	-2.09
8		ME	-0.01	-0.01	-0.08	-1.06
9	W mensuel	VE	-0.02	-0.09	-0.10	-1.92
10		ME	-0.01	-0.09	-0.11	-0.67
11	S mensuel	VE	-0.02	-0.06	-0.08	-1.48
12		ME	-0.01	-0.07	-0.08	-0.78
13	WSW annuel	VE	-0.00	-0.01	-0.01	-1.06
14		ME	-0.00	-0.01	-0.01	-0.39
15	NNE Annuel	VE	-0.01	-0.00	-0.02	-2.08
16		ME	-0.01	-0.01	-0.02	-1.48

Le panache thermohalin se dilue très rapidement dans le milieu. En effet, ce panache est perceptible seulement aux abords directs du rejet (dans un périmètre de l'ordre de 500 m autour du point de rejet). Au plus proche du point de rejet, l'augmentation de la température peut atteindre localement et sur un temps très limité (pic de quelques minutes) environ 15°C. Si les modélisations ne montrent pas d'effet d'accumulation, la température de l'eau aux abords du point de rejet et dans le bassin concerné tend à se stabiliser avec une valeur de l'ordre de 3°C de plus que celle du milieu ambiant.

En dehors des abords directs du point de rejet, l'augmentation de température ne dépasse pas 0.4°C dans le chenal et 0.3°C au droit de la plage de Boulogne-sur-Mer.

De la même manière, pour la salinité, au plus proche du point de rejet, la diminution atteint localement et sur un temps très limité (pic de quelques minutes) environ 1.5 PSU. Ici encore, les modélisations ne montrent pas d'effet d'accumulation, mais la salinité aux abords du point de rejet et dans le bassin Ro-Ro tend à se stabiliser avec une valeur de l'ordre de 0.5 à 1 PSU de moins que celle du milieu ambiant. Ailleurs, le rejet induit une diminution de l'ordre de 0.1 PSU dans le chenal et au niveau de la plage de Boulogne dans les cas les plus pénalisants.

Notons que ces variations en dehors des abords du rejet, pour la température et la salinité, restent dans la même gamme que les variations spatiales et temporelles naturelles.

Concernant la température et la salinité, les effets du rejet semblent relativement limités en dehors du fond du bassin Ro-Ro (entre la digue Carnot et le terre-plein) qui accueille le rejet.

4.2.2.1.3. Dispersion bactériologique

Pour rappel : Le procédé de traitement des eaux permet d'éviter tout rejet bactériologique dans le milieu naturel.

Cependant, la modélisation envisage les situations les plus pénalisantes et pour cela, après consultation de la Police de l'eau (DDTM/BPE du Pas-de-Calais), les données d'entrée du modèle pour la composition du modèle à considérer correspondent :

- aux valeurs de référence de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation s'appliquent pour une installation dont le rejet s'effectue au milieu naturel (article 32) ;
- aux valeurs seuils de l'arrêté préfectoral d'autorisation au titre du code de l'environnement du système d'assainissement du Portel soit une concentration rejetée maximale de 600 germes pour 100 ml en ce qui concerne les bactéries Escherichia coli et 300 germes pour 100 ml en ce qui concerne les entérocoques (valeur rédhibitoire de 2 000 germes/100 ml).

Les calculs ont donc été réalisés à partir de ces hypothèses très pénalisantes pour confirmer la dispersion.

La modélisation des rejets bactériologiques inclut classiquement un terme de décroissance bactérienne dans le temps, via le paramètre T90. Le T90 est le temps nécessaire (généralement exprimé en heures) pour obtenir un abattement de 90% du nombre de germes. En effet, le milieu marin a un fort pouvoir germicide et des bactéries rejetées en mer ont tendance à décroitre naturellement. Le paramètre T90 dépend en grande partie de la salinité, de la température, de l'intensité lumineuse et de la transparence des eaux. Ces valeurs peuvent varier de quelques heures à plusieurs jours suivant le lieu et/ou la période considérée.

Rappel des normes en vigueur

Eaux de baignade

Les valeurs de concentration guide et impérative pour la qualité des eaux de baignade sont :

Résultats des analyses *d'Escherichia coli* en UFC/100mL

valeur guide = 100 valeur impérative = 2000		
RESULTAT BON	**RESULTAT MOYEN**	**RESULTAT MAUVAIS**
0	100	2000

Résultats des analyses d'entérocoques intestinaux en UFC/100mL

valeur guide = 100 Pas de valeur impérative	
RESULTAT BON	**RESULTAT MOYEN**
0	100

Coquillages

La concentration des micro-organismes dans les tissus des coquillages par rapport au milieu naturel est définie par le facteur d'enrichissement. Il varie de 0,6 à 250 ; un facteur 30 est utilisé dans la plupart des études. Selon le Guide Méthodologique pour l'Elaboration des profils de vulnérabilité conchylicole (Agence de l'eau Loire-Bretagne, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie), le facteur d'enrichissement peut varier largement en fonction de nombreux facteurs : temps d'exposition à la masse d'eau contaminée, l'état physiologique du bivalve (les naissains de moules concentrent davantage que les bivalves adultes selon Schwartzbrod et col. 1991), le type de bactérie, son efficacité de filtration, le poids et le volume du liquide intervalvaire.

Néanmoins, le Guide préconise la prise en compte des facteurs d'enrichissement en *E. coli* suivants :

- pour les huîtres : f = 27 (arrondi à 30) ;
- pour les moules : f = 10.

Le calcul de ces facteurs d'enrichissement permet le classement de la qualité des zones conchylicoles selon quatre catégories :

Critère	Classement sanitaire A	Classement sanitaire B	Classement sanitaire C	Classement sanitaire D
Qualité microbiologique (nombre / 100g de chair et de liquide intervalvaire de coquillages (CLI)	< 230 E. coli	> 230 E. coli et < 4 600 E. coli	> 4 600 E. coli et < 46 000 E. coli	> 46 000 E. coli

(source : Guide Méthodologique pour l'Elaboration des profils de vulnérabilité conchylicoles - Agence de l'eau Loire-Bretagne, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie)

Analyse des résultats

Les modélisations réalisées permettent d'appréhender la dispersion d'un traceur passif conservatif. Cela revient donc à ne pas appliquer de décroissance aux germes : on peut donc considérer ceci comme la simulation d'un cas pénalisant, correspondant à un T90 infini.

Les hypothèses de concentration dans le rejet sont :

- *Escherichia coli* 600 UFC/100 ml
- Entérocoques 300 UFC/100 ml.

Sur les zones identifiées, les concentrations induites par le rejet, en considérant un T90 « infini » sont les suivantes :

Tableau 4-13. Synthèse des résultats : Concentration maximale en E. coli en surface pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini

Cas	Conditions	Marée	*E. coli* (UFC/100ml)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	3.2	12.5	24.1	420.6
2		ME	3.3	25.2	33.5	269.9
3		VE exceptionnelle	4.7	11.4	20.2	498.0
4		ME exceptionnelle	3.2	24.4	30.8	234.3
5	WSW Mensuel	VE	3.5	6.6	19.8	426.8
6		ME	1.4	9.0	21.8	212.7
7	NNE Mensuel	VE	4.8	7.7	19.7	466.1
8		ME	2.2	2.9	23.1	304.9
9	W mensuel	VE	4.7	17.8	21.5	447.3
10		ME	2.2	18.2	27.5	216.4
11	S mensuel	VE	3.4	11.5	18.3	408.3
12		ME	2.2	13.4	24.8	276.0
13	WSW annuel	VE	0.4	1.8	1.9	329.6
14		ME	0.0	2.8	2.3	213.0
15	NNE annuel	VE	2.4	0.8	3.4	420.9
16		ME	2.2	2.9	2.8	361.6

Tableau 4-14. Synthèse des résultats : Concentration maximale en Entérocoques en surface pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini

Cas	Conditions	Marée	*Entérocoques (UFC/100ml)*			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée seule	VE	1.6	6.2	12.0	210.3
2		ME	1.7	12.6	16.7	135.0
3		VE exceptionnelle	2.4	5.7	10.1	249.0
4		ME exceptionnelle	1.6	12.2	15.4	117.2
5	WSW Mensuel	VE	1.7	3.3	9.9	213.4
6		ME	0.7	4.5	10.9	106.3
7	NNE Mensuel	VE	2.4	3.9	9.9	233.0
8		ME	1.1	1.4	11.6	152.5
9	W mensuel	VE	2.3	8.9	10.7	223.6
10		ME	1.1	9.1	13.8	108.2
11	S mensuel	VE	1.7	5.7	9.2	204.1
12		ME	1.1	6.7	12.4	138.0
13	WSW annuel	VE	0.2	0.9	0.9	164.8
14		ME	0.0	1.4	1.1	106.5
15	NNE annuel	VE	1.2	0.4	1.7	210.5
16		ME	1.1	1.4	1.4	180.8

➔ En dehors des abords directs du point de rejet, les valeurs sont largement en dessous des normes en vigueur pour la qualité des eaux des baignade (< 100UFC/100ml).

Pour les coquillages, les résultats sont à multiplier par le facteur d'enrichissement (10 pour les moules et 30 pour les huitres). Dans les zones concernées par les gisements des coquillages, les concentrations sont pour l'ensemble des cas simulés inférieures à 1 pour 1000 unités rejetés. Aussi, on peut déduire que les concentrations en *E. voli* seront inférieures à 0.6 UFC/100 ml dans l'eau. En appliquant le facteur d'enrichissement, on atteint moins de 20 E. Coli pour 100 g de CLI.
Ces valeurs sont très en dessous des seuils règlementaires concernant les coquillages.

Les résultats confirment l'absence de contamination bactériologique. Pour rappel, Il n'y a pas d'émissions prévues de germes bactériologiques fécaux dans le rejet.

4.2.2.2. Incidences sur la qualité des sédiments

Comme mentionné précédemment, il n'y a pas de risque de modification sédimentaire liée à la présence de la conduite de pompage (matériaux sableux fins).

En ce qui concerne le bassin portuaire au sein duquel sera installé la conduite de rejet, les dépôts de MES ont été simulés sur un mois, en conditions conservatives (marée seule).
Les résultats sont présentés sur la figure suivante :

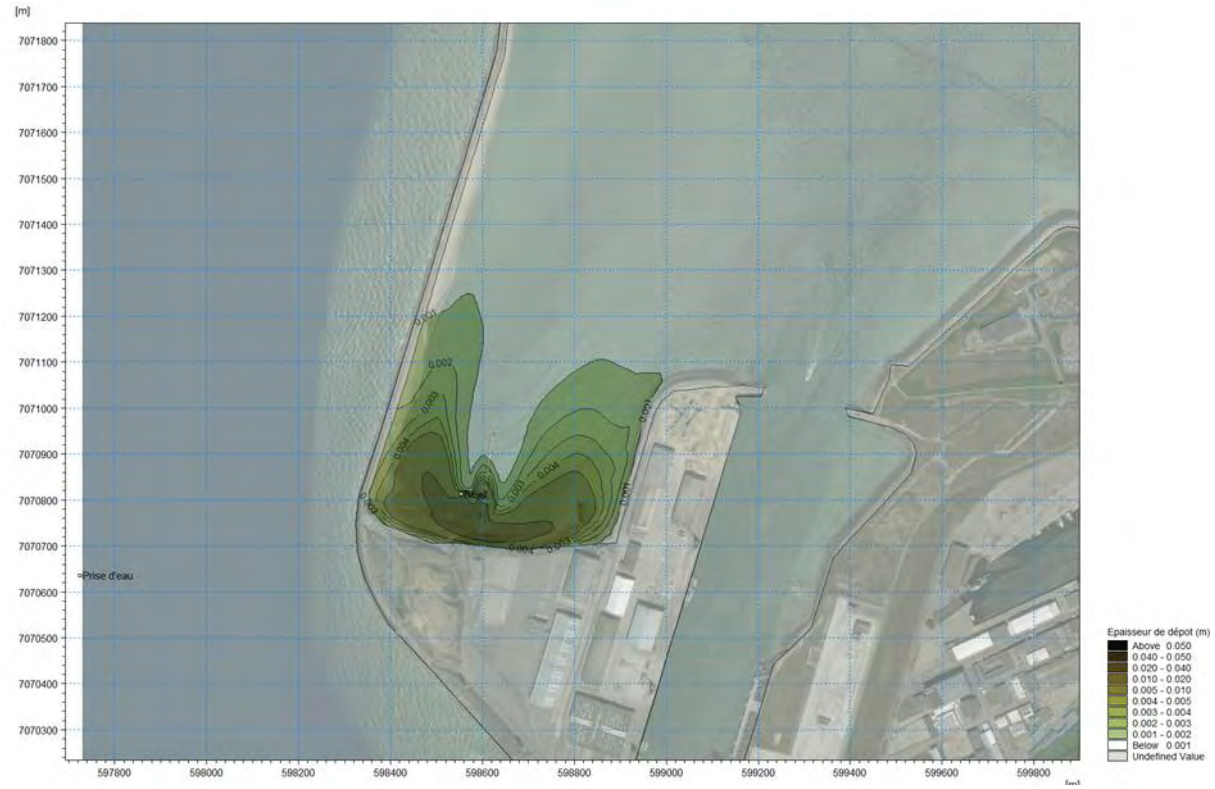


Figure 4-7 : Epaisseur de dépôts après un mois dans le cas de la simulation « marée seule »

Les dépôts inférieurs à 1 mm après un mois de simulation sont considérés comme négligeables. Les résultats ne tiennent pas compte des processus de tassement des vases et sont donc également très conservatifs (le dépôt reste du « dépôt frais » non consolidé tout au long de la simulation).

Aucun dépôt supérieur à 1 mm n'est observé après 1 mois en dehors du fond du bassin Ro-Ro, situé entre la digue Carnot et le Môle Ouest, sur 500 m au droit du point de rejet au maximum. Si l'on extrapole

à 1 année, l'ordre de grandeur des dépôts sur ce secteur situé en sortie du bassin (au niveau de la jonction avec le chenal dragué) serait de l'ordre du centimètre si l'on considère que le dépôt après 1 an est tassé d'un facteur 4 à 5 par rapport au dépôt frais de quelques heures à quelques jours. En tenant compte des effets de tassement, le dépôt se situerait plutôt aux alentours de quelques millimètres par an, ce qui est négligeable au regard du dépôt naturel.

Le modèle ne montre donc pas de dépôt significatif, en dehors du fond du bassin Ro-Ro. Les zones actuellement draguées (chenal vers la Darse Sarraz-Bournet) ne sont pas impactées, et par conséquent les rejets ne modifieront pas les volumes de dragage nécessaires sur les secteurs concernés.

En ce qui concerna la qualité des sédiments au niveau du bassin Ro-Ro, ceux-ci sont naturellement de bonne qualité, pas de il n'existe pas de contamination supplémentaire par les MES qui seront traitées avant d'être rejetées.

De ce fait, aucune incidence n'est attendue sur la qualité des sédiments.

4.2.2.3. Incidences sur la qualité de l'eau

Ce chapitre présente les incidences potentielles du projet sur la qualité de l'eau lors de la phase d'exploitation de la ferme aquacole. Il présente un rappel des concentrations des composants modélisés, un état de l'art des valeurs de référence en France auxquels les résultats de la modélisation sont ensuite comparés, lorsque c'est possible. Les valeurs modélisées sont les valeurs maximales, le rejet présentera des concentrations inférieures à ces valeurs.

4.2.2.3.1. Valeurs de référence

Pour rappel, les paramètres considérés dans le rejet sont : les matières en suspension (MES, code sandre 1305), l'Azote total (code sandre 6018) et le Phosphore total (code sandre 1350), la demande chimique en oxygène (DCO, code sandre 1314) et la Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5, code sandre 1313).

Les concentrations suivantes ont été considérées pour les modélisations. Le rejet présentera des concentrations inférieures à celles modélisées, réduisant les incidences.

Tableau 4-15. Concentration des composants modélisés.

Composant	Concentration prise en compte pour les modélisations (mg/L)
Matière en suspension (MES)	35
DCO	125
DBO5	30
Azote total	30
Phosphore total	10

En l'absence de **Valeurs Limites d'Emissions** (VLE) pour l'activité de pisciculture en eau de mer, les valeurs de référence ont été considérées, après consultation de la Police de l'eau (DDTM/BPE du Pas-de-Calais), selon l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation s'appliquent pour une installation dont le rejet s'effectue au milieu naturel (article 32) :

- MES : 35 mg/L ;
- DBO5 : 30 mg/L ;
- DCO : 125 mg/L ;
- Azote global (exprimé en N) : 30 mg/L ;
- Phosphore total (exprimé en P) : 10 mg/L.

Ce même arrêté du 2 février 1998, modifié par l'arrêté du 24/08/2017, rappelle, concernant la température des eaux :
La température des effluents rejetés doit être inférieure à 30°C sauf si la température en amont dépasse 30°C […] Pour les eaux réceptrices auxquelles s'appliquent les dispositions de l'article D.211-10 du code de l'environnement, les effets du rejet, mesurés dans les mêmes conditions que précédemment, doivent également respecter les dispositions suivantes :

- ne pas entraîner une élévation maximale de température de 1,5°C pour les eaux salmonicoles, de 3°C pour les eaux cyprinicoles et de 2°C pour les eaux conchylicoles,
- ne pas induire une température supérieure à 21,5°C pour les eaux salmonicoles, à 28°C pour les eaux cyprinicoles et à 25°C pour les eaux destinées à la production d'eau alimentaire,
- ne pas entraîner un accroissement supérieur à 30% des matières en suspension et une variation supérieure à 10% de la salinité pour les eaux conchylicoles.

Un post-traitement bactériologique du rejet étant obligatoire, les seuils de référence bactériologiques étudiés sont les seuils de l'arrêté préfectoral d'autorisation au titre du code de l'environnement du système d'assainissement de Le Portel, soit une concentration rejetée de 600 germes pour 100 ml en ce qui concerne les bactéries *Escherichia coli* et 300 germes pour 100 ml en ce qui concerne les Entérocoques (valeurs rédhibitoires fixées à 2 000 germes pour 100 ml). En concertation avec la Police de l'eau du Pas-de-Calais, une tolérance est acceptée car le contexte de construction de la ferme aquacole est différent de celui de construction d'une station d'épuration.

Le procédé de traitement des eaux permet d'éviter tout rejet bactériologique dans le milieu naturel.

Il n'y a pas de **normes de qualité environnementale** (NQE) pour le milieu marin. La Directive Cadre Eau fixe des substances à surveiller pour définir le bon état écologique et chimique des masses d'eau côtières (Ifremer-INERIS, 2006) :

- les "Normes de qualité environnementale" pour les polluants spécifiques s'étendent telle que la concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée afin de protéger l'environnement ;
- les "Normes de qualité environnementale" pour les substances de l'état chimique s'étendent telles que la concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement.

L'arrêté du 25 janvier 2010 modifié relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement fixe les critères par exemple de « Bon état » :

- des masses d'eaux de transition :
    - Les variations de profondeur, l'état du substrat ainsi que la structure et l'état des zones intertidales correspondent totalement ou presque totalement aux conditions non perturbées ;
    - La température, le bilan d'oxygène et la transparence ne dépassent pas les normes établies pour assurer le fonctionnement de l'écosystème et pour atteindre les valeurs indiquées ci-dessus pour les éléments de qualité biologique ;
    - Les concentrations de nutriments ne dépassent pas les niveaux établis pour assurer le fonctionnement de l'écosystème et pour atteindre les valeurs indiquées ci-dessus pour les éléments de qualité biologique.
- des masses d'eaux côtières :
    - Légères modifications dans la biomasse moyenne du phytoplancton par rapport aux conditions physico-chimiques caractéristiques. Ces changements n'indiquent pas de croissance accélérée des algues entraînant des perturbations indésirables de l'équilibre des organismes présents dans la masse d'eau ou de la qualité de l'eau, en termes de transparence ;
    - La fréquence et l'intensité de l'efflorescence planctonique peuvent augmenter légèrement ;

- La température, le bilan d'oxygène et la transparence ne dépassent pas les niveaux établis pour assurer le fonctionnement de l'écosystème et pour atteindre les valeurs établies pour les éléments de qualité biologique ;
- Les concentrations de nutriments ne dépassent pas les niveaux établis pour assurer le fonctionnement de l'écosystème et pour atteindre les valeurs établies pour les éléments de qualité biologique.

L'arrêté du 17 décembre 2012 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines fixe les valeurs guides par descripteur[16] avec les critères[17] et les indicateurs[18] sur la base de paramètres[19].
Les éléments généraux analysés pour la qualité des eaux (descripteurs 5 et 8) sont : transparence (turbidité), température de l'eau, bilan d'oxygène, salinité, concentration en nutriments, polluants spécifiques (substances prioritaires). Dans les eaux côtières et de transition, les valeurs seuils sont fixées conformément à l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié susvisé.

- **Descripteur 5 – eutrophisation d'origine humaine**
  - critère D5C1 : concentration en nutriments sans effets néfastes liés à l'eutrophisation, sur la base des nitrates (NO3-) et du phosphore inorganique dissous (PID) ; l'indicateur est la médiane de la concentration de ces éléments, exprimé en micromoles par litre (µmol/L)
    critère de bon état écologique dans les eaux côtières : 25.65 µmol/L de NO3- et 0.8 µmol/L en PID
  - critère D5C2 : concentration en chlorophylle-a sans effets néfastes liés à l'eutrophisation ;
    critère de bon état écologique : <5 µg/L dans les eaux de transition
  - critère D5C4 : turbidité pour estimer la transparence de l'eau (effets néfastes liés à l'enrichissement du milieu par les algues en suspension).
    La valeur seuil en Manche-Atlantique est de 7 NTU pour les eaux de transition et 3 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) pour les eaux du large
  - critère D5C5 : concentration en oxygène dissous (DBO)
    critère de bon état écologique dans les eaux côtières : 3 mg/L
- **Descripteurs 8 - contaminants chimiques**
  - critère D8C1) : métaux lourds et hydrocarbures…
    Ces polluants spécifiques n'incluant pas les paramètres du rejet

4.2.2.3.2. Modélisation du rejet

Les méthodes de traitement des eaux du rejet permettent de descendre les concentrations en accord avec VLE les plus restrictives (arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation) : les valeurs en azote et phosphore totaux sont calées sur ces maximums, les autres paramètres sont inférieurs aux VLE.

L'analyse de la dilution du rejet et de la dispersion du nuage (turbide et thermohalin) engendré se base sur les résultats de la modélisation (extension et taux de dilution) que nous avons comparés aux valeurs mesurées (suivi SOMLIT) caractérisant l'état initial du milieu et aux NQE disponibles (descripteur eutrophisation), afin d'en estimer les incidences par rapport aux usages (eaux de baignade et conchyliculture, biodiversité et fonctionnalités écologiques).

[16] « Descripteur » : un énoncé qualitatif d'un aspect particulier du bon état écologique du milieu marin, tel que listé dans l'annexe I de la directive 2008/56/CE
[17] « Critère » : une caractéristique technique permettant d'évaluer le degré d'accomplissement du bon état écologique. Sauf mention contraire, les critères identifiés dans le présent arrêté se réfèrent aux critères listés dans la décision 2010/477/UE
[18] « Indicateur » : un paramètre ou une combinaison opérationnel(le) de paramètres qui permet de juger de l'atteinte du bon état écologique et de mesurer l'accomplissement des progrès vers le bon état écologique
[19] « Paramètre » : un élément variable pris en compte dans la description d'un phénomène et permettant, seul ou associé à d'autres paramètres, la construction d'un indicateur

Les résultats de la modélisation permettent ainsi d'étudier l'augmentation en polluants dans le milieu ; ceci concerne les sels nutritifs uniquement (puisqu'il n'y a pas de pollution métallique ou HAP/PCB attendue dans le rejet) et la turbidité.
Ainsi, dans l'estimation d'une dilution suffisante sans dégrader la qualité du milieu marin, on pourra estimer que les VLE sollicitées par l'exploitant sont adaptées.

L'analyse des concentrations par élément, sur la série temporelle de la plage de l'Hoverport et pour les différents scénarios modélisés, est la suivante (le rapport des modélisations est en Annexe 1) :

- **Oxygénation des eaux** : les données calculées varient entre 0 (vent de NNE en ME) à 1.3 mg/L (marée seule en ME). Ces données sont inférieures à la VLE de 30 mg/L ainsi qu'à la NQE de 3 mg/L dans les eaux côtières (bon état écologique) ;
- **DCO** : il est relevé au maximum 5.3 mg/L (marée seule en ME) pour une valeur limite d'émission (VLE) de 125 mg/L ; pas de valeur NQE ;
- **MES** : Aucune augmentation de la concentration en MES n'est constatée au niveau de la plage de l'Hoverport, pour rappel, la VLE concernant ce paramètre est de 100 mg/L et la NQE de 26 mg/L;
- **Azote total** : les concentrations maximums sont de 1.3 mg/L(ME) pour une VLE de 30 mg/L, soit une dilution d'un facteur 23 ; il n'y a pas de NQE comparable ;
- **Phosphates totaux** : les concentrations maximums sont de 0.4 mg/L pour une VLE 10 mg/L soit une dilution d'un facteur 25 ; il n'y a pas de NQE comparable ;
- **Température** : la différence de température maximale observée au niveau de la plage de l'hoverport est de 0.3°C maximum. Cette élévation reste bien inférieure à la limite d'augmentation de 1.5°C fixée pour les eaux salmonicoles.

Ainsi les concentrations par élément, au niveau de la plage de l'hoverport restent bien inférieures aux normes de qualité environnementales. Les valeurs mesurées au niveau du point de la plage du Portel, de Boulogne-sur-Mer et de Wimereux sont également très faible en raison de la distance avec le point de rejet.

Les résultats de modélisation amèneraient à conclure sur l'absence de risque d'eutrophisation et d'atteinte à la qualité de l'eau pour les organismes vivants (pas d'augmentation de la turbidité et de l'oxygénation des eaux) et donc sur une incidence négligeable du rejet sur la qualité du milieu récepteur. Ces conclusions concernent les zones à enjeux identifiées : Plage de Boulogne-sur-Mer et du Portel.

Au niveau de la zone de rejet en fond de bassin Ro-Ro, l'analyse des concentrations par élément, pour les différents scénarios modélisés, est la suivante :

- **Oxygénation des eaux** : les données calculées varient entre 10.6 (vent de OSO en ME) à 24.9 mg/L (VE exceptionnelle). Ces données sont inférieures à la VLE de 30 mg/L mais dépassent la NQE de 3 mg/L dans les eaux côtières (bon état écologique) ;
- **DCO** : il est relevé des valeurs comprises entre 44.3 mg/L et 103.8mg/L (VE exceptionnelle) pour une valeur limite d'émission (VLE) de 125 mg/L ; pas de valeur NQE ;
- **MES** : les concentrations maximales en MES mesurées au niveau du point de rejet sont de 24.6 mg/L lors du cas de VE exceptionnelle, la VLE concernant ce paramètre est de 100 mg/L et la NQE de 26 mg/L ;
- **Azote total** : les concentrations maximums sont de 24.9 mg/L(VE exceptionnelle) pour une VLE de 30 mg/L; il n'y a pas de NQE comparable ;
- **Phosphates totaux** : les concentrations maximums sont de 7.8 mg/L pour une VLE 10 mg/L; il n'y a pas de NQE comparable ;
- **Température** : la différence de température maximale observée au niveau du point de rejet est de 8.3°C maximum en condition de Vive Eau exceptionnelle, très ponctuellement et circonscrit à la zone du rejet. Cette élévation est supérieure à la limite d'augmentation de 1.5°C fixée pour les eaux salmonicoles.

Ainsi, les données mesurées issues de la modélisation au niveau du point de rejet ne dépassent pas les Valeurs Limites d'Emissions, excepté pour la température où il est relevé 3°C d'augmentation en

moyenne de température par rapport au milieu ambiant, et jusqu'à 8.3°C en condition de Vives Eaux exceptionnelle, sur une durée très restreinte.
Les valeurs du paramètre oxygénation des eaux peuvent également dépasser la norme de qualité environnementale dans toutes les conditions de mer modélisées au niveau du point de rejet. Les valeurs mesurées au sein du chenal sont toujours inférieures au NQE pour ce paramètre indiquant la dilution rapide du panache.

Ainsi, les incidences liées au rejet des eaux au sein du bassin Ro-Ro peuvent être évaluées comme négligeables sur les eaux côtières et de baignade, en raison de l'importante dilution ayant lieu entre la zone de rejet et ces points de mesure.

Le panache turbide reste en effet plus concentré dans une zone restreinte au fond de bassin Ro-Ro. C'est également la raison pour laquelle l'incidence sur la qualité des eaux portuaires liées à l'exploitation de la conduite de rejet sont évaluées comme faibles, car contiguë au fond du bassin Ro-Ro.
Les paramètres de la qualité de l'eau seront ainsi à suivre dans le cadre de ce projet afin de garantir la non-eutrophisation de cette zone.

4.2.2.4. Incidences sur la qualité des zones conchylicoles

Le panache généré par la conduite de rejet n'atteint pas les zones d'exploitation : les incidences sur la qualité des zones conchylicoles au nord du port sont considérées comme nulles.

La modélisation montre que le panache des concentrations maximales liées aux conditions hydrodynamiques les plus pénalisantes peut atteindre la zone des gisements naturels du Portel ; le calcul de dilution indique que les concentrations en germes sont largement inférieures aux normes sanitaires. Il n'y a pas a priori de risque sanitaire pour les gisements conchylicoles.

4.2.2.5. Synthèse des incidences sur la qualité du milieu (phase d'exploitation)

Qualité du milieu / phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Qualité des sédiments						
Qualité des sédiments portuaires	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Qualité des sédiments côtiers	Faible	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Qualité des eaux						
Eaux littorales	Moyenne	Dégradation de la qualité de l'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Eaux portuaires	Faible				Faible	Faible
Eaux de baignade	Moyenne				Négligeable	Nulle
Qualité des zones conchylicoles						
Parc 10N Wimereux	Nulle	Dégradation de la qualité de l'eau	Directe	Temporaire	-	Nulle
62.08 Boulogne-sur-Mer	Nulle				-	Nulle
Fort de l'Heurt – Le Portel	Faible				Négligeable	Négligeable

➔ La zone située au niveau de la conduite de rejet (fond du bassin Ro-Ro) est plus sensible à un rejet court, que les autres zones présentant plus d'enjeux comme les plages de Boulogne-sur-Mer ou du Portel du fait de sa proximité avec la zone du projet et de la configuration du site (réduction et déviation des courants par la digue Carnot). C'est pourquoi les incidences sont évaluées comme faibles sur la qualité des eaux portuaires et de négligeables sur la qualité des eaux littorales et de baignade. Le paramètre le plus pénalisant est la température avec des hausses très ponctuelles, sans incidences sur la qualité des eaux.

4.2.3. Incidences sur le milieu naturel

4.2.3.1. Incidences sur les peuplements benthiques

Les principales incidences attendues en phase d'exploitation sur les peuplements benthiques sont liées à de potentielles perturbations de l'habitat des substrats meubles ainsi qu'à un effet récif, lié à l'introduction de structures immergées au niveau des sorties des conduites de prise d'eau et de rejet.

- **Modifications de l'habitat**

La conduite de pompage est enterrée et ne fait pas obstacle au transit sédimentaire, elle ne modifie pas les écoulements. La présence d'une structure fixe sur le fond marin est suffisamment ouverte pour ne pas modifier les écoulements mais des affouillements peuvent se créer très localement.
Le rejet n'est pas directement dirigé sur le fond et ne modifie pas l'hydrodynamisme du bassin Ro-Ro. La conduite reposera directement sur le fond pourra restreindre l'aire de répartition des communautés benthiques de substrat meubles déjà en place, cet effet sera limité à l'emprise de la conduite soit une centaine de m^2.

Au sein du fond de bassin Ro-Ro des changements de température de l'eau ainsi qu'une accumulation des MES en fond de bassin pourrait générer un changement des conditions de l'habitat, pouvant avoir un effet sur les communautés benthiques déjà en place. Les dépôts de MES ont été simulés sur un mois, aucune accumulation supérieure à 1 mm n'est constatée dans la modélisation réalisée, cet effet est évalué comme négligeable.
De plus, les communautés benthiques présentes au sein du port présentent un faible intérêt écologique. Cependant les modifications de la température en fond (de 3°C en moyenne) de bassin pourraient engendrer des conditions défavorables pour les communautés déjà présente, et favorable pour d'autres espèces opportunistes. Cependant, ces changements sont restreints à la zone de fond de bassin Ro-Ro, soit une faible emprise à l'échelle des communautés benthiques de l'ensemble des bassins de la zone portuaire.

Ainsi, il n'y a pas de modification hydrosédimentaire des fonds et donc aucune incidence sur la composition des habitats qui accueillent les mêmes communautés benthiques. Les incidences de l'exploitation de la conduite sur les peuplements benthiques sont toutefois qualifiées de faibles en raison des changements de température pouvant avoir une incidence sur le milieu de vie des communautés portuaires déjà en place. Cette incidence pourra être requalifiée si des suivis sont mis en place montrant l'absence d'effets liés aux variations de températures en fond de bassin.

- **Effet récif**

L'effet récif permet de nommer le phénomène de colonisation biologique ayant lieu sur la plupart des objets anthropiques immergés et qui évolue en termes de diversité, biomasse et abondance des organismes formant cette communauté benthique en fonction de la durée d'immersion de l'objet (Langhamer, 2012). La communauté benthique de substrat dur qui colonise les récifs artificiels, qui est qualifié de 'biofouling', diffère généralement de la communauté installée sur le substrat dur naturel environnant par sa composition taxonomique (floristique et/ou faunistique) (Thanner et al., 2006). Le degré de ressemblance faunistique entre la communauté « artificielle » et la communauté « naturelle » varie en fonction de plusieurs facteurs : nature du matériau utilisé, configuration et orientation de la structure artificielle, durée et saison d'immersion.

Sur la zone des conduites, l'effet récif est lié à l'introduction d'un substrat dur sur les structures mises en place au niveau du rejet et de la conduite de pompage. Ceci pourrait conduire à leur colonisation à partir des zones rocheuses proches : il n'y a pas introduction de nouvelles espèces, au niveau de la conduite de pompage.
Au niveau de la conduite de rejet, il se crée un effet récif local par rapport aux peuplements des zones sableuses. Cependant, au regard de la faible emprise au sol, cet effet est négligeable à l'échelle des communautés benthiques de la zone portuaire.
➔ L'intensité de l'effet récif en phase d'exploitation sur le compartiment benthique est négligeable au regard de sa superficie, et l'incidence résultante est négligeable.

4.2.3.2. Incidences sur l'ichtyofaune

Les principales incidences attendues en phase d'exploitation sur l'ichtyofaune sont liées à une potentielle altération de l'habitat fonctionnel due au rejet, une modification dans la colonne d'eau liée au rejet (température, turbidité…), ainsi qu'un effet récif lié aux structures mises en place.

- **Altération de l'habitat**

Le principal effet potentiel attendu sur les espèces halieutiques est l'altération de l'habitat fonctionnel par le rejet. La zone de nourricerie reconnue est localisée au sein de la rade, en dehors de la zone d'influence du rejet, et il n'y a pas de frayère identifiée au sein du bassin Ro-Ro. L'augmentation de la température en fond de bassin pourrait avoir une incidence sur la fréquentation des espèces d'ichtyofaune de la zone d'influence du rejet, en particulier des juvéniles. Il est difficile à ce stade d'évaluer la portée des changements pouvant être apportés par une augmentation moyenne de la température des eaux de 3°C en fond de bassin Ro-Ro. Un changement du cortège d'espèces fréquentant la zone pourrait être attendu, la mise en place de suivis des communautés halieutiques pourrait confirmer ou infirmer cette hypothèse de changements de répartition des espèces.

Il est important de rappeler que les modifications de températures modélisées ne concernent que le fond bu bassin Ro-Ro. Les modifications ayant été enregistrées au sein du chenal sont trop faible pour avoir une quelconque incidence sur les espèces fréquentant les chenaux, en particulier les espèces amphihalines. La mise en place de la conduite sera sans effet sur les populations de poissons migrateurs fréquentant le port pour rejoindre la Liane.

En raison de l'absence de contamination des eaux de rejet et de la dilution rapide dans la colonne d'eau, les incidences potentielles sur les changements de l'habitat seront cantonnés au fond de bassin Ro-Ro, zone très restreinte à l'échelle de la réparation des communautés d'ichtyofaune fréquentant le port et la zone côtière. C'est pourquoi les incidences sur les habitats fonctionnels sont qualifiées de faibles.

- **Modifications dans la colonne d'eau**

Une protection sera placée devant la conduite de pompage afin d'empêcher d'aspirer des juvéniles de poissons aux capacités natatoires moins importantes.
Le rejet se fait dans la colonne d'eau en fond de bassin, les modifications de courants apportés par ce rejet au sein du bassin sont trop faibles pour avoir une incidence directe sur les fonds pour les juvéniles benthiques.

- **Effet récif (concentration de poissons)**

Le système de protection des conduites de pompage et de refoulement est trop petit (faible surface des structures immergées) pour engendrer un effet récif qui attire les poissons inféodés aux substrats rocheux. L'intensité de l'effet est donc abaissée (négligeable) et l'incidence résultante nulle.

➔Les incidences attendues liées à l'exploitation des conduites sur les habitats fonctionnels et la colonne d'eau sont considérées comme négligeables à faibles.
➔L'incidence temporaire liée au dérangement lors des opérations d'entretien des conduites sont estimées comme négligeables.

4.2.3.3. Incidences sur les mammifères marins

Les principaux effets attendus sur les mammifères marins en phase d'exploitation sont liés à l'altération potentielle de l'habitat, à des effets via le lien trophique ainsi qu'à la présence de nouveaux obstacles sur le fond.

- **Altération potentielle de l'habitat**

Les structures sur le fond constituent des structures légères isolées qui peuvent facilement être évitées et qui ne prennent pas emprise sur la zone de repos et d'alimentation.
Les augmentations de température pouvant être générées par le panache de rejet ne sont pas de nature à modifier le comportement des mammifères marins pouvant fréquenter la zone.

- **Effet sur le lien trophique**

La zone de projet n'est pas utilisée comme une zone d'alimentation par les mammifères marins, aucun effet sur le lien trophique n'est donc à attendre lier à l'exploitation des conduites.

- **Effet récif**

Comme indiqué précédemment, l'effet récif des structures de protection des conduites n'est pas assez important pour attirer suffisamment de poissons et constituer une nouvelle zone d'alimentation.
Les mammifères marins (phoques) peuvent manifester un comportement de curiosité à l'installation mais le rejet est moins attractif et provoque plutôt un comportement d'évitement.

- **Dérangement des espèces dans le port (phase de maintenance)**

Un dérangement pourrait être induit lors des maintenances de la conduite de rejet en raison de sa proximité avec la zone de repos des phoques fréquentant le site portuaire. La réponse comportementale des individus aux opérations de maintenance pourrait être la fuite. Cette incidence temporaire est évaluée comme négligeable sur les mammifères marins fréquentant la zone portuaire et marine.

➔Les incidences attendues liées à l'exploitation des conduites sur les habitats fonctionnels et la colonne d'eau, ainsi que sur le lien trophique, sont toutes considérées comme négligeables.
➔L'incidence temporaire liée au dérangement lors des opérations d'entretien des conduites sont estimées comme négligeables.

4.2.3.4. Incidences sur l'avifaune

En phase d'exploitation, chacune des deux sorties des conduites et portant la marque de danger isolé, sont susceptibles de servir de reposoir aux oiseaux fréquentant la zone.

Le panache de rejet est rapidement dilué et restreint à une zone contenue autour de la conduite, il n'est pas susceptible de générer d'effet par lien trophique ou modification des habitudes de pêche de l'avifaune.
En particulier, il n'y a pas d'effet système de concentration des poissons.

Les incidences liées à la partie marine et bassin portuaire du projet, en phase d'exploitation, sur l'avifaune en mer sont considérées comme négligeables.
L'incidence de la partie terrestre du projet est traitée dans l'étude d'impact terrestre.

➔Les incidences attendues liées à l'exploitation des conduites sur les habitats fonctionnels et la colonne d'eau, ainsi que sur le lien trophique, sont toutes considérées comme négligeables.
➔L'incidence temporaire liée au dérangement lors des opérations d'entretien des conduites sont estimées comme négligeables.

4.2.3.5. Synthèse des incidences sur le milieu Naturel

Milieu naturel / phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Peuplements benthiques						
Zone côtière	Faible	Modifications de l'habitat	Indirecte	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Effet récif	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Site portuaire	Moyenne	Augmentation de la température de l'eau	Directe	Définitive	Faible	Faible
Ichtyofaune						
Nourricerie côtière et portuaire	Faible (zone côtière) à moyenne (zone portuaire)	Altération de l'habitat	Directe	Temporaire	Faible (zone portuaire)	Faible (zone portuaire)
		Modification dans la colonne d'eau	Indirect	Temporaire	Négligeable	Nulle
		Effet récif	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Mammifères marins						
Côte du Boulonnais	Moyenne	Altération potentielle de l'habitat	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Site portuaire	Moyenne	Maintenance	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Plage de l'Hoverport	Moyenne	Effet sur le lien trophique	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
		Effet récif	Indirecte	Temporaire	Négligeable	Nulle
Avifaune en mer						
Côte du Boulonnais	Moyenne (échanges PNM EPMO, ZPS et colonies portuaires)	Dégradation de la qualité du milieu	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Zone du projet	Moyenne (survol, alimentation)	Détérioration d'habitats fonctionnels Reposoir	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
		Lien trophique	Indirecte	Temporaire	Négligeable	Nulle

➔La présence et le fonctionnement de la conduite de rejet est susceptibles d'avoir une incidence sur la répartition des peuplement benthiques et d'ichtyofaune portuaire en fond de bassin Ro-Ro.
➔Le biofouling attendu sur les structures de protection va nécessiter une maintenance régulière, avec des moyens légers (plongeurs) sans incidences sur l'environnement marin.

4.2.4. Espaces naturels protégés

Comme en phase travaux, il n'y a pas d'incidences de la présence des conduites et de leur système de protection ni du fonctionnement (pompage/rejet) sur les ZNIEFF terrestres ou marines situées à plus de 2 km.

4.2.5. Incidences sur le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'opale

Les prélèvements en eau nécessaires au fonctionnement du projet d'aquaculture se feront dans le périmètre du parc naturel marin, en bordure du site portuaire. Le rejet se fait dans l'enceinte portuaire.

Les conclusions sur les habitats/communautés benthiques, les mammifères marins et les oiseaux fréquentant la zone côtière s'appliquent. L'analyse des incidences et les résultats des modélisations du rejet ont permis de montrer l'absence d'incidence sur l'ensemble des compartiments, espèces et habitats, ainsi que l'absence de dégradation de la qualité du milieu en zone côtière.

Ainsi, les incidences de l'exploitation du projet de ferme aquacole sur le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale sont considérées comme nulles.

Par ailleurs, l'emprise des infrastructures installées et la zone d'influence du rejet restent très faibles au regard de l'ensemble du parc naturel marin et des habitats naturels associés. Le système de production est conçu pour prévenir tout risque de rejet des espèces élevées vers le milieu naturel.

Espaces naturels protégés / phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Parc Naturel marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale						
Parc Naturel marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale	Faible	Perturbation des habitats et espèces associés	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

4.2.6. Incidence sur le milieu humain

4.2.6.1. Activités portuaires et navigation

La conduite de pompage débouche à l'extérieur de la zone portuaire, sans interaction avec les activités portuaires (commerce, plaisance, pêche, promenade en mer et dragages portuaires) et hors des routes de navigation et des servitudes maritimes. La conduite de rejet débouche au sein d'un bassin ne présentant plus aucune activité.

L'extrémité des conduites, formant un obstacle sur le fond et susceptible de représenter un danger pour les bateaux, est signalée. L'extrémité des conduites se situe respectivement à plus de 239 m et 713 m de la station eaux de mer, dans une zone peu fréquentée pour la navigation (présence des enrochements protégeant la digue et forts courants). L'incidence peut être considérée comme négligeable (petits navires) à nulle (caboteurs et plaisanciers).

Les incidences des opérations de surveillance et de maintenance des conduites et du système de protection sont liées à la circulation du bateau (de plongée par exemple) entre le port et le débouché des conduites. L'incidence sur la navigation, toutes activités confondues, est négligeable.

4.2.6.2. Activités littorales et marines

Activités de loisirs et sports nautiques
Les conduites débouchent à l'extérieur de la zone portuaire et en fond de bassin Ro-Ro : il n'y aucune incidence sur les activités proposées dans la rade et au nord du port.

Les deux systèmes de protection de l'extrémité des conduites sont susceptibles de représenter un danger pour les bateaux ou les sports nautiques : ils sont signalés par une marque de danger isolé. Côté large, les abords de la digue Carnot ne sont pas recommandés à l'exercice des sports nautiques. La zone protégée au sud de la digue reste accessible : l'incidence sur ces activités peut être considérée comme négligeable.

Pour les activités de surfcasting, les modalités d'accès à la digue sont détaillées dans l'étude d'impact terrestre. Les incidences des conduites et des marques de danger isolé, à plus de 300 m de la digue, n'ont pas d'incidences sur les fils de pêches des cannes.

Baignade
La distance à la plage du Portel et de l'Hoverport est suffisante : il n'y a pas d'incidence des conduites situées au large de la digue par rapport aux zones de baignade et de sports nautiques.

De plus, les conclusions sur la qualité des eaux (§ 4.2.2.3) indiquent l'absence de risque de dégradation de la qualité des eaux de baignade du Portel. Les incidences sur la plage de Boulogne-sur-Mer et de Wimereux sont nulles.

Pêche à pied (Fort de l'Heurt – Le Portel)
De la même façon, l'absence d'incidences sur la qualité des gisements conchylicoles et la distance des conduites à la côte rocheuse permet de conclure sur l'absence d'incidence sur l'activité de pêche à pied et notamment sur les gisements proches du Fort de l'Heurt.
De plus, ce gisement est actuellement fermé, ce qui réduit encore l'incidence.

Cultures marines
Il n'y a aucune culture marine à proximité des conduites : il n'y a pas d'incidence sur cette activité, essentiellement pratiquée au nord de Boulogne-sur-Mer.

Nausicaa
La zone d'influence du rejet ne concerne pas les prélèvements d'eau de mer de Nausicaa, réalisés par pompage sous la plage via un réseau de drainage.

4.2.6.3. Synthèse des incidences sur le milieu humain (phase d'exploitation)

Milieu humain / phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Activités portuaires						
Commerce (darse Sarraz-Bournet et rade)	Faible (trafic)	Maintenance Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Plaisance	Faible (trafic)	Maintenance Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Faible (zone des conduites)		Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Pêche professionnelle	Faible (trafic)	Maintenance Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Dragages d'entretien portuaires	Faible (trafic)	Maintenance Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Nausicaa – prélèvements eau de mer	Moyenne	Dégradation de la qualité de l'eau de mer	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Activités littorales et côtières						
Zones de servitudes maritimes	Faible (trafic)	Maintenance Accès aux zones de navigation	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Cultures marines	Nulle (zone des conduites)	Dégradation de la qualité de l'eau	-	-	-	Nulle
Pêche à pied	Faible (zone des conduites)	Dégradation de la qualité des gisements	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Baignade	Moyenne	Dégradation de la qualité de l'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Surfcasting	Faible (zone des conduites)	Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Activités de loisir littorales	Faible (zone des conduites)	Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

➔ La présence des conduites sera seulement matérialisée par les deux marques de danger isolé et par les interventions de surveillance et maintenance par des plongeurs.

➔ Ces marques sont positionnées dans un secteur inadapté pour les activités sportives et trop loin de la digue pour le surfcasting, et seront signalées pour les plaisanciers.

4.3. Incidences sur le réseau Natura 2000, mer et littoral

Pour rappel, l'étude d'incidence est basée sur le scénario suivant :

- **Le point de rejet est situé en fond du bassin Ro-Ro, soit environ 239 m de la station « eau de mer ».**
- **Le point de pompage est situé au large à environ 713 m de la station « eau de mer ».**
- **La technique de pose de la conduite de pompage conduites considérée est celle du microtunnelier.**

La préservation des habitats et des espèces au sein des zones Natura 2000 dépend de facteurs essentiels que sont :

- La qualité avec le maintien en bon état de conservation ;
- La diversité avec le maintien d'une diversité d'habitats ;
- La capacité avec le maintien de milieu en quantité suffisante ;
- La fonctionnalité avec le maintien des habitats fonctionnels et des couloirs biologiques pour permettre les migrations saisonnières et les échanges.

Concernant le compartiment physique qui peut également influencer la qualité des milieux et la fonctionnalité des habitats et des espèces, l'analyse des incidences brutes détaillée ci- dessus n'indique pas d'incidences sur le milieu naturel, excepté un possible affouillement au niveau des protections des conduites de rejet sans influence sur l'ensemble de l'habitat

L'analyse des sensibilités, des effets des opérations et des incidences résultantes sur le site Natura 2000, habitats et espèces d'intérêt communautaire, est détaillée dans l'analyse des incidences sur le milieu biologique ci-dessus. Il n'y a pas de risque de dégradation de la qualité des milieux, de modification de comportements des espèces ni d'atteinte via le lien trophique ou d'effet récifs liés à la présence des structures en mer et au fonctionnement des conduites : il n'y a pas d'incidence notable des ouvrages sur le milieu naturel marin environnant.

Pour rappel, les sites Natura 2000 terrestres, marins ou mixtes présents dans ou à proximité de la zone du projet sont les suivants :

Nom et n° du périmètre Natura 2000	Distance à la zone de projet	Liaison avec le projet
ZPS FR3110038 : « Estuaire de la Canche »	17 km	Non concernée
ZSC FR3102005 : « Baie de Canche et couloir des 3 estuaires »	16 km	Non concernée
ZSC FR3100480 : « Estuaire de la Canche, dunes picardes plaquées sur l'ancienne falaise d'Hardelot et falaise d'Equihen » (3%)	2,5 km	Non concernée (terrestre)
ZPS FR3110085 : « Cap Gris-Nez »	7,3 km	Liaison via les espèces
ZSC FR3102003 : « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez »	7 km	Liaison via les espèces

Cette analyse ne traitera que les sites marins localisés dans une zone inférieure à 10 km autour de la zone de projet. En effet, l'analyse précédente n'indique aucun impact potentiel sur les habitats ou espèces éloignés du projet.
Ceci ne concerne que les sites autour du Cap Gris-Nez.

4.3.1. ZSC FR3102003 : « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez »

Cette zone de 29 156 ha, uniquement en milieu marin, localisée à environ 7 km au Nord de la zone de projet est caractérisée par de très forts courants et de grandes profondeurs. Les fonds sont constitués essentiellement de sédiments grossiers, graviers et cailloutis, recouvrant environ 70% du site, notamment au large. Des affleurements rocheux associés à ces éléments grossiers apparaissent parfois sur ces zones.

Cette zone présente les habitats d'intérêt « Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine » représentant 17% des fonds ainsi que l'habitat « récifs riches en laminaires », qui recouvre environ 13% du site. Les 70% restants sont constitués par des fonds à sédiments grossiers, graviers et cailloutis riches en Ophiures (*Ophiothrix fragilis*) caractéristiques de ce secteur de la façade. Les 3 espèces de mammifères marins phoque veau marin (*Phoca vitulina*), Phoque gris (*Halichoerus grypus*) et Marsouin commun (*Phocoena*) ont également justifié l'inscription du site au réseau Natura 2000.

Les incidences liées aux **travaux** de pose des conduites de pompage et de refoulement liées au projet de ferme aquacole sont jugées comme nulles, sur la ZSC « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez » car :

- Les surfaces impactées par les travaux de sortie de conduite des habitats concernent essentiellement les sables fins, potentiellement envasés à *Abra alba*. Il s'agit de surfaces très faibles, limitées à l'emprise de la sortie de la conduite de pompage et de refoulement. La durée des travaux est de courte durée. L'emprise de la conduites est faible au regard des surfaces d'expression de ces communautés.
  Aucune incidence notable n'est attendue sur les habitats d'intérêt de la ZSC.
- Le panache turbide généré par les travaux sera peu étendu et cantonné à la zone du chantier, sur une courte durée. Le panache est fortement dilué dans la colonne d'eau, présentant une turbidité naturelle variable en fonction des conditions océano-météorologiques.
  Aucune augmentation de la turbidité n'est attendue au niveau de la ZSC. Les potentielles incidences générées par les travaux sur les espèces de la ZSC susceptibles de fréquenter la zone sont également jugées comme négligeables à faible (cf. §4.1.3).

Les incidences liées à **l'exploitation** des conduites de prélèvement et de rejet d'eau de mer sont également jugées comme nulles sur la ZSC « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez » car :

- Le fonctionnement des conduites ne porte pas atteinte à la qualité des milieux (colonne d'eau notamment), à la qualité des habitats ou à la fonctionnalité des habitats. Le panache modélisé n'atteint pas la ZSC, considérée comme une des zones sensibles.
- Les incidences sur les espèces de la ZSC susceptibles de fréquenter la zone d'influence du projet, en particulier les phoques du cap Gris-Nez ainsi que les marsouins communs observés à proximité du site, ont été estimées comme négligeables sur le milieu naturel (§ 4.2.3.)

➔ Les opérations liées à la partie marine du projet de ferme aquacole ne seront pas de nature à avoir une influence sur l'état et les objectifs de conservation des caractéristiques de la ZCS « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez » même de manière temporaire lors des travaux.
➔ De manière globale, compte tenu de l'ensemble de ces éléments, il n'y a pas d'incidences notables des travaux et du fonctionnement des conduites du projet de ferme aquacole sur la ZSC « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez.

4.3.2. ZPS FR3110085 : « Cap Gris-Nez »

Cette zone de protection spéciale, classée en 1991 pour sa partie littorale, s'étend sur 56 224 Ha en milieu marin qui débutent à 7 km au Nord de la zone de projet. Son positionnement dans le détroit du Pas-de-Calais en fait un axe stratégique pour les oiseaux migrateurs en mer, tant à l'automne qu'au printemps.

Sa zone côtière accueille en nidification la Mouette tridactyle (falaise), le Goéland argenté dans les éboulis de la falaise de craie du cap Blanc-Nez ou le Grand Gravelot sur les plages de sables grossiers, espèces que l'on retrouve dans les inventaires sur la zone du projet et sur le site portuaire.

La zone proche côtière de la ZPS constitue un site d'hivernage d'importance nationale pour les Goélands marin et brun, le Fou de Bassan, le Grand Cormoran et huppé, la Macreuse noire, le Plongeon catmarin, la Mouette pygmée, le Guillemot de Troïl et le Pingouin torda, les Labbes, le Grèbe huppé et l'Eider à duvet. Goélands et Cormorans sont observés sur la zone de projet et sur la zone portuaire.

Le site littoral représente une zone d'hivernage pour le Grand Gravelot, le Tournepierre à collier et le Bécasseau sanderling. Enfin, le site marin et proche côtier constitue une zone d'estivage pour le Puffin des Baléares (classé en danger critique) et les Sternes (caugek, naine et pierregarin).
Seul le grand Gravelot a été observé en nidification sur la zone de projet mais les sternes sont fréquemment observées (zone d'alimentation).

Par extension de l'analyse des incidences sur la zone du projet, les incidences du projet marin en **phase travaux** sont globalement jugées nulles à faibles, sur les populations d'oiseaux de la ZPS « Cap Gris-Nez » car :

- Aucun habitat de reproduction des espèces sur la ZPS « Cap gris Nez » n'est concerné par le projet, en raison de la distance au projet ;
- Les zones d'alimentation des espèces de la ZPS s'étendent jusqu'à la zone du projet mais appartiennent à une zone large ; les espèces fréquentant la zone pourront continuer à chasser aux alentours (plus loin en mer pour les espèces marines pélagiques comme le puffin; en mer hors zone du projet, ou à terre pour les espèces marines côtières comme les sternes, les mouettes et les goélands).

Les incidences liées au fonctionnement des conduites de prélèvement et de rejet d'eau de mer en phase d'exploitation sont également jugées comme nulles sur la ZPS « Cap Gris-Nez» car :

- Le fonctionnement des conduites ne porte pas atteinte à la qualité des milieux (colonne d'eau notamment), à la qualité des habitats ou à la fonctionnalité des habitats. Le panache modélisé n'atteint pas la ZPS, considérée comme une des zones sensibles.
- Les incidences sur les oiseaux de la ZPS susceptibles de fréquenter la zone d'influence du projet ont été estimées comme négligeables sur le milieu naturel (§ 4.2.3.)

<u>Remarque</u> : La ZPS « Cap Gris-Nez » n'est pas concernée sur son périmètre par le projet de pose des conduites en mer ; en revanche, des liens existent entre les colonies d'oiseaux de cette ZPS et celle du port de Boulogne-sur-Mer, en particulier en ce qui concerne la Mouette Tridactyle.

La pose et l'exploitation des conduites du projet de ferme aquacole, par leur emprise et leur éloignement, n'ont aucune incidence notable sur les fonctionnalités de la ZPS.
Cependant, il existe un lien entre les colonies de Mouettes tridactyles de Boulogne-sur-Mer et de la ZPS qui pourrait engendrer un risque faible de limitation d'accès à la zone de pêche pour les espèces nicheuses s'alimentant en mer (ou sur la plage) si les travaux démarrent durant leur période de reproduction (phase sensible). Au regard de l'étendue de la zone d'alimentation, cette incidence peut être considérée comme négligeable.

Espaces naturels protégés / phase de travaux et d'exploitation							
Thème		**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
			Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Zones Natura 2000							
ZPS FR3110085 « Cap Gris-Nez »	Espèces	Faible	Altération des zones de chasse (phase travaux)	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Fonctionnalités	Nulle	-	-	-	Nulle	Nulle
ZSC FR3102003 « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez »	Espèces	Faible	Dérangement (phase travaux)	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Fonctionnalités	Nulle	-	-	-	Nulle	Nulle

4.4. Synthèse des incidences environnementales

4.4.1. En phase travaux

Tableau 4-16. Synthèse des incidences de la partie marine du projet en phase travaux.

Phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Climatologie						
Côte du Boulonnais	Nulle	Engins nautiques	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Contexte géomorphologique et bathymétrique						
Petits-fonds (Côte du Boulonnais)	Faible	Forage : modification locale de la bathymétrie	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Site portuaire	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Contexte hydrologique et hydrodynamique						
Circulation de marée	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Propagation des houles	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Masse d'eau côtière	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Nappe souterraine	Faible	Forage : Atteinte de la nappe saumâtre	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
		Nappe du calcaire du Boulonnais	-	-	-	Nulle

Phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Contexte sédimentologique et dynamique sédimentaire						
Substratum rocheux et falaises	Faible	Microtunnelier	Directe	Permanente	Faible	Négligeable
Couverture sédimentaire	Faible	Expulsion de sables à la sortie du microtunnelier	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Déplacements sédimentaires en zone côtière	Faible		Directe	Temporaire	Nul	Nulle
Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire extérieur	Nulle	-	-	-	Nul	Nulle
Risques naturels						
Submersion marine	Faible	Franchissement par paquet de mer	Directe	Temporaire	Faible	Faible
Érosion du littoral à falaise	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Qualité des sédiments						
Qualité des sédiments portuaires	Moyenne	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Qualité des sédiments côtiers	Faible	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

Phase de travaux						
Thème	Sensibilité au projet	Effet				Incidence
		Description	Action	Durée	Intensité	
Qualité des eaux						
Eaux littorales	Moyenne	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Eaux portuaires	Moyenne	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Eaux de baignade	Moyenne	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Qualité des zones conchylicoles						
62.09 Fort de l'Heurt (Le Portel - Equihen)	Faible	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
62.08 Boulogne-sur-Mer	Nulle	-	-	-	-	Nulle
62.07.02 Wimereux	Nulle	-	-	-	Négligeable	Nulle
Peuplements benthiques						
Peuplements benthiques portuaires	Négligeable	Dégradation de la qualité des habitats	Directe	Temporaire	Faible	Négligeable
Peuplements benthiques côtiers	Faible	Enfouissement d'espèces et/ou d'habitats	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable

Phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Ichtyofaune						
Zone côtière	Faible	Dérangement des individus (bruit sous-marin et vibrations) Dégradation de l'habitat de nourricerie Lien trophique	Directe Directe Indirecte	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Site portuaire	Faible					Négligeable
Mammifères marins						
Côte du Boulonnais (Plage de l'Hoverport)	Moyenne	Perturbations sonores (bruit sous-marin et vibrations) Risques de collision Lien trophique	Directe Directe Indirecte	Temporaire	Faible	Faible
Site portuaire (rade)	Moyenne				Faible	Faible
Avifaune						
Côte du Boulonnais	Moyenne	Installation des conduites : Dérangement des individus (bruit sous-marin et vibrations) Lien trophique	Directe Indirecte	Temporaire	Faible	Faible
Site portuaire	Forte (espèces nicheuses)					Moyenne
Zone du projet	Forte (espèces nicheuses)					Moyenne
Zone du projet en mer	Moyenne					Faible
ZNIEFF mer et littoral						
Habitats/flore	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Parc Naturel marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale						
Habitats	Négligeable	Microtunnelier et battage tubes	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

Phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Mammifères marins	Moyenne	Présence des navires Bruit des travaux	Directe	Temporaire	Faible	Faible
Avifaune marine	Moyenne	Présence des navires Bruit des travaux	Directe	Temporaire	Faible	Faible
Activités portuaires						
Commerce (darse Sarraz-Bournet et rade)	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau, accès aux quais	Directe	Temporaire	Faible	Faible
	Nulle (conduites)		-	-	-	Nulle
Plaisance	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Faible (chantier des conduites)		Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Pêche professionnelle	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Nulle (chantier des conduites)		-	-	-	Nulle
Dragages d'entretien portuaires	Faible (trafic)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Faible	Faible
	Nulle (chantier des conduites)		-	-	-	Nulle
Activités littorales et côtières						
Zones de servitudes maritimes	Faible (trafic)	Accès aux zones de navigation	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Cultures marines	Nulle (zone des conduites)	Dégradation de la qualité de l'eau	-	-	-	Nulle

Phase de travaux						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Surfcasting	Faible	Accès aux zones de pratique			Faible	Faible
Pêche à pied	Nulle (zone des conduites)	Dégradation de la qualité des gisements	-	-	-	Nulle
Baignade	Faible (qualité des eaux)	Dégradation de la qualité de l'eau	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Activités de loisir littorales	Faible (zone des conduites)	Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

➔Les incidences des travaux concernent essentiellement les compartiments biologiques (Mammifères marins et avifaune), vis-à-vis de la période des travaux et du bruit / vibrations des travaux en mer (microtunnelier, et présence des navires).
➔L'autre compartiment affecté est celui des activités humaines en termes d'occupation du d'eau et d'accès aux activités.

4.4.2. En phase d'exploitation

Tableau 4-17. Synthèse des incidences de la partie marine du projet en phase d'exploitation.

Phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Contexte géomorphologique et bathymétrique						
Petits-fonds (Côte du Boulonnais)	Faible	Modification de la bathymétrie	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Site portuaire	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Contexte hydrologique et hydrodynamique						
Circulation de marée (écoulements)	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Propagation des houles	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Masse d'eau côtière	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Masse d'eau souterraine	Faible	Atteinte de la nappe saumâtre	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Couverture et dynamique sédimentaire						
Couverture sédimentaire (talus littoral)	Faible	Modification de la granulométrie	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Déplacements sédimentaires en zone côtière	Faible	Risque d'affouillement	Directe	Temporaire	Faible (localisée)	Faible (localisée)
Fonctionnement hydrosédimentaire du site portuaire	Nulle	Risque d'affouillement	Directe	Temporaire	Faible (localisée)	Nulle

Phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Risques naturels						
Submersion marine	Faible	Franchissement de paquets de mer	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Érosion côte à falaise	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Qualité des sédiments						
Qualité des sédiments portuaires	Nulle	-	-	-	-	Nulle
Qualité des sédiments côtiers	Faible	Dégradation de la qualité	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Qualité des eaux						
Eaux littorales	Moyenne	Dégradation de la qualité de l'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Eaux portuaires	Faible				Faible	Faible
Eaux de baignade	Moyenne				Négligeable	Nulle
Qualité des zones conchylicoles						
Parc 10N Wimereux	Nulle				-	Nulle
62.08 Boulogne-sur-Mer	Nulle				-	Nulle
Fort de l'Heurt – Le Portel	Faible				Négligeable	Négligeable
Peuplements benthiques						
Zone côtière	Négligeable	Modifications de l'habitat	Indirecte	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Effet récif	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable

Phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Site portuaire	Moyenne	Augmentation de la température de l'eau	Directe	Définitive	Faible	Faible
Ichtyofaune						
Nourricerie côtière et portuaire	Faible (zone côtière) à moyenne (zone portuaire)	Altération de l'habitat	Directe	Temporaire	Faible (zone portuaire)	Faible (zone portuaire)
		Modification dans la colonne d'eau	Indirect	Temporaire	Négligeable	Nulle
		Effet récif	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Mammifères marins						
Côte du Boulonnais	Moyenne	Altération potentielle de l'habitat	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Site portuaire	Moyenne	Maintenance	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Plage de l'Hoverport	Moyenne	Effet sur le lien trophique	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
		Effet récif	Indirecte	Temporaire	Négligeable	Nulle
Avifaune en mer						
Côte du Boulonnais	Moyenne (échanges PNM EPMO, ZPS et colonies portuaires)	Dégradation de la qualité du milieu	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
Zone du projet	Moyenne (survol, alimentation)	Détérioration d'habitats fonctionnels Reposoir	Direct	Temporaire	Négligeable	Nulle
		Lien trophique	Indirecte	Temporaire	Négligeable	Nulle

Phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
Parc Naturel marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale						
Parc Naturel marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale	Faible	Perturbation des habitats et espèces associés	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Activités portuaires						
Commerce (darse Sarraz-Bournet et rade)	Faible (trafic)	Maintenance Occupation du plan d'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Plaisance	Faible (trafic)	Maintenance Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Faible (zone des conduites)		Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Pêche professionnelle	Faible (trafic)	Maintenance Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Dragages d'entretien portuaires	Faible (trafic)	Maintenance	Directe	Temporaire	Négligeable	Négligeable

Phase d'exploitation						
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**	
	Nulle (zone des conduites)	Occupation du plan d'eau	-	-	-	Nulle
Activités littorales et côtières						
Zones de servitudes maritimes	Faible (trafic)	Maintenance Accès aux zones de navigation	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
	Nulle (zone des conduites)		-	-	-	Nulle
Cultures marines	Nulle (zone des conduites)	Dégradation de la qualité de l'eau	-	-	-	Nulle
Pêche à pied	Faible (zone des conduites)	Dégradation de la qualité des gisements	Directe	Temporaire	Nulle	Nulle
Baignade	Moyenne	Dégradation de la qualité de l'eau	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Surfcasting	Faible (zone des conduites)	Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle
Activités de loisir littorales	Faible (zone des conduites)	Danger isolé	Directe	Temporaire	Négligeable	Nulle

5. Effets cumulés (projets à considérer en concertation)

Lors de la rédaction (à la date de mars 2022), il n'y a pas de projet identifié venant en parallèle du projet de ferme aquacole.

La station d'épuration du Portel (Code Sandre 011035200000) d'une capacité nominale de 36 667 équivalents habitants et utilisant la filière de traitement boue activée à moyenne charge rejette également son eau dans la Manche.
Les effets cumulés avec le rejet de la station d'épuration sont jugés nuls au regard de l'analyse des incidences et des résultats de l'étude de dispersion.

Les opérations de dragage et d'entretien réalisées par la Région des Hauts-de-France constituent également des opérations à prendre en considération dans le cadre de ce projet. Une drague aspiratrice en marche intervient au sein du port au cours de deux campagnes de 3 à 4 semaines (scindée en plusieurs campagnes courtes selon la disponibilité de l'engin) : une au printemps, entre avril et juin, une en automne-hiver en octobre/novembre ou en février/mars. Les dragages sont interdits en été (juillet-août).
Les effets cumulés avec les opérations de dragage sont jugés nuls au regard de l'analyse des incidences (*cf.§4.1.5 en phase travaux et §4.2.6 en phase d'exploitation*).

6. Compatibilité du projet avec les documents de planification

Pour rappel : l'étude d'incidence est basée sur le scénario suivant :

- **Le point de rejet est situé à en fond de bassin Ro-Ro, soit environ 239 m de la station « eau de mer ».**
- **Le point de pompage est situé au large à environ 713 m de la station « eau de mer ».**
- **La technique de pose de la conduite de pompage conduites considérée est celle du microtunnelier.**

6.1. Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) a pour objectif de garantir les qualités chimiques et écologiques des masses d'eau identifiées et caractérisées selon leurs qualités et les contraintes qui s'y exercent.

L'application de la DCE aux eaux de surface littorales implique un suivi complet des masses d'eau. Sur la base de l'analyse des caractéristiques de ces masses d'eau et d'un état des lieux réalisé en 2000, un programme de surveillance et d'acquisition de données sur l'ensemble des masses définies a été établi sur la base suivante :

- contrôle de surveillance réalisé dans une sélection de masses d'eau représentatives d'une typologie donnée pour permettre de présenter un reflet de l'état général des eaux, d'évaluer les changements à long terme des conditions naturelles et des incidences globales des activités humaines, de spécifier les contrôles opérationnels et les futurs programmes de surveillance, de mettre à jour l'analyse des incidences des activités humaines (6 masses d'eau sur les 9 masses d'eau côtières et de transition que comporte le district « Escaut, Somme et côtiers Manche et Mer du Nord », côté français, seront suivies au titre du contrôle de surveillance) ;
- contrôle opérationnel réalisé dans toutes les masses d'eau risquant de ne pas atteindre les objectifs de qualité écologique pour y suivre l'incidence des pressions exercées par les activités humaines (toutes les masses d'eau littorales du bassin Artois-Picardie étant en risque de non atteinte du bon état, les 9 masses d'eau seront à suivre) Il est décomposé en plusieurs phases : une caractérisation de l'état initial, un suivi de la restauration de l'état de la masse d'eau et une vérification du retour au bon état ;
- Contrôles d'enquête mis en œuvre pour rechercher les causes d'une mauvaise qualité en l'absence de réseau opérationnel ;
- Contrôles additionnels afin de vérifier les pressions qui affectent des zones dites protégées faisant l'objet d'une législation communautaire spécifique visant la protection des eaux de surface ou la conservation des habitats et des espèces directement dépendants de l'eau (eaux de baignade et zones conchylicoles).

Les paramètres suivis sont déterminés par la directive cadre :

- Suivi de l'état écologique :
  - indicateur phytoplancton en cours d'élaboration, comprenant trois sous-indicateurs : biomasse, abondance et composition du phytoplancton,
  - benthos : végétation (macroalgues) et faune benthique (macro invertébrés), dont le suivi est assuré par le réseau Rebent DCE Manche coordonné par l'IFREMER,
  - paramètres physico-chimiques, considérés comme des paramètres de soutien et d'interprétation des paramètres biologiques : oxygène dissous, température, turbidité, salinité et nutriments.
- Suivi de l'état chimique :

Au titre du contrôle opérationnel, la DCE impose de suivre toutes les substances chimiques à risque de dépassement des normes de qualités environnementales provisoires (NQEp) établies par la circulaire 2007/23 du 7 mai 2007.

- Suivi de l'hydromorphologie :
- Les paramètres suivis sont : variation de la profondeur, quantité et structure du substrat, structure de la zone intertidale, régime des marées et agitation.

Le réseau de site proposé dans le cadre du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel s'est appuyé sur les réseaux de surveillance du milieu marin déjà existant.

La commune de Boulogne-sur-Mer est bordée par la masse d'eau côtière définies par la DCE FRAC04 « la Slack à la Warenne » (linéaire 18 km) : c'est une masse d'eau de type C1, côte rocheuse, méso à macrotidale peu profonde. Elle présente un risque probable de non atteinte du bon état écologique pour le phytoplancton.

Le port appartient à la masse d'eau de transition FRAT02 « Port de Boulogne-sur-Mer » : c'est une masse d'eau de type T2, Grand port macrotidal. Elle est considérée comme une masse d'eau fortement modifiée : « port macrotidal à courant moyen ».

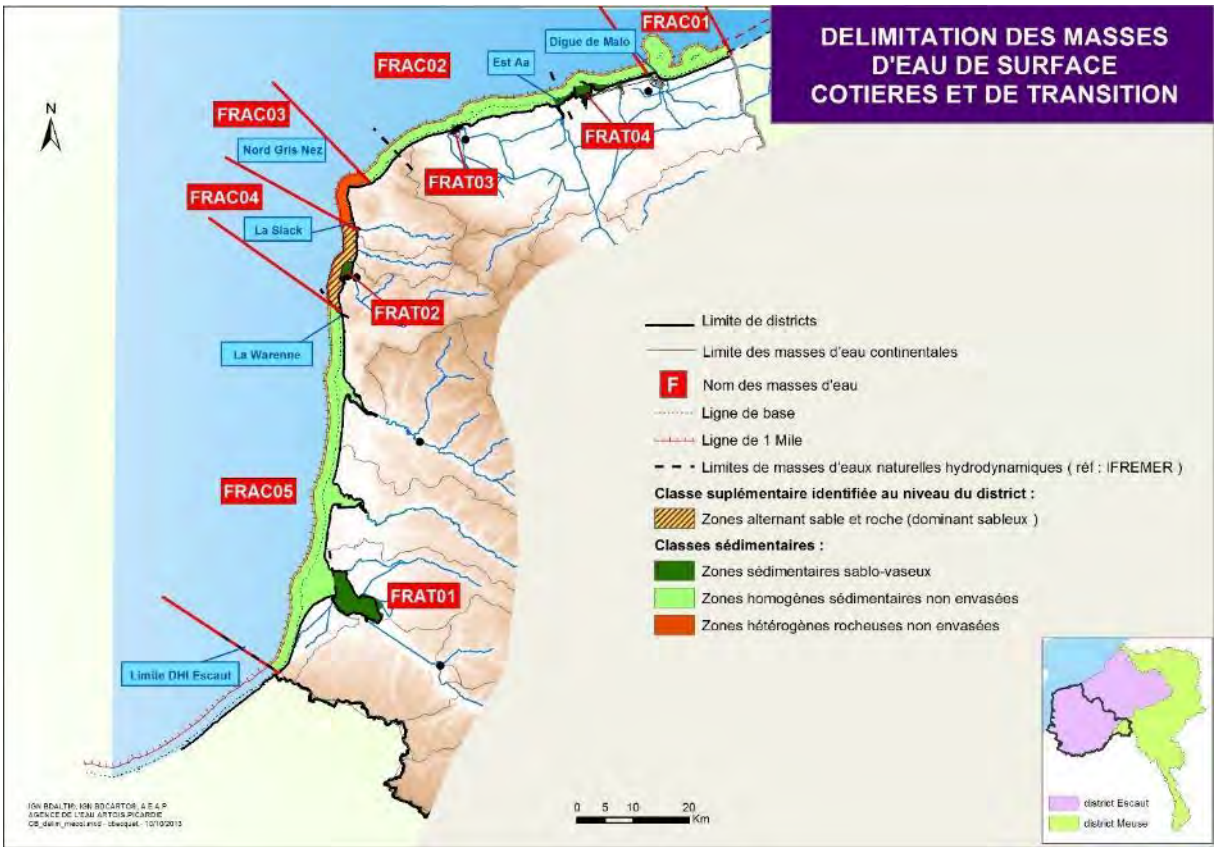


Figure 6-1. Délimitation des masses d'eau de surface côtières et de transition (Agence de l'eau Artois-Picardie, 2018)

➔ La masse d'eau côtière FRAC04 concerne l'ensemble des eaux dans la limite des 1 mille nautique et donc le projet d'implantation de système d'aquaculture. La masse d'eau de transition FRAT02 concerne l'ensemble des bassins portuaires et est donc localisée à proximité de la zone de projet.

Le SDAGE 2022-2027du Bassin Artois Picardie (*cf*. paragraphe 6.2) donne les objectifs de bon état des eaux côtières et de transition ainsi que les motifs de dérogation à l'objectif de bon état écologique et chimique.

Tableau 6-1. Objectifs de bon état et motifs de dérogation des masses d'eau à proximité de la zone de projet.

Code	Masse d'eau	Objectif d'état global	Etat écologique			Etat chimique		
			Objectif	*Raisons*	*Précisions*	*Objectif*	*Raisons*	*Précisions*
FRAC04	**Slack-La Warenne**	Bon état 2027	Bon potentiel 2021	Conditions naturelles	Influence du flux amont continental et marin	Bon état 2027	Conditions naturelles	Influence du flux amont continental et marin
FRAT02	**Port de Boulogne-sur-Mer**	Bon état 2027	Bon potentiel 2021	Conditions naturelles	Influence du flux amont continental Temps de réaction des milieux fermés	Bon état 2027	Conditions naturelles Technique	Influence du flux amont continental Temps de réaction des milieux fermés La pollution constatée est issue de nombreuses sources diffuses

Le projet situé sur la zone correspondant à l'ancien poste RoRo est localisé à proximité de la masse d'eau de transition portuaire, les prélèvements se feront au sein de la masse d'eau côtière Slack-La Warenne et les rejets au sein de la masse d'eau de transition Port de Boulogne-sur-Mer.

Les travaux liés à la mise en place des conduites n'engendrent que de faibles turbidités très localisées, sur une faible durée dans le temps (inférieure à 6 semaines). En période d'exploitation, la modélisation de dispersion du rejet ne concernent que le fond du bassin au sein duquel sera mis en place la conduite.
➔ **En ce sens, le projet est compatible avec les objectifs de la DCE.**

6.2. Schéma Directeur d'Aménagement et de gestion (SDAGE) Artois-Picardie

Source : www.eau-artois-picardie.fr

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) est un document institué par le Code de l'Environnement et visant à encadrer les décisions administratives dans le domaine de l'eau à l'échelle d'un bassin hydrographique.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux est le document de planification appelé « plan de gestion » dans la directive cadre européenne sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000. A ce titre, il a vocation à encadrer les choix de tous les acteurs du bassin dont les activités ou les aménagements ont un effet sur la ressource en eau. Ainsi, les programmes et décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être « compatibles, ou rendus compatibles » avec les dispositions des SDAGE (art. L. 212-1, point XI, du code de l'environnement). Il fixe les objectifs à atteindre sur la période considérée. C'est le Comité de Bassin, rassemblant des représentants des collectivités, des administrations, des activités économiques et des associations, qui a en charge l'élaboration et l'animation de la mise en œuvre du SDAGE.

Le SDAGE a été élaboré en 1996, puis révisé en 2009 et en 2015. La version 2010-2015 a complété la version initiale sur les thèmes suivants : surveillance des milieux, analyse économique, consultation du public, coopération et coordinations transfrontalières ; ceci a permis d'intégrer les objectifs et exigences de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, qui fixait notamment un objectif d'atteinte du bon état pour tous les milieux aquatiques d'ici 2015, sauf exemptions (reports de délais, objectifs moins stricts). La version 2ème cycle (2016-2021) du SDAGE vient s'articuler avec le Plan de Gestion des Risques

d'Inondation (PGRI) issu de la Directive Inondation (DI) et du Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) issu de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM).

La 3ème version (2022-2027) est en cours d'élaboration : l'état des lieux a été réalisé en 2019.
Le 20 octobre 2020, le comité de bassin Artois-Picardie a rendu un avis favorable au projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) qui fixera pour six ans à venir (2022-2027) les orientations qui permettent d'atteindre les objectifs attendus en matière de « bon état des eaux ».
Les objectifs de ce nouveau SDAGE sont d'améliorer la biodiversité des milieux aquatiques et de disposer de ressources en eau potable en quantité et en qualité suffisante. Il tient compte de la Directive Inondation et la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), dans le contexte de changement climatique.

Les principales évolutions 2022-2027 par rapport au SDAGE 2016-2021 concernent :

- La gestion des eaux pluviales, la limitation des risques de ruissellement et d'érosion ;
- La fonctionnalité des milieux aquatiques et la mise en œuvre de la Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations (GEMAPI) ;
- Les zones humides ;
- La gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau ;
- La cohérence des politiques publiques ;
- L'adaptation au changement climatique et la préservation de la biodiversité.

Après consultations du public (du 15 février au 15 août 2021), le nouveau SDAGE devrait être opérationnel début 2022.

Les 5 enjeux identifiés par le SDAGE (versions 2016-2021 et 2022-2027) sont les suivants (désignés par des lettres) :

- Enjeu A : Maintenir et améliorer la biodiversité des milieux aquatiques
- Enjeu B : Garantir une eau potable en qualité et en quantité suffisante (non concerné)
- Enjeu C : S'appuyer sur le fonctionnement naturel des milieux pour prévenir et limiter les effets négatifs des inondations (non concerné par le projet)
- Enjeu D : Protéger le milieu marin
- Enjeu E : Mettre en œuvre des politiques publiques cohérentes avec le domaine de l'eau (non concerné par le projet).

Au sein de chaque enjeu, sont identifiées des orientations afin de guider les actions, et des dispositions à mettre en œuvre ou respecter ; ceux concernés par le projet sont listés dans le **Tableau 6-2** et le projet de carénage des portes de l'écluse Sanson répond aux enjeux identifiés par le SDAGE 2016-2021 via les dispositions et moyens décrits dans le **Tableau 6-3.**

Le SDAGE du bassin Artois Picardie fixe comme objectif de qualité des eaux littorale l'atteinte d'un bon état chimique pour 2027, avec l'atteinte d'un bon état chimique pour 2017 pour les masses d'eaux côtières, repoussé à 2027 pour les masses d'eau de transition (sites portuaires).

Tableau 6-2. Enjeux et orientations du SDAGE 2016-2021 et 2022-2027 du bassin Artois-Picardie concernés par le projet pour sa partie marine.

Enjeu A : Maintenir et améliorer la biodiversité des milieux aquatiques	
Orientation A-1 : Continuer la réduction des apports ponctuels de matières polluantes classiques dans les milieux	**Disposition A-1.1 : Adapter les rejets à l'objectif de bon état** Les maîtres d'ouvrage (personne publique ou privée, physique ou morale), pour leurs installations, ouvrages, travaux et activités soumis aux obligations au titre du code de l'environnement, du code de la santé publique ou du code général des collectivités locales, ajustent les rejets d'effluents urbains ou industriels au respect de l'objectif général de non dégradation et des objectifs physico-chimiques spécifiques assignés aux masses d'eau, continentale et marine, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût acceptable. Les mesures présentant le meilleur rapport coût/efficacité seront à mettre en place en priorité. Tout projet soumis à autorisation ou à déclaration au titre du code de l'environnement (ICPE ou loi sur l'eau) doit aussi : • *adapter les conditions de rejet pour préserver les milieux récepteurs particulièrement sensibles aux pollutions,* • *s'il ne permet pas de respecter l'objectif général de non dégradation et des objectifs physicochimiques spécifiques assignés aux masses d'eau, étudier la possibilité d'autres solutions au rejet direct dans le cours d'eau (stockage temporaire, réutilisation,).*
Orientation A-11 : Promouvoir les actions, à la source de réduction ou de suppression des rejets de micropolluants	**Disposition A-11.1 : Adapter les rejets de polluants aux objectifs de qualité du milieu naturel** Dans le respect des dispositions qui fondent sa compétence, l'autorité administrative adapte aux exigences du milieu récepteur les prescriptions qu'elle impose au titre de la police des installations classées, de la police de l'eau ou de l'autorité de sûreté nucléaire pour les rejets dans les milieux aquatiques, les déversements dans les réseaux publics et les dispositifs d'auto-surveillance qui le nécessitent.
Enjeu D : Protéger le milieu marin	
Orientation D-2 : Limiter les risques microbiologiques en zone littorale ou en zone d'influence des bassins versants définie dans le cadre des profils de vulnérabilité pour la baignade et la conchyliculture	
Orientation D-3 : Respecter le fonctionnement dynamique du littoral dans la gestion du trait de côte	**Disposition D-3.1 : Prendre en compte la protection du littoral dans tout projet d'aménagement** Les maîtres d'ouvrage (personne publique ou privée, morale ou physique) qui engagent une démarche de protection du littoral ou dont les projets impactent le littoral prennent en compte, à une échelle pertinente et argumentée, les impacts écologiques et sédimentologiques sur les milieux naturels. Les méthodes douces de gestion du trait de côte sont privilégiées par rapport aux aménagements lourds.
Orientation D-4 : Intensifier la lutte contre la pollution issue des installations portuaires et des bateaux	**Disposition D4.1 : Réduire les pollutions issues des installations portuaires**. Les autorités portuaires contribuent, dans le cadre de leurs compétences et avec l'ensemble des entreprises, collectivités et administrations concernées, à la définition des mesures de réduction des sources de pollutions portuaires. Elles systématisent la collecte et le traitement des eaux usées et des déchets issus des installations portuaires et des bateaux (équipement systématique des aires de carénage de dispositifs environnementaux).
Orientation D-5 : Prendre des mesures pour lutter contre l'eutrophisation en milieu marin	**Disposition D-5.1 : Mesurer les flux de nutriments à la mer** L'autorité administrative poursuit les estimations des contributions aux flux à la mer. Les flux à la mer devront permettre d'atteindre les objectifs environnementaux des eaux marines.

Orientation D-6 : Préserver les milieux littoraux particuliers indispensables à l'équilibre des écosystèmes avec une forte ambition de protection au regard des pressions d'aménagement	**Disposition D-6.1 : Préserver les milieux riches et diversifiés ayant un impact sur le littoral** Les aménagements en milieu marin, notamment les stratégies locales de gestion de trait de côte, préserveront les milieux riches et diversifiés (notamment dans les sites Natura 2000 en mer, les sites classés, les réserves naturelles, les arrêtés de biotope et les terrains propriétés du conservatoire du littoral et gérés par les collectivités) en préservant et restaurant les habitats dans les zones humides adjacentes, les zones intertidales, le milieu marin et la gestion des apports d'eaux douces venant de l'amont.
	Disposition D-6.3 : Réduire les quantités de macro-déchets en mer et sur le littoral Les maitres d'ouvrage et les autorités administratives veillent à réduire les quantités de déchets dans les milieux aquatiques, dans le respect de l'usage des meilleures technologies disponibles à coût économiquement acceptable. A titre d'exemple, les actions suivantes pourront être mises en place : • Equiper les exutoires pluviaux de dispositifs de récupération des macro-déchets dont l'impact en matière de déchets est avéré dans le milieu marin ; • Mener des opérations en vue de collecter les déchets aquatiques flottants, notamment sur les sites constituant naturellement des lieux d'accumulation (embâcles, bras morts de cours d'eau, seuils et ouvrages hydrauliques…), les solutions retenues devant être compatibles avec les objectifs de renaturation des cours d'eau et de continuité écologique ; • Encourager la collecte des macro-déchets accumulés au droit des ouvrages hydrauliques et en assurer un traitement correct en favorisant leur valorisation, quand cela est possible à coût économiquement acceptable ; • Ramasser manuellement et de façon raisonnable les déchets littoraux, en laissant en place la laisse de mer ; • Encadrer les usages et les activités s'exerçant sur le littoral et en mer et renforcer la valorisation et le retraitement de leurs déchets ; • Sensibiliser les consommateurs (terriens, comme marins) afin de leur faire prendre conscience des enjeux se trouvant derrière l'abandon inapproprié des déchets et de leur indiquer les bons gestes à acquérir.

Tableau 6-3. Analyse de la compatibilité avec le SDAGE du bassin Artois-Picardie.

Orientation	Disposition	Analyse de la compatibilité du projet
Enjeu A : Maintenir et améliorer la biodiversité des milieux aquatiques		
Orientation A-1 : Continuer la réduction des apports ponctuels de matières polluantes classiques dans les milieux	**Disposition A-1.1 :** Adapter les rejets à l'objectif de bon état	Le dimensionnement du système de traitement des eaux rejetées a été adapté à l'objectif de bon état en respectant les NQE de la DCE.
Orientation A-11 : Promouvoir les actions, à la source de réduction ou de suppression des rejets de micropolluants	**Disposition A-11.1** : Adapter les rejets de polluants aux objectifs de qualité du milieu naturel	Les dispositifs de traitement des eaux rejetés dans le cadre de l'exploitation du projet ont été dimensionnés conformément aux objectifs de l'orientation A-11, en respectant les VLE de l'activité de pisciculture en mer (arrêtés du 2/02/1998 et du 23/03/2012 des ICPE).
Enjeu D : Protéger le milieu marin		
Orientation D-2 : Limiter les risques microbiologiques en zone littorale ou en zone d'influence des bassins versants définie dans le cadre des profils de vulnérabilité pour la baignade et la conchyliculture		Un post-traitement bactériologique est appliqué sur le rejet ; Il n'y a pas d'émissions prévues de germes bactériologiques fécaux dans le rejet. Des simulations de dispersion bactériologique du rejet ont été réalisées, indiquant une compatibilité (absence de contamination) avec les normes en vigueur des eaux de baignade et des eaux conchylicoles.
Orientation D-3 : Respecter le fonctionnement dynamique du littoral dans la gestion du trait de côte	**Disposition D-3.1** : Prendre en compte la protection du littoral dans tout projet d'aménagement	L'emprise du projet en mer, près d'une zone anthropisée, n'a pas d'incidence sur la stabilité du trait de côte.
Orientation D-4 : Réduire les pollutions issues des installations portuaires	**Disposition D4.1** : Réduire les pollutions issues des installations portuaires.	Un nombre restreint de navires est utilisé en phase travaux puis en phase d'exploitation pour la maintenance. Ces navires évoluant entre le port extérieur et la zone des conduites respectent les consignes et ne contribueront pas à aggraver les pollutions issues des installations portuaires.
Orientation D-5 : Prendre des mesures pour lutter contre l'eutrophisation en milieu marin	**Disposition D-5.1** : Mesurer les flux de nutriments à la mer	Les concentrations en sels nutritifs du rejet respectent les VLE de l'activité de pisciculture en mer Un suivi régulier sera réalisé afin de suivre l'évolution des flux de nutriments à la mer.
Orientation D-6 : Préserver les milieux littoraux particuliers indispensables à l'équilibre des écosystèmes avec une forte ambition de protection au regard des pressions d'aménagement	**Disposition D-6.1** : Préserver les milieux riches et diversifiés ayant un impact sur le littoral	La zone marine du projet est située au sein du parc naturel marin EPMO mais aucune incidence notable n'a été identifiée sur les fonctionnalités des milieux, en phase travaux et en phase d'exploitation. Des mesures seront prises pour caler le calendrier des travaux en mer avec les cycles biologiques des espèces protégées au titre Natura 2000.

	Disposition D-6.3 : Réduire les quantités de macrodéchets en mer et sur le littoral	Les déchets susceptibles d'être produits pendant le chantier seront évacués et recyclés en filière adaptée. Les conduites sont équipées de tamis pour éviter de rejeter des macrodéchets vers le milieu marin. Inversement, des grilles seront posées sur la conduite de pompage et régulièrement nettoyées.

➔ Le projet de ferme aquacole avec prise d'eau en mer et rejet dans le milieu marin est compatible avec les enjeux et objectifs de bon état du SDAGE du bassin Artois Picardie 2016-2021 ; et avec ceux du futur SDAGE 2022-2027.

6.3. Document stratégique de façade (DSF) et Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM)

Sur la base de la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, la France s'est dotée depuis 2017 d'une Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral (SNML), qui constitue le document de référence pour la protection du milieu, la valorisation des ressources marines et la gestion intégrée et concertée des activités liées à la mer et au littoral. Cette stratégie fixe 4 objectifs de long terme : la nécessaire transition écologique, la volonté de développer une économie bleue durable, l'objectif de bon état écologique du milieu et l'ambition d'une France qui a de l'influence en tant que nation maritime. Cette stratégie est déclinée par façade maritime, sous la forme **d'un Document Stratégique de Façade** (DSF).

Le DSF est la transposition de la **Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin** (DCSMM) n°2008/56/CE du 17 juin 2008, dont l'objectif est de réaliser ou de maintenir un bon état écologique du milieu marin pour les masses d'eau du large, au plus tard en 2020, et la déclinaison française de la directive cadre européenne « planification des espaces maritimes » (directive 2014/89 du 23 juillet 2014) pour assurer, notamment, la coordination des différentes activités en mer. Le DSF est élaboré pour une durée de 6 ans. Le **Plan d'Action pour le Milieu Marin** (PAMM) constitue le volet environnemental du DSF et fixe plusieurs objectifs environnementaux approuvés par l'arrêté inter préfectoral du 21 décembre 2012.

Le DSF comprend quatre parties :
- partie 1 : la situation de l'existant, les enjeux et une vision pour l'avenir de la façade souhaité en 2030 ;
- partie 2 : la définition des objectifs stratégiques du point de vue économique, social et environnemental et des indicateurs associés. Ils sont accompagnés d'une carte des vocations qui définit, dans les espaces maritimes, des zones cohérentes au regard des enjeux et objectifs généraux qui leur sont assignés ;
- partie 3 : les modalités d'évaluation de la mise en œuvre du document stratégique ;
- partie 4 : le plan d'action.

➔ L'arrêté inter-préfectoral n°89/PREMAR MANCHE/AEM/NP du 25/09/2019 approuve le volet stratégique et les indicateurs associés du DSF Manche Est – Mer du Nord 2020-2026 (parties 1 et 2), dont le volet opérationnel (partie 3 et 4) est prévu pour 2021 ; le volet opérationnel du précédent plan a été approuvé par l'arrêté inter-préfectoral du 8 avril 2016.

La mise en œuvre de la DCSMM par le PAMM Manche Mer du Nord comporte 5 éléments, qui sont révisés tous les 5 ans (les dates d'approbation se trouvent à cheval sur 2 versions du plan) :
- Une Évaluation Initiale (EI) de l'état écologique des eaux marines et de l'impact environnemental des activités humaines sur ces eaux ;
  ➔ L'évaluation initiale de l'état du milieu a été approuvée pour le 1er cycle par l'arrêté inter-préfectoral du 21/12/2012 et pour le 2ème cycle par l'arrêté inter-préfectoral du 25/09/2019) ;

- La définition du Bon État Écologique (BEE) pour ces mêmes eaux reposant sur des descripteurs qualitatifs ;
  ➔ *La définition du bon état écologique a été élaborée au niveau national, puis approuvée par l'arrêté ministériel du 17/12/2012 et par arrêté inter-préfectoral du 25/09/2019 ;*
- La définition d'objectifs environnementaux et d'indicateurs associés en vue de parvenir à un bon état écologique du milieu marin) ;
  ➔ *Les objectifs environnementaux et indicateurs associés ont été approuvés par les arrêtés inter-préfectoraux du 21/12/2012 et du 25/09/2019 ;*
- Un programme de surveillance en vue de l'évaluation permanente de l'état des eaux marines et de la mise à jour périodique des objectifs ;
  ➔ *Le contenu du programme de surveillance du 1er cycle a été validé par l'arrêté ministériel du 28 avril 2015 et le programme de surveillance de la façade Manche Mer du Nord a été approuvé par arrêté préfectoral début juin 2015 ;*
- Un programme de mesures pour permettre de parvenir à un bon état écologique des eaux marines ou à conserver celui-ci ;
  ➔ *Le programme de mesures a été approuvé par l'arrêté inter préfectoral du 8 avril 2016 et sera révisé en 2021 pour le 2ème cycle.*

Les objectifs environnementaux visent à ramener les pressions exercées par les activités humaines sur le milieu marin à des niveaux compatibles avec le Bon État Écologique (BEE) des eaux marines à l'échéance du cycle en cours de la DCSMM ; ils sont structurés par descripteur d'état et de pression du BEE. Ils orientent les grandes thématiques d'actions qui seront détaillées en 2021 lors de la révision du programme de mesures.

Le premier bilan critique des objectifs environnementaux définis pour le premier cycle (OE1) a été réalisé en 2014 (Milieu Ltd, 2014) et AFB (2018) et a conclu à la nécessité d'associer un ou plusieurs indicateurs et cibles (niveau de pression compatible) à chaque Objectif Environnemental (OE).

Une évaluation du bon état écologique (BEE) pour chaque descripteur a été engagée entre mai 2017 et mai 2018 par les pilotes scientifiques et un cortège d'experts et de scientifiques associés : des fiches et cartes de synthèse de localisation pour les descripteurs de pression ont été élaborées.
Une liste de douze descripteurs de pressions anthropiques regroupées en trois grandes catégories (physiques, biologiques, substances-déchets et énergie), s'exerçant sur les enjeux prioritaires, a été retenue pour la définition des OE. Ces pressions peuvent agir de manière cumulée sur un enjeu ou un groupement d'enjeux et/ou être générés par plusieurs activités.

Dix-sept enjeux environnementaux ont été identifiés, en s'appuyant sur les BEE et soumis aux pressions d'origine anthropique. Des enjeux ont été rattachés au descripteur D1 : Habitats Benthiques (HB), habitats pélagiques et réseaux trophiques, Oiseaux Marins (OM), Mammifères marins et Tortues (MT), Poissons (PC).

Les descripteurs et objectifs associés sont :

- D1 Biodiversité, décliné en :
  - D1HB : Habitats benthiques
  - D1MT : Mammifères marins et tortues marines
  - D1OM : Oiseaux marins
  - D1PC : Poissons
- D2 : Espèces non indigènes
- D3 : Espèces exploitées à des fins commerciales
- D4/D7 : Modification des conditions hydrographiques et réseaux trophiques
- D5 : Eutrophisation
- D6 : Intégrité des fonds marin
- D8 : Contaminants dans le milieu sans effet néfaste sur les écosystèmes
- D9 : Contaminants et question sanitaire
- D10 : Déchets
- D11 : Energie sonore

La finalité de l'OE est de limiter ou éviter les perturbations physiques impactant le bon état écologique et la fonctionnalité du descripteur ou les pressions générant mortalité ou dérangement. Les OE 2ème cycle sont issus de reformulation des OE 1er cycle ou sont nouveaux ; ils permettront de guider l'action publique et de prioriser les moyens d'intervention qui seront proposés à travers les plans d'actions des DSF pour atteindre le BEE.

La compatibilité du projet avec les objectifs environnementaux associés aux descripteurs environnementaux (cycle 2) concernés par le projet pour sa partie marine est analysée dans le tableau suivant.

Tableau 6-4. Analyse de la compatibilité du projet avec les objectifs environnementaux du Plan d'Action pour le Milieu Marin en application du Document Stratégique de façade Manche Mer du Nord (V2, 2019)

Objectifs environnementaux du PAMM	Analyse de la compatibilité du projet de ferme aquacole
Descripteur 1 : « Diversité biologique »	
D1HB/OE06 : réduire les perturbations physiques sur les habitats sédimentaires subtidaux et circalittoraux notamment dans la zone des 3 milles	Les conduites enterrées et le flux de rejet situé en fond de bassin permettent de réduire les perturbations sur les habitats sédimentaires subtidaux. Le suivi des protections au niveau des sorties des conduites est destiné à vérifier les éventuels affouillements et modifications des habitats.
D1MT/OE01 : limiter le dérangement anthropique des mammifères marins	Le nombres de navire impliqués est faible et les risques de collision en phase de travaux sont faibles. Les bruits du microtunnelier et d'installation des systèmes de protection des conduites n'engendrent pas de risques physiologiques pour les mammifères marins. Une procédure d'observation des mammifères marins sera mise en place au démarrage des travaux. Il n'y a pas de tortues marines au niveau de la zone d'étude.
D1MT/ OE03 : réduire les collisions avec les tortues marines et les mammifères marins	
D1OM/OE03 : éviter les pertes d'habitats fonctionnels pour les oiseaux marins, en particulier dans les zones marines où la densité est maximale	Pour la partie marine du projet, la période des travaux sera adaptée pour éviter les périodes de reproduction (printemps). Les conduites et leur fonctionnement (pompage et rejet) ne modifient pas le comportement d'alimentation des oiseaux.
D1OM/OE06 : limiter le dérangement physique, sonore, lumineux des oiseaux marins au niveau de leurs zones d'habitats fonctionnels	
D1PC/OE05 : diminuer toutes les pressions qui affectent l'étendue et la condition des zones fonctionnelles halieutiques d'importance identifiées (dont frayères, nourriceries, voies de migration), essentielles à la réalisation du cycle de vie des poissons, céphalopodes et crustacés d'intérêt halieutique	La rade constitue une zone de nourricerie qui n'est pas impactée par les travaux ; la zone de la conduite de pompage appartient à la nourricerie côtière régionale. Les extrémités des conduites seront équipées de grilles pour éviter les rejets de poissons d'élevage et les aspirations de juvéniles au pompage d'eau de mer au large. Il n'y a pas de frayère au niveau du bassin Ro-Ro.
Descripteur2 : « Espèces non indigènes »	
D2-OE04 : limiter les risques de dissémination des espèces non indigènes lors de l'introduction et du transfert des espèces aquacoles	La conception du projet aquacole et le système de traitement des eaux installé ne sont pas susceptibles de générer l'introduction ou la prolifération d'espèces non indigènes vers le milieu marin.

Objectifs environnementaux du PAMM	Analyse de la compatibilité du projet de ferme aquacole
Descripteur 5 : « Eutrophisation »	
D5-OE03 : ne pas augmenter les apports de nutriments dans les zones peu ou pas impactées par l'eutrophisation	Les dispositifs de traitement des eaux rejetés dans le cadre de l'exploitation du projet ont été dimensionnés pour respecter les VLE de l'activité de pisciculture en mer (arrêtés du 2/02/1998 et du 23/03/2012 des ICPE). La modélisation indique un taux de dilution qui permet de respecter le l'objectif de bon état des masses d'eaux côtières.
Descripteur 6 : « Intégrité des fonds marins »	
D6/OE01 : limiter les pertes physiques d'habitat liées à l'artificialisation de l'espace littoral, de la laisse de plus haute mer à 20 mètres de profondeur	Le projet sur sa partie marine se situe à proximité d'un espace industrialo-portuaire artificialisé. Les conduites enterrées ne modifient pas les espaces naturels en pied de digue et l'emprise sur les habitats génériques, largement représentés à l'échelle régionale. Il n'y a pas d'habitat particulier.
D6/OE02 : réduire les perturbations et les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées aux activités et usages maritimes	
Descripteur 7 : « Conditions hydrographiques »	
D7-OE01 : éviter les incidences résiduelles notables de la turbidité au niveau des habitats et des principales zones fonctionnelles halieutiques d'importance les plus sensibles à cette pression, sous l'influence des ouvrages maritimes, de l'extraction de matériaux, du dragage, de l'immersion de matériaux de dragage, des aménagements et de rejets terrestres.	La conception du projet, avec les conduites enterrées et un rejet en fond de bassin, limite l'augmentation de turbidité. Les dispositifs de traitement des eaux rejetés dans le cadre de l'exploitation du projet ont été dimensionnés pour respecter les VLE de l'activité de pisciculture en mer.
D7-OE02 : éviter toute nouvelle modification anthropique des conditions hydrographiques ayant un impact résiduel notable sur la courantologie et la sédimentologie des secteurs à enjeux et en priorité dans les baies macro-tidales, les zones de courant maximaux et des secteurs de dunes hydrauliques	La conception du projet, avec les conduites enterrées et un rejet en fond de bassin, ne modifie pas les conditions hydrosédimentaires régionales, caractérisés par un fort hydrodynamisme près d'un secteur anthropisé.
Descripteur 8 : « Contaminants dans le milieu sans effet néfaste sur les écosystèmes »	
D8-OE02 : réduire les apports directs en mer de contaminants, notamment les hydrocarbures liés au transport maritime et à la navigation	Lors des travaux, toutes les précautions seront prises pour éviter les pollutions accidentelles. La qualité des rejets est compatible avec les NQE de bon état écologique des masses d'eaux côtières, et sont dépourvus de substances dangereuses prioritaires mentionnées en annexe 10 de la DCE.
D8-OE05 : limiter les apports directs, les transferts et la remobilisation de contaminants en mer liés aux activités en mer autres que le dragage et l'immersion (ex: creusement des fonds marins pour installation des câbles, EMR, transport maritime …) et supprimer les rejets, émissions, relargage des substances dangereuses prioritaires mentionnées en annexe 10 de la DCE	
D8-OE07 : réduire les rejets à la mer de contaminants d'origine terrestre (hors activités de dragage clapage)	
Descripteur 9 : « Contaminants dans les produits consommés et questions sanitaires »	
D9-OE01 : réduire les transferts directs de polluants microbiologiques en particulier vers les zones de baignade et les zones de production de coquillages	Un post-traitement bactériologique est appliqué sur le rejet ; Il n'y a pas d'émissions prévues de germes bactériologiques fécaux dans le rejet. Des simulations de dispersion bactériologique du rejet ont été réalisées, indiquant une compatibilité (absence de contamination) avec les normes en vigueur des eaux de baignade et des eaux conchylicoles.

Objectifs environnementaux du PAMM	Analyse de la compatibilité du projet de ferme aquacole
D10 : Déchets	
D10-OE01 : réduire les apports et la présence des déchets d'origine terrestre retrouvés en mer et sur le littoral	Les déchets susceptibles d'être produits pendant le chantier seront évacués et recyclés en filière adaptée. Les conduites sont équipées de tamis pour éviter de rejeter des macrodéchets vers le milieu marin. Inversement, des grilles seront posées sur la conduite de pompage et régulièrement nettoyées.
D10-OE02 : réduire les apports et la présence de déchets en mer issus des activités, usages et aménagements maritimes	
Descripteur 11 : « Energies introduites en mer »	
D11/OE01 : réduire le niveau de bruit lié aux émissions impulsives au regard des risques de dérangement et de mortalité des mammifères marins	Les bruits du microtunnelier et d'installation des systèmes de protection des conduites n'engendrent pas de risques physiologiques pour les mammifères marins. Une procédure d'observation des mammifères marins sera mise en place au démarrage des travaux. La période des travaux sera adaptée par rapport aux périodes les plus sensibles pour les animaux.
D11/OE02 : maintenir ou réduire le niveau de bruit continu produit par les activités anthropiques, notamment le trafic maritime	

Les descripteurs 2 (espèces non indigènes), 3 (espèces exploitées à des fins commerciales) et 4 (modification des réseaux trophiques) ne sont pas concernés :

- L'analyse des incidences montre l'absence d'incidence sur le lien trophique (benthos), ainsi que sur la ressource halieutique et conchylicole : le projet est compatible avec les objectifs de préservation des stocks halieutiques et conchylicoles et de préservation du lien trophique.
- Les opérations de pose des conduites et l'exploitation de la ferme aquacole ne sont pas source d'apport d'espèces invasives.

Ainsi :

- Les travaux de pose des conduites du projet ne détruisent pas d'habitat ou d'espèces ayant un rôle fonctionnel dans l'écosystème. La durée du chantier est courte, l'analyse des incidences montre que les incidences sont faibles et limitées dans le temps. **Le projet considéré est compatible avec les objectifs de préservation de la biodiversité et des habitats des descripteurs D1 et D6.**
- Les éléments installés dans le cadre de ce projet ne sont pas susceptibles de générer l'introduction ou la prolifération d'espèces non indigènes. **Le projet est donc considéré comme compatible avec les objectifs liés à la limitation du développement des espèces non indigènes données par le descripteur D2.**
- Les rejets émis par la conduite de refoulement resteront bien inférieurs aux seuils réglementaires en vigueur ; par ailleurs, la modélisation effectuée n'indique aucune incidence liée aux rejets sur le milieu naturel. **Le projet considéré est compatible avec l'objectif de préservation du milieu des problématiques liées à l'eutrophisation du descripteur D5.**
- Les modifications engendrées par les travaux sur le substrat seront d'une emprise relativement faible, négligeable en ce qui concerne la modification des fonds à l'échelle de leur répartition sur la zone d'étude. **Le projet considéré est compatible avec l'objectif de préservation de l'intégrité des fonds marins du descripteur D6.**
- La faible emprise du projet sur les fonds et la colonne d'eau n'est pas susceptible de modifier les conditions hydrographiques du milieu. **Le projet considéré est compatible avec l'objectif de préservation des écosystèmes et de limitation des pressions exercées du descripteur D7.**
- Toutes les précautions sont prises pour qu'aucun polluant ne soit relargué dans le milieu marin ; les engins et navires mis en œuvre respectent les normes environnementales. **Le projet considéré est compatible avec l'objectif de préservation des apports contaminants vers le milieu marin, chroniques ou accidentels du descripteur D8.**
- Toutes les précautions sont prises pour qu'aucun polluant ne soit relargué dans le milieu marin et il n'y a pas d'incidences du projet offshore sur les zones de baignade et les gisements

coquilliers. **Le projet considéré est compatible avec l'objectif de préservation du lien trophique sans bioaccumulation du descripteur D9**.

- Aucun déchet ne sera laissé sur place lors du chantier et le navire décharge ses déchets domestiques et eaux noires à terre. **Le projet considéré est compatible avec l'objectif de préservation de la qualité du milieu des descripteurs D9 et D10.**
- Les travaux sont source de bruit, limitée dans le temps, mais sans risque physiologique pour les mammifères marins, uniquement source de dérangement potentielle des zones de repos localisées à proximité de la zone d'étude. **En ce sens, le projet considéré est compatible avec l'objectif de préservation des mammifères marins du descripteur D11.**

➔ **Le projet de ferme aquacole avec prise d'eau en mer et rejet dans le milieu marin prend en compte, via les méthodes mises en œuvre, l'ensemble des descripteurs listés ci-dessus et il répond ainsi aux objectifs cycle 2 du plan d'action pour le milieu marin Manche - Mer du Nord.**

La compatibilité du projet avec le SDAGE Artois-Picardie en lien avec les objectifs environnementaux opérationnels du PAMM 2ème cycle est reprise dans le tableau suivant.

Tableau 6-5. Analyse de la compatibilité du projet avec le SDAGE <u>en lien</u> avec les objectifs environnementaux opérationnels du PAMM.

Orientations et dispositions du SDAGE	Objectifs du PAMM	Analyse de la compatibilité des dragages d'entretien et des immersions
Orientation A-1 : Continuer la réduction des apports ponctuels de matières polluantes classiques dans les milieux	**D8-OE01** : réduire les apports de contaminants dus aux apports pluviaux des communes, des agglomérations littorales et des ports **D8-OE02** : réduire les apports directs en mer de contaminants, notamment les hydrocarbures liés au transport maritime et à la navigation **D8-OE05** : limiter les apports directs, les transferts et la remobilisation de contaminants en mer liés aux activités en mer autres que le dragage et l'immersion et supprimer les rejets, émissions, relargage des substances dangereuses prioritaires mentionnées en annexe 10 de la DCE **D8-OE07** : réduire les rejets à la mer de contaminants d'origine terrestre (hors activités de dragage clapage)	Lors des travaux, toutes les précautions seront prises pour éviter les pollutions accidentelles. La qualité des rejets est compatible avec les NQE de bon état écologique des masses d'eaux côtières. Les dispositifs de traitement des eaux rejetés dans le cadre de l'exploitation du projet ont été dimensionnés conformément aux objectifs de l'orientation A-11, en respectant les VLE de l'activité de pisciculture en mer (arrêtés du 2/02/1998).
Disposition A-1.1 : Adapter les rejets à l'objectif de bon état **Disposition A-11.1 :** Adapter les rejets de polluants aux objectifs de qualité du milieu naturel		
Orientation D-2 : Limiter les risques microbiologiques en zone littorale ou en zone d'influence des bassins versants définie dans le cadre des profils de vulnérabilité pour la baignade et la conchyliculture	**D9-OE01** : réduire les transferts directs de polluants microbiologiques en particulier vers les zones de baignade et les zones de production de coquillages	Un post-traitement bactériologique est appliqué sur le rejet ; Il n'y a pas d'émissions prévues de germes bactériologiques fécaux dans le rejet. Des simulations de dispersion bactériologique du rejet ont été réalisées, indiquant une compatibilité (absence de contamination) avec les normes en vigueur des eaux de baignade et des eaux conchylicoles.
Orientation D-4 : Intensifier la lutte contre la pollution issue des installations portuaires et des bateaux	**D8-OE02** : réduire les apports directs en mer de contaminants, notamment les hydrocarbures liés au transport maritime et à la navigation	Lors des travaux, toutes les précautions seront prises pour éviter les pollutions accidentelles. Les rejets sont dépourvus de substances dangereuses prioritaires mentionnées en annexe 10 de la DCE.
Disposition D-4.1 : Réduire les pollutions issues des installations portuaires	**D8-OE07** : réduire les rejets à la mer de contaminants d'origine terrestre (hors activités de dragage clapage)	

Orientations et dispositions du SDAGE	Objectifs du PAMM	Analyse de la compatibilité des dragages d'entretien et des immersions
Orientation D-5 : Prendre des mesures pour lutter contre l'eutrophisation en milieu marin	**D5-OE03** : ne pas augmenter les apports de nutriments dans les zones peu ou pas impactées par l'eutrophisation	Les dispositifs de traitement des eaux rejetés dans le cadre de l'exploitation du projet ont été dimensionnés pour respecter les VLE de l'activité de pisciculture en mer (arrêté du 2/02/1998). La modélisation indique un taux de dilution qui permet de respecter le l'objectif de bon état des masses d'eaux côtières.
Orientation D-6 : Préserver les milieux littoraux particuliers indispensables à l'équilibre des écosystèmes avec une forte ambition de protection au regard des pressions d'aménagement	**D6-OE02** : Réduire les perturbations et les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées aux activités et usages maritimes	Le projet sur sa partie marine se situe à proximité d'un espace industrialo-portuaire artificialisé. Les conduites enterrées ne modifient pas les espaces naturels en pied de digue et l'emprise sur les habitats génériques, largement représentés à l'échelle régionale. Il n'y a pas d'habitat particulier.
Disposition D-6.1 : Préserver les milieux riches et diversifiés ayant un impact sur le littoral		

Les dispositions du SDAGE avec les descripteurs 1 (habitats, mammifères marins, avifaune) ; les descripteurs 2 (espèces invasives), 3 (espèces exploitées à des fins commerciales) et 4 (modification des réseaux trophiques) ne sont pas directement concernés.

6.4. Schéma d'Aménagement et de gestion (SAGE) du bassin côtier du Boulonnais

Source : http://symsageb.agglo-boulonnais.fr/le-sage-du-boulonnais

Le premier SAGE du bassin côtier du Boulonnais a été approuvé par arrêté préfectoral le 4 février 2004, animé par la commission locale de l'eau, avec l'aide du PNR des Caps et Marais d'Opale. Le SAGE a été révisé et approuvé le 9 janvier 2013.

Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) est un document de planification à long terme, issu de la Loi sur l'Eau de 1992 et modifié par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006. Il a pour but de définir les priorités du territoire, en matière de politique de l'eau et de milieux aquatiques, les objectifs et les dispositions pour les atteindre. Le SAGE est le référent technique en matière de politique liée à l'eau et il permet la conciliation des usages et des milieux naturels aquatiques et associés. Il est animé par la Commission Locale de l'Eau du Boulonnais et sa structure porteuse est le SYMSAGEB.

Le SAGE du Boulonnais couvre une superficie de 700 km^2. Il concerne 8 masses d'eau : la Liane (n°AR30), le Wimereux (n°AR62), la Slack (n°AR53), la nappe des calcaires du Boulonnais (n°1002), les masses d'eau littorales s'étendant du Cap Gris Nez à la Warenne (n°FRAC02, n°FRAC03, n°FRAC04) et le site portuaire de Boulogne-sur-Mer (n°FRAT02).

Il présente 8 orientations stratégiques générales (ou objectifs), déclinées en plusieurs thématiques puis en orientations spécifiques (Objectif > Thème > Orientation) :

- *Objectif 1 : « la gestion qualitative de l'eau* » :
  Il concerne les cours d'eau, les eaux de baignade et les zones de production conchylicole. Les orientations et actions, dans le but d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau à 2015 (DCE) et de satisfaire aux usages liés à la mer, visent :
  - la maîtrise des pollutions d'origine industrielle *(thème 1)*, notamment par l'amélioration des pré-traitements et traitements des eaux d'origine industrielle *(orientation I),*
  - la maîtrise des pollutions d'origine domestique *(thème 2)*, notamment par la mise en œuvre de plan de zonage d'assainissement *(orientation I)* et l'amélioration des systèmes de collecte et des unités de traitement collectifs *(orientation II),*
  - la maîtrise de la pollution d'origine agricole *(thème 3)* et de la pollution liée aux pratiques d'épandage *(thème 4 > orientation I)*

  ➔Les possibilités de contamination des eaux littorales et marines, directes ou indirectes, sont prises en compte dans l'étude, de même que les enjeux locaux de l'eau dans l'analyse et l'évaluation des risques de pollution accidentelle.

- *Objectif 2 : « la gestion des milieux naturels* »
  La stratégie d'intervention sur le patrimoine naturel lié à l'eau repose sur une volonté forte de rechercher une compatibilité des activités humaines avec un haut degré de naturalité des milieux naturels. Les orientations et actions visent notamment à gérer les marais arrière-littoraux *(thème 3)* et les massifs dunaires *(thème 4)* ainsi que la reconquête de la qualité écologique et paysagère des cours d'eau *(thème 1)*.
  ➔Cet objectif n'est pas concerné par le projet.

- *Objectif 3 : « la gestion de la ressource en eau potable* »
  Les axes de la stratégie d'intervention sur la ressource en eau potable sont les suivants :
  - protéger les aires d'alimentation de captage,
  - maintenir un bon état écologique des masses d'eaux souterraines,
  - rechercher une meilleure solidarité entre unités et syndicats

  ➔Cet objectif n'est pas concerné par le projet.

- *Objectif 4 « la protection et la mise en valeur de la frange littorale* » :
  Cet objectif renvoie au premier objectif sur la qualité des eaux de baignade et conchylicoles en réduisant les apports bactériologiques et les risques d'eutrophisation, visant à obtenir un bon potentiel écologique de la masse d'eau de transition (port de Boulogne-sur-Mer) et de la masse d'eau côtière à l'horizon 2021 (DCE).
  Les axes de la stratégie d'intervention sur la qualité des eaux portuaires et côtières sont les suivants :
  - l'amélioration et le maintien de la qualité des eaux notamment de baignade *(Thème 1)*,
  - la gestion du trait de côte et la maîtrise de la pression d'aménagement en zone littorale *(Thème 2)*,
  - l'amélioration de la connaissance et de la limitation des flux de pollution issus de la zone portuaire de Boulogne-sur-Mer *(Thème 3*),
  - la connaissance des milieux et la gestion coordonnée de l'interface terre-mer *(Thème 4)*.

  ➔En renvoi à l'objectif 1, les possibilités de contamination des eaux littorales et marines, directes ou indirectes sont prises en compte dans l'étude.

- *Objectif 5 « la gestion de l'espace et la maîtrise des écoulements* »
  Le plan d'actions portant sur la gestion de l'espace et la maîtrise des écoulements se fixe comme principal objectif la mise hors d'eau pour une crue de récurrence centennale des secteurs habités habituellement sinistrés par le fait des inondations. L'une des orientations concerne l'optimisation de la gestion des ouvrages hydrauliques et notamment le barrage Marguet sur la Liane *(thème 5 > orientation I).*
  ➔Cet objectif n'est pas concerné par le projet.

- *Objectif 6 : « la gestion de l'eau en milieu industriel spécifique : les carrières »*
  Cet enjeu concerne la gestion de l'eau dans le bassin carrier de Marquise.
  ➔Cet objectif n'est pas concerné par le projet.

- *Objectif 7 « les loisirs et les activités nautiques* »
  Cet enjeu concerne la valorisation des loisirs nautiques en rivière.
  ➔Cet objectif n'est pas concerné par le projet.

- *Objectif 8 : « le plan de communication et les actions de sensibilisation* »
  La mise en place d'un plan de communication et des actions de sensibilisation est nécessaire pour informer et conseiller au mieux les acteurs du territoire chargés d'appliquer directement ou indirectement les orientations du SAGE.
  ➔ Cet objectif n'est pas concerné par le projet.

➔Le projet **d'implantation d'une installation de production du système d'aquaculture en recirculation** est sans rapport avec les objectifs 2, 3, 5 à 8 du SAGE. Il n'est concerné que par les objectifs 1 et 4 du SAGE, détaillés ci-dessous.

L'analyse de la compatibilité du projet avec le SAGE du Boulonnais est la suivante :

Thème	Orientation	Mesure	Analyse de la compatibilité avec le SAGE
Objectif 1 : « la gestion qualitative de l'eau »			
Maîtrise des pollutions d'origine industrielle (Thème 1)	Amélioration des pré-traitements et traitements des eaux d'origine industrielle (orientation I)	M1 : Améliorer la qualité des rejets des activités industrielles vers le milieu naturel ou mise en conformité du rejet afin d'atteindre le bon état écologique au sens de la Directive Cadre sur l'Eau M2 : Mettre en place des dispositifs de pré-traitement, établir des conventions de déversement avec les gestionnaires d'assainissement dans le cas de rejet effectué en réseau ou en cas de déversement au milieu naturel, afin de respecter les capacités épuratoires des stations et/ou du milieu récepteur.	Le traitement des rejets a été dimensionné afin de pouvoir respecter les en respectant les VLE de l'activité de pisciculture en mer (arrêté du 2/02/1998) et diminuer au maximum les rejets vers le milieu naturel en respectant les NQE de la DCE (objectif de bon état écologique de la masse d'eau).
Objectif 4 : « la protection et la mise en valeur de la frange littorale »			
Amélioration et maintien d'une bonne qualité des eaux et des habitats littoraux (Thème 1)	Garantir une bonne qualité physico-chimique et microbiologique des eaux littorales (orientation I)	M167 : veiller à maîtriser et réduire les apports d'azote et de phosphore aux cours d'eau et en zone littorale afin de réduire l'eutrophisation des masses d'eau, dans le but d'éviter les efflorescences algales M168 : limiter les risques microbiologiques en zone littorale et dispositions nécessaires pour fortement réduire voire supprimer les transferts de polluants microbiologiques	Les concentrations en sels nutritifs du rejet respectent les VLE de l'activité de pisciculture en mer Un suivi régulier sera réalisé afin de suivre l'évolution des flux de nutriments à la mer. Un post-traitement bactériologique est appliqué sur le rejet ; Il n'y a pas d'émissions prévues de germes bactériologiques fécaux dans le rejet. Des simulations de dispersion bactériologique du rejet ont été réalisées, indiquant une compatibilité (absence de contamination) avec les normes en vigueur des eaux de baignade et des eaux conchylicoles.

	Restaurer et protéger les habitats en milieu littoral (orientation II)	M173 : contribuer à l'atteinte des objectifs environnementaux en zone protégée. Ces décisions tiendront compte des orientations des documents d'objectifs des sites Natura 2000 et des sites d'intérêt communautaire réalisés afin que l'état des eaux en qualité et en quantité permette d'atteindre les objectifs de conservation de ces sites	La zone marine du projet est située au sein du parc naturel marin EPMO mais aucune incidence notable n'a été identifiée sur les fonctionnalités des milieux, en phase travaux et en phase d'exploitation. La conception du projet, avec les conduites enterrées et un rejet en fond de bassin, limite l'augmentation de turbidité. Les dispositifs de traitement des eaux rejetés dans le cadre de l'exploitation du projet ont été dimensionnés pour respecter les VLE de l'activité de pisciculture en mer.
Gestion coordonnée du littoral à l'interface terre-mer et transmission de la connaissance (Thème 4)	Alimenter la connaissance sur les milieux littoraux et la transmettre (orientation II)	M183 : Enrichissement des réseaux de mesures de toute nature pour mieux connaître le milieu littoral et portuaire	Les suivis réalisés par les exploitants de la ferme aquacole lors de l'exploitation du projet contribueront à alimenter les connaissances sur les milieux littoraux.

➔ Le projet de ferme aquacole avec prise d'eau en mer et rejet dans le milieu marin est compatible avec les objectifs du SAGE du bassin côtier du Boulonnais.

6.5. Parc Naturel Marin (PNM) des estuaires picards et de la mer d'Opale

Source : Plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale

Le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'opale dispose d'un plan de gestion adopté en conseil de gestion le 10 décembre 2015. Le plan de gestion se définit comme un document de planification qui fixe les objectifs et finalités poursuivis en accord avec les orientations de gestion actées dans le décret de création du Parc.

Le plan de gestion est structuré en chapitres, correspondants pour partie aux orientations de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. Ces orientations ont été fixées par décret et ne peuvent être remises en cause dans le plan de gestion. Seul un nouveau décret pourrait y apporter des modifications.
Pour chaque chapitre, est présenté un contexte général, sur la base des connaissances disponibles, identifiées et exploitées à la date d'élaboration du plan de gestion pour introduire les enjeux qui ont conduits aux choix de gestion.
Ce contexte est actualisé et évolutif afin de définir un véritable « état initial » des milieux et des usages.
À la suite de ce contexte, sont présentées les finalités de gestion associées à chaque orientation, elles-mêmes déclinées en sous-finalités. Elles décrivent les buts recherchés à 15 ans pour chaque orientation.
À chaque sous-finalité sont associés des niveaux d'exigence et des indicateurs permettant d'évaluer l'atteinte des buts fixés. Les niveaux d'exigence traduisent l'ambition du Parc et les conditions dans lesquelles celui-ci souhaite atteindre ses objectifs. Un indicateur est une variable associée à une valeur de référence choisie pour exprimer un résultat et la conduite de la gestion. Les indicateurs sont le cœur du tableau de bord. Il va permettre au conseil de gestion d'apprécier rapidement l'évolution des résultats et faciliter la prise de décision sur les actions à mettre en œuvre (Figure 6-2).

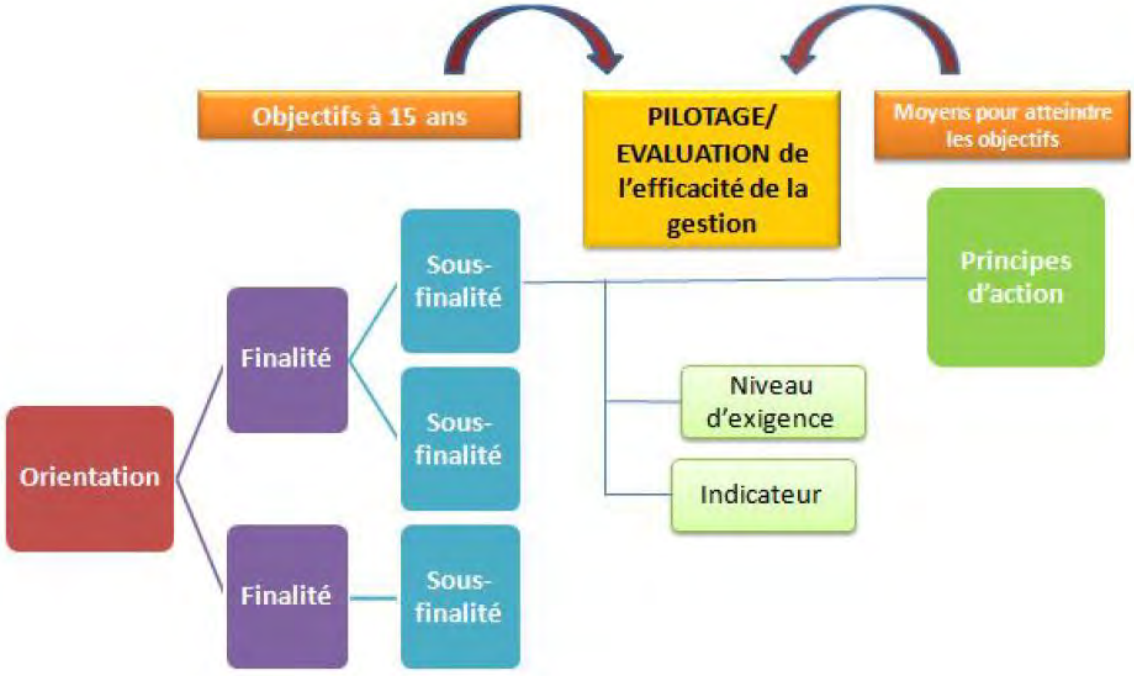


Figure 6-2. Structuration du plan de gestion.

Ce sont ces orientations de gestion, finalités, sous finalités et niveaux d'exigences qui sont présentés dans la suite de ce chapitre, en lien avec le projet d'installation de la ferme aquacole.

- **Qualité de l'eau**

  Orientation de gestion : Contribuer à l'évaluation et à l'amélioration de l'état écologique de eaux marines et estuariennes, en associant les acteurs concernés aux échelles appropriées, en particulier en participant à l'observation et à la gestion de la mobilité hydrosédimentaire, importante pour le bon état des habitats marins et pour conserver le caractère maritime des estuaires.

  - **Finalité :** Des eaux en bon état écologique
    - **Sous-finalité :** Une production primaire garantissant la pérennité de la biodiversité et de la productivité des écosystèmes
      - **Exigence associée** : Le maintien d'un niveau de production primaire suffisant pour le bon fonctionnement des réseaux trophiques
    - **Sous-finalité :** Une qualité écologique favorable au bon fonctionnement des réseaux trophiques
      - **Exigence associée** : Ensemble des eaux marines du Parc en bonne qualité écologique, et notamment une qualité restaurée, des estuaires.
    - **Sous-finalité** : Une présence en microparticules et en macrodéchets ne générant pas de nuisances au milieu marin, côtier et intertidal
      - **Exigence associée :** Une diminution de la présence en microparticules et en macrodéchets dans le Parc afin de limiter leur impact sur la faune et la flore aquatique et sur les usages.
    - **Sous-finalité :** Une qualité sanitaire compatible avec les activités socio-économiques présentes sur le périmètre du Parc
      - **Exigence associée** : Ensemble des eaux littorales en bon état sanitaire.
      - **Exigence associée** : Ensemble des plages du Parc ouvertes à la baignade.
  - **Finalité** : Des eaux en bon état chimique
    - **Sous-finalité** : Des pollutions chimiques réduites dans l'eau et les sédiments et ne nuisant pas au bon état écologique des eaux et aux activités du Parc
      - **Exigence associée** : Ensemble des eaux du Parc en bonne qualité chimique, et notamment au regard des rejets issus des activités.

- **Patrimoine naturel**

  Orientations de gestion :
  - Faire du Parc naturel marin un secteur de référence pour la connaissance et le suivi partagés de l'état et de l'évolution du milieu marin ainsi que de l'influence des activités humaines, notamment pour les estuaires et les bancs de sable sous-marins.
  - Protéger, maintenir en bon état de conservation et si besoin restaurer le patrimoine naturel marin, exploité ou non, ainsi que les fonctionnalités multiples et originales des écosystèmes, en particulier celles des nourriceries, des frayères et des couloirs de migration en mer ainsi qu'à l'interface terre-mer, dans et à l'ouvert des estuaires, en lien étroit avec les usagers du milieu marin.
  - Soutenir et animer une gestion coordonnée et partenariale avec les instances de gestion des espaces protégés inclus ou contigus à cet espace marin et estuarien.

  - **Finalité :** Des habitats marins, côtiers, estuariens et intertidaux reconnus et protégés dans la dynamique de l'évolution naturelle

- **Sous-finalité** : Une mosaïque d'habitats estuariens conservée
  - **Exigence associée :** Maintien de la diversité d'habitats fonctionnels à l'échelle de chaque estuaire (habitats 1130 – 1140 – 1110)
  - **Exigence associée** : Maintien des différents habitats et de leur(s) intérêts connus

- **Sous-finalité** : Tous les habitats à statut pour lesquels le Parc a une responsabilité en bon état de conservation
  - **Exigence associée :** Bon état des habitats des substrats meubles (habitats 1140 - 1110)

- **Sous-finalité** : Tous les sites patrimoniaux et/ou d'intérêt géologique reconnus et protégés
  - **Exigence associée** : 100% de conservation des caractères uniques des sites
  - **Exigence associée** : Les sites à forte valeur patrimoniale ou géologique valorisés

- **Finalité** : Un bon état des fonctionnalités de l'écosystème pour assurer tout ou partie du cycle biologique des espèces dans un système hydrosédimentaire évolutif

  - **Sous-finalité** : Une expression optimale des fonctionnalités écologiques structurantes du territoire du Parc
    - **Exigence associée :** Le réseau trophique et ses différents niveaux non perturbés
    - **Exigence associée :** Maintien ou amélioration des zones de reproduction
    - **Exigence associée :** Maintien ou amélioration des zones d'alimentation
    - **Exigence associée :** Maintien ou amélioration des zones de repos

  - **Sous-finalité** : Une connectivité écologique des habitats en bon état pour une productivité et une richesse des milieux
    - **Exigence associée :** 100% des connectivités terre/mer fonctionnelles au niveau des estuaires
    - **Exigence associée :** Maintien des flux hydro-sédimentaires en limitant les entraves au niveau de la bande côtière
    - **Exigence associée :** Dynamique hydrosédimentaire non perturbée permettant l'expression de la géomorphologie du territoire

  - **Sous-finalité :** Une reconnaissance des fonctionnalités écologiques du milieu marin et de leur rôle dans la production des services écosystémiques
    - **Exigence associée :** Les principaux services écosystémiques reconnus et étudiés

- **Finalité** : Un bon état de conservation des espèces
  - **Sous-finalité** : Un bon état de conservation de toutes les espèces à statut pour lesquelles le Parc a une responsabilité
    - **Exigence associée :** Des bonnes conditions d'accueil des mammifères marins
    - **Exigence associée :** Bon état des populations de phoques
    - **Exigence associée :** Maintien des populations d'oiseaux en mer, en particulier les plongeons et les alcidés
    - **Exigence associée :** Maintien des populations d'oiseaux de l'estran*, en particulier les limicoles
    - **Exigence associée :** Bon état des populations d'oiseaux nicheurs, en particulier la Mouette tridactyle et les gravelots
    - **Exigence associée :** Bon état des populations de poissons migrateurs amphihalins*

- **Exigence associée :** Maintien des populations végétales intertidales*, en particulier l'Obione pédonculée et le Chou marin
- **Exigence associée :** Bon état des populations des espèces à statut OSPAR

- **Sous-finalité** : Un bon état des espèces ordinaires les plus constantes et les plus fidèles au territoire du Parc
  - **Exigence associée :** 100 % des espèces ordinaires les plus constantes et fidèles connues
  - **Exigence associée :** Bon état de conservation des populations d'espèces ordinaires clés, en particulier les producteurs primaires et secondaires

- **Sous-finalité** : Des espèces envahissantes intégrées dans la gestion du Parc
  - **Exigence associée :** Les espèces envahissantes contenues et ne remettant pas en cause le bon fonctionnement de l'écosystème

▶ **<u>Activités du territoire</u>**
Orientations de gestion :

- Mettre en valeur et soutenir les différentes activités de pêche visant une exploitation durable des ressources, dans le respect des milieux et en confortant leur rôle social et économique.
- Mettre en valeur et développer durablement les activités s'exerçant dans le respect des milieux et vivant raisonnablement des ressources vivantes, minérales ou énergétiques de la mer, les usages de loisir et les usages traditionnels porteurs de l'identité maritime, en œuvrant pour une cohabitation équilibrée de tous, en restant ouvert à l'innovation et aux nouveaux usages.

- Finalité : Une gestion des ressources optimisée pour une exploitation durable

  - Sous-finalité : Des modes d'exploitation et d'élevage tenant compte de la sensibilité des milieux.
    - La combinaison pression-impact des différentes activités de prélèvement ne portant pas atteinte au bon état des habitats et espèces à enjeux.

- Finalité : Des activités compatibles avec les écosystèmes

  - Sous finalité : Des aménagements littoraux, des activités industrielles et portuaires ajustées aux potentialités environnementales du territoire.
    - Des pratiques et des aménagements ne remettant pas en cause le bon état des habitats à enjeux et espèces sensibles, et la qualité de l'eau.

- Finalité : Des activités conciliées entre elles, une cohésion renforcée entre les usagers

  - Sous-finalité : Une cohabitation optimisée des activités pour l'accès aux ressources et à l'espace.
    - Une utilisation équilibrée de l'espace par l'ensemble des activités.
    - Un accès aux ressources facilité et concerté.

  - Sous-finalité : Des projets innovants compatibles avec le milieu marin suscités, accompagnés et/ou portés par le Parc
    - L'ensemble des projets locaux innovants éco-compatibles et associant le Parc en tant que partenaire.

➔ En raison de l'absence d'incidences constatées sur la qualité des eaux littorales, ainsi que de la très faible emprise des aménagements au regard de la surface totale du parc naturel marin, le projet est considéré comme compatible avec le plan de gestion du parc naturel marin.

7. Justification des choix

7.1. Localisation des points de pompage et rejet

Plusieurs solutions ont été envisagées concernant la localisation des conduites de pompage et de rejet, notamment en mer et en milieu portuaire. Elles sont représentées sur la figure suivante :

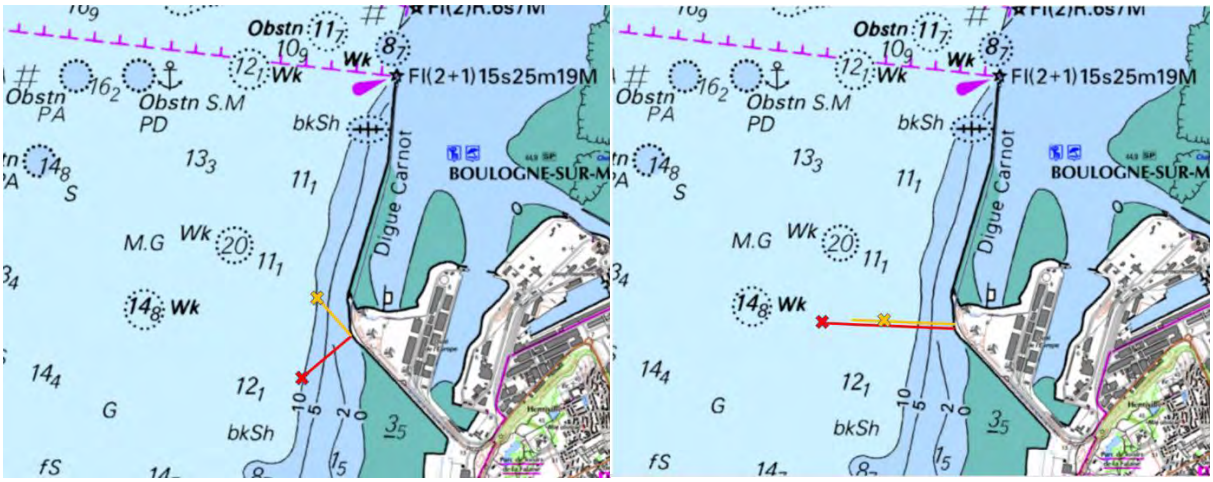


Figure 7-1. Localisation des points de pompage et de rejet envisagées lors des premiers scénarios.

L'évolution des besoins en eaux de mer ont conduit à revoir le diamètre des canalisations, donc des moyens de mise en œuvre (forage tunnelier, microtunnelier). Une 1e modélisation de rejet en mer a été effectuée, les conclusions positives ont permis d'envisager un rejet en bassin portuaire tel que présenté dans ce document.

Le choix d'effectuer une pose des conduites telle qu'envisagée actuellement permet de réduire et d'empêcher un éventuel repompage des eaux rejetées.

7.2. Protection de la conduite

Pour réduire les affouillements liés à un rejet continu sur les fonds sédimentaires, la conduite est surélevée à 3 m au-dessus du sol. Ceci nécessite un système de protection de la conduite, suffisamment lâche pour ne pas arrêter les écoulements et permettre la circulation des poissons.

Le dimensionnement de la tête de prise pour le pompage permet de limiter l'entrainement d'organismes marins, poissons en particulier.

7.3. Période des travaux

La période des travaux choisie est celle permettant de limiter au maximum les incidences sur la faune marine (évitement des périodes sensibles pour les mammifères marins ainsi que l'avifaune).

7.4. Microtunnelier

Le 1e choix de la technique du forage dirigé permet de nombreux avantages techniques, principalement l'évitement de la destruction et reconstruction d'une partie de la digue Carnot. L'impact sur le milieu marin est ainsi minimal, par ailleurs, le choix d'un recours à la technique du microtunnelier plutôt que celle du forage dirigé comme initialement prévu permet le stockage et le tri des déchets générés par les travaux, notamment la récupération des délais de forage.

8. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des incidences du projet

Il n'y a pas de mesure d'évitement pour la partie marine de ce projet mais des mesures de réduction dont certaines sont intégrées dans la définition du projet pour limiter les incidences sur l'environnement, notamment la position du rejet.

Ces mesures concernent uniquement la phase des travaux.

8.1. Mesures de réduction

8.1.1. Recours au microtunnelier

Le choix du recours à la technique de microtunnelier pour installer la conduite de pompage, générant au final moins d'impact sur l'environnement marin que le forage dirigé, constitue en soi une mesure de réduction des incidences environnementales.

Les incidences sont plus importantes en phase travaux que la pose d'une conduite sur le fond mais des mesures de réduction peuvent être proposées (cf. §8.1.2 et §8.1.3), les avantages des conduites enterrées s'expriment en phase d'exploitation.

Le microtunnelier s'avère indéniablement la technique idéale pour les installations à proximité de zones écologiquement sensibles, c'est-à-dire des zones protégées en raison de leur paysage, de leur riche biodiversité ou de leur valeur historique :

- Zones d'habitat faunique
- Zones boisées
- Pentes raides
- Marécages
- Voies navigables
- Terres agricoles de premier ordre
- …

➔Dans le cas du projet, le microtunnelier permet de passer sous la digue Carnot sans toucher à sa structure et à son rôle de protection du domaine portuaire, puis à ne pas déstabiliser le talus littoral devant la digue.

Le choix du recours à une méthode de microtunnelier permets également d'éviter tout déchet, émission de fluide dans l'environnement ce qui n'est pas le cas avec une méthode telle que celle du forage dirigé par exemple.

Toutes les consignes de sécurité seront respectées au cours du chantier installé sur le terre-plein, tant au niveau des opérateurs que de l'environnement.

Les mesures prises concernant l'installation du chantier à terre sont décrites dans l'étude d'impact terrestre.

8.1.2. Période des travaux

Le projet se situe dans le périmètre du parc naturel marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale et sur la zone portuaire que fréquentent des espèces protégées (oiseaux et mammifères marins). Les incidences les plus importantes (niveau moyen) sur le compartiment vivant et naturel sont reliées à la période des travaux.

Ainsi, le choix de la saison d'intervention excluant les périodes les plus sensibles des cycles des espèces protégées permettra d'éviter la plupart des incidences liées au chantier sur le milieu naturel.
Le choix d'intervention **hors de la période allant de la mi-avril à la fin août** permettra de réduire les incidences sur :

- la reproduction et la fréquentation des oiseaux marins protégés identifiés dans le secteur portuaire et les fonctionnalités de la ZPS « Cap Gris-Nez »,
- la fréquentation des mammifères marins protégés empruntant le détroit et fréquentant les ZSC « Récifs Gris-Nez Blanc-Nez » et « Estuaire de la Canche » jusqu'à la Baie de Somme,
- la fréquentation des zones de baignade sur les plages de Boulogne-sur-Mer et du Portel.
- la fréquentation du plan d'eau par les plaisanciers et les sports nautiques.

8.1.3. Protocole Mammifères marins

Avant chaque opération en mer, il sera réalisé une observation d'une **demi-heure** à observer la présence de mammifères marins. En l'absence de ces espèces protégées (notamment le marsouin), les opérations peuvent débuter.
Tout au long des travaux, la veille des mammifères marins sera assurée par le personnel embarqué. Les travaux pourront être suspendus en présence de ces espèces à proximité du chantier en mer.

Il est également préconisé la mise en place d'un démarrage en douceur ou « soft start » qui permettra de réduire de manière importante les incidences liées au dérangement sonore sous-marin en phase de travaux. L'objectif de cette mesure, lors des opérations de forage et battage des pieux, est d'adapter progressivement les espèces aux bruits sous-marin pendant la construction (Commission européenne, 2020). Cela signifie généralement une montée en puissance progressive de l'énergie de percussion et de la fréquence de frappe sur 20 minutes ou plus. Ceci provoque l'éloignement des mammifères marins.

8.1.4. Organisation des chantiers

L'ensemble du chantier marin est organisé sur un laps de temps court (environ 3.5 mois) et se situe à courte distance de la zone d'accostage des barges et navires d'intervention.

En fonction de la période des travaux, le microtunnelier pourra être interrompu en cas d'arrivée de tempête pouvant provoquer des franchissements de paquets d'eau vers la zone d'installation de la station de travaux.
Les opérations d'installation de protection autour des extrémités des conduites sont tributaires de la tenue du plan d'eau (stand-by météo à inclure dans le cahier des charges des entreprises).

8.1.5. Gestion des déchets

En phase chantier, les déchets ménagers liés à la vie à bord sont stockés puis évacués à quai selon la réglementation en vigueur (Plan Déchets) du port d'attache ou d'abri.
Les morceaux de tube recépés seront stockés à bord de la barge et évacués à terre en privilégiant la filière de recyclage.

Tout autre déchet relevé au cours de la mission sera trié, stocké dans les contenants adéquats et évacué vers la filière adéquate en fonction de sa typologie.

8.1.6. Informations aux usagers du site

Le projet sera présenté en Commission Nautique Locale réunissant tous les acteurs et représentants des usagers du plan d'eau. Des prescriptions pourront être émises et des discussions engagées afin de permettre aux usagers (professionnels et loisir) d'organiser leurs activités/sorties en fonction des travaux programmés et d'intégrer les contraintes d'exploitation aux travaux.

Une information adéquate sera donnée au démarrage et pendant la durée des travaux par avis aux navigateurs, mentionnant la nature, la durée et le lieu des travaux.

8.2. Incidences résiduelles

Le tableau suivant résume les incidences après application des mesures proposées pendant la phase des travaux.

Ceci permet de réduire l'incidence des travaux de microtunnelier sur les compartiments Mammifères marins et Avifaune au niveau Négligeable.

Ceci permet aussi de réduire l'incidence des travaux en mer (circulation des navires et microtunnelier) sur les activités humaines maritimes au niveau Négligeable (intégration dans le trafic portuaire et règles de bonne conduite en mer) et sur les activités de surfcasting (digue Carnot).

8.3. Mesures de compensation

Il n'y a pas de mesures compensatoires prévues pour la partie marine du projet.

Tableau 8-1. Synthèse des mesures de réduction et d'évitement sur la partie marine du projet et incidences résiduelles.

Phase de travaux								
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**	**Mesures de réduction et d'évitement**	**Incidence résiduelle**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**			
Risques naturels								
Submersion marine	Faible	Franchissement par paquet de mer	Directe	Temporaire	Faible	Faible	Arrêt des travaux en période de tempête	Nulle
Mammifères marins								
Côte du Boulonnais (Plage de l'Hoverport PNM EPMO) & Site portuaire	Moyenne	Perturbations sonores (bruit sous-marin et vibrations) Risques de collision Lien trophique	Directe Directe Indirecte	Temporaire	Faible	Faible	Période des travaux hors période de reproduction Protocole de surveillance et démarrage « soft-start » du battage et forage	Négligeable
Avifaune								
Côte du Boulonnais (PNM EPMO)	Moyenne	Installation des conduites Dérangement des individus (bruit sous-marin et vibrations) Lien trophique	Directe Indirecte	Temporaire	Faible	Faible	Période des travaux hors période de reproduction et de nidification	Négligeable
Site portuaire	Forte (espèces nicheuses)					Moyenne		Négligeable
Zone du projet	Forte (espèces nicheuses)					Moyenne		Négligeable
Zone des conduites	Moyenne					Faible		Négligeable

Phase de travaux								
Thème	**Sensibilité au projet**	**Effet**				**Incidence**	**Mesures de réduction et d'évitement**	**Incidence résiduelle**
		Description	**Action**	**Durée**	**Intensité**			
Activités portuaires								
Activités de commerce (darse et rade) Dragages portuaires Plaisance	Faible	Occupation du plan d'eau, accès aux quais	Directe	Temporaire	Faible	Faible	Information et application des consignes de navigation et de la capitainerie sur le plan d'eau (rade et entrée du port)	Négligeable
Activités littorales								
Surfcasting	Faible	Accès aux zones de pratique	Directe	Temporaire	Faible	Faible	Information et faible durée des chantiers marins	Négligeable

9. Suivis environnementaux

9.1. Pendant les travaux

Sur la partie terrestre et marine, un suivi environnemental du chantier sera réalisé conjointement par l'entreprise et le Maître d'Ouvrage lors des réunions de chantier. Il permettra d'optimiser l'organisation du chantier et prendra en compte les paramètres d'environnement (stockage des substances polluantes, maîtrise des déchets, maintenance des engins …) et les mesures environnementales indiquées dans le PAQE et le SOGED, validés par le service chargé de la Police de l'Eau.

9.2. En phase d'exploitation

Il sera réalisé un suivi régulier de l'état des conduites et des protections métalliques (biofouling, affouillement) ainsi que des opérations de maintenance par plongeurs (rectification des affouillements, changement des structures, nettoyage des grilles…).

Un suivi des paramètres de la qualité de l'eau est également recommandé au niveau de la conduite de rejet au fond du bassin portuaire. Les paramètres suivis (MES, DBO5, DCO, température, salinité…) permettront de vérifier l'absence de risque d'eutrophisation du milieu correspondant au fond du bassin Ro-Ro.

Il est également recommandé un suivi des peuplements benthiques et de l'ichtyofaune au niveau de la zone du fond de bassin Ro-Ro. En effet, les variations de températures jugées dont les incidences sont jugées de faibles par rapport aux peuplements en place, peuvent entrainer des changements dans les peuplements difficilement prévisibles (espèces opportunistes, …).
Ce suivi permettra de vérifier l'intégrité des peuplements benthiques et des peuplements d'ichtyofaune fréquentant la zone soumise à l'influence du rejet.

Références

Agence de l'eau Artois-Picardie : Étude sur la structuration socio-économique des activités touristiques liées à l'eau sur le bassin Artois-Picardie ainsi que ses vulnérabilités et impacts sur l'environnement, 2018

Amara, R (2003) - De la dynamique larvaire des poissons plats au fonctionnement des écosystèmes côtiers ; pour une meilleure compréhension du déterminisme du recrutement des poissons. Habilitation à diriger les recherches, 116 p.

Amara, R (2011) - Impact de la pollution sur les écosystèmes côtiers : exemple de la Manche orientale. VertigO, Hors-série 9 | Juillet 2011, URL : http://journals.openedition.org/vertigo/10990 ; DOI : https://doi.org/10.4000/vertigo.10990

Bensettiti & Gaudillat, (2004) – Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Cahiers d'habitats Natura 2000 - TOME 2 : Habitats côtiers.

BIOTOPE (2014) - Port de Boulogne-sur-Mer. Dossier de demande dérogation au titre de l'article L.411-2 du code de l'environnement. Etat initial.

BIOTOPE (2020) – Port de Boulogne-sur-Mer. Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) – Suivi 2020 de la colonie et de la mise en place de la mesure C01 (plateformes de nidification). Région Hauts-de-France.

Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2020. Résultats acquis jusqu'en 2020. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER-BL/21.05/Laboratoire Environnement Ressources Boulogne-sur-Mer, 95 p. (Ifremer, Avril 2021).

Cabioch L., Gentil F., Glaçon R., Retière C., 1978. Le bassin oriental de la Manche, modèle de distribution de peuplements benthiques dans une mer à fortes marées, Journal de Recherche Océanographique, 3 (1) : 24 ;

Cabioch L., Glaçon R., 1975. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, de la Baie de Somme au Pas-de-Calais, C. R. Acad. Sc. Paris, t. 280, série D (27 janvier 1975), pp. 491-494 ;

Carpentier, A., Vaz, S., Martin, C.S., Coppin, F., Dauvin, J.C., Desroy, N., Dewarumez, J.-M., Eastwood, P.D., Ernande, B., Harrop, S., Kemp, Z., Koubbi, P., Leader-Williams, N., Lefebvre, A., Lemoine, M., Meaden, G.J., Ryan, N., Walker, M., (2005). Eastern Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management (CHARM). Atlas des habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale, INTEREG IIIA, 225 pp.

Croguennec C., Guillaumont B., Bajjouk T., Hily C., Gentil F. Réseau REBENT 2011, Atlas de cartes d'habitats historiques -Réseau benthique- RST/IFREMER/DYNECO/AG/11-10/REBENT/CC

CREOCEAN & LOG (2015). Etude des communautés macrozoobenthiques du site portuaire de Boulogne-sur-Mer. Suivi des campagnes de dragage portuaire – octobre 2014. Dossier 12088-K pour la Région Hauts-de-France.

DREAL, (2009). Détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique en région Nord – Pas-de-Calais. Etape 1 : Compréhension du fonctionnement du littoral

Foveau, A 2009. Habitats et communautés benthiques du bassin oriental de la manche : Etat des lieux au début du XXI^{ème} siècle. Thèse.

Gaskin, D.E., Arnold, P.W., Blair, B.A., 1974. Phocoena phocoena. Mamm. Species 42, 1–8. http://dx.doi.org/10.2307/42.1.

Haelters, J., Camphuysen, K.C.J., 2009. The Harbour Porpoise in the Southern North Sea: abundance, threats and research & management proposals: Report to the IFAW (International Fund for Animal Welfare), Brussels, Belgium.

Ifremer, juillet 2021. Résultats de la mise en œuvre des réseaux REPHY et SRN – Zones côtières de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord – Bilan de l'année 2020.

Ixsane-Ultima Terra (2012) - Port de Boulogne-sur-Mer - Diagnostic des réseaux d'assainissement du port et des sources de pollutions de l'eau et des sédiments portuaires - Etude de réduction de ces sources de pollution - Partie technique 1 : Recherche des pollutions issues des réseaux et des systèmes d'assainissement non collectif et des pollutions dues aux activités portuaires. Région NPdC.

Lebrun A. 2009. Réseau national de surveillance de la qualité de l'eau et des sédiments des ports maritimes. Bilan dans la région Nord-Pas de Calais de 1997 à 2008. Rapport de stage ULCO.

Marchand M et James A., 2006 – Directive Cadre sur l'Eau et normes de qualité environnementales en milieu marin (eaux de transition et eaux côtières).

Nedwell, J. R. & Howell, D., 2004. A review of offshore windfarm related underwater noise sources. COWRIE, Subacoustech Ltd. Tech. Rep. 544R0308, 57 p

Plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'opale, 2015

Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) du Pas-de-Calais, 2018

Perrin, William F.; Mead, James G.; and Brownell, Robert L. Jr., "Review of the Evidence Used In The Description Of Currently Recognized Cetacean Subspecies" (2009). Publications, Agencies and Staff of the U.S. Department of Commerce. 115. https://digitalcommons.unl.edu/usdeptcommercepub/115
Pézeril & Kiszka, 2008

Safran, P. (1987). Etude écologique d'une nourricerie littorale de poissons nectobenthiques le long du Pas-de-Calais par des méthodes statistiques multivariables. Thèse.

SAGE du Bassin côtier du Boulonnais (2004). https://www.gesteau.fr/document/sage-bassin-cotier-du-boulonnais-et-son-atlas-approuves-en-2004

SDAGE 2016-2021 du bassin Artois-Picardie. https://www.eau-artois-picardie.fr/sdage

SOMME 2015. Synthèse des connaissances de la communauté scientifique sur l'impact acoustique des projets éoliens offshore sur la faune marine.

Wilhelmsson, D., & Malm, T. (2008). Fouling assemblages on offshore wind power plants and adjacent substrata. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *79*(3), 459–466. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.04.020

Glossaire

Amphihalin : Espèce apte à vivre en eau douce ou dans l'eau de mer, c'est-à-dire dont une partie du cycle biologique s'effectue en mer et une autre partie en rivière

AEAP : Agence de l'Eau Artois Picardie

AMP : Aire Marine Protégée

ANEMOC : Atlas Numérique d'Etats de Mer Océaniques et Côtiers

ARS : Agence régionale de Santé

Benne van veen : Benne de prélèvements de sédiments utilisée en milieu marin

CAB : Communauté d'Agglomération du Boulonnais

CETMEF : Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales

CM : Cote marine, référentiel utilisé pour définir la hauteur d'eau

CROSS : Centre Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage maritime

DAM : Drague Aspiratrice en Marche

Darse : Bassin rectangulaire destiné principalement à l'accostage des paquebots

DCE : Directive Cadre sur l'eau

DCSMM : Directive Cadre Stratégique pour le Milieu Marin

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DICRIM : Document d'Information Communal des populations sur les Risques Majeurs

DOCOB : Document d'Objectifs

DREAL : Direction générale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

DSF : Document Stratégique de Façade

EDEN 62 : Syndicat mixte dépendant du conseil départemental du Pas-de-Calais qui a pour mission la gestion et la protection des sites naturels du Pas-de-Calais

FSD : Formulaire Synthétique de Données

IFREMER : Institut français de recherche en mer

LNHE : Laboratoire national d'Hydraulique et Environnement

LOG : Laboratoire d'Océanologie et de Géoscience

Nectobenthique : Relatif à la faune sous-marine nageant au fond des mers

NQE : Norme de Qualité Environnementale

OCEAMM : Observatoire pour la Conservation et l'Etude des Animaux et Milieux Marins.

OFB : Office Française pour la Biodiversité.

OSPAR : La Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est ou Convention OSPAR.

PAMM : Plan d'Actions pour le Milieu Marin

PCS : Plan Communal de Sauvegarde

PGRI : Plan de Gestion des Risques d'Inondation

PLUi : Plan Local d'Urbanisme intercommunal

PNM EPMO : Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale

PPRL : Plan de Prévention des Risques Littoraux

PSU : Practical Salinity Unit : Unité de mesure de la Salinité

REPAMO : Réseau de Pathologie des Mollusques

REPOM : REseau national de surveillance de la qualité des sédiments des POrts Maritimes

RORO : Roll on / roll off, navire utilisé pour transporter des véhicules chargés, montant à bord grâce à une rampe d'accès

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

SIC : Site d'Intérêt Communautaire

SOMLIT : Service d'Observation en Milieu LITtoral

SRN : Suivi Régional des Nutriments

STM : Service du Trafic Maritime

SYMSAGEB : SYndicat Mixte pour le SAGE du Boulonnais

TIM : Dossier de transmission des informations au maire

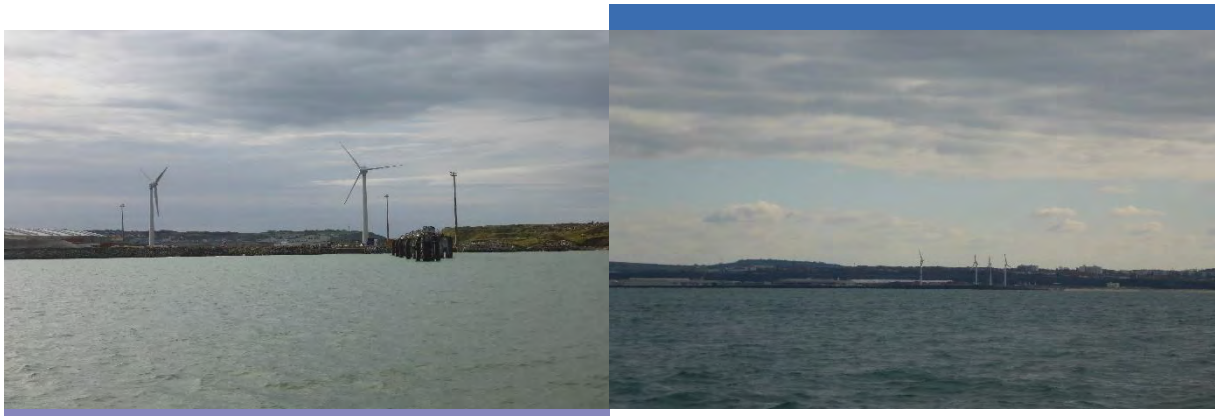
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

Annexes

ANNEXE 1 : ETUDE DE DISPERSION DU REJET.



RAPPORT

Implantation d'une installation de production du Système d'Aquaculture en Recirculation

Modélisation du rejet dans le bassin RO-RO

Mars 2022

LOCAL OCEAN FRANCE

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : LOCAL OCEAN FRANCE

COORDONNÉES	SOGEA CARONI (p/o LOF) 106, quai de Boulogne CS60164 59 053 ROUBAIX
INTERLOCUTEUR	Vincent ROGIER Vincent.rogier@vinci-construction.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	**AGENCE MANCHE - MER DU NORD** Olympus II Effiscience, ZAC du Plateau, 7-9 rue Léopold Sédar-Senghor - 14460 COLOMBELLES Tél. : 02.31.52.59.50 E-mail : normandie@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Julien LANSHERE lanshere@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Implantation d'une installation de production du Système d'Aquaculture en Recirculation** **Modélisation du rejet dans le bassin RO-RO**
N° DE COMMANDE	VR-20/12/23b
NOMBRE DE PAGES TOTAL	69
NOMBRE D'ANNEXES	0

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
210011_1	V1	12/05/2020	CDE	JLA
210011_2	V2	15/02/2022	CDE	JLA
210011_2	V3	22/02/2022	CDE/CPS	JLA
210011_2	V4	14/03/2022	CPS	JLA

Sommaire

1. Contexte 1
2. Recueil et analyse des données disponibles 2
2.1. Niveaux d'eau 2
2.2. Houle 2
2.3. Vents 11
2.4. Courants 14
2.4.1. Les courants de marée à l'échelle régionale 14
2.4.2. Les courants de marée devant Boulogne-sur-Mer 14
2.4.3. Données de courant issus des modélisations 17
2.5. Bruit de fond dans le milieu 22
2.5.1. Densité (Température et salinité) 22
2.5.2. Azote et Phosphore 24
2.5.3. Matière en suspension (MES) 24
3. Construction du modèle numérique 3D 27
3.1. Logiciel MIKE (DHI) 27
3.1.1. Module hydrodynamique 3D (MIKE 3D HD) 27
3.1.2. Module de propagation des vagues (MIKE SW) 27
3.1.3. Module d'advection-dispersion (MIKE 3D-AD) 28
3.1.4. Module de transport de vase (MIKE MT) 28
3.1.5. Couplage des modules HD, SW, AD et MT 28
3.2. Bathymétrie, domaine de calcul et maillage 29
3.2.1. Emprise 29
3.2.2. Maillage 29
3.2.3. Bathymétrie 29
3.3. Conditions aux limites 32
3.4. Validation du modèle de courantologie 32
3.4.1. Introduction 32
3.4.2. Niveaux d'eau 32
3.4.3. Courants 33
3.5. Choix des scénarios météo-océaniques à modéliser 35

4. Etude de dispersion 36
4.1. Objectifs et méthodologie 36
4.2. Généralités sur la dispersion des effluents 36
4.3. Paramètres caractéristiques du rejet simulé 38
4.3.1. Localisation 38
4.3.2. Débit 38
4.3.3. Composition du rejet 38
4.4. Champ proche 40
4.5. Champ lointain 41
4.5.1. Présentation des résultats 41
4.5.2. Dilution 42
4.5.3. Turbidité 47
4.5.4. Dépôt des MES 49
4.5.5. Température et salinité 49
4.5.6. Analyse à dire d'expert relative à la contamination bactérienne induite par le rejet 54
5. Références 58

Liste des Figures

Figure 1-1 : Position théorique du point de pompage et du point de rejet. 1

Figure 2-1 : Maillage de la base de données HOMERE et point sélectionné pour l'extraction des données de houle au-devant du port. 3

Figure 2-2 : Rose des houles au point HOMERE au-devant du port de Boulogne-sur-Mer 4

Figure 2-3 : Graphique de corrélation Hm0 / Tp des données de houle au point HOMERE 5

Figure 2-4 : Statistiques des données de houle Hm0 / Tp au point HOMERE par direction de provenance 6

Figure 2-5 : Série temporelle de houle au point HOMERE. 7

Figure 2-6 : Corrélogramme Hauteur Significative Hs / Direction Pic Dp des vagues au point HOMERE. 9

Figure 2-7 : Extrapolation statistique des valeurs extrêmes de Hs des vagues dans le secteur Ouest-sud-ouest. 10

Figure 2-8 : Rose des vents au large du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (HOMERE)..... 11

Figure 2-9 : Corrélogramme Intensité / Direction du vent au point HOMERE. 12

Figure 2-10 : Extrapolation statistique des valeurs extrêmes d'intensité du vent dans le secteur Ouest-sud-ouest. 13

Figure 2-11 : Champ de courant dans le détroit du Pas-de-Calais au maximum de jusant (PM + 0h30) 15

Figure 2-12 : Champ de courant dans le détroit du Pas-de-Calais au maximum de flot (PM - 4h30) 15

Figure 2-13 : Les courants de marée devant le port de Boulogne sur Mer. 16

Figure 2-14 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-6 18

Figure 2-15 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-5 18

Figure 2-16 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-4 18

Figure 2-17 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-3 18

Figure 2-18 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-2 19

Figure 2-19 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-1 19

Figure 2-20 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM..... 19

Figure 2-21 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+1..... 19

Figure 2-22 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+2..... 20

Figure 2-23 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+3..... 20

Figure 2-24 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+4..... 20

Figure 2-25 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+5..... 20

Figure 2-26 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau pour une houle d'Ouest-Sud-Ouest de période de retour 1 an..... 21

Figure 2-27 : Localisation des points de mesure SOMLIT : Point L (Large) et Point C (Côtier).. 22

Figure 2-28 : Température et Salinité mesurées aux points C (Côtier) et L (Large) (Série Hydro, Données SOMLIT), à Pleine Mer (PM) pour le Fond (F) et la Surface (S)..... 23

Figure 2-29 : Evolution de la température de l'eau (°C) – figure du haut, et de la salinité (PSU) – figure du bas, mesurées par le système MAREL Carnot au cours de l'année 2019 (Ifremer, 2020) 23

Figure 2-30 : Concentration en Nitrates, Nitrites et Phosphates mesurées aux point C (Côtier) et L (Large) (Série Hydro, Données SOMLIT), à Pleine Mer (PM) pour le Fond (F) et la Surface (S). 24

Figure 2-31 : MES mesurées aux point C et L (Série Hydro, Données SOMLIT). 25

Figure 2-32 : Évolution de la turbidité (NTU) mesurée par le système MAREL Carnot au cours de l'année 2019 (Ifremer, 2020). 25

Figure 3-1 : Bathymétrie du modèle mis en place 30

Figure 3-2 : Maillage du modèle mis en place 31

Figure 3-3 : Comparaison des niveaux de marée du modèle avec ceux mesurés par le marégraphe de Boulogne-sur-Mer et les données du SHOM 32

Figure 3-4 : Position du point de mesures courantologique SHOM. 34

Figure 3-5 : Comparaisons des vitesses (haut) et directions (bas) des courants de marée SHOM vs Modèle au large du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (point A carte 7247). 34

Figure 4-1 . Illustration des mécanismes en jeu lors d'un rejet d'effluent en mer (source : CREOCEAN) 37

Figure 4-2 . Localisation théorique des points de pompage et de rejets modélisés. 38

Figure 4-3 Résultats de modélisation de la dilution – Cas de la marée seule 43

Figure 4-4 Résultats de modélisation des MES – Cas de la marée seule..... 48

Figure 4-5 : Epaisseur de dépôt après un mois dans le cas de la simulation "marée seule" 49

Figure 4-6 : Résultats de modélisation pour la température – Cas de la marée seule 50

Figure 4-7 : Résultats de modélisation pour la salinité : Cas de la marée seule..... 51

Liste des tableaux

Tableau 2-1 : Niveaux de marée caractéristiques au port de Boulogne-sur-Mer. 2

Tableau 2-2 : Occurrence des hauteurs significatives des houles en pourcentage et en nombre de jours à l'entrée du port de Boulogne-sur-Mer. 8

Tableau 2-3 : Occurrence des périodes pics des houles en pourcentage et en nombre de jours à l'entrée du port de Boulogne-sur-Mer. 8

Tableau 2-4 : Occurrence des directions des houles en pourcentage et en nombre de jours à l'entrée du port de Boulogne-sur-Mer. 8

Tableau 3-1 : Cas retenus pour les modélisations 35

Tableau 4-1 : Concentration des composants modélisés. 39

Tableau 4-2 : Valeurs de température et de rejet retenues pour la modélisation en champ lointain. 40

Tableau 4-3 : Concentration maximale en DCO pour les différents cas simulés 44

Tableau 4-4 : Concentration maximale en DBO5 pour les différents cas simulés 44

Tableau 4-5 : Concentration maximale en Azote pour les différents cas simulés 45

Tableau 4-6 : Concentration maximale en Phosphates en surface pour les différents cas simulés 45

Tableau 4-7 : Concentration maximale en MES au fond pour les différents cas simulés. 47

Tableau 4-8 : Différence de température au fond pour les différents cas simulés..... 52

Tableau 4-9 : Différence de salinité au fond pour les différents cas simulés. 52

Tableau 4-10 : Concentration maximale en E. coli pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini 56

Tableau 4-11 : Concentration maximale en Entérocoques pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini 56

1. Contexte

Dans le cadre du projet de ferme aquacole porté par Local Océan sur le site portuaire de Boulogne-sur-Mer, l'impact du futur rejet sur le milieu récepteur (tel que présenté schématiquement ci-dessous) doit être appréhendé par modélisation. L'étude de dispersion a été confiée à CREOCEAN.

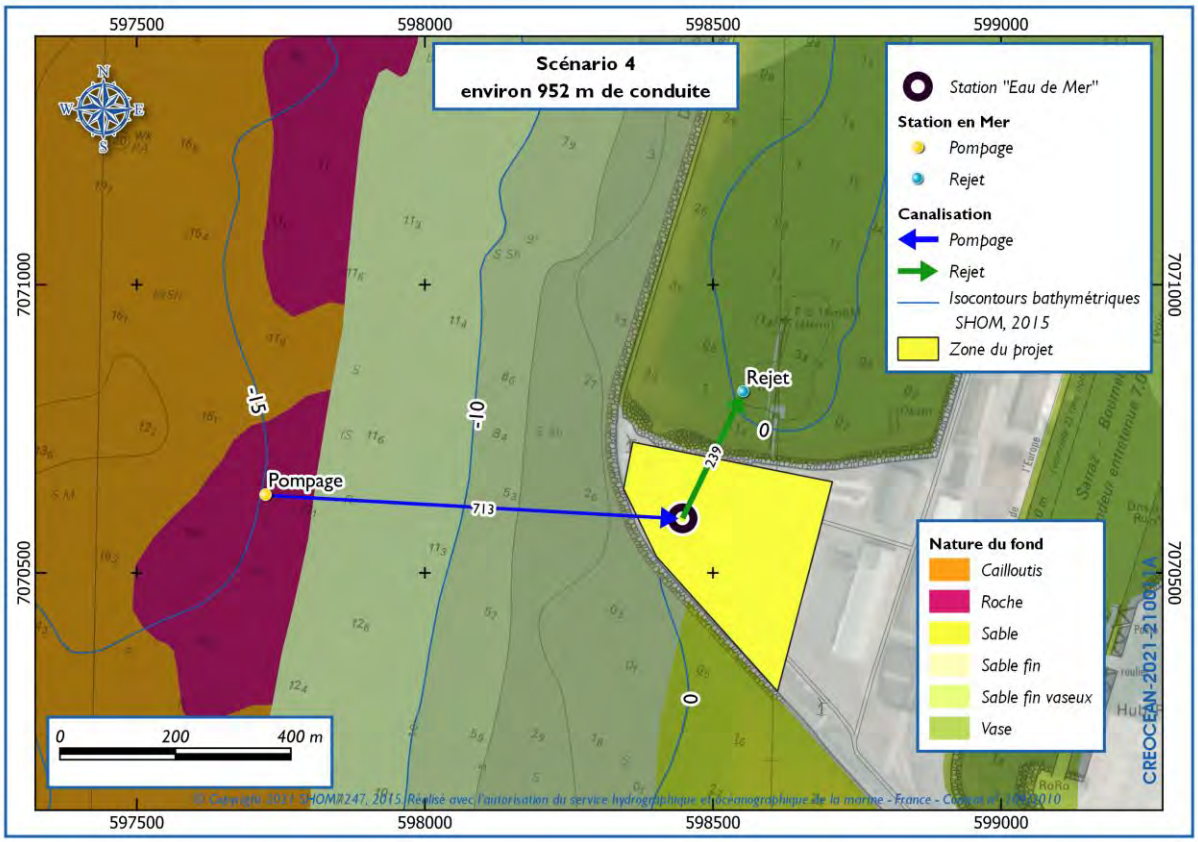


Figure 1-1 : Position théorique du point de pompage et du point de rejet.

Ce rapport technique comprend :

- La mise en œuvre et le calage d'un modèle numérique permettant de reproduire la courantologie du site ;
- La modélisation du panache de rejet.

Pour mener à bien cette étude, la méthodologie mise en place a été la suivante :

- Recueil et analyse des données disponibles permettant de bien appréhender le fonctionnement météo-océanique de la zone (niveaux d'eau, agitation, courants, vents, ...) ;
- Choix des scénarios météo-océaniques à modéliser ;
- Construction et validation du modèle numérique 3D ;
- Etude de dispersion avec analyse des résultats.

.

2. Recueil et analyse des données disponibles

Cette section présente l'ensemble des données d'entrée prises en compte pour les études de modélisation.

2.1. Niveaux d'eau

Les niveaux de marée caractéristiques au niveau du port principal de Boulogne-sur-Mer sont synthétisés dans le **Tableau 2-1** (d'après SHOM RAM 2020 [1]).

Tableau 2-1 : Niveaux de marée caractéristiques au port de Boulogne-sur-Mer.

Niveau de marée caractéristiques	Elévation en mètre par rapport au niveau hydrographique – Carte Marine (CM)
Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	+9.67 m CM
Pleine mer de Vive-Eau (PMVE)	+9.00 m CM
Pleine mer de morte-Eau (PMME)	+7.30 m CM
Niveau moyen (NM)	+5.00 m CM
Basse Mer de Morte-Eau (BMME)	+2.70 m CM
Basse Mer de Vive-Eau (BMVE)	+1.15 m CM
Plus Basse Mer Astronomique (PBMA)	+0.39 m CM
Cote du Zéro Hydrographique	-4.382 m NGF

2.2. Houle

L'analyse statistique des conditions de houle a été réalisée à partir des données brutes de la base HOMERE. La base de données de rejeux d'états de mer HOMERE a été mise en place par les équipes de l'Ifremer [2] du laboratoire de Comportement des Structures en Mer (RDT/LCSM) et du Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (LOPS).

Cette base de données consiste en un ensemble de paramètres permettant de décrire les caractéristiques principales et l'évolution des conditions d'états de mer sur la zone de la Manche et du Golfe de Gascogne et couvre la période allant de 1994 à 2016, soit 23 ans avec un pas de temps de sortie horaire. Les simulations ont été effectuées avec le logiciel de modélisation des états de mer WAVEWATCH III® (WW3) sur une bathymétrie de haute résolution qui s'étend du Sud de la mer du Nord à l'ensemble du plateau continental du Golfe de Gascogne (appelé NGUG).

Cette base de données a été comparée lors de sa mise en place à des mesures in-situ et à des mesures par satellites. De manière générale, la corrélation entre les mesures et les données du modèle est bonne (r> 0.9 pour mesures in-situ, r>0.97 pour les mesures par satellites).

Le maillage utilisé est composé de plus de 110 000 nœuds de calcul et couvre un large domaine allant du Sud de la mer du Nord jusqu'au Golfe de Gascogne. La position du point retenu, environ 5 km au large du port, est précisée sur la carte de la **Figure 2-1**.

L'extraction de la rose des houles issue de ces 23 années de données en ce point est présenté sur la **Figure 2-1.**

Figure 2-1 : Maillage de la base de données HOMERE et point sélectionné pour l'extraction des données de houle au-devant du port.

La rose des houles **Figure 2-2** permet de synthétiser le climat de houle de la manière suivante :

- Forte dominance des houles de secteur Ouest-Sud-Ouest > 65% du temps. Ce sont les houles qui proviennent de la Manche ;
- Les houles les plus fortes (> 3 m) sont également présentes dans ce secteur ;
- Dans une moindre mesure, les houles de secteur Ouest sont observées environ 15% du temps ;
- Les houles de secteur Nord en provenance de la mer du Nord, ou liées aux vents locaux de secteur Nord sont observées environ 5 % du temps mais dépassent rarement 1 m.

Le corrélogramme Hm0 / Tp (**Figure 2-3**) montre des densités élevées pour des couples 0,5m à 5s ce qui correspond donc aux caractéristiques de la majorité des houles arrivant à l'entrée du port.

Les statistiques Hm0 / Tp par direction sont présentées **Figure 2-4** tandis que les séries temporelles en Hs, Tp et Dp dont elles sont issues sont présentées Figure 2-5.

Il est noté ainsi que :

- Les Hauteurs significatives Hs sont majoritairement inférieures à 3 m. Elles peuvent néanmoins dépasser 3 à 4 m plusieurs fois par an, avec un pic maximal d'environ 5 m sur la période ;

- Les Périodes de pic (Tp) sont majoritairement comprises entre 3 et 10 secondes mais peuvent dépasser 12 secondes une ou plusieurs fois par an. La période de pic maximale observée sur la série est de 13 secondes.

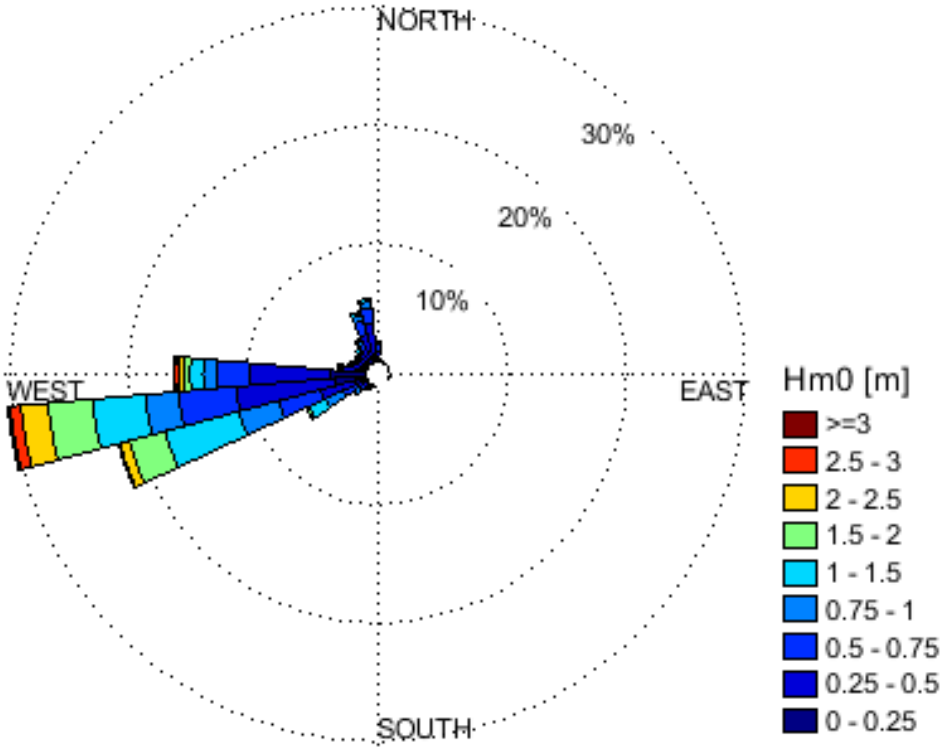


Figure 2-2 : Rose des houles au point HOMERE au-devant du port de Boulogne-sur-Mer

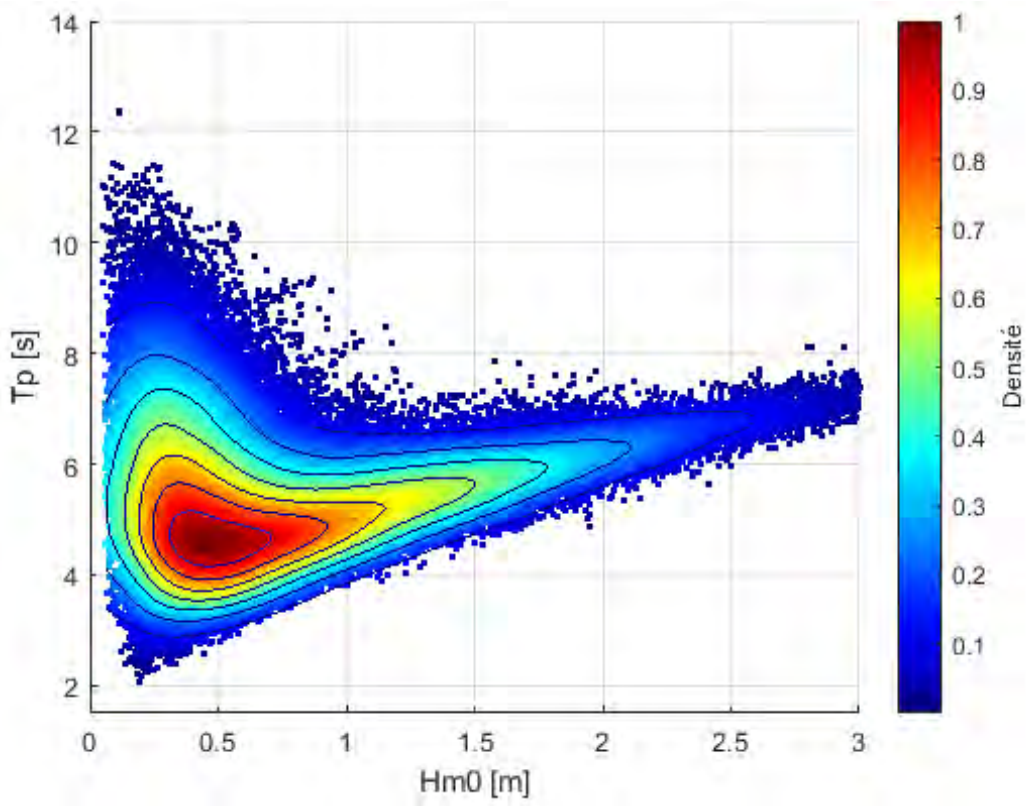


Figure 2-3 : Graphique de corrélation Hm0 / Tp des données de houle au point HOMERE

NNO à NNE	Hm0 [m]	Tp [s]							
		[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
	[0,00-0,25]	0,3%	0,9%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,3%*
	]0,25-0,50]	2,1%	3,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*5,4%*
	]0,50-0,75]	1,1%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,1%*
	]0,75-1,00]	0,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,1%*
	]1,00-1,25]	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,4%*
	]1,25-1,50]	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,1%*
	]1,50-1,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]1,75-2,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,00-2,25]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
		3,5%	*7,7%*	*0,3%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	***11,5%***

SSO à OSO	Hm0 [m]	Tp [s]							
		[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
	[0,00-0,25]	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,2%*
	]0,25-0,50]	0,8%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,9%*
	]0,50-0,75]	0,6%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,0%*
	]0,75-1,00]	0,1%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*2,8%*
	]1,00-1,25]	0,0%	1,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,7%*
	]1,25-1,50]	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,8%*
	]1,50-1,75]	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,3%*
	]1,75-2,00]	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,1%*
	]2,00-2,25]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
		1,6%	*9,0%*	*0,3%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	***10,9%***

OSO à ONO	Hm0 [m]	Tp [s]							
		[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
	[0,00-0,25]	0,4%	2,8%	3,4%	1,2%	0,1%	0,0%	0,0%	*7,9%*
	]0,25-0,50]	1,3%	9,3%	7,0%	1,8%	0,1%	0,0%	0,0%	*19,4%*
	]0,50-0,75]	0,7%	7,1%	3,1%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	*11,2%*
	]0,75-1,00]	0,1%	5,6%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*7,0%*
	]1,00-1,25]	0,0%	4,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*6,0%*
	]1,25-1,50]	0,0%	4,2%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*5,3%*
	]1,50-1,75]	0,0%	2,7%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*4,2%*
	]1,75-2,00]	0,0%	1,2%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,1%*
	]2,00-2,25]	0,0%	0,2%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*2,1%*
	]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,4%*
	]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,0%*
	]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,4%*
	]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,3%*
	]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
		2,5%	*37,9%*	*25,2%*	*3,5%*	*0,2%*	*0,0%*	*0,0%*	***69,4%***

ONO à NNO	Hm0 [m]	Tp [s]							
		[2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]	]10-12]	]12-14]	>14	
	[0,00-0,25]	0,1%	0,8%	0,6%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,7%*
	]0,25-0,50]	0,4%	2,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*3,0%*
	]0,50-0,75]	0,3%	1,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*1,4%*
	]0,75-1,00]	0,1%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,7%*
	]1,00-1,25]	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,5%*
	]1,25-1,50]	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,3%*
	]1,50-1,75]	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,2%*
	]1,75-2,00]	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,1%*
	]2,00-2,25]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,25-2,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,50-2,75]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]2,75-3,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]3,00-3,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]3,50-4,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,00-4,50]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	]4,50-5,00]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
	>5,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	*0,0%*
		0,9%	*5,6%*	*1,3%*	*0,1%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	***7,9%***

Figure 2-4 : Statistiques des données de houle Hm0 / Tp au point HOMERE par direction de provenance

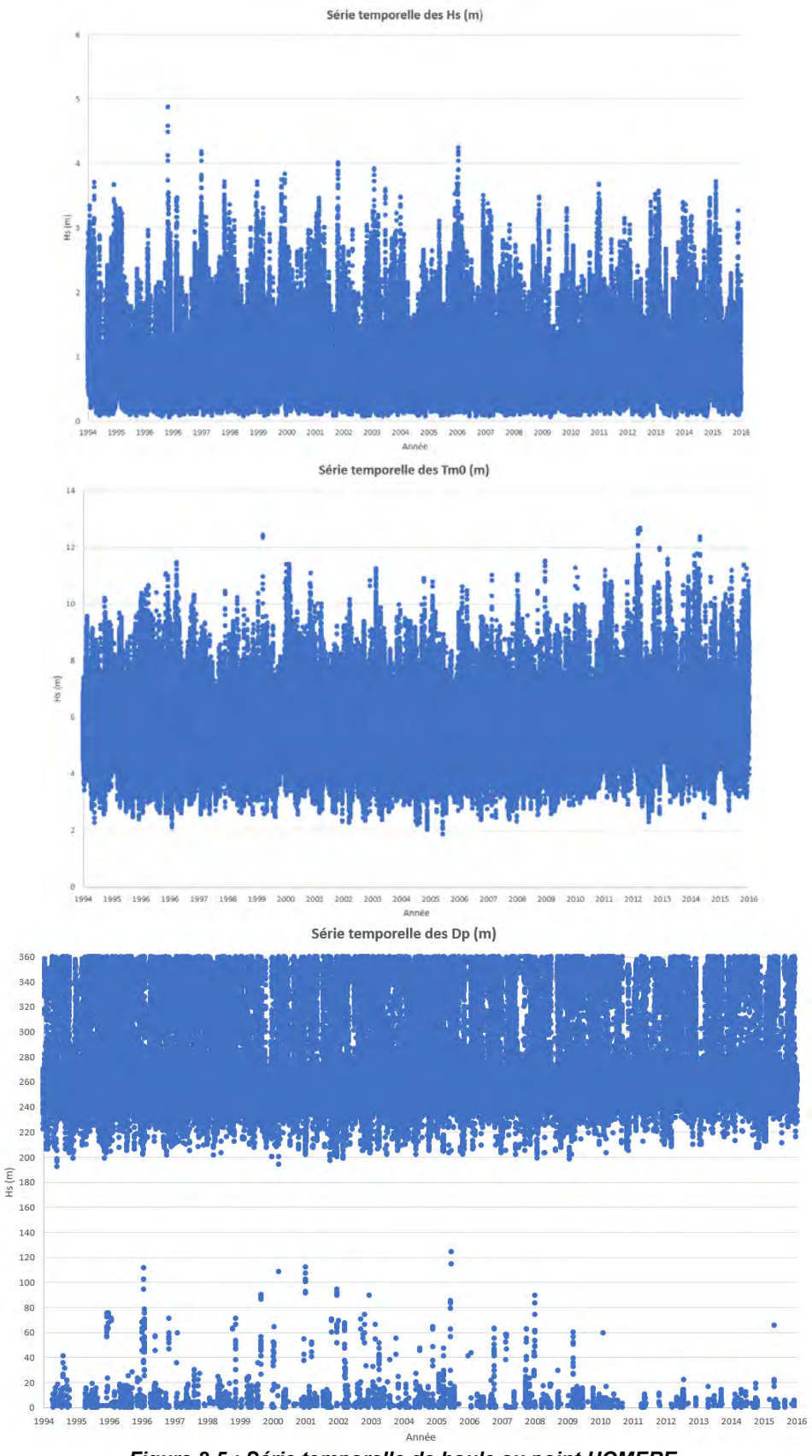


Figure 2-5 : Série temporelle de houle au point HOMERE.

Les occurrences de Hs(m), Tp(s) et directions sont fournies dans les **Tableau 2-2, Tableau 2-3** et **Tableau 2-4** respectivement, en pourcentage du temps ainsi qu'en nombre de jours par an.

Tableau 2-2 : Occurrence des hauteurs significatives des houles en pourcentage et en nombre de jours à l'entrée du port de Boulogne-sur-Mer.

Hm0 (m)	% occurrence	Nombre de jours / an
[0,00 – 0,25[	11,2%	41
[0,25 – 0,50[	29,8%	**109**
[0,50 – 0,75[	18,7%	**68**
[0,75 – 1,00[	11,7%	43
[1,00 – 1,50[	15,2%	55
[1,50 – 2,0[	8,0%	29
>2,00	5,4%	20

Tableau 2-3 : Occurrence des périodes pics des houles en pourcentage et en nombre de jours à l'entrée du port de Boulogne-sur-Mer.

Tp (s)	% occurrence	Nombre de jours / an
[2 – 4[	8,7%	32
[4 – 6[	60,2%	**220**
[6 – 8[	27,2%	**99**
[8 – 10[	3,6%	13
[10 – 12[	0,2%	1
>12	0,0%	0

Tableau 2-4 : Occurrence des directions des houles en pourcentage et en nombre de jours à l'entrée du port de Boulogne-sur-Mer.

Direction (en °)	Direction	% occurrence	Nombre de jours / an
[337,5 – 22,5[	NNO – NNE	11,5%	42
[202,5 – 247,5[	SSO – OSO	10,9%	**40**
[247,5 – 292,5[	OSO – ONO	69,4%	**253**
[292,5 – 337,5[	ONO - NNO	7,9%	29

HOMERE - Corrélogramme au point de coordonnées : 50.75°N 1.51°E

Hs (m) \ Dp (°N)	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135	135-150	150-165	165-180	180-195	195-210	210-225	225-240	240-255	255-270	270-285	285-300	300-315	315-330	330-345	>=345	Total
>=4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	0	0	0	0	0	14
4-4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	78	1	0	0	0	0	0	0	83
3.5-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	437	10	0	0	0	0	0	0	474
3-3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	156	1478	21	0	0	1	0	0	4	1664
2.5-3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	659	3745	48	0	2	6	5	3	11	4494
2-2.5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	73	1969	7488	108	31	16	20	29	48	72	9871
1.5-2	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	200	3982	12358	583	69	54	79	133	156	311	18187
1-1.5	1946	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	140	538	6132	18124	2622	250	209	241	370	429	1602	32622
0.5-1	11889	62	18	18	12	13	15	19	13	3	1	25	300	823	1140	5720	31907	9185	1226	894	801	870	1084	5141	71179
0-0.5	9364	271	72	93	86	77	56	39	27	11	15	28	240	358	321	1717	27086	10019	2165	1433	1176	1295	1791	5296	63036
Total	23458	334	90	111	98	90	71	58	40	14	16	53	558	1342	2290	20366	102713	22599	3741	2608	2324	2702	3511	12437	201624

Figure 2-6 : Corrélogramme Hauteur Significative Hs / Direction Pic Dp des vagues au point HOMERE.

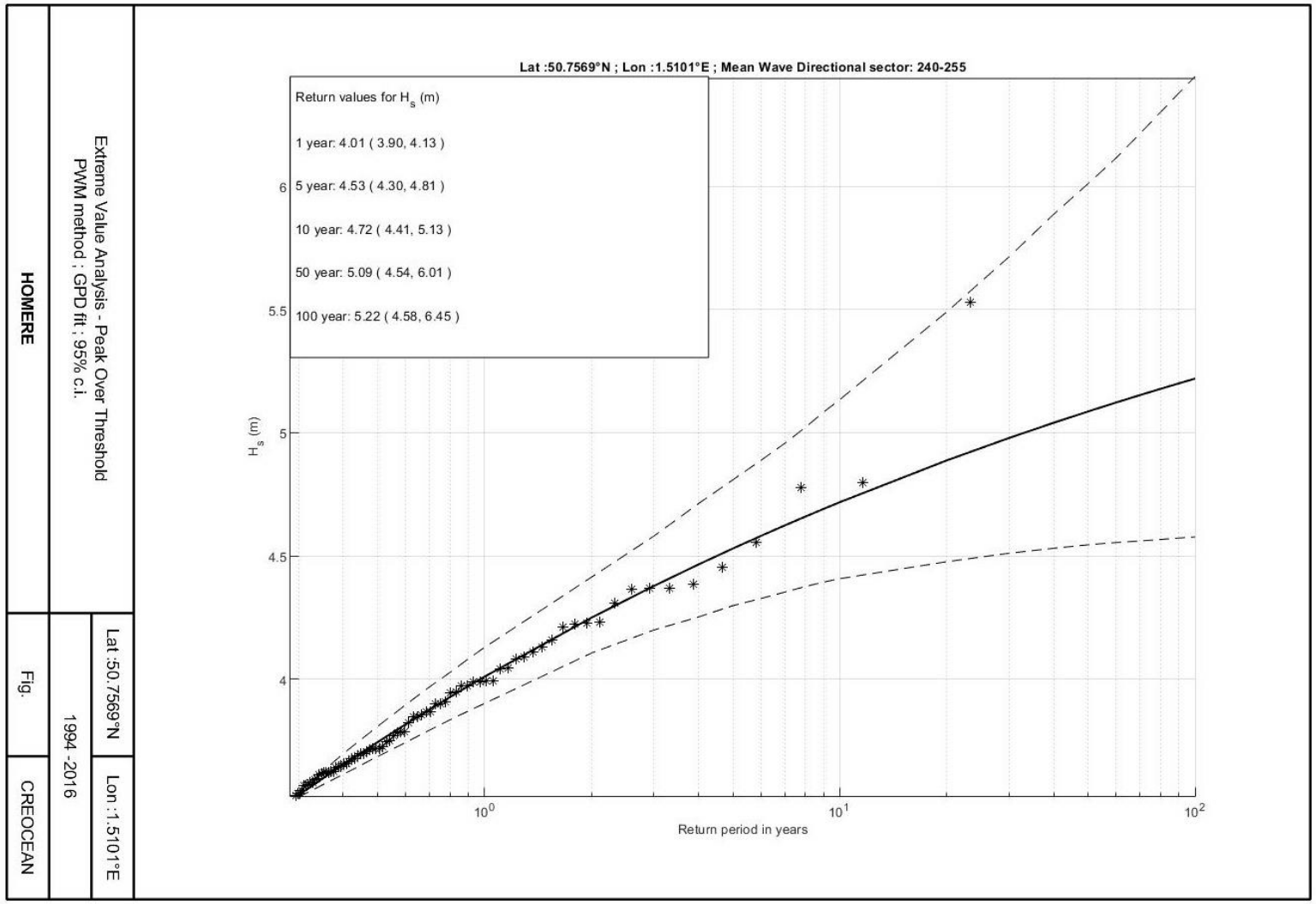


Figure 2-7 : Extrapolation statistique des valeurs extrêmes de Hs des vagues dans le secteur Ouest-sud-ouest.

2.3. Vents

Les champs de vents utilisés comme données de base de l'analyse statistique sont issus de la base de données HOMERE.

Pour le vent, HOMERE se base sur des réanalyses CFSR (Climate Forecast System Reanalysis, [Saha, 2010]) réalisées en 2010 par le NCEP (National Center for Environmental Prediction). Ces champs de vents ont été réanalysés sur la période 1979-2009. Leur résolution spatiale varie de 0.25° au niveau de l'équateur jusque 0.5° pour les plus hautes latitudes. Les données se poursuivent jusqu'en 2016 et utilisent la CFSV2 du NCEP.

Le modèle est forcé avec un pas de temps de 6 heures. Le point d'extraction est le même que celui utilisé pour la houle.

La rose des vents ci-dessous permet de synthétiser le climat de vent de la manière suivante :

- Dominance des vents de secteur Sud-sud-ouest à Ouest-nord-ouest ~ 50% du temps ;
- Les vents les plus forts (> 18-20 m/s) proviennent également de ce secteur ;
- Dans une moindre mesure, les vents de secteur Nord-est sont observés environ 15% du temps mais pour la plupart inférieures à 15 m/s.

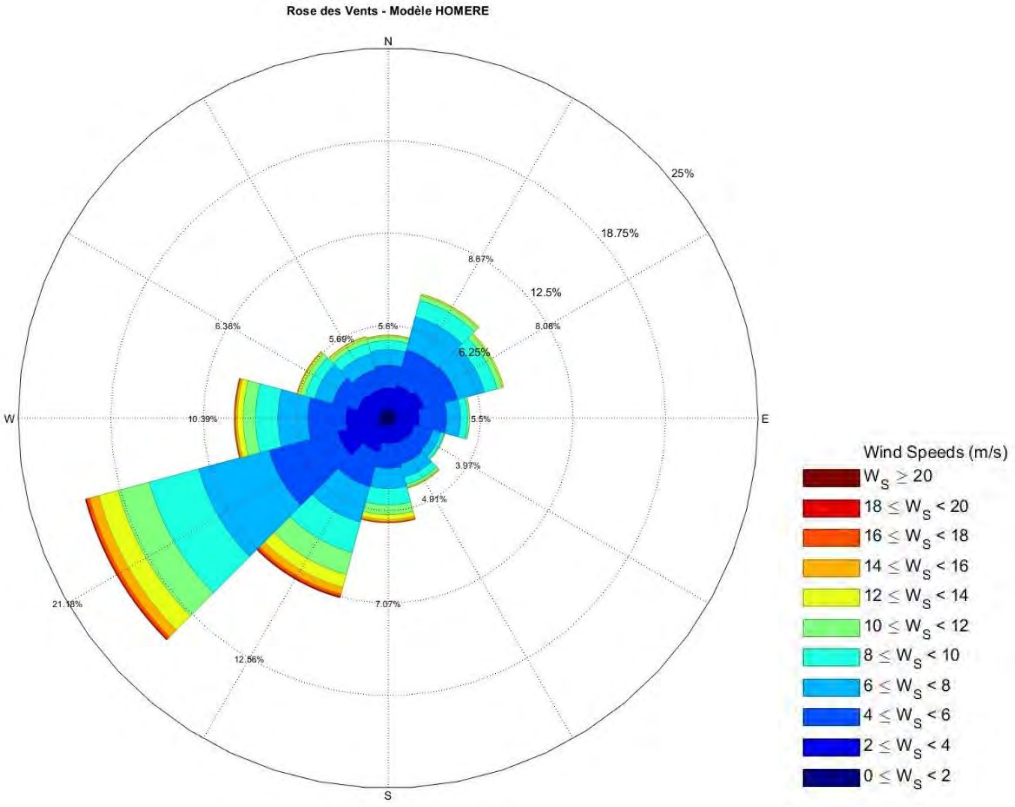


Figure 2-8 : Rose des vents au large du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (HOMERE).

HOMERE - Corrélogramme au point de coordonnées : 50.75°N 1.51°E

Intensité du vent (m/s)	0- 15	15- 30	30- 45	45- 60	60- 75	75- 90	90-105	105-120	120-135	135-150	150-165	165-180	180-195	195-210	210-225	225-240	240-255	255-270	270-285	285-300	300-315	315-330	330-345	>=345	Total
>=19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	15	52	46	58	28	18	6	1	1	2	1	0	234
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	16	36	40	51	39	17	8	1	0	0	1	1	214
17-18	3	1	2	0	0	0	0	0	0	2	1	13	34	64	70	71	72	41	8	7	2	1	1	2	395
16-17	1	2	3	0	0	0	0	0	0	1	8	17	54	90	136	155	129	51	13	13	7	2	6	3	691
15-16	2	5	9	0	1	0	0	0	3	6	14	45	82	149	229	250	250	62	33	18	6	5	5	11	1185
14-15	9	8	6	13	11	1	0	0	0	9	17	42	132	241	326	442	348	123	50	43	24	23	28	16	1912
13-14	31	19	21	30	23	3	5	5	3	19	35	96	154	283	453	637	554	223	93	83	46	51	36	28	2931
12-13	43	56	80	66	76	11	10	7	8	25	55	124	276	423	633	807	724	279	192	120	76	94	65	51	4301
11-12	72	108	114	117	136	46	17	8	27	50	103	195	403	539	762	1024	922	414	293	180	135	115	112	110	6002
10-11	152	216	248	231	225	131	52	43	42	68	124	251	490	806	1010	1276	1174	527	444	238	189	204	205	211	8557
9-10	295	381	483	382	345	260	178	81	51	121	238	382	609	899	1107	1699	1421	792	610	308	226	299	316	254	11737
8- 9	345	670	799	592	475	329	212	171	143	256	391	497	726	968	1292	2110	1759	996	628	431	354	388	449	331	15312
7- 8	501	1075	1095	936	746	481	264	208	244	353	447	597	744	1012	1460	2627	2068	1120	723	595	487	560	462	416	19221
6- 7	642	1225	1285	1128	988	715	435	393	316	493	590	625	821	1021	1530	2845	2385	1304	963	739	732	635	599	586	22995
5- 6	717	1246	1434	1202	1126	975	729	567	551	662	781	766	924	1093	1475	2641	2573	1521	1116	883	806	747	638	736	25909
4- 5	830	1089	1287	1253	1210	1045	989	728	722	723	770	755	945	932	1364	2170	2293	1442	1149	994	863	807	629	800	25789
3- 4	874	987	982	1148	1103	901	903	821	771	746	594	600	709	896	1206	1728	1773	1376	1101	938	746	704	693	753	23053
2- 3	654	747	733	793	767	694	690	615	590	605	576	536	605	750	840	1129	1085	988	991	743	633	661	668	722	17815
1- 2	359	433	420	500	398	359	432	374	326	388	348	324	422	433	441	540	538	419	568	521	423	529	456	500	10451
0- 1	71	126	88	171	108	76	151	115	79	153	116	79	143	116	98	157	142	92	154	131	113	163	122	156	2920
Total	5601	8394	9089	8562	7738	6027	5067	4136	3876	4680	5211	5951	8304	10803	14518	22417	20277	11805	9143	6987	5869	5990	5492	5687	201624
	0- 15	15- 30	30- 45	45- 60	60- 75	75- 90	90-105	105-120	120-135	135-150	150-165	165-180	180-195	195-210	210-225	225-240	240-255	255-270	270-285	285-300	300-315	315-330	330-345	>=345	Total

Direction du vent (°N)

Figure 2-9 : Corrélogramme Intensité / Direction du vent au point HOMERE.

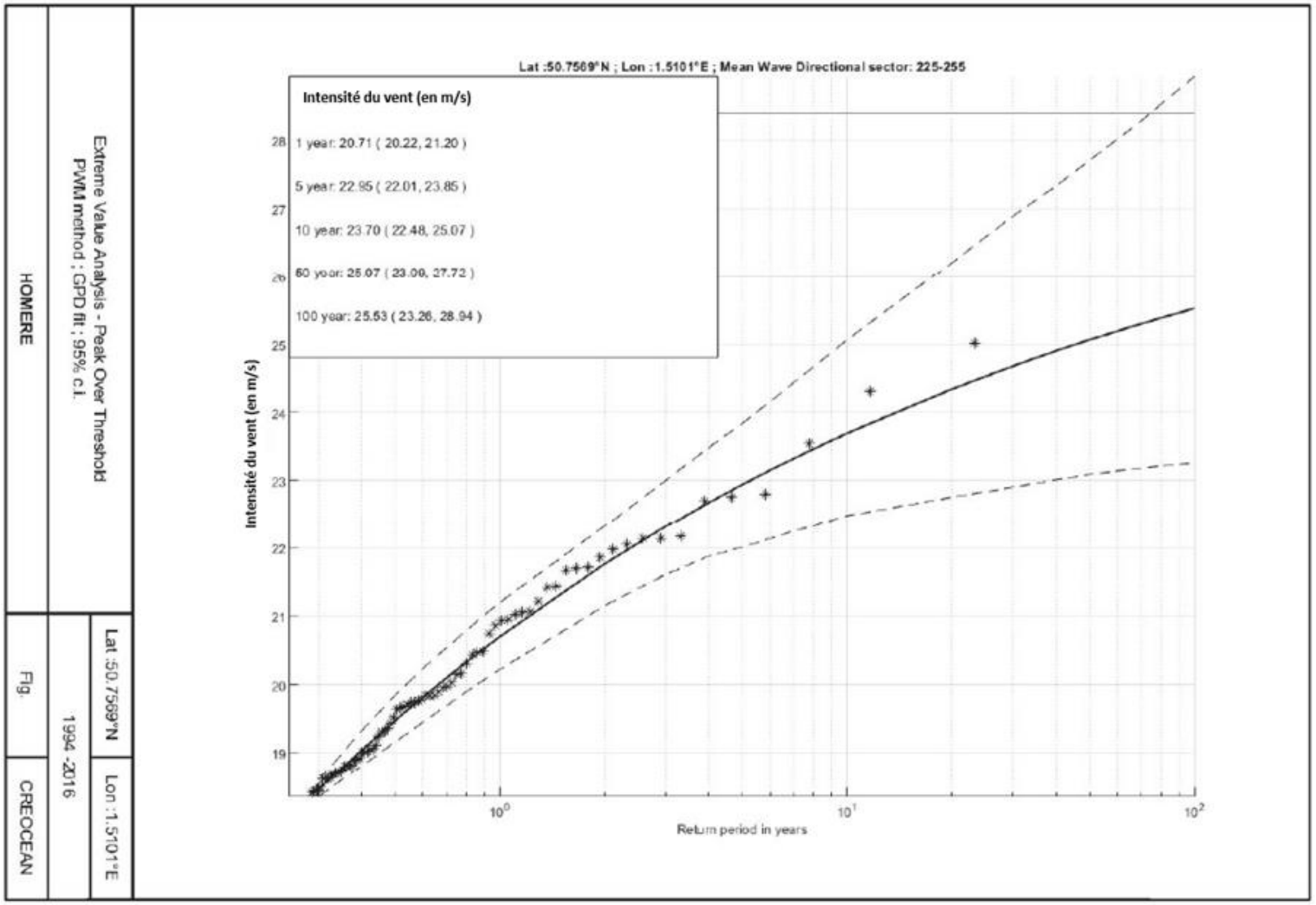


Figure 2-10 : Extrapolation statistique des valeurs extrêmes d'intensité du vent dans le secteur Ouest-sud-ouest.

2.4. Courants

2.4.1. Les courants de marée à l'échelle régionale

Les champs des courants dans le détroit du Pas-de-Calais sont maximums au flot et au jusant respectivement à PM+0h30 et PM-4h30.

En Flandres sur les bancs du large, le courant tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et près de la côte, les courants sont sensiblement alternatifs en suivant la direction des chenaux sous-marins principaux.

A l'Ouest du méridien du Cap Blanc-Nez, le courant du large est presque alternatif. Assez loin des bancs, le flot portant au Nord-Est et le jusant au Sud-Ouest ont sensiblement la même durée, mais leur vitesse est généralement plus élevée qu'en Flandres et peut dépasser 3 nœuds en raison du rétrécissement que forme le détroit du Pas de Calais. Autour de la pleine mer, les vitesses dépassent 3,5 nœuds dans le secteur les plus étroits du détroit en vive-eau et 2,5 nœuds en morte-eau.

Au Sud du Cap Gris-Nez, près de la côte, les courants sont à peu près alternatifs. Assez loin des indentations de la côte et de la saillie constituée par les digues de Boulogne-sur-Mer, le flot est dirigé au nord, le jusant au sud. Les vitesses les plus élevées sont de l'ordre de 3 à 3,5 nœuds en vive-eau moyenne, en flot comme en jusant.

Une représentation des courants est représentée sur la **Figure 2-11** pour le jusant et **Figure 2-12** pour le flot.

2.4.2. Les courants de marée devant Boulogne-sur-Mer

Autour de la pleine mer, le courant de flot est maximum, dirigé vers le Nord à Nord-Nord- Est devant Boulogne-sur-Mer. Ce courant s'incurve par la suite en direction du Nord-Est au passage du Cap Gris-nez. L'étale de pleine mer se met en place autour de PM+3h au large de Boulogne-sur-Mer et la renverse s'amorce à PM+3h30, alors que le courant de flot se maintient dans le détroit du Pas-de-Calais. A partir de PM+4h, le jusant est installé sur la totalité du littoral, dirigé vers le Sud-Ouest dans le détroit et vers le Sud en face de Boulogne-sur-Mer.

Quant à l'étale de basse mer, elle s'établit à environ PM-2h30 à Boulogne-sur-Mer et la renverse s'amorce à PM-2h sur la totalité des côtes du Pas-de-Calais y compris dans le détroit.

Une représentation des courant est présentée sur la **Figure 2-13**.

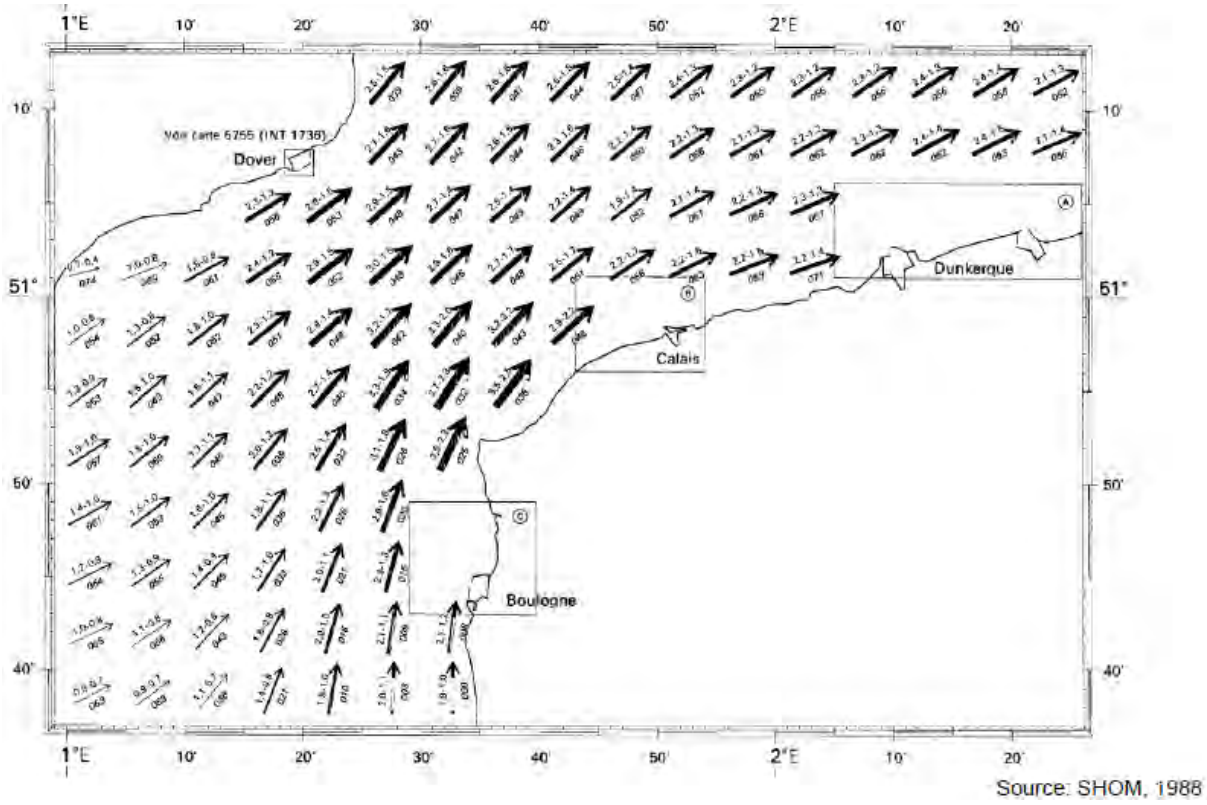


Figure 2-11 : Champ de courant dans le détroit du Pas-de-Calais au maximum de jusant (PM + 0h30)

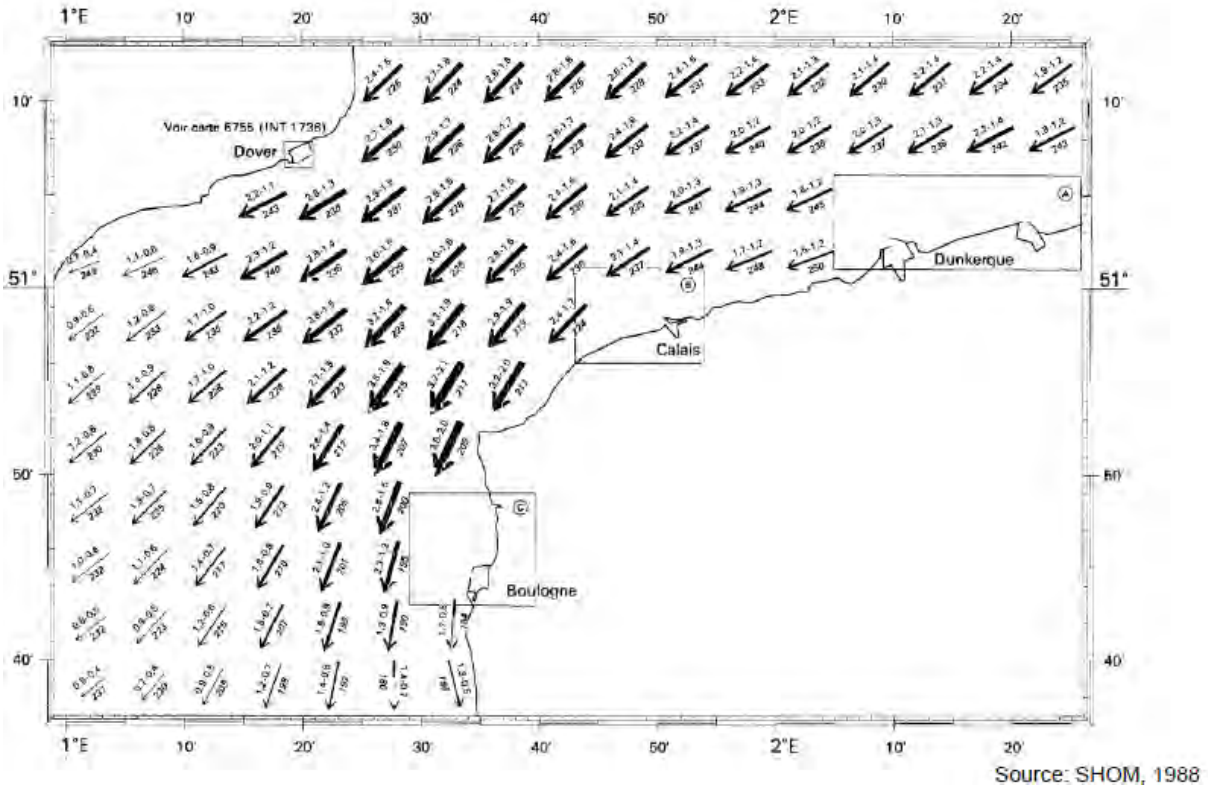


Figure 2-12 : Champ de courant dans le détroit du Pas-de-Calais au maximum de flot (PM - 4h30)

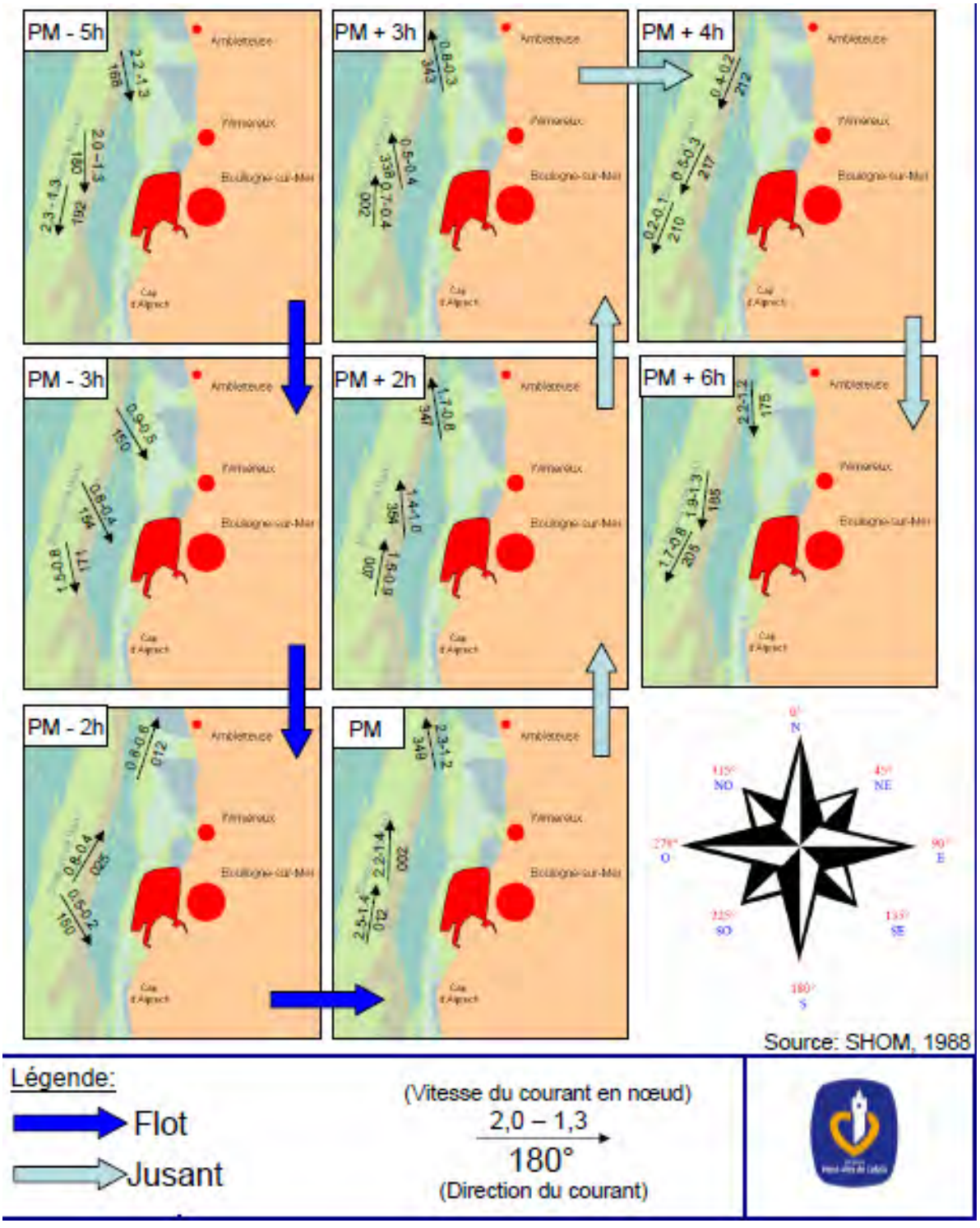


Figure 2-13 : Les courants de marée devant le port de Boulogne sur Mer.

2.4.3. Données de courant issus des modélisations

2.4.3.1. Introduction

Les résultats d'un modèle mis en œuvre précédemment par CREOCEAN [3] sont repris.

Ce modèle a été utilisé comme base pour la réalisation de la présente étude, avec adaptation du maillage.

Les résultats des modélisations présentées ci-après permettent d'appréhender la dynamique générale des courants dans quelques cas significatifs. Le devenir des panaches de rejet est en effet étroitement lié aux courants.

2.4.3.1.1. Cas Marée seule

Les résultats de courantologie en marée de Vive-eau sont présentés sur les figures M3b ci-après (**Figure 2-14** à **Figure 2-25**). Les planches de courant sont présentées heure par heure autour de la Pleine Mer afin de détailler finement le fonctionnement courantologique aux abords du port sur un cycle de marée complet.

- De Pleine Mer – 6h (PM-6h) à PM-5h, il n'y a pas de courant dans l'enceinte du port. Au large du port, les courants sont orientés vers le Sud-Ouest et peuvent atteindre 1 à 1.2 m/s. Les courants de jusant sont toujours actifs malgré la remontée du niveau d'eau, en raison d'une propagation complexe des ondes de marées provenant de la Manche d'une part et de la Mer du Nord d'autre part ;
- A PM-4h, les courants dans la rade commencent à se faire sentir, avec des vitesses d'environ 0.4 m/s au droit du musoir de la digue Carnot. Ils restent inférieurs à 0.3 m/s dans le reste du port ; ils restent faibles le long de la digue et sur la plage de l'hoverport ;
- A partir de PM-3h, à l'extérieur du port, les courants de flot remontent vers le Nord-Est en longeant la digue.
  Un courant rotatif se met en place dans la rade dans le sens horaire avec des vitesses dépassant 0.5 m/s à PM-3h. Cette cellule de circulation reste en place jusqu'à PM+1 voire PM+2h, tout en perdant en intensité ;
- A PM-2h, des courants Nord-Sud d'environ 0.1 à 0.2 m/s se mettent en place le long de la plage de Boulogne-sur-Mer. Ce courant gagne en intensité jusqu'à la Pleine Mer (PM), avec des vitesses de 0.3 à 0.4 m/s dans la rade.
  A l'extérieur de la digue, le courant Sud-Nord gagne en intensité le long de la digue (1 m/s) ;
- A la pleine-mer (PM), les courants accélèrent jusqu'à un maximum d'intensité avec des vitesses de l'ordre de 1.2 m/s ; ils dépassent 1.6 m/s le long de la digue Carnot mais restent faibles au niveau de la plage de l'hoverport ;
- A partir de PM+1h, le courant Nord-Sud gagne en intensité et à mesure que la renverse se met en place, une circulation apparaît entre la côte et l'extrémité Est de la digue Nord ;
- A PM+2h, les courants de flot sont au plus bas devant la digue (0.4 m/s) tandis que s'effectue la vidange du port ;
- A PM+3h, la vidange du port s'accélère sous l'effet du jusant. Les vitesses les plus fortes (0.5 à 0.6 m/s) sont observées le long des digues, à proximité des musoirs par effet d'accélération. Sur la plage de Boulogne-sur-Mer, les courants deviennent négligeables à mesure que l'estran se découvre. Au large et le long de la digue Carnot, la renverse a lieu avec une légère accélération au contournement de la digue ;
- A partir de PM+4h, les courants de vidange dans le port sont très faibles, alors que le jusant, au large, gagne en intensité avec des courants de 0.6 à 0.7 m/s dirigés vers le Sud-Ouest puis vers le Sud. La sortie des courants de la rade pour rejoindre le jusant au large induit une zone de très faible intensité le long de la digue Carnot qui s'accélère progressivement jusqu'au coude de la digue. Ce schéma s'accentue jusqu'à PM+6h avec des vitesses nulles dans la rade avec un estran largement découvert, alors que les vitesses à l'extérieur du port dépassent 1 m/s.

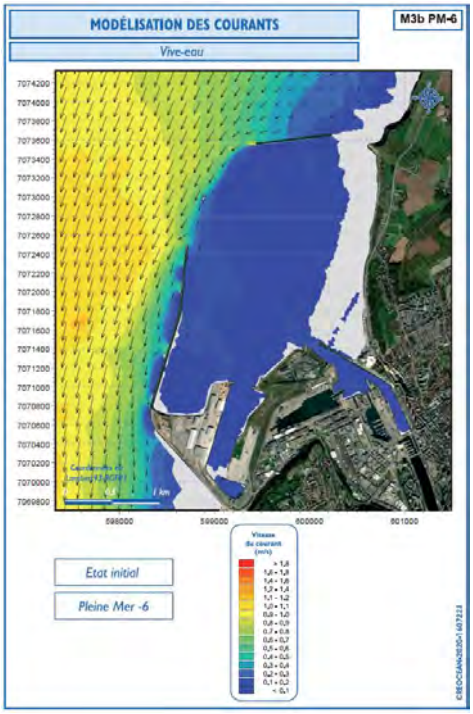


Figure 2-14 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-6

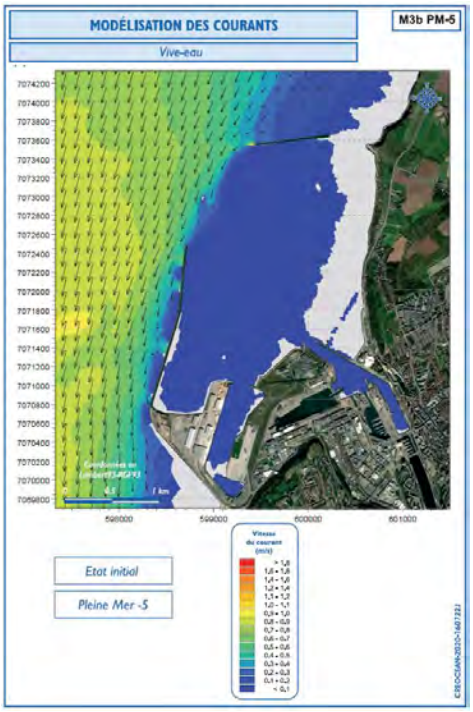


Figure 2-15 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-5

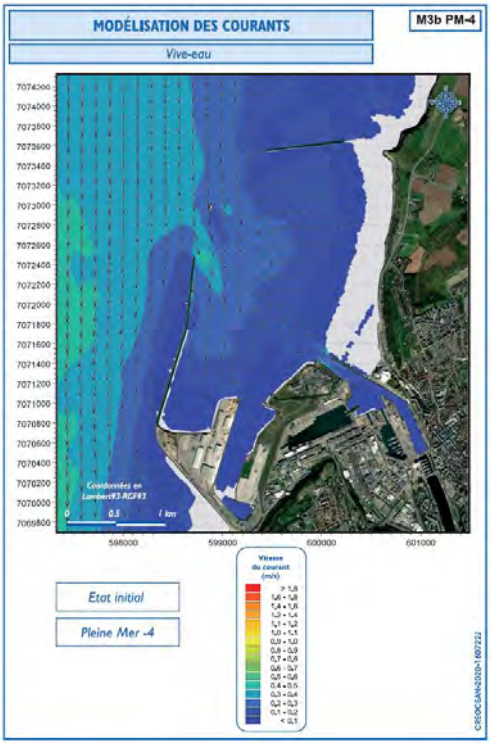


Figure 2-16 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-4

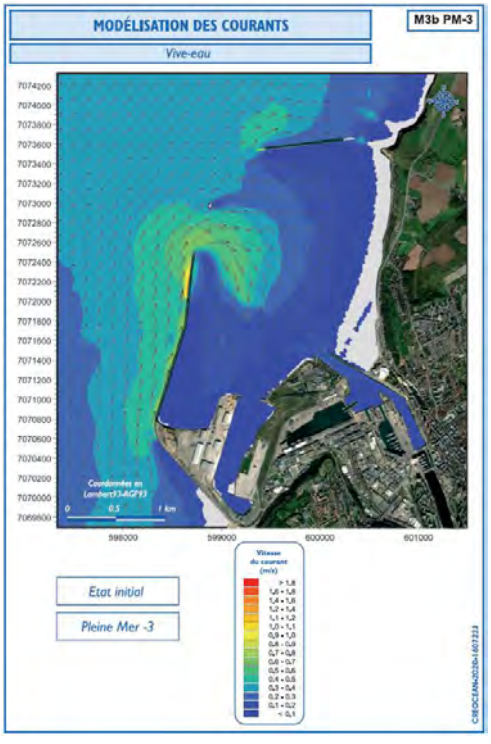


Figure 2-17 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-3

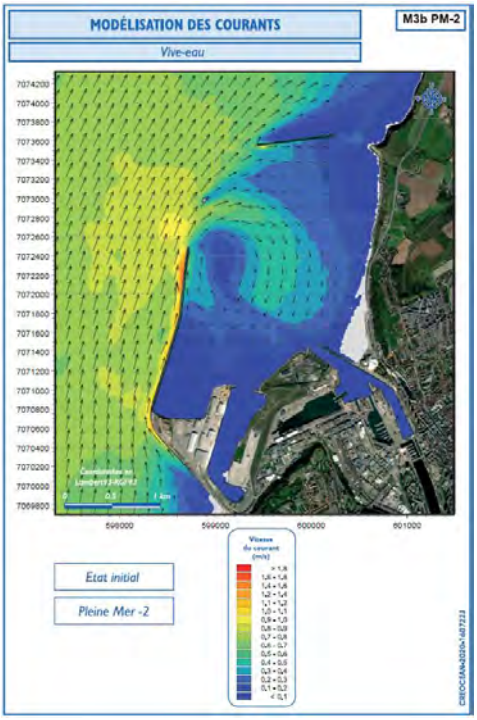


Figure 2-18 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-2

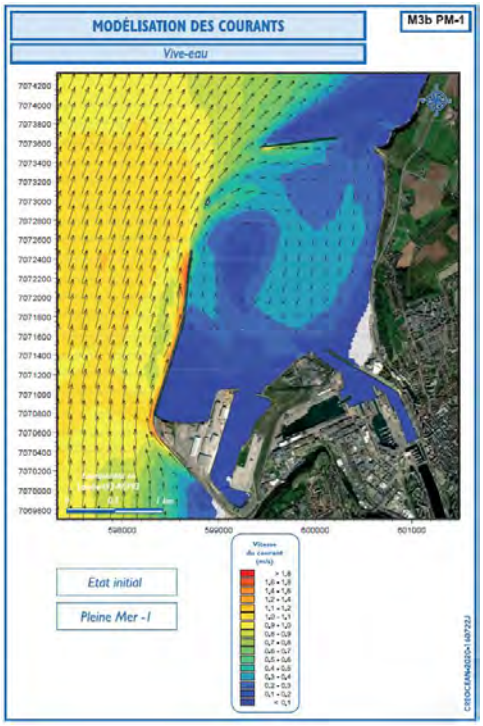


Figure 2-19 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM-1

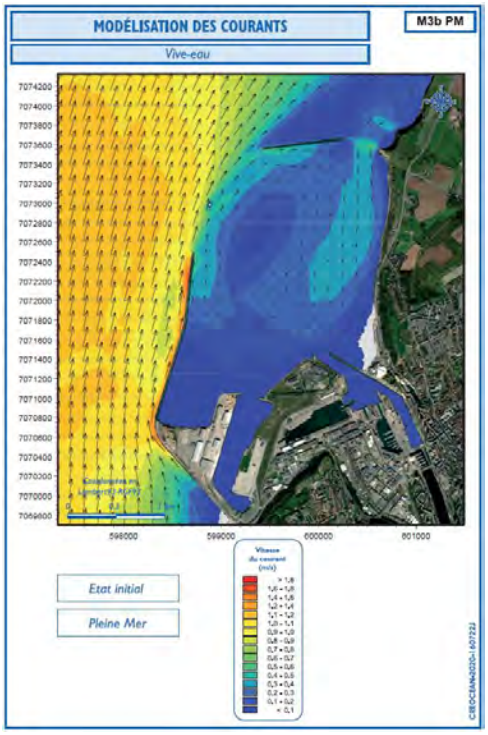


Figure 2-20 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM

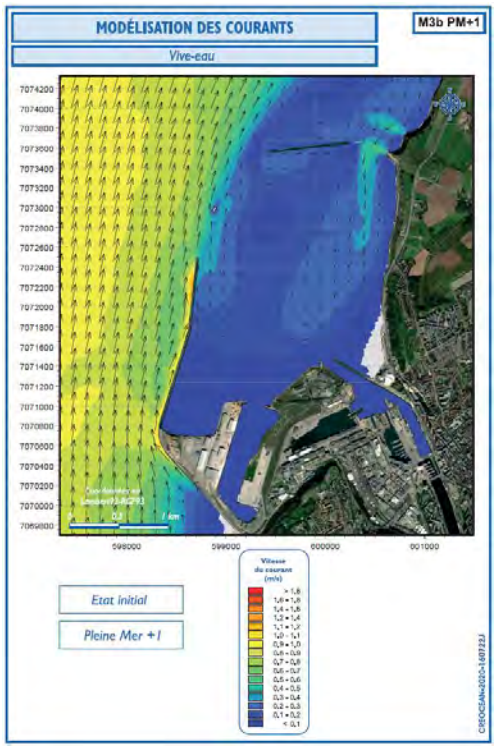


Figure 2-21 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+1

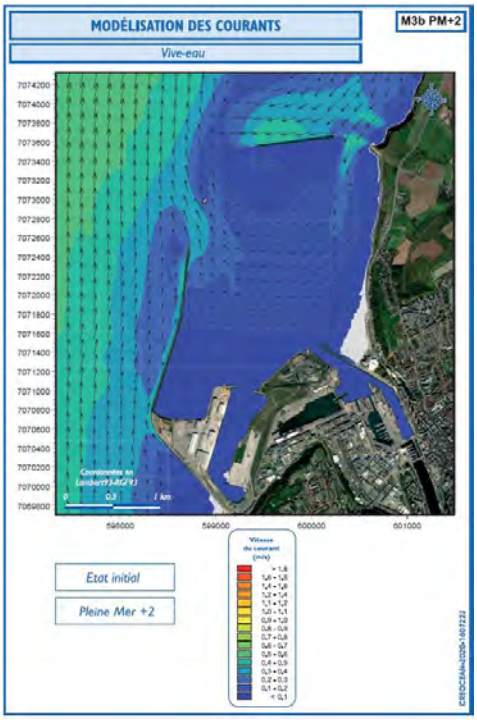


Figure 2-22 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+2

Figure 2-23 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+3

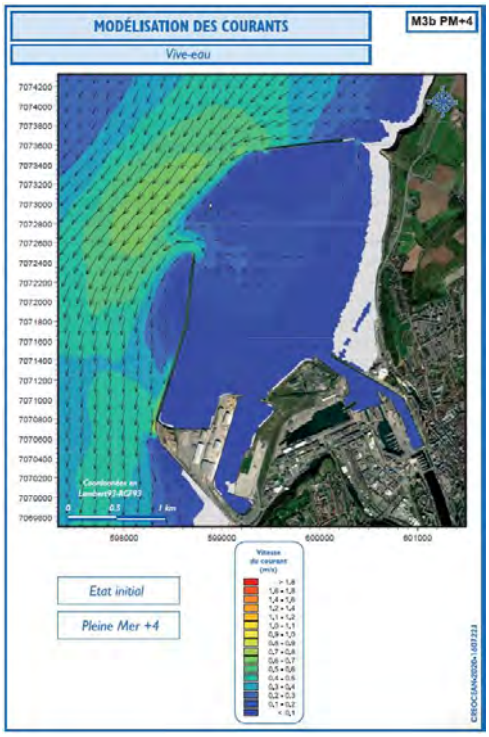


Figure 2-24 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+4

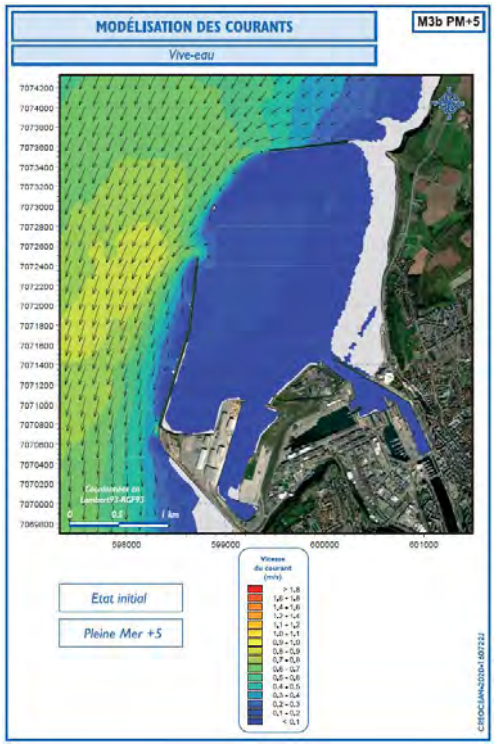


Figure 2-25 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau à PM+5

2.4.3.1.2. Courants en présence de houle

Les courants en présence de houle (Ouest-Sud-Ouest d'une période de retour de 1 an) sont présentés sur la figure suivante à Pleine Mer (moment où l'influence des vagues est la plus forte).

Une augmentation des courants longeant la digue vers le Nord est observée, sous l'effet des contraintes exercées par les vagues le long de l'ouvrage. Au large, les vitesses sont également sensiblement augmentées. On note également une recirculation (gyre) plus marquée dans l'enceinte portuaire.

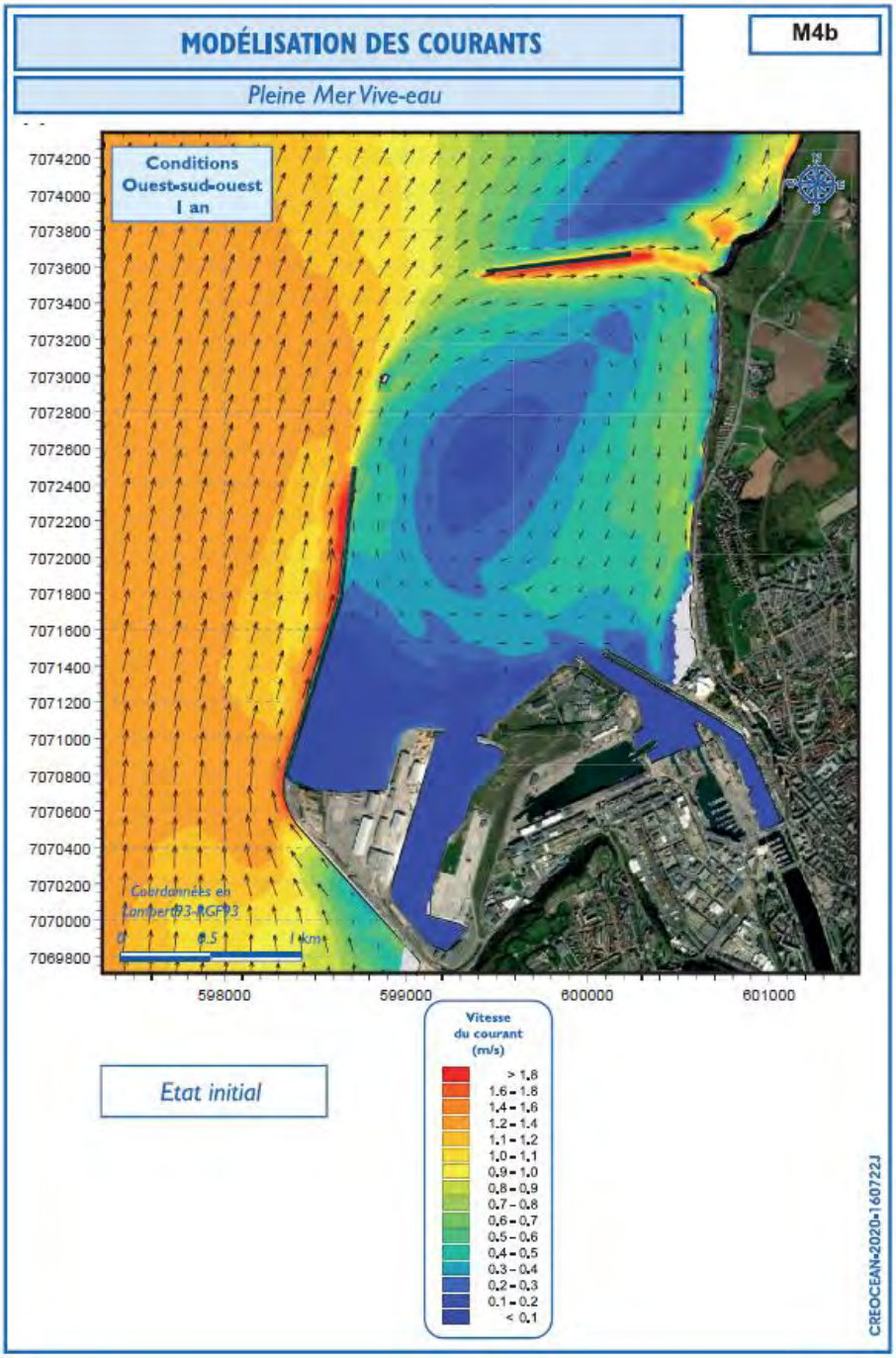


Figure 2-26 : Résultats des modélisations de courantologie en marée de Vive-eau pour une houle d'Ouest-Sud-Ouest de période de retour 1 an.

2.5. Bruit de fond dans le milieu

2.5.1. Densité (Température et salinité)

Des données relatives à la température et la salinité de l'eau de mer sont disponibles au large de la zone d'étude via le site SOMLIT Wimereux (https://www.somlit.fr/wimereux/).

Le site SOMLIT Wimereux est suivi par l'UMR LOG (Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences) depuis 1997 au niveau de deux stations qui visent à caractériser la dynamique biogéochimique de ces différentes masses d'eaux. Ainsi, les prélèvements sont effectués dans des conditions de pleine mer de vive-eau au niveau d'une station côtière (point C : 50°40.75 N 1°31.17 E, 1 mille nautique (1.8 km) des côtes, profondeur d'environ 25 m) et d'une station dite du large (point L : 50°40.75 N 1°24.60 E, 5 milles nautiques (9.3 km) des côtes, profondeur d'environ 50 m). Ces échantillonnages réalisés tous les 15 jours à bord du navire océanographique Sepia II consistent en la réalisation des profils verticaux et de prélèvements discrets en sub-surface et au fond de la colonne d'eau (source : https://www.somlit.fr/wimereux/).

La localisation des points de mesures est indiquée **Figure 2-27**.

Figure 2-27 : Localisation des points de mesure SOMLIT : Point L (Large) et Point C (Côtier).

Les données annuelles sont illustrées sur la **Figure 2-28.**

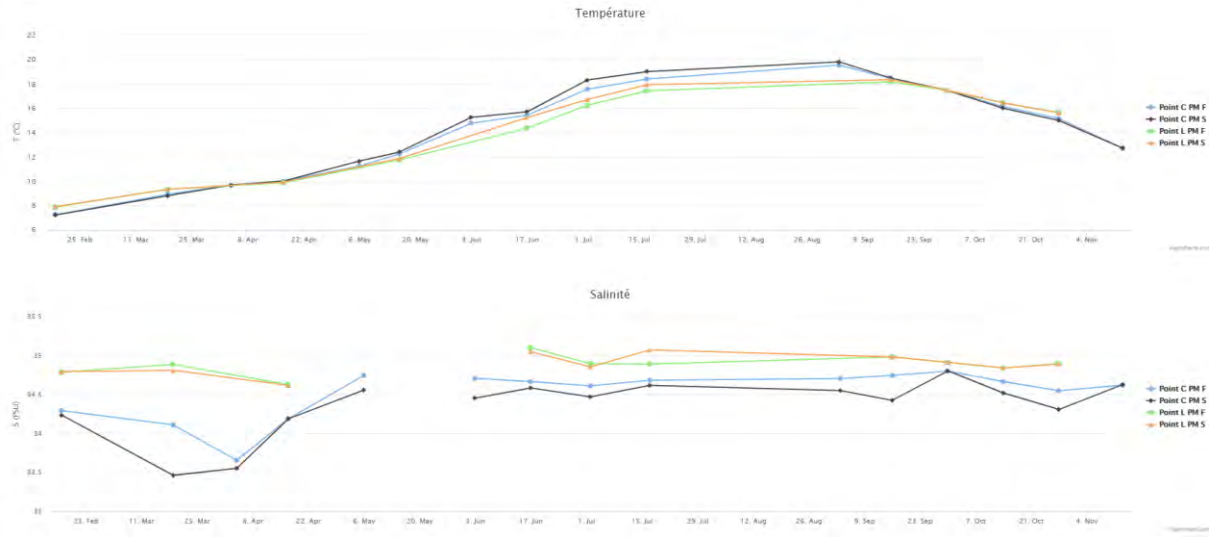


Figure 2-28 : Température et Salinité mesurées aux points C (Côtier) et L (Large) (Série Hydro, Données SOMLIT), à Pleine Mer (PM) pour le Fond (F) et la Surface (S).

Ces données permettent de mettre en évidence une saisonnalité, en particulier pour la température qui est logiquement plus élevée en été qu'en hiver.
En revanche, les différences entre le fond et la surface sont négligeables, que ce soit pour la température ou la salinité, et au large comme à la côte. Il n'apparait pas de stratification marquée. On peut considérer la masse d'eau comme relativement homogène sur la colonne d'eau.

Des données sont également disponibles à la station de mesures MAREL d'Ifremer, installée à l'entrée du port sur la digue Carnot [4].

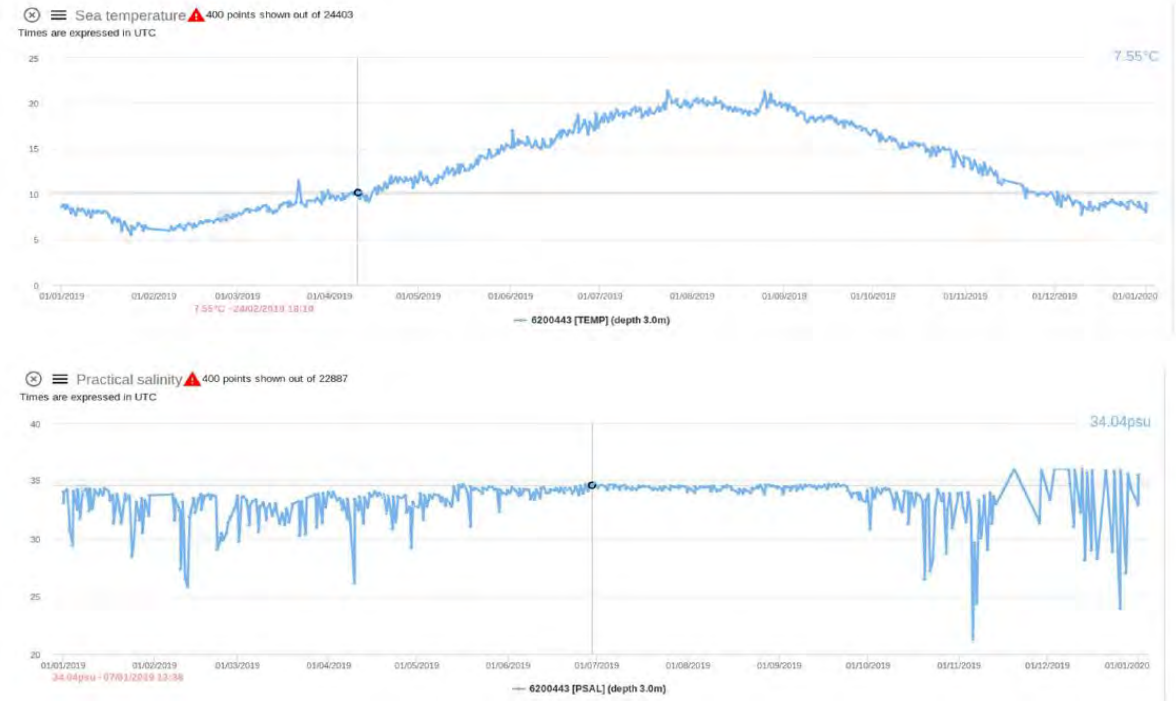


Figure 2-29 : Evolution de la température de l'eau (°C) – figure du haut, et de la salinité (PSU) – figure du bas, mesurées par le système MAREL Carnot au cours de l'année 2019 (Ifremer, 2020)

2.5.2. Azote et Phosphore

Les mesures disponibles permettent également d'observer des concentrations en Azote et Phosphore présentes dans le milieu.

Des valeurs de l'ordre de la µmol/l sont « naturellement » présentes dans le milieu comme illustré par la **Figure 2-30.**

Figure 2-30 : Concentration en Nitrates, Nitrites et Phosphates mesurées aux point C (Côtier) et L (Large) (Série Hydro, Données SOMLIT), à Pleine Mer (PM) pour le Fond (F) et la Surface (S).

2.5.3. Matière en suspension (MES)

Les données SOMLIT présentées précédemment donnent également des informations sur la turbidité (teneur en MES) naturelle de la zone. Aussi, il apparait un « bruit de fond » de l'ordre de quelques mg/l au large, pouvant atteindre des valeurs autour de 10 mg/l, pour le point le plus proche de la cote, et en particulier sur le point de mesure au fond.

Cette augmentation momentanée des MES sur le fond près de la côte pourrait s'expliquer par des conditions de mer plus énergétiques qui remettent en suspension les dépôts frais de particules fines.

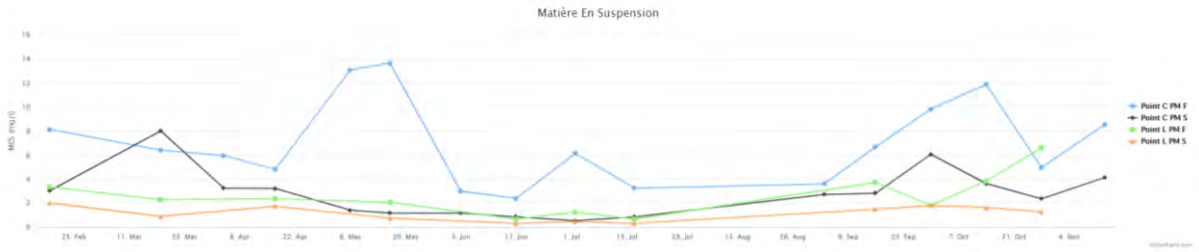


Figure 2-31 : MES mesurées aux point C et L (Série Hydro, Données SOMLIT).

Les données de la station de mesure MAREL montre l'évolution de la turbidité (NTU) à l'entrée du port.

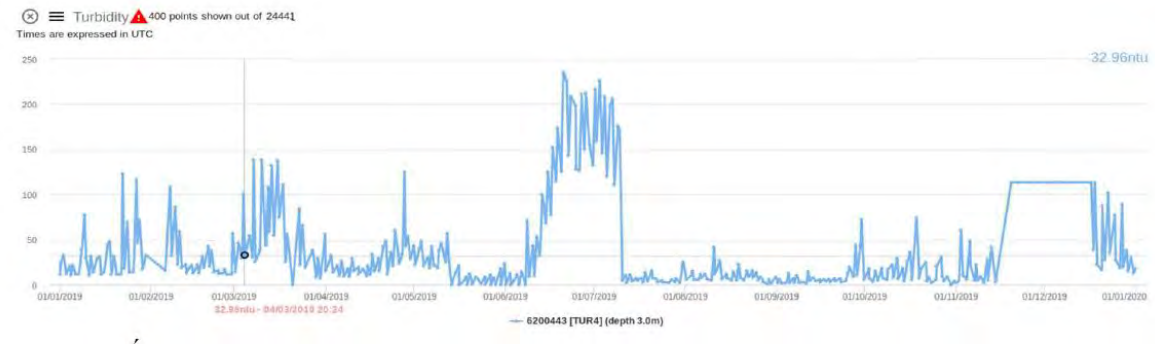


Figure 2-32 : Évolution de la turbidité (NTU) mesurée par le système MAREL Carnot au cours de l'année 2019 (Ifremer, 2020).

Des mesures de turbidité ont également été réalisées par le Région HDF dans le cadre des suivis environnementaux des dragages d'entretien. Une station a été positionnée à l'entrée de la darse Sarraz-Bournet :

Les caractéristiques de la turbidité à l'entrée de la darse, hors période de dragage, sont les suivantes :

Turbidité (NTU)	Minimum	1er Quartile	Médiane	Moyenne	3e Quartile	Maximum
	2.68	8.75	18.63	25.20	35.73	99.19

La turbidité moyenne est faible (> 50 NTU ou l'équivalent approché de 2.5 mg/l).
La turbidité dans la zone portuaire est inférieure à 100 NTU (équivalent approché de 4.5 mg/l) et faible.

3. Construction du modèle numérique 3D

3.1. Logiciel MIKE (DHI)

Le logiciel de modélisation MIKE développé par DHI (Danish Hydraulic Institute) a été utilisé dans le cadre de cette étude. Ce logiciel complet permet de simuler numériquement et en trois dimensions les phénomènes physiques régissant l'hydraulique des milieux maritimes et fluviaux tels que notamment les variations de niveau d'eau, les courants, les vagues, ainsi que leurs interactions. MIKE permet de faire de la modélisation 2D (avec MIKE 21) et 3D (avec MIKE 3) et comporte différents modules dont le module HD (courants et niveaux d'eau), SW (propagation de la houle), AD (Advection/Dispersion) et MT (Transport des sédiments fins cohésifs).

Dans le cadre de cette étude, les modules **HD, SW, AD et MT** ont été utilisés et sont présentés ci-après.

3.1.1. Module hydrodynamique 3D (MIKE 3D HD)

Ce code résout, par une méthode éléments finis sur des maillages triangulaires, les équations de l'hydraulique (avec l'hypothèse de pression hydrostatique et surface évolutive au cours du temps) et de transport-diffusion de grandeurs intrinsèques (température, salinité, concentration) pour les écoulements tridimensionnels à surface libre de type fluvial ou maritime.

Les composantes verticales et horizontales de la vitesse et la concentration des variables (telles que la température ou la salinité) transportées sont ainsi déterminées en chaque point de maillage du domaine, et à différentes profondeurs. Le modèle calcule également la hauteur d'eau en tout point du domaine et à chaque pas de temps. Le code de calcul est capable notamment de prendre en compte les phénomènes suivants :

- Frottement sur le fond ;
- Marée ;
- Contraintes de radiation liée à la houle ;
- Influence de la force de Coriolis ;
- Influence de phénomènes météorologiques : pression atmosphérique et vent ;
- Recouvrement/découvrement des zones intertidales ;
- Influence de la température sur la densité ;
- Sources et puits de fluide et de quantité de mouvement à l'intérieur du domaine ;
- Modèles de turbulence simples ou complexes (*e.g.* K-Epsilon) avec prise en compte des effets liés à la force d'Archimède (flottabilité).

3.1.2. Module de propagation des vagues (MIKE SW)

MIKE SW est un modèle numérique de troisième génération qui permet le calcul des paramètres caractéristiques de la houle sur les domaines côtiers, les lacs et les estuaires à partir de conditions de houle fournies aux limites du domaine (conditions aux limites) et/ou de conditions de vent fournies sur l'ensemble du modèle. Il s'agit d'un modèle spectral : la houle est décrite à travers la répartition de l'énergie en fréquences et en directions. Différents spectres types paramétrés à partir des données caractérisant un état de mer (hauteur, période, direction moyenne de propagation, …) peuvent être utilisés.

Le modèle est basé sur la résolution des équations de conservation de la densité d'action de houle. La densité d'action est déterminée à partir de la densité d'énergie (exprimée en fonction de la fréquence et de la direction). L'algorithme de résolution utilise une méthode aux différences finies. Les caractéristiques de la houle sont calculées aux nœuds du maillage triangulaire couvrant le domaine de calcul.

MIKE SW permet la prise en compte de la majeure partie des phénomènes influant sur la génération et la propagation d'une houle sur un domaine côtier :

- Phénomènes de réfraction liés à l'évolution des fonds et/ou à l'interaction avec le courant ;
- Evolutions du niveau d'eau (marée, set-up, …) ;
- Génération par le vent ;
- Dissipation de l'énergie par frottement sur le fond, par déferlement et par moutonnement ;
- Interaction de houles ;
- Shoaling (gonflement des vagues par frottement sur le fond) ;
- Diffraction ;
- Réflexion.

3.1.3. Module d'advection-dispersion (MIKE 3D-AD)

À partir des caractéristiques du panache après modélisation dans le champ proche (flux de pollution, dispersion initiale), les calculs d'évolution du panache de rejet sur l'ensemble de la zone sont partie intégrante du logiciel MIKE-3D. Le code est capable de calculer l'entraînement par le courant et la diffusion (moléculaire et turbulente) d'un traceur passif ou actif, avec des termes de création ou de disparition.

3.1.4. Module de transport de vase (MIKE MT)

La simulation du transport des sédiments vaseux, qui a lieu en suspension, est assurée par le module MT (Mud Transport) pour MIKE3 FM, qui permet le calcul du transport sédimentaire vaseux sous l'action des courants (de marée et induits par le vent) et des vagues.

Le transport 3D est simulé en résolvant une équation d'advection-diffusion. La variabilité spatiale et temporelle de l'érodabilité des fonds vaseux peut être simulée : le tassement et la consolidation des lits sédimentaires sont calculés en exprimant des taux de transition entre les couches du sédiment.

Les processus suivants peuvent être pris en compte dans les simulations :

- Forçage par les vagues et/ou les courants ;
- Floculation ;
- Description détaillée du processus de décantation ;
- Érosion/dépôt, remise en suspension ;
- Tassement/consolidation du fond.

Le module de transport par résolution d'une équation d'advection/diffusion est adapté au transport de sédiment fin qui se produit en suspension. Le forçage des érosions/dépôts s'exprime en fonction de la contrainte de cisaillement sur le fond, qui est calculée à partir du courant, et d'une contribution des vagues. Le module sédimentaire gère les échanges par érosion et dépôt, et tient compte de la consolidation des sédiments. Le sédiment est discrétisé en fines couches d'épaisseurs millimétriques, permettant de décrire les variations de densité et d'érodabilité des sédiments, et d'éventuels "litages".

3.1.5. Couplage des modules HD, SW, AD et MT

L'un des avantages de MIKE par rapport à la majorité des autres modèles utilisés en ingénierie est le couplage complet entre les différents modules. Le couplage des deux modules HD et SW permet notamment de calculer les phénomènes engendrés par la houle sur l'écoulement des masses d'eau, tels que les phénomènes de setup (surélévation locale du plan d'eau, en fonction de la configuration locale des fonds sur les zones de déferlement) mais permet aussi, réciproquement, de prendre en compte l'influence du set-up précédemment calculé sur la propagation des vagues à la côte. La création de courant par la houle (dérive littorale) et la réfraction des vagues par les courants sont également prises en compte. Sur l'ensemble du domaine, les résultats des modèles courantologiques et de propagation de l'agitation, constituent les variables forçantes du modèle de transport de sédiments fins, et d'advection dispersion.

3.2. Bathymétrie, domaine de calcul et maillage

La bathymétrie et le maillage utilisés dans le modèle courantologique sont présentés respectivement sur la **Figure 3-1** et **Figure 3-2**.

3.2.1. Emprise

Un modèle global de grande emprise a été mis en place sur toute la Manche, afin de simuler correctement la propagation de l'onde de marée. Il s'étend de Calais au Nord à la baie de Somme au Sud et vers le large jusqu'aux côtes de l'Angleterre.

3.2.2. Maillage

Dans les zones d'intérêt (secteurs sensibles, zones proches du rejet), les éléments ont une taille de quelques dizaines de mètres. À l'extérieur de ces zones, le maillage est plus grossier, avec des mailles de quelques centaines de mètres, augmentant progressivement jusqu'à environ 1 km.

La discrétisation verticale a été adaptée de sorte que les temps de calcul restent acceptables tout en permettant une bonne représentation des processus hydrodynamiques simulés. Une discrétisation verticale en 3 couches a été définie avec la répartition suivante :

- Couche 1 : 25% de la hauteur d'eau ;
- Couche 2 : 50% de la hauteur d'eau ;
- Couche 3 : 25% de la hauteur d'eau.

3.2.3. Bathymétrie

Un Modèle Numérique de Terrain « MNT » cohérent a été assemblé, à partir de données suivantes :

- Données Lidar 2018 (© ROL Normandie - Hauts-de-France - Shom, 2018) sur les petits fonds et l'estran ;
- Données SHOM, 2015. MNT topo-bathymétrique côtier du site portuaire de Boulogne-sur-Mer et de ses abords à 10 m (Projet TANDEM) ;
- Données SHOM, 2015. MNT Bathymétrique de façade Atlantique à 100 m (Projet Homonim) ;
- Bathymétrie du port : rade, darse et accès au port intérieur 2018 (13 au 19 juin 2018) ;
- Topographie de la plage : plage et banc Toulet 2018 (25 juin 2018).

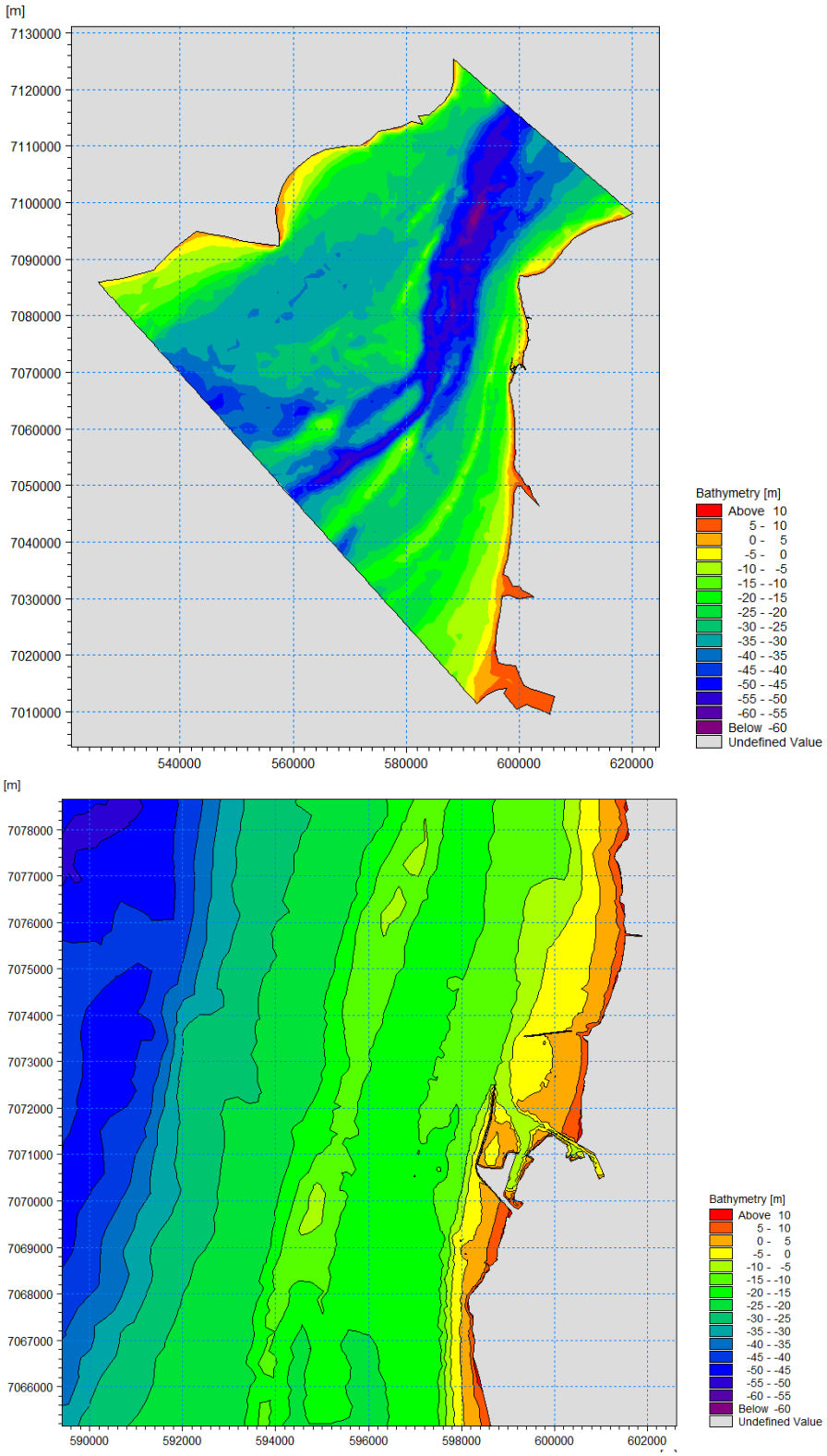


Figure 3-1 : Bathymétrie du modèle mis en place

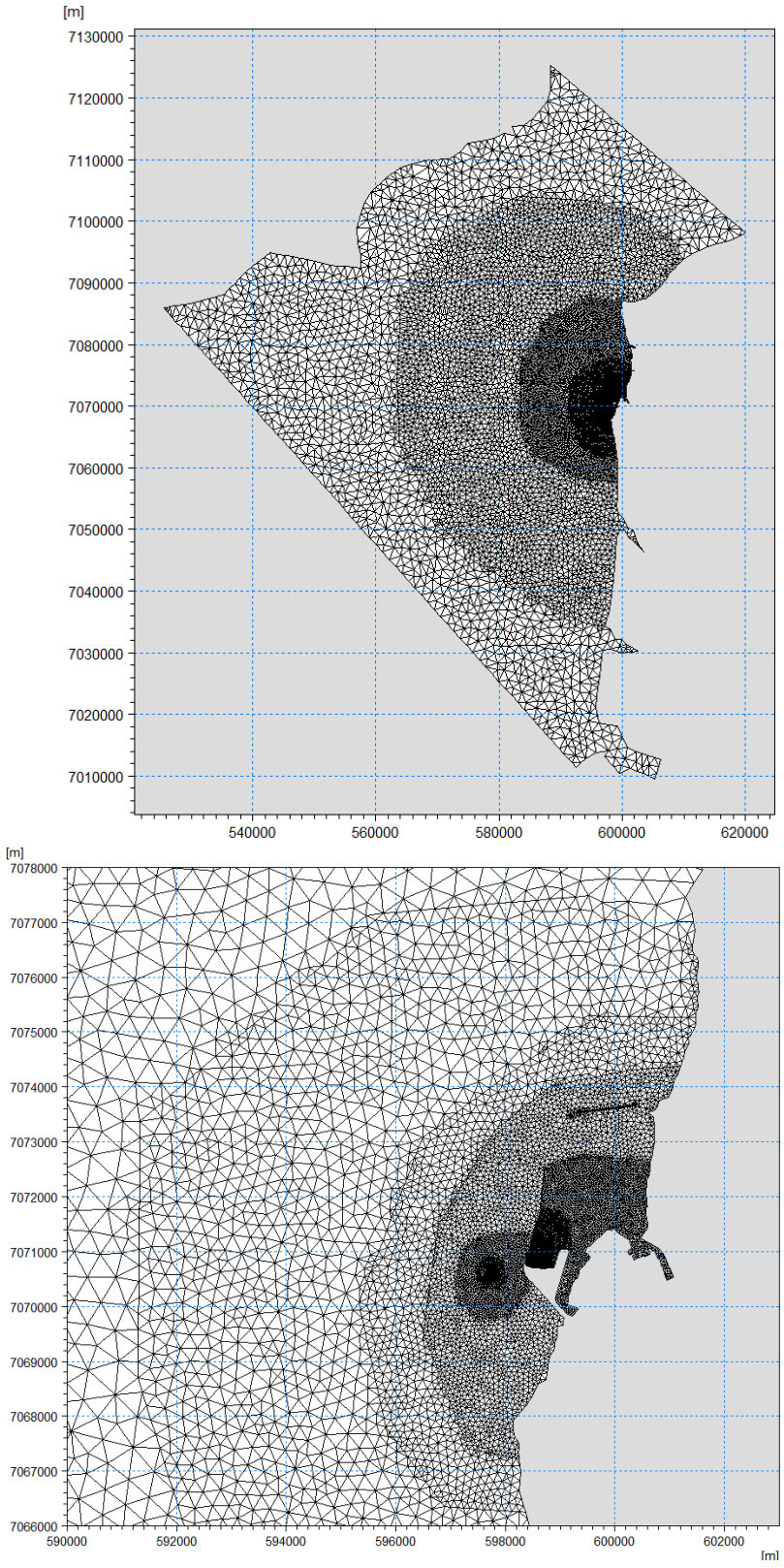


Figure 3-2 : Maillage du modèle mis en place

3.3. Conditions aux limites

Les conditions aux limites du modèle numérique 3D sont constituées :

- D'une condition de marée ;
- De houle au large ;
- De vent soufflant sur la zone.

Les conditions aux limites en niveau d'eau sont extraites du modèle global de marée FES 2014.

Les conditions de vent sont appliquées uniformément dans le temps et dans l'espace.

Les conditions de houle sont appliquées aux frontières marines, et sont constantes le long de la frontière ainsi que dans le temps.

3.4. Validation du modèle de courantologie

3.4.1. Introduction

Le modèle mis en place dans le cadre de cette étude est très similaire à celui déployé dans le cadre de l'étude CREOCEAN de 2020 [3].
Aussi, seuls les éléments de calage sont décrits ci-après. Les résultats sont en tout point similaires à ceux présentés dans la première partie du rapport concernant l'étude de 2020.

3.4.2. Niveaux d'eau

Les niveaux d'eau calculés à Boulogne-sur-Mer ont été comparés aux données mesurées par le marégraphe du port pour les mêmes dates sur un cycle complet Vive-eau / Morte-eau (15 jours) et sur une marée de Vive-eau aux données du SHOM et sont présentés sur la Figure 3-3.

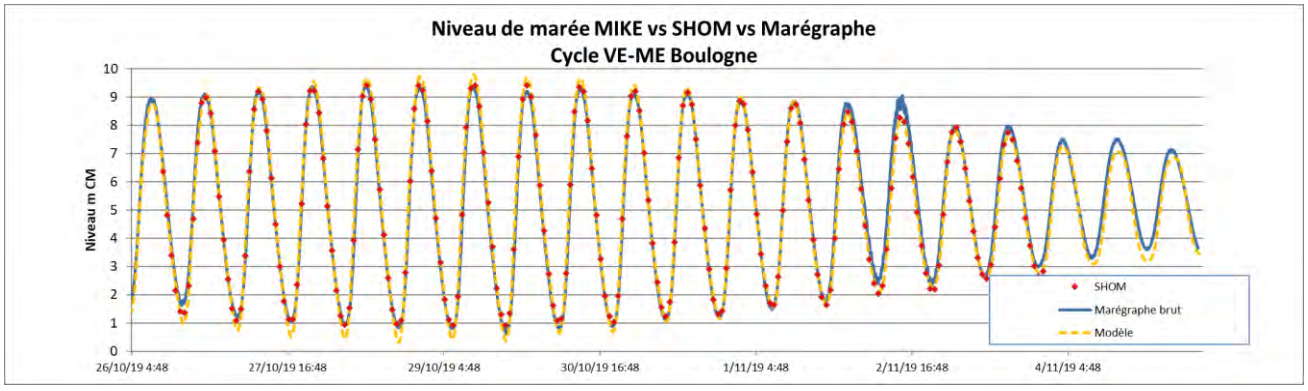


Figure 3-3 : Comparaison des niveaux de marée du modèle avec ceux mesurés par le marégraphe de Boulogne-sur-Mer et les données du SHOM

Le modèle présente une bonne concordance des résultats avec les niveaux théoriques calculés par le SHOM.

Les surcotes météorologiques mesurées par le marégraphe ne sont pas prises en compte dans le modèle (le forçage ne tenant pas compte de la pression atmosphériques), ce qui explique un léger décalage entre le niveau modélisé et le marégraphe, notamment sur les journées du 2 et du 4-5 novembre 2019.

Le signal de marée est particulièrement complexe à reproduire dans ce secteur, influencé conjointement par l'onde de marée en provenance de la Mer du Nord (point amphidromique proche) et l'onde de marée Atlantique Nord pénétrant par la Manche.

3.4.3. Courants

Les vitesses et directions des courants ont été comparées aux données mesurées par le SHOM au point A de la carte 7247 « Port de Boulogne sur Mer » (la position du point est spécifiée sur la **Figure 3-4**) et les résultats sont présentés sur la **Figure 3-5**.

On note globalement une très bonne reproduction des vitesses et directions des courants par le modèle, au large.

Le modèle peut donc être considéré comme fiable et correctement validé pour les niveaux comme pour les vitesses et intensités de courant.

Ce modèle sera utilisé comme base pour la modélisation de la dispersion du panache.

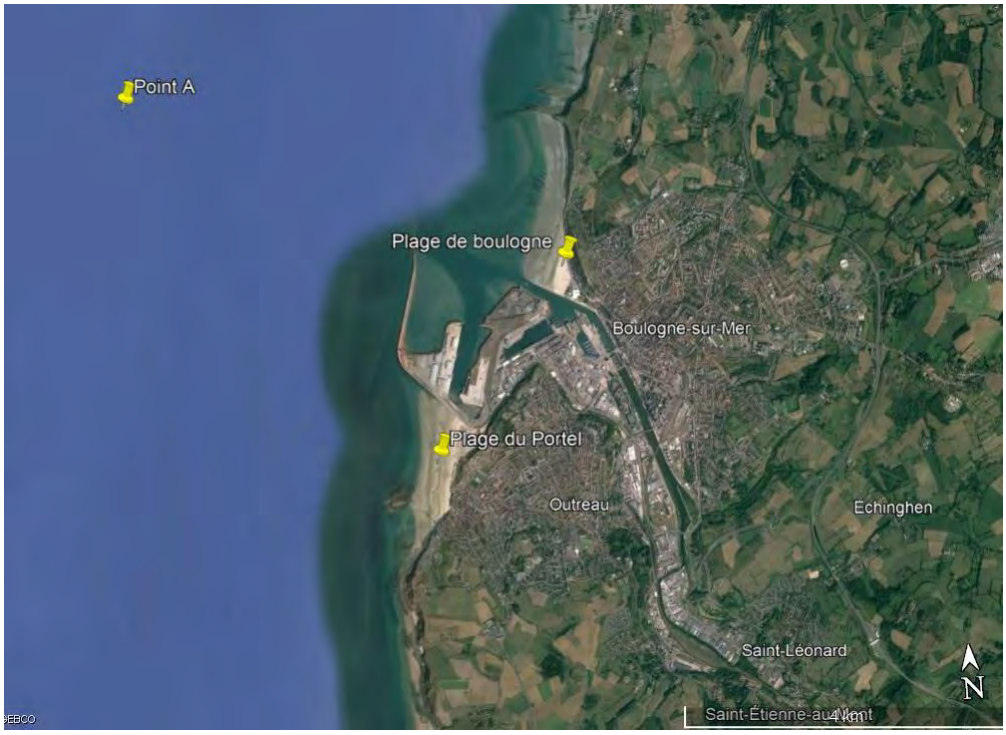


Figure 3-4 : Position du point de mesures courantologique SHOM.

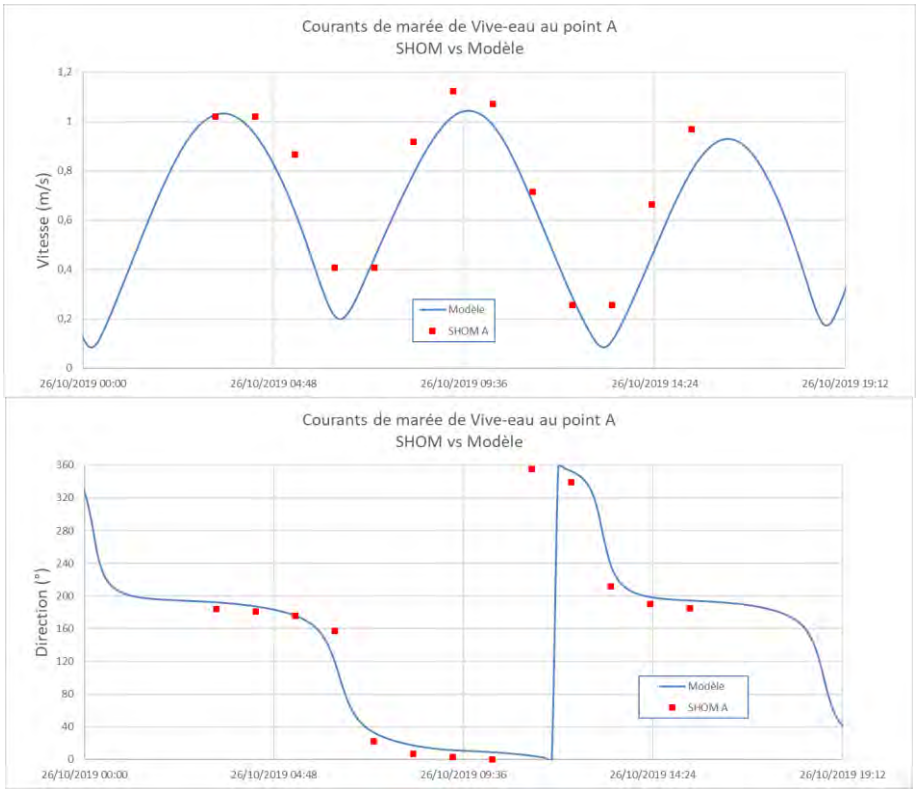


Figure 3-5 : Comparaisons des vitesses (haut) et directions (bas) des courants de marée SHOM vs Modèle au large du site portuaire de Boulogne-sur-Mer (point A carte 7247).

3.5. Choix des scénarios météo-océaniques à modéliser

En considérant les données présentées dans les chapitres précédents, différentes conditions ont été choisies.

Elles permettent de définir des combinaisons de marée et de vent afin de représenter l'ensemble des conditions du site, en tenant compte de conditions dispersives ou non, des cas fréquents, et des cas les plus pénalisants.

Le **Tableau 3-1** présente les 16 cas retenus dans le cadre de cette étude :

Tableau 3-1 : Cas retenus pour les modélisations

Cas	Conditions	Marée	Vent	
			Vitesse (m/s)	Dir (°N)
1	Marée Seule	Vive Eau		
2	Marée Seule	Morte Eau		
3	Marée Seule	Vive Eau Exceptionnelle		
4	Marée Seule	Morte Eau Exceptionnelle		
5	OSO Mensuel	Vive Eau	11	245
6	OSO Mensuel	Morte Eau	11	245
7	NNE Mensuel	Vive Eau	6	15
8	NNE Mensuel	Morte Eau	6	15
9	O Mensuel	Vive Eau	8	270
10	O Mensuel	Morte Eau	8	270
11	S Mensuel	Vive Eau	7	180
12	S Mensuel	Morte Eau	7	180
13	OSO Annuel	Vive Eau	21	245
14	OSO Annuel	Morte Eau	21	245
15	NNE Annuel	Vive Eau	12.5	15
16	NNE Annuel	Morte Eau	12.5	15

Les différents cas « marée seule » représentent des épisodes de temps calme.

Les cas de « OSO (Ouest-Sud-Ouest) mensuel » et « NNE (Nord-Nord-Est) mensuel » sont représentatifs d'évènements de forte énergie mais néanmoins fréquents.

Les « O (Ouest) mensuel » et « S (Sud) mensuel » sont des cas moins fréquents mais avec des risques a priori accrus de pollution sur les zones sensibles identifiées.

Enfin, les cas « annuel OSO » et « annuel NNE » représentent les épisodes tempétueux les plus fréquents.

4. Etude de dispersion

4.1. Objectifs et méthodologie

Dans cette phase, il s'agit d'exploiter les résultats du modèle de courantologie présentés ci-avant pour étudier la dispersion du panache de rejet.

Dans un premier temps, le rejet dans le champ proche est étudié de manière à préciser le comportement du panache dans la zone dite « de jet ».

Dans un deuxième temps, le panache dans le champ dit « lointain » sera modélisé.

Les objectifs de l'étude de dispersion sont :

- D'estimer le devenir du panache du futur rejet dans le milieu marin ;
- De confirmer la compatibilité de la localisation du point de rejet avec l'acceptabilité du milieu récepteur, notamment au regard des valeurs de référence.

La modélisation de la dispersion des effluents a été réalisée avec MIKE 3D grâce aux modules HD, SW, AD (Advection/Dispersion) et MT (transport des matières en suspension). L'utilisation d'un tel outil permet de déterminer précisément le devenir du panache en fonction des conditions océano-météorologiques considérées.

Les paragraphes suivants présentent :

- Les paramètres caractéristiques du rejet modélisé ;
- Les éléments de l'étude dans le champ proche ;
- Les éléments et les figures de dispersion du panache dans le champ lointain pour différentes conditions modélisées, les différents effluents et le panache thermohalin ;
- L'analyse des résultats au regard d'une part de l'impact sur l'environnement.

4.2. Généralités sur la dispersion des effluents

Il s'agit ici de mieux comprendre les mécanismes de dispersion d'un effluent et les enjeux de sa modélisation. La dispersion d'un effluent en milieu marin se fait selon différentes phases caractérisées par la position du panache par rapport à l'émissaire que sont :

- La zone de jet ;
- La zone de remontée du panache ;
- La zone d'advection-diffusion et de dilution bactérienne.

On distingue **le champ proche et le champ lointain** de la façon suivante :

- La zone de jet et la zone de remontée du panache forment le champ proche ;
- La zone d'advection-diffusion et de dilution constitue le champ lointain.

Le schéma de la **Figure 4-1** illustre le mécanisme.

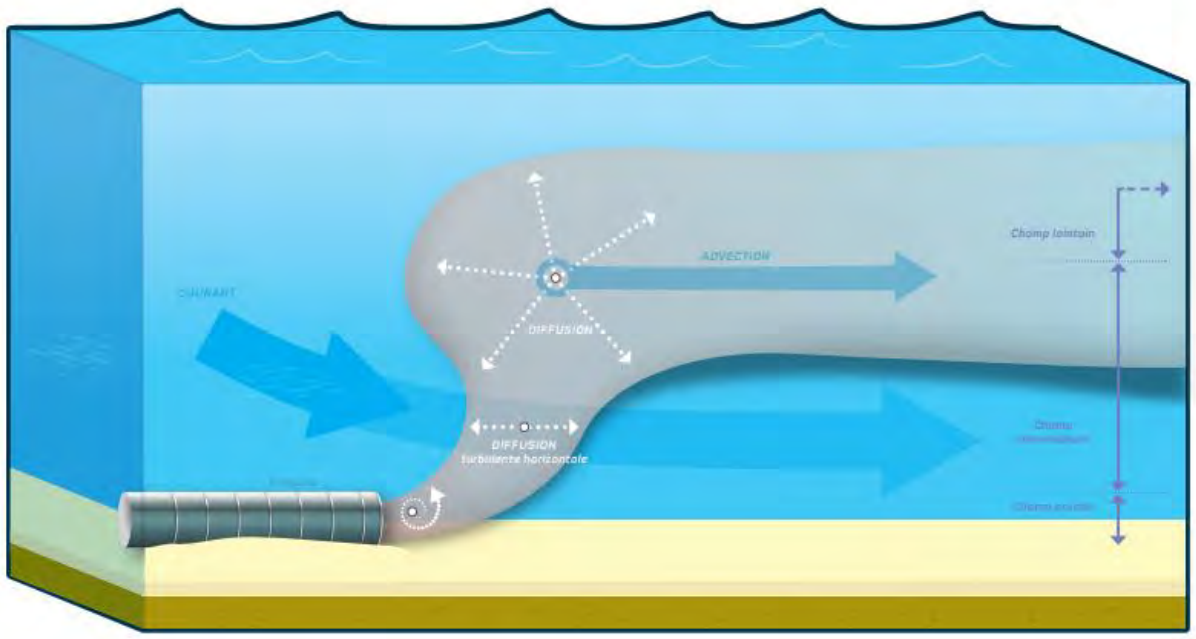


Figure 4-1 . Illustration des mécanismes en jeu lors d'un rejet d'effluent en mer (source : CREOCEAN)

Dans le champ proche, la zone de jet est caractérisée par la vitesse d'éjection en mer de l'effluent à la sortie de l'émissaire. Dans la zone de remontée de panache, la différence de densité entre le milieu ambiant et l'effluent provoque un écoulement généralement ascendant. Le comportement du panache est dominé par les conditions initiales du rejet (débit et densité de l'effluent, géométrie de l'émissaire, etc.). Les caractéristiques du milieu récepteur interviennent dans une moindre mesure, à l'exception de la densité de l'océan qui participe à la détermination de la cote d'équilibre du panache en sortie du champ proche.

Dans le champ lointain, la masse d'eau chargée en polluants est soumise aux courants. Les concentrations en polluants auront alors tendance à diminuer par mélange avec le milieu ambiant d'une part, et par mortalité bactérienne d'autre part (dans le cas d'un rejet bactériologique).
Les résultats des calculs et des modèles mathématiques indiquent les ordres de grandeur de la dilution que subit le rejet en mer. La première étape dans le panache de remontée introduit la dilution la plus importante qui est variable selon la profondeur. Après une étape transitoire dans le champ proche du rejet, où le mélange est encore intense, le nuage ne subit ensuite plus qu'un faible mélange pendant son transport par les courants. Ainsi, si l'abattement des concentrations n'est pas suffisant dans la zone proche du panache ou dans les 100 premiers mètres autour, il faudra peut-être une longue distance avant de retrouver les concentrations du bruit de fond.

Cette observation est en partie à l'origine de la construction d'émissaires profonds et de diffuseurs permettant de favoriser la dilution au cours de la première étape de remontée du panache, plus efficace que le transport par les courants horizontaux (Source : Thouvenin, 1991 [5])

4.3. Paramètres caractéristiques du rejet simulé

4.3.1. Localisation

Le point de rejet théorique a été placé à l'intérieur du bassin portuaire, et le point de pompage à environ 700 m à l'Ouest de la digue. Les points sont localisés sur la **Figure 4-2.**

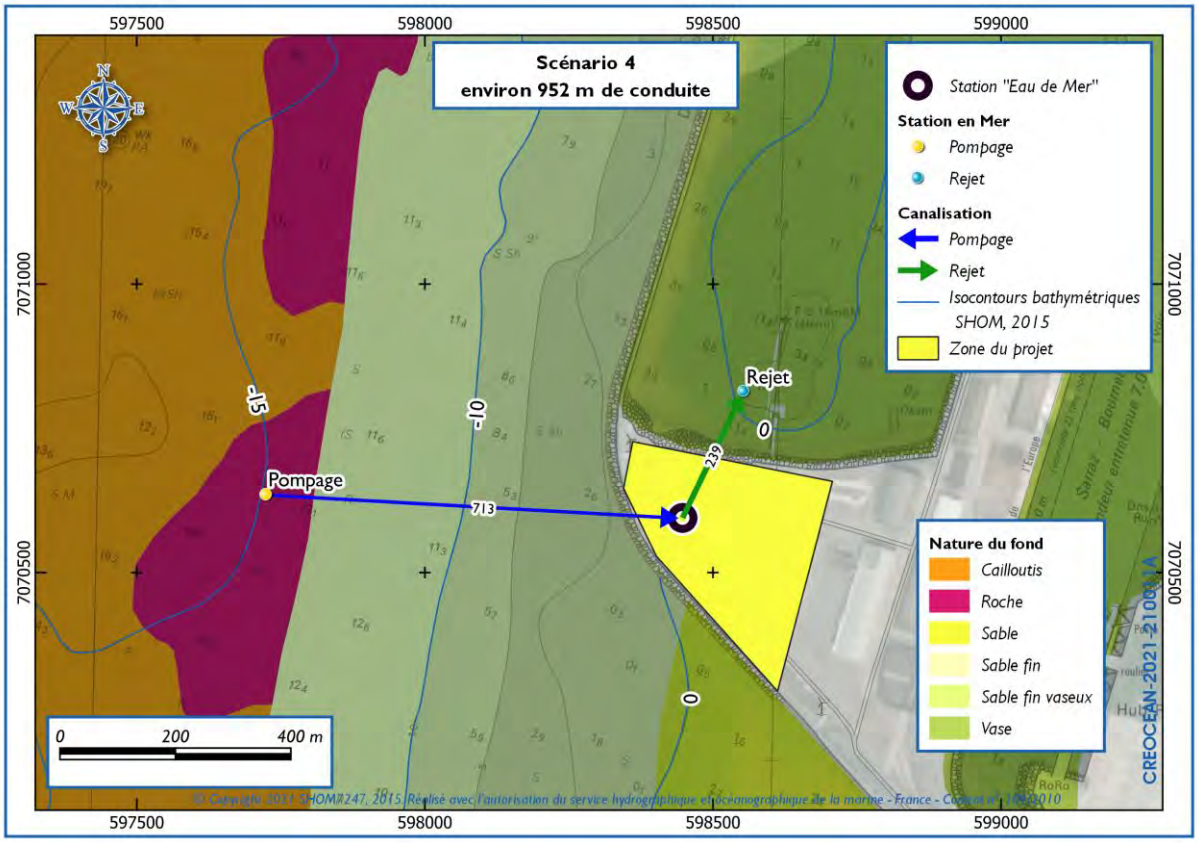


Figure 4-2 . Localisation théorique des points de pompage et de rejets modélisés.

4.3.2. Débit

Le rejet projeté présente un débit de 7 500 m^3/h. Le rejet est constant et continu (24h/24 & 7j/7). La conduite est pose sur le fond.

La prise d'eau (avec un pompage de 7 500 m^3/h) est surélevée de 3 m par rapport au fond.

4.3.3. Composition du rejet

La composition du rejet modélisé correspond aux valeurs de référence de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation s'appliquent pour une installation dont le rejet s'effectue au milieu naturel (article 32), après consultation de la Police de l'eau (DDTM/BPE du Pas-de-Calais).

Tableau 4-1 : Concentration des composants modélisés.

Composés rejetés et modélisés	Code Sandre	Concentration
Matières En Suspension (MES)	1305	35 mg/l
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	1314	125 mg/l
Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5)	1313	30 mg/l
Azote Total (N)	6018	30 mg/l
Phosphore Total (P)	1350	10 mg/l

Concernant la bactériologie, celle-ci n'a pas été simulée explicitement dans le modèle. Une analyse à dire d'expert a en revanche été réalisée. La modélisation de dispersion d'un traceur passif prend l'hypothèse pénalisante de ne pas appliquer de décroissance des germes, alors que le milieu marin a un fort pouvoir germicide et des bactéries rejetées en mer ont tendance à décroitre naturellement.

Pour rappel : dans le cadre de ce projet de ferme aquacole, il n'y a pas d'émissions prévues de germes bactériologiques fécaux dans le rejet :

- Les poissons ne sont pas des animaux à sang chaud émettant ces germes fécaux.
- Les eaux sont traitées avant leurs rejets.

Cependant, la modélisation envisage les situations les plus pénalisantes et pour cela, après consultation de la Police de l'eau (DDTM/BPE du Pas-de-Calais), les données d'entrée du modèle pour la composition du modèle à considérer correspondent :

- aux valeurs de référence de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation s'appliquent pour une installation dont le rejet s'effectue au milieu naturel (article 32) ;
- aux valeurs seuils de l'arrêté préfectoral d'autorisation au titre du code de l'environnement du système d'assainissement du Portel soit une concentration rejetée maximale de 600 germes pour 100 ml en ce qui concerne les bactéries Escherichia coli et 300 germes pour 100 ml en ce qui concerne les entérocoques (valeur rédhibitoire de 2 000 germes/100 ml).

Les calculs ont donc été réalisés à partir de ces hypothèses très pénalisantes pour confirmer la dispersion.

Le procédé de traitement des eaux permet d'éviter tout rejet bactériologique dans le milieu naturel.

4.3.4. Caractéristiques physico-chimiques du rejet et du milieu ambiant

Les conditions de rejet les plus pénalisantes sont caractérisées par un delta de +10°C pour la température et de -3 PSU pour la salinité par rapport au milieu ambiant.

Les données disponibles permettent de faire des hypothèses de température et salinité moyenne pour les conditions estivales et hivernales.
En appliquant un différentiel de +10°C et -3 PSU, les différences de densité sont de l'ordre de 4,3 kg/m^3 en condition hivernales et 5,1 kg/m^3 en conditions estivales.

➔Ces différences ne sont pas de nature à modifier les résultats de manière significative entre les conditions estivales et hivernales. Ceci sera étudié dans la suite dans le cadre de la modélisation du champ proche.

4.4. Champ proche

L'étude dans le champ proche permet d'appréhender le devenir de l'effluent rejeté dans la zone de jet. En fonction des paramètres du milieu ambiant et des caractéristiques du rejet, il s'agit de décrire d'une part la géométrie et d'autre part la dilution du panache de rejet.

DHI a développé un modèle de dilution champ proche dans MIKE 3D, ce qui permet de n'utiliser qu'un seul logiciel pour l'ensemble de l'étude et de réaliser le couplage complet champ proche/champ lointain prenant en compte les conditions hydrodynamiques et de densité en 3D.

L'évolution du panache de polluant dans le champ proche est ainsi calculée en utilisant le modèle de jet intégral développé par Jirka (2004). Dans le champ proche de l'émissaire, le module « jet » est appliqué pour calculer les caractéristiques en 3 dimensions (dilution et localisation dans la colonne d'eau) du panache remontant en surface. Ce modèle permet notamment de tenir compte des spécificités de l'émissaire et du diffuseur, notamment liées à sa forme ou à la dimension et au positionnement des ouvertures.

Un certain nombre de tests ont été réalisés dans le champ proche. A l'issue de ces tests, il apparait :

- Qu'il n'est pas nécessaire de différencier les cas en conditions estivales et hivernales qui donnent sensiblement les mêmes résultats en termes de dilution du panache dans le champ proche. Les valeurs du ***Tableau 4-2 : Valeurs de température et de rejet retenues pour la modélisation en champ lointain.***Tableau 4-2 ***Tableau 4-2 : Valeurs de température et de rejet retenues pour la modélisation en champ lointain.***ont donc été prises en compte dans les simulations ;
- Que les conditions du site (variabilité importante des courants et du niveau d'eau) impliquent une géométrie variable du panache de rejet qui s'étend et se dilue plus ou moins au gré de la marée. Aussi, il apparait indispensable de tenir compte de cette variabilité en utilisant le module JET de MIKE qui permet le couplage complet entre les calculs dans le champ proche et le champ lointain. Ce module a donc été utilisé dans la suite de l'étude.

Tableau 4-2 : Valeurs de température et de rejet retenues pour la modélisation en champ lointain.

	Milieu Ambiant	Rejet	Delta
Température	19°C	29°C	+10°C
Salinité	34.6 PSU	31.6 PSU	-3 PSU

4.5. Champ lointain

4.5.1. Présentation des résultats

4.5.1.1. Généralités

Pour les différents paramètres considérés (dilution, MES, Température et Salinité), les résultats sont présentés sous la forme suivante :

- Cartes des maximums de concentration (ou différences pour le panache thermohalin) rencontrés en chaque point au cours de la simulation. Ce type de figure est appelé « enveloppe » du panache et est privilégié pour les études de dispersion car elle correspond à une démarche de sécurisation des conclusions et met en évidence l'évolution de la réaction du milieu en fonction des différents scénarios ;
- Séries temporelles au niveau de points de contrôle situés sur les zones sensibles à forts enjeux.

Dans un souci de clarté, pour ne pas surcharger le rapport, seuls les résultats en marée seule sont présentés dans le texte du rapport. Il s'agit en effet de cas pénalisant où les emprises des panaches sont bien visibles.

L'ensemble des résultats est présenté en annexe du rapport et a été intégré dans l'analyse.

Pour les résultats de dilution, le mélange important dans la colonne d'eau n'induit pas de différences significatives entre le fond et la surface. Les résultats présentés sont ceux de la couche de surface.

De même, concernant les MES, la température et la salinité, les couches de fond et de surface présentent des résultats similaires. Les résultats dans la couche de fond sont présentés.

4.5.1.2. Zones sensibles

Les zones sensibles à proximité de la zone de rejet sont :

- les zones de baignade,
- les gisements de coquillages
- les zones naturelles.

Aussi, les résultats sont particulièrement analysés en 2 points pour l'ensemble des paramètres : Plage du Portel et Plage de Boulogne-sur-Mer. Un point d'analyse a également été placé dans le chenal d'accès au port de Boulogne-sur-Mer et un autre au plus près du point de rejet.

Il convient également d'analyser les risques associés au rejet de MES dans l'enceinte portuaire. La question des MES fera l'objet d'une analyse spécifique.

4.5.2. Dilution

Les cartes et séries temporelles ci-après montrent des concentrations maximales pour 1000 unités rejetées. Des tableaux permettant d'obtenir les concentrations pour chaque composant considérés (DCO, DBO5, N, P) sont proposés dans la suite comme base de l'analyse.

La représentation des panaches nécessite de choisir une concentration « de coupure » minimale, en dessous de laquelle le panache n'est pas représenté. Dans les figures qui suivent, les valeurs en dessous de 1 pour 1000 unités rejetés ne sont pas représentées.

Les résultats pour le cas « marée seule » sont présentés ci-après :

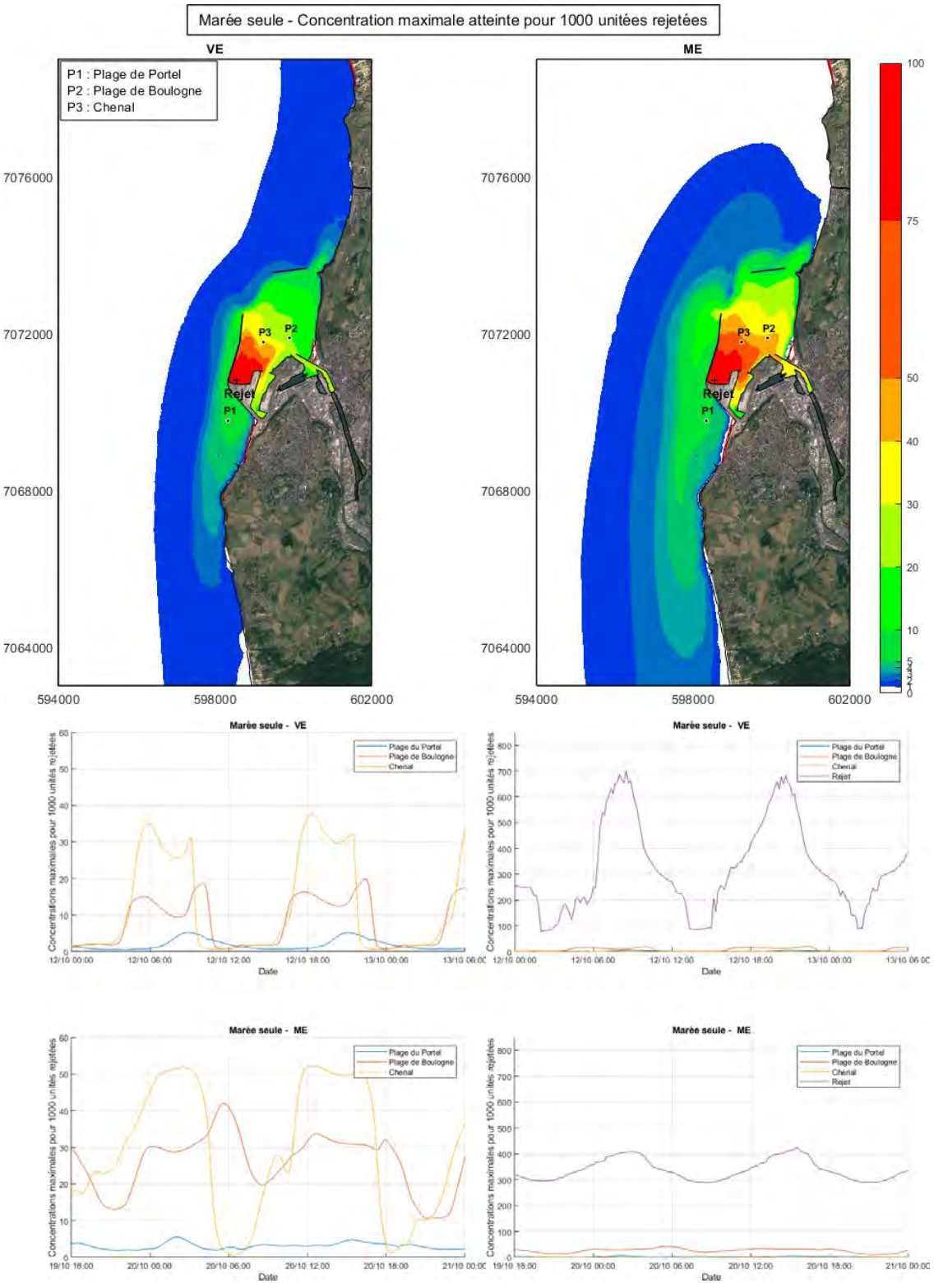


Figure 4-3 Résultats de modélisation de la dilution – Cas de la marée seule

4.5.2.1. Tableaux synthétiques

Les résultats pour les différents composants rejetés sont présentés ci-après sous forme de tableaux synthétiques. Les valeurs indiquées sont les maximums calculés sur l'ensemble de la simulation pour les différents cas.

Tableau 4-3 : Concentration maximale en DCO pour les différents cas simulés

Cas	Conditions	Marée	DCO (mg/l)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	0.7	2.6	5.0	87.6
2		ME	0.7	5.3	7.0	56.2
3		VE exceptionnelle	1.0	2.4	4.2	103.8
4		ME exceptionnelle	0.7	5.1	6.4	48.8
5	OSO Mensuel	VE	0.7	1.4	4.1	88.9
6		ME	0.3	1.9	4.6	44.3
7	NNE Mensuel	VE	1.0	1.6	4.1	97.1
8		ME	0.5	0.6	4.8	63.5
9	O mensuel	VE	1.0	3.7	4.5	93.2
10		ME	0.5	3.8	5.7	45.1
11	S mensuel	VE	0.7	2.4	3.8	85.1
12		ME	0.5	2.8	5.2	57.5
13	OSO annuel	VE	0.1	0.4	0.4	68.7
14		ME	0.0	0.6	0.5	44.4
15	NNE Annuel	VE	0.5	0.2	0.7	87.7
16		ME	0.5	0.6	0.6	75.3

Tableau 4-4 : Concentration maximale en DBO5 pour les différents cas simulés

Cas	Conditions	Marée	DBO5 (mg/l)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	0.2	0.6	1.2	21.0
2		ME	0.2	1.3	1.7	13.5
3		VE exceptionnelle	0.2	0.6	1.0	24.9
4		ME exceptionnelle	0.2	1.2	1.5	11.7
5	OSO Mensuel	VE	0.2	0.3	1.0	21.3
6		ME	0.1	0.4	1.1	10.6
7	NNE Mensuel	VE	0.2	0.4	1.0	23.3
8		ME	0.1	0.1	1.2	15.2
9	O mensuel	VE	0.2	0.9	1.1	22.4
10		ME	0.1	0.9	1.4	10.8
11	S mensuel	VE	0.2	0.6	0.9	20.4
12		ME	0.1	0.7	1.2	13.8
13	OSO annuel	VE	0.0	0.1	0.1	16.5
14		ME	0.0	0.1	0.1	10.6
15	NNE Annuel	VE	0.1	0.0	0.2	21.0
16		ME	0.1	0.1	0.1	18.1

Tableau 4-5 : Concentration maximale en Azote pour les différents cas simulés

Cas	Conditions	Marée	N (mg/l)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	0.2	0.6	1.2	21.0
2		ME	0.2	1.3	1.7	13.5
3		VE exceptionnelle	0.2	0.6	1.0	24.9
4		ME exceptionnelle	0.2	1.2	1.5	11.7
5	OSO Mensuel	VE	0.2	0.3	1.0	21.3
6		ME	0.1	0.4	1.1	10.6
7	NNE Mensuel	VE	0.2	0.4	1.0	23.3
8		ME	0.1	0.1	1.2	15.2
9	O mensuel	VE	0.2	0.9	1.1	22.4
10		ME	0.1	0.9	1.4	10.8
11	S mensuel	VE	0.2	0.6	0.9	20.4
12		ME	0.1	0.7	1.2	13.8
13	OSO annuel	VE	0.0	0.1	0.1	16.5
14		ME	0.0	0.1	0.1	10.6
15	NNE Annuel	VE	0.1	0.0	0.2	21.0
16		ME	0.1	0.1	0.1	18.1

Tableau 4-6 : Concentration maximale en Phosphates en surface pour les différents cas simulés

Cas	Conditions	Marée	P (mg/l)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	0.1	0.2	0.4	7.0
2		ME	0.1	0.4	0.6	4.5
3		VE exceptionnelle	0.1	0.2	0.3	8.3
4		ME exceptionnelle	0.1	0.4	0.5	3.9
5	OSO Mensuel	VE	0.1	0.1	0.3	7.1
6		ME	0.0	0.1	0.4	3.5
7	NNE Mensuel	VE	0.1	0.1	0.3	7.8
8		ME	0.0	0.0	0.4	5.1
9	O mensuel	VE	0.1	0.3	0.4	7.5
10		ME	0.0	0.3	0.5	3.6
11	S mensuel	VE	0.1	0.2	0.3	6.8
12		ME	0.0	0.2	0.4	4.6
13	OSO annuel	VE	0.0	0.0	0.0	5.5
14		ME	0.0	0.0	0.0	3.5
15	NNE Annuel	VE	0.0	0.0	0.1	7.0
16		ME	0.0	0.0	0.0	6.0

4.5.2.2. Analyse des résultats

Le panache de rejet sort du port puis s'étire au gré des courants. Il présente une extension maximale d'une quinzaine de kilomètres du Nord au Sud et d'environ 5 kilomètres d'Est en Ouest.

La zone où les concentrations sont les plus importantes (supérieure à 10 unités pour 1000 unités rejetés) sont localisées dans l'enceinte portuaire, les zones les plus concentrées étant logiquement les plus proches du point de rejet, dans le fond du bassin Ro-Ro.

Au droit du rejet, les concentrations maximales (atteintes lors de pic de quelques minutes et très localisés) atteignent environ 700 unités pour 1000 unités rejetés. Si l'on ne constate pas d'effet cumulatif, les concentrations tendent à se stabiliser autour de 300 à 400 unités pour 1000 unités rejetés au maximum, dans le cas de la marée seule.
➔ Ainsi une élévation du bruit de fond est observée en fond de bassin (plus marqué en ME).

Au niveau des zones sensibles (Plages de Boulogne-sur-Mer et du Portel), les séries temporelles montrent des variations de concentrations en fonction des marées, ce phénomène étant modulé par les effets du vent et des vagues.

Les tableaux synthétiques permettent d'appréhender les valeurs maximales sur les différentes zones sensibles : la dilution est importante dans le port et dans la rade ; le panache circulant à l'extérieur du port est très dilué.

4.5.3. Turbidité

Les résultats pour le cas « marée seule » sont présentés sur la **Figure 4-4.**

Le tableau suivant synthétise les résultats pour les MES. Il présente les concentrations maximales calculées pendant chaque simulation pour les différents cas.

Tableau 4-7 : Concentration maximale en MES au fond pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	MES (mg/l)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	0.0	0.0	0.0	15.0
2		ME	0.0	0.0	0.0	6.1
3		VE exceptionnelle	0.0	0.0	0.1	24.6
4		ME exceptionnelle	0.0	0.0	0.0	6.1
5	OSO Mensuel	VE	0.0	0.0	0.1	16.8
6		ME	0.0	0.0	0.0	4.8
7	NNE Mensuel	VE	0.0	0.0	0.0	20.1
8		ME	0.0	0.0	0.0	6.1
9	O mensuel	VE	0.0	0.0	0.1	18.2
10		ME	0.0	0.0	0.0	3.3
11	S mensuel	VE	0.0	0.0	0.0	15.0
12		ME	0.0	0.0	0.0	6.2
13	OSO annuel	VE	0.0	0.0	0.0	8.9
14		ME	0.0	0.0	0.0	2.8
15	NNE Annuel	VE	0.0	0.0	0.0	20.8
16		ME	0.0	0.0	0.0	14.6

Pour rappel, la turbidité naturelle au large de la zone est de l'ordre de quelques mg/l, avec une variabilité spatiale et temporelle importante. A la côte, les MES varient d'un facteur 5 ou 10, au fond et en surface, en fonction des saisons et des forçages océaniques.

Pour l'ensemble des cas simulés, la dispersion des MES est très importante et rapide. L'influence des MES rejetées sur le milieu ambiant peut être considérée comme négligeable.

Au niveau du point de rejet, en fond de bassin Ro-Ro, on observe très localement des panaches présentant des concentrations de l'ordre de 15 à 25 mg/l. Comparées aux teneurs de turbidité mesurées dans la rade et à l'entrée du bassin ((> 50 NTU ou l'équivalent approché de 2.5 mg/l), ces concentrations sont 10 fois plus importantes mais restent faibles.

Au niveau des zones sensibles (plages du Portel et de Boulogne-sur-Mer), les concentrations calculées restent négligeables.

Dans tous les cas simulés, les valeurs restent, en dehors des abords de la zone de rejet, inférieures ou dans la gamme basse de la turbidité naturelle.

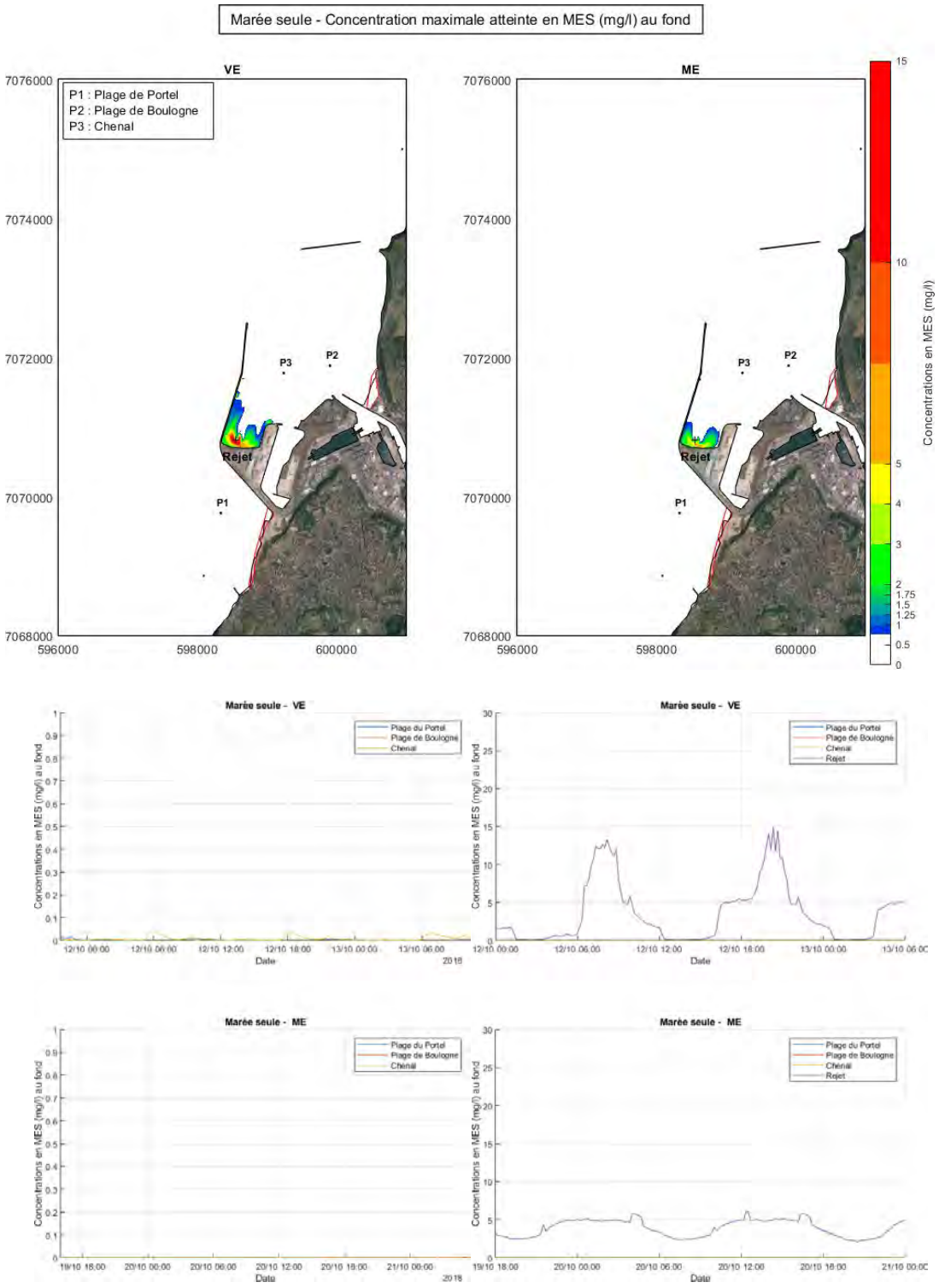


Figure 4-4 Résultats de modélisation des MES – Cas de la marée seule

4.5.4. Dépôt des MES

Les dépôts de MES ont été simulés sur un mois, en conditions conservatives (marée seule).
Les résultats sont présentés sur la figure suivante :

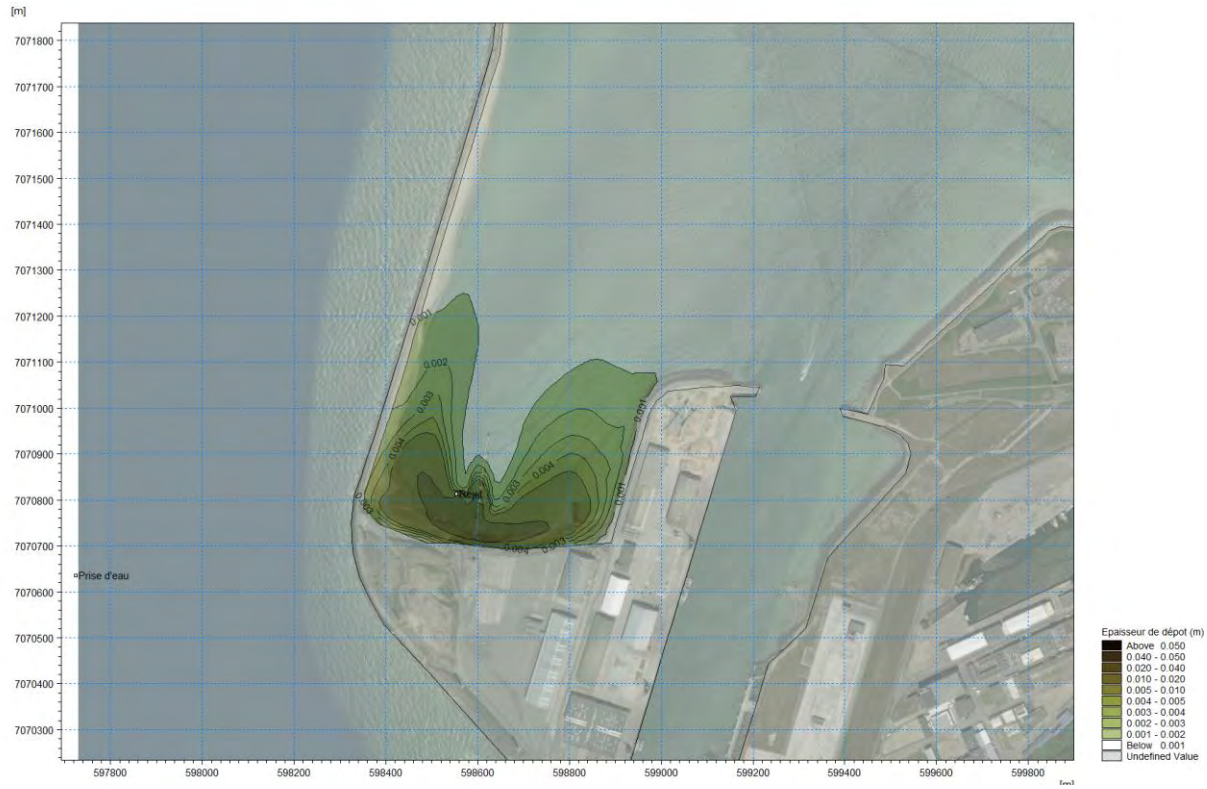


Figure 4-5 : Epaisseur de dépôt après un mois dans le cas de la simulation "marée seule"

Les dépôts inférieurs à 1 mm après un mois de simulation sont considérés comme négligeables. Les résultats ne tiennent pas compte des processus de tassement des vases et sont donc également très conservatifs (le dépôt reste du « dépôt frais » non consolidé tout au long de la simulation).

Aucun dépôt supérieur à 1 mm n'est observé après 1 mois en dehors du fond du bassin Ro-Ro, situé entre la digue Carnot et le Môle Ouest, sur 500 m au droit du point de rejet au maximum. Si l'on extrapole à 1 année, l'ordre de grandeur des dépôts sur ce secteur situé en sortie du bassin (au niveau de la jonction avec le chenal dragué) serait de l'ordre du centimètre si l'on considère que le dépôt après 1 an est tassé d'un facteur 4 à 5 par rapport au dépôt frais de quelques heures à quelques jours. En tenant compte des effets de tassement, le dépôt se situerait plutôt aux alentours de quelques millimètres par an, ce qui est négligeable au regard du dépôt naturel.

Le modèle ne montre donc pas de dépôt significatif, en dehors du fond du bassin Ro-Ro. Les zones actuellement draguées (chenal vers la Darse Sarraz-Bournet) ne sont pas impactées, et par conséquent les rejets ne modifieront pas les volumes de dragage nécessaires sur les secteurs concernés.

4.5.5. Température et salinité

Les résultats pour le cas « marée seule » sont présentés pour la température et la salinité respectivement sur les figures suivantes :

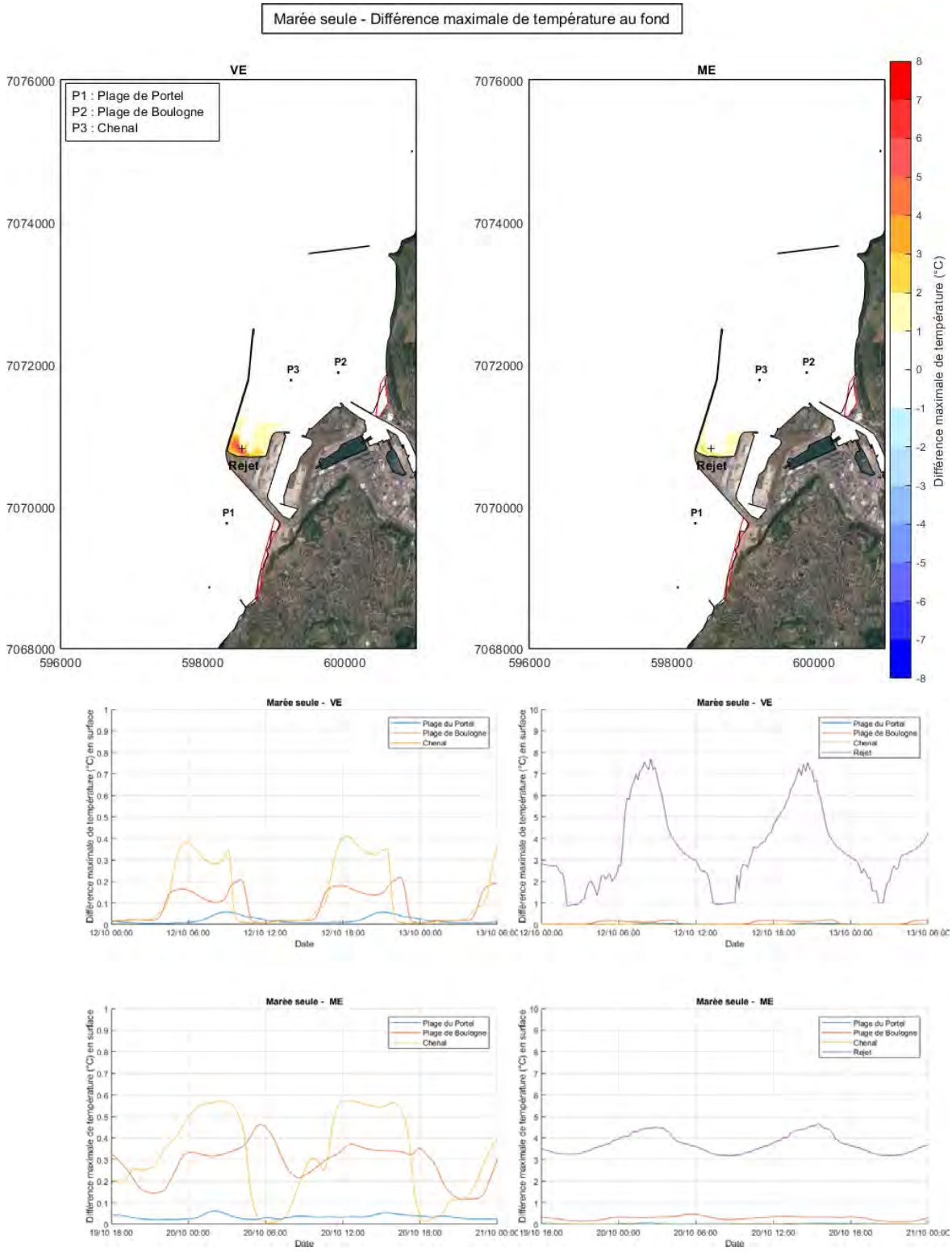


Figure 4-6 : Résultats de modélisation pour la température – Cas de la marée seule

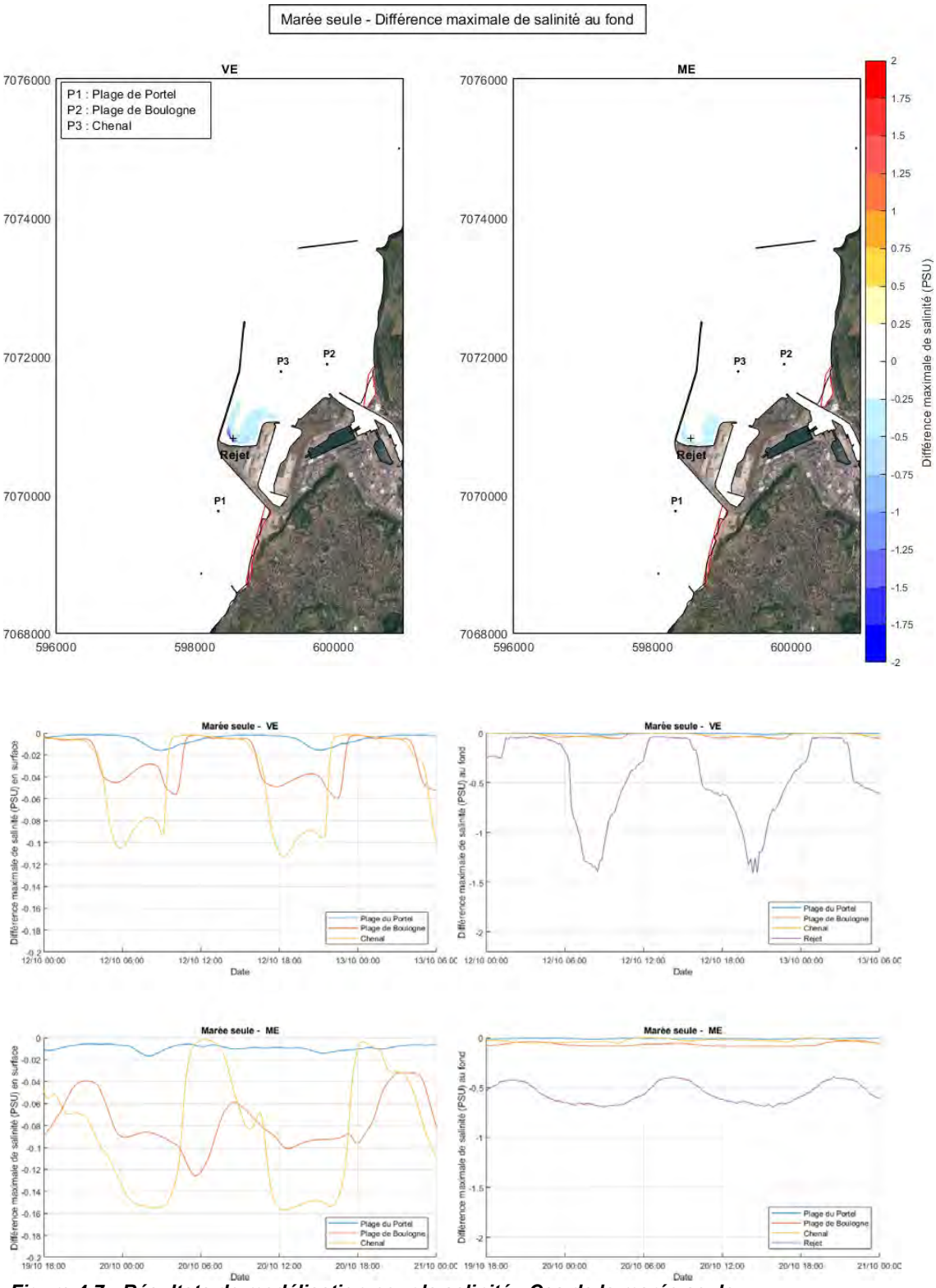


Figure 4-7 : Résultats de modélisation pour la salinité : Cas de la marée seule

Le **Tableau 4-8** et **Tableau 4-9** résument les valeurs d'augmentation de température et de diminution de salinité relevés aux points de contrôle pour les différents cas simulés.

Tableau 4-8 : Différence de température au fond pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	Différence de Température (°C)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	0.1	0.2	0.2	5.2
2		ME	0.1	0.3	0.2	2.6
3		VE exceptionnelle	0.1	0.2	0.2	8.3
4		ME exceptionnelle	0.1	0.3	0.2	2.5
5	OSO Mensuel	VE	0.1	0.1	0.3	6.5
6		ME	0.0	0.2	0.3	2.6
7	NNE Mensuel	VE	0.1	0.1	0.4	7.7
8		ME	0.0	0.1	0.3	3.9
9	O mensuel	VE	0.1	0.3	0.4	7.0
10		ME	0.0	0.3	0.4	2.5
11	S mensuel	VE	0.1	0.2	0.3	5.4
12		ME	0.0	0.2	0.3	2.9
13	OSO annuel	VE	0.0	0.0	0.0	3.9
14		ME	0.0	0.1	0.0	1.4
15	NNE Annuel	VE	0.0	0.0	0.1	7.6
16		ME	0.0	0.1	0.1	5.4

Tableau 4-9 : Différence de salinité au fond pour les différents cas simulés.

Cas	Conditions	Marée	Différence de Salinité (PSU)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	- 0.02	- 0.06	- 0.05	- 1.41
2		ME	- 0.02	- 0.09	- 0.06	- 0.71
3		VE exceptionnelle	- 0.02	- 0.06	- 0.06	- 2.25
4		ME exceptionnelle	- 0.02	- 0.08	- 0.05	- 0.69
5	OSO Mensuel	VE	- 0.02	- 0.03	- 0.07	- 1.77
6		ME	- 0.01	- 0.04	- 0.08	- 0.71
7	NNE Mensuel	VE	- 0.02	- 0.04	- 0.10	- 2.09
8		ME	- 0.01	- 0.01	- 0.08	- 1.06
9	O mensuel	VE	- 0.02	- 0.09	- 0.10	- 1.92
10		ME	- 0.01	- 0.09	- 0.11	- 0.67
11	S mensuel	VE	- 0.02	- 0.06	- 0.08	- 1.48
12		ME	- 0.01	- 0.07	- 0.08	- 0.78
13	OSO annuel	VE	- 0.00	- 0.01	- 0.01	- 1.06
14		ME	- 0.00	- 0.01	- 0.01	- 0.39
15	NNE Annuel	VE	- 0.01	- 0.00	- 0.02	- 2.08
16		ME	- 0.01	- 0.01	- 0.02	- 1.48

On observe que le panache thermohalin se dilue très rapidement dans le milieu. En effet, ce panache est perceptible seulement aux abords directs du rejet (dans un périmètre de l'ordre de 500 m autour du point de rejet).

Au plus proche du point de rejet, l'augmentation de la température peut atteindre localement et sur un temps très limité (pic de quelques minutes) environ 15°C. Si les modélisations ne montrent pas d'effet d'accumulation, la température de l'eau aux abords du point de rejet et dans le bassin concerné tend à se stabiliser avec une valeur de l'ordre de 3°C de plus que celle du milieu ambiant.

En dehors des abords directs du point de rejet, l'augmentation de température ne dépasse pas 0.4°C dans le chenal et 0.3°C au droit de la plage de Boulogne-sur-Mer.

De la même manière, pour la salinité, au plus proche du point de rejet, la diminution atteint localement et sur un temps très limité (pic de quelques minutes) environ 1.5 PSU. Ici encore, les modélisations ne montrent pas d'effet d'accumulation, mais la salinité aux abords du point de rejet et dans le bassin Ro-Ro tend à se stabiliser avec une valeur de l'ordre de 0.5 à 1 PSU de moins que celle du milieu ambiant. Ailleurs, le rejet induit une diminution de l'ordre de 0.1 PSU dans le chenal et au niveau de la plage de Boulogne dans les cas les plus pénalisants.

Notons que ces variations en dehors des abords du rejet, pour la température et la salinité, restent dans la même gamme que les variations spatiales et temporelles naturelles.

Concernant la température et la salinité, les effets du rejet semblent relativement limités en dehors du fond du bassin Ro-Ro (entre la digue Carnot et le terre-plein) qui accueille le rejet.

4.5.6. Analyse à dire d'expert relative à la contamination bactérienne induite par le rejet

Pour rappel : dans le cadre de ce projet de ferme aquacole, il n'y a pas d'émissions prévues de germes bactériologiques fécaux dans le rejet :

- Les poissons ne sont pas des animaux à sang chaud émettant ces germes fécaux.
- Les eaux sont traitées avant leurs rejets.

Cependant, la modélisation ci-dessous envisage les situations les plus pénalisantes et pour cela, après consultation de la Police de l'eau (DDTM/BPE du Pas-de-Calais), les données d'entrée pour la composition du modèle à considérer correspondent :

- aux valeurs de référence de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation s'appliquent pour une installation dont le rejet s'effectue au milieu naturel (article 32) ;
- aux valeurs seuils de l'arrêté préfectoral d'autorisation au titre du code de l'environnement du système d'assainissement du Portel soit une concentration rejetée maximale de 600 germes pour 100 ml en ce qui concerne les bactéries Escherichia coli et 300 germes pour 100 ml en ce qui concerne les entérocoques (valeur rédhibitoire de 2 000 germes/100 ml).

Les calculs ont donc été réalisés à partir de ces hypothèses très pénalisantes pour confirmer la dispersion.

Le procédé de traitement des eaux permet d'éviter tout rejet bactériologique dans le milieu naturel.

4.5.6.1. Rappels théoriques

La modélisation des rejets bactériologiques inclut classiquement un terme de décroissance bactérienne dans le temps, via le paramètre T90. Le T90 est le temps nécessaire (généralement exprimé en heures) pour obtenir un abattement de 90% du nombre de germes. En effet le milieu marin a un fort pouvoir germicide et des bactéries rejetées en mer ont tendance à décroitre naturellement. Le paramètre T90 dépend en grande partie de la salinité, de la température, de l'intensité lumineuse et de la transparence des eaux. Ces valeurs peuvent varier de quelques heures à plusieurs jours suivant le lieu ou la période considérée.

Eaux de baignade
Vis à vis de la qualité des eaux de baignades, il est défini des valeurs de concentration guide et impératives.

Elles sont présentées ci-après :

Résultats des analyses d'Escherichia coli en UFC/100mL

valeur guide = 100 valeur impérative = 2000		
RESULTAT BON	**RESULTAT MOYEN**	**RESULTAT MAUVAIS**
0	100	2000

Résultats des analyses d'entérocoques intestinaux en UFC/100mL

valeur guide = 100 Pas de valeur impérative	
RESULTAT BON	**RESULTAT MOYEN**
0	100

Coquillages

La concentration des micro-organismes dans les tissus des coquillages par rapport au milieu naturel est définie par le facteur d'enrichissement. Il varie de 0,6 à 250 ; un facteur 30 est utilisé dans la plupart des études. Selon le Guide Méthodologique pour l'Elaboration des profils de vulnérabilité conchylicole (Agence de l'eau Loire-Bretagne, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie) Le facteur d'enrichissement peut varier largement en fonction de nombreux facteurs : temps d'exposition à la masse d'eau contaminée, l'état physiologique du bivalve (les naissains de moules concentrent davantage que les bivalves adultes selon Schwartzbrod et col. 1991), le type de bactérie, son efficacité de filtration, le poids et le volume du liquide intervalvaire. Néanmoins, le Guide préconise la prise en compte des facteurs d'enrichissement en *E. coli* suivants :

- pour les huîtres : f = 27 (arrondi à 30) ;
- pour les moules : f = 10.

Le calcul de ces facteurs d'enrichissement permet le classement de la qualité des zones conchylicoles selon quatre catégories :

Critère	Classement sanitaire A	Classement sanitaire B	Classement sanitaire C	Classement sanitaire D
Qualité microbiologique (nombre / 100g de chair et de liquide intervalvaire de coquillages (CLI)	< 230 E. coli	> 230 E. coli et < 4 600 E. coli	> 4 600 E. coli et < 46 000 E. coli	> 46 000 E. coli

(source : Guide Méthodologique pour l'Elaboration des profils de vulnérabilité conchylicoles - Agence de l'eau Loire-Bretagne, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie)

4.5.6.2. Analyse des résultats

Les modélisations réalisées permettent d'appréhender la dispersion d'un traceur passif conservatif. Cela revient donc à ne pas appliquer de décroissance aux germes. On peut donc considérer ceci comme la simulation d'un cas pénalisant, correspondant à un T90 infini.

Il s'agit ici d'estimer l'incidence du rejet pour les flux suivants :

- *Escherichia coli* 600 UFC/100ml
- Entérocoques 300 UFC/100ml.

Sur les zones identifiées, les concentrations induites par le rejet, en considérant un T90 « infini » sont les suivantes :

Tableau 4-10 : Concentration maximale en E. coli pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini

Cas	Conditions	Marée	E. Coli (UFC/100ml)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	3.2	12.5	24.1	420.6
2		ME	3.3	25.2	33.5	269.9
3		VE exceptionnelle	4.7	11.4	20.2	498.0
4		ME exceptionnelle	3.2	24.4	30.8	234.3
5	OSO Mensuel	VE	3.5	6.6	19.8	426.8
6		ME	1.4	9.0	21.8	212.7
7	NNE Mensuel	VE	4.8	7.7	19.7	466.1
8		ME	2.2	2.9	23.1	304.9
9	O mensuel	VE	4.7	17.8	21.5	447.3
10		ME	2.2	18.2	27.5	216.4
11	S mensuel	VE	3.4	11.5	18.3	408.3
12		ME	2.2	13.4	24.8	276.0
13	OSO annuel	VE	0.4	1.8	1.9	329.6
14		ME	0.0	2.8	2.3	213.0
15	NNE Annuel	VE	2.4	0.8	3.4	420.9
16		ME	2.2	2.9	2.8	361.6

Tableau 4-11 : Concentration maximale en Entérocoques pour les différents cas simulés, en considérant un T90 infini

Cas	Conditions	Marée	Entérocoques (UFC/100ml)			
			Portel	Boulogne	Chenal	Rejet
1	Marée Seule	VE	1.6	6.2	12.0	210.3
2		ME	1.7	12.6	16.7	135.0
3		VE exceptionnelle	2.4	5.7	10.1	249.0
4		ME exceptionnelle	1.6	12.2	15.4	117.2
5	OSO Mensuel	VE	1.7	3.3	9.9	213.4
6		ME	0.7	4.5	10.9	106.3
7	NNE Mensuel	VE	2.4	3.9	9.9	233.0
8		ME	1.1	1.4	11.6	152.5
9	O mensuel	VE	2.3	8.9	10.7	223.6
10		ME	1.1	9.1	13.8	108.2
11	S mensuel	VE	1.7	5.7	9.2	204.1
12		ME	1.1	6.7	12.4	138.0
13	OSO annuel	VE	0.2	0.9	0.9	164.8
14		ME	0.0	1.4	1.1	106.5
15	NNE Annuel	VE	1.2	0.4	1.7	210.5
16		ME	1.1	1.4	1.4	180.8

En dehors des abords directs du point de rejet, les valeurs sont largement en dessous des normes en vigueur pour la qualité des eaux des baignade (< 100UFC/100ml).

Pour les coquillages, les résultats sont à multiplier par le facteur d'enrichissement (10 pour les moules et 30 pour les huitres). Dans les zones concernées par les gisements des coquillages, les concentrations sont pour l'ensemble des cas simulés inférieures à 1 pour 1000 unités rejetés. Aussi, on peut déduire que les concentrations en *E. coli* seront inférieures à 0.6 UFC/100 ml dans l'eau. En appliquant le facteur d'enrichissement, on atteint moins de 20 E. Coli pour 100 g de CLI.
Ces valeurs sont très en dessous des seuils règlementaires concernant les coquillages.

Le procédé de traitement des eaux permet d'éviter tout rejet bactériologique dans le milieu naturel.

5. Références

1. Références Altimétriques Maritimes. Ports de France métropolitaine et d'outre-mer. Côtes du zéro hydrographiques et niveaux caractéristiques de la marée. 2020. SHOM

2. Boudière E., Maisondieu C., Ardhuin F., Accensi M., Pineau-Guillou L., Lepesqueur J., "A suitable metocean hindcast database for the design of Marine energy converters.", International Journal of Marine. Energy, 2013 3-4, e40-e52. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijome.2013.11.010. Open Access version : http://archimer.ifremer.fr/doc/00164/27524/

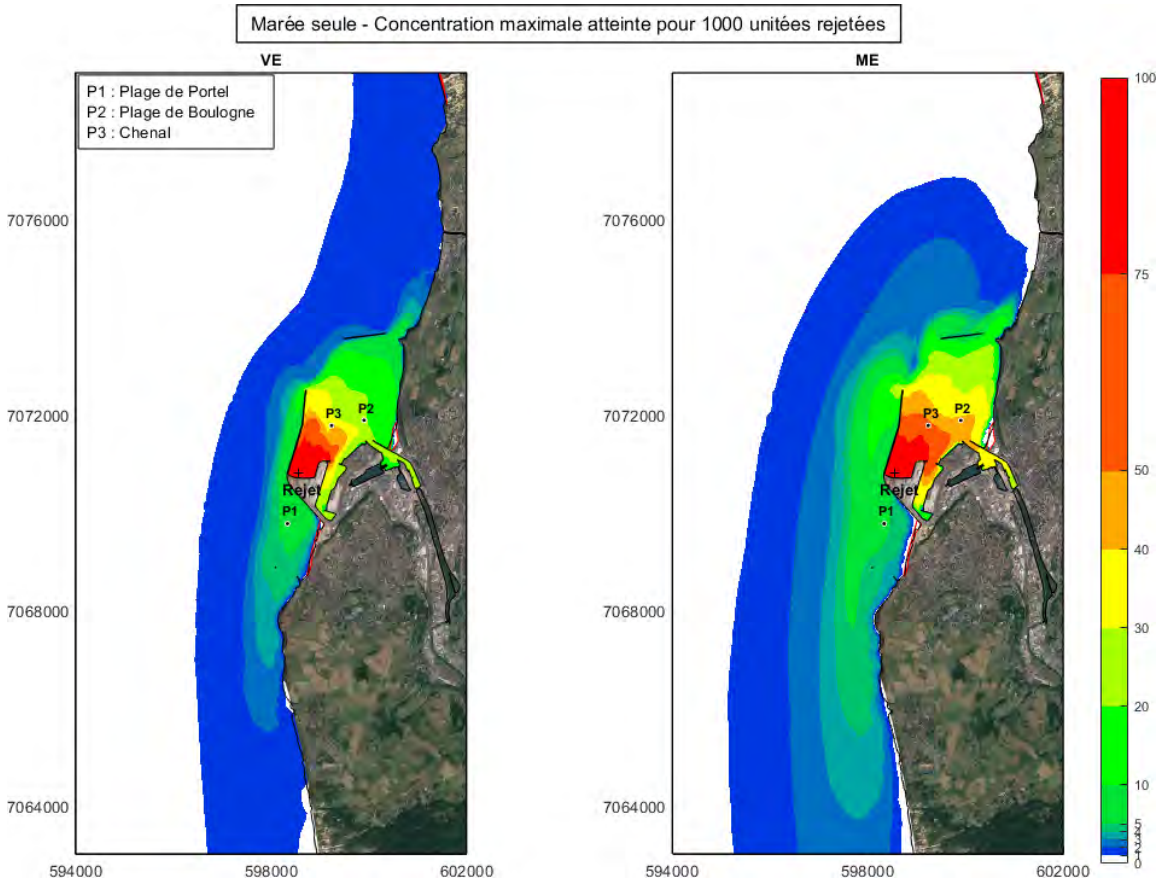
3. Etude du rôle hydro-sédimentaire de la digue Nord du site portuaire de Boulogne-sur-Mer. Accord-Cadre 1604005. CREOCEAN. 2020.

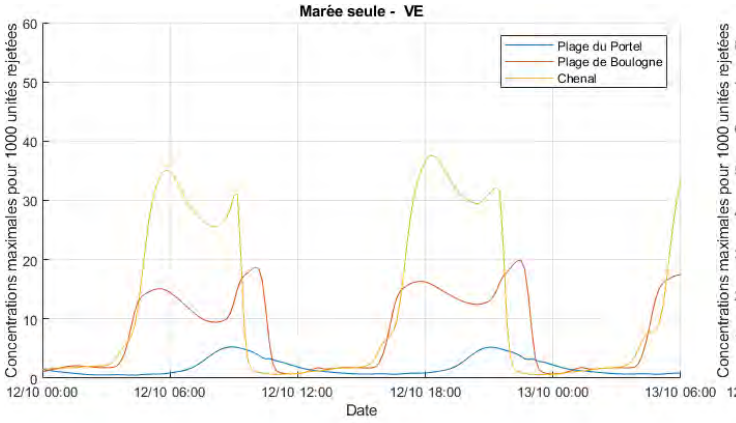
4. Grassi K., Poisson-Caillault E., Lefebvre A., 2020. MAREL Carnot : Rapport n° 14 : Bilan d'une surveillance à haute fréquence en zone côtière sous influence anthropique (Boulogne-sur-Mer). Bilan 2019. Rapport Ifremer/ODE/ LITTORAL/LER-BL/20.05.

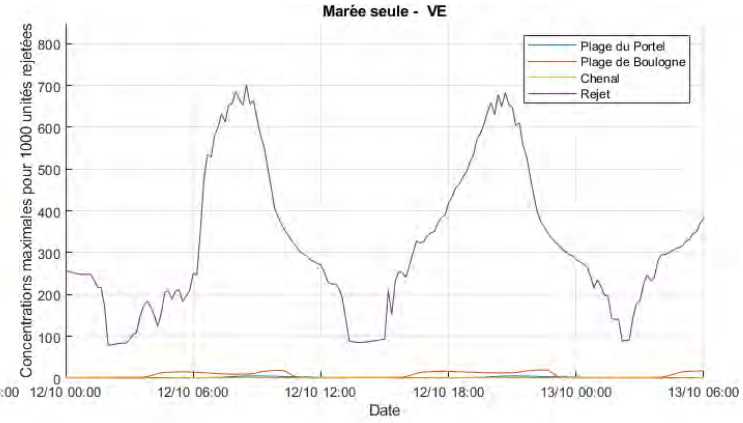
5. Thouvenin B., 1991. Caractéristiques et modélisation d'un rejet par émissaire. IFREMER Actes Colloques 11 « La mer et les rejets urbains ».

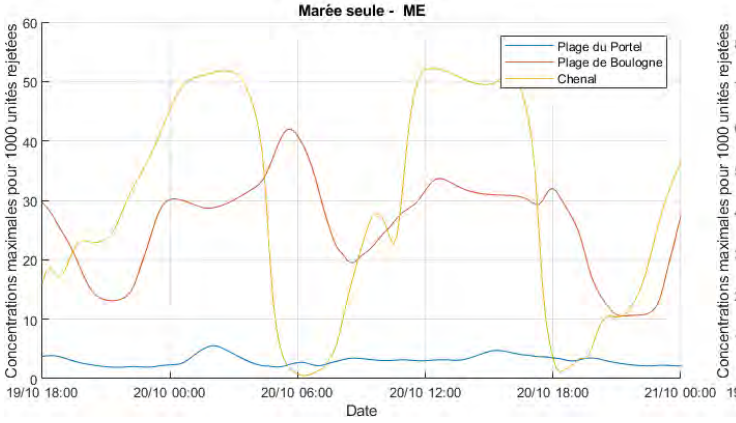
ANNEXE 1 :

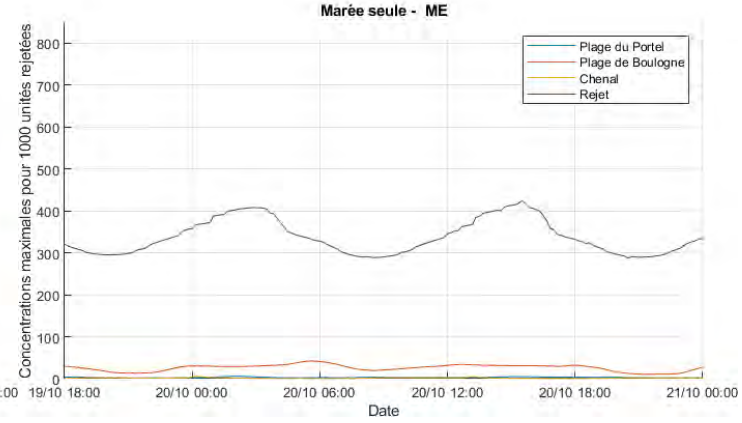
FIGURES DE DILUTION

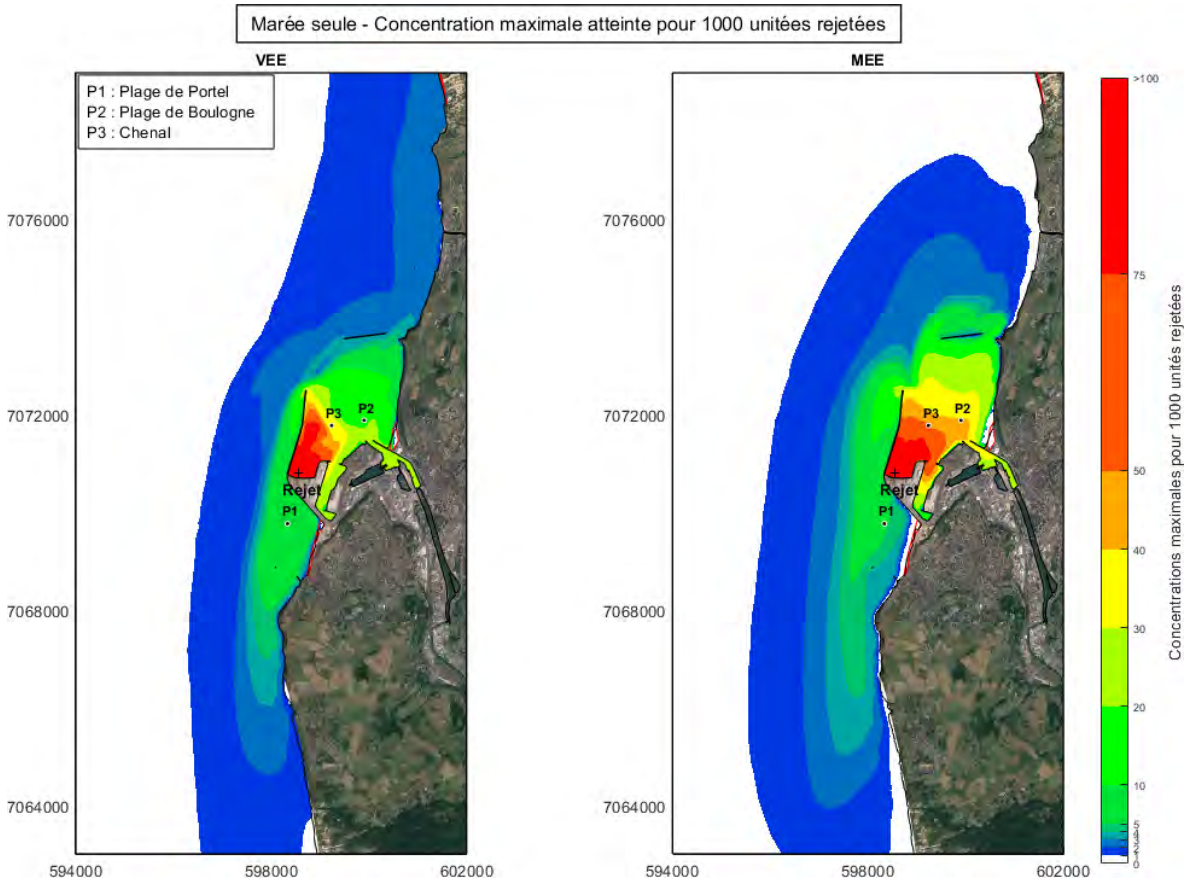

Marée seule - Concentration maximale atteinte pour 1000 unitées rejetées
VE
ME
P1 : Plage de Portel
P2 : Plage de Boulogne
P3 : Chenal
7076000
7072000
7068000
7064000
594000
598000
602000
P3
P2
Rejet
P1
100
75
50
40
30
20
10
5
0

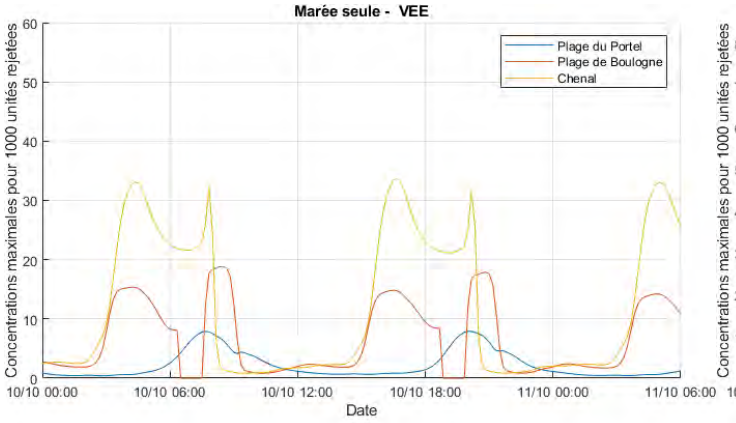

Marée seule - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
10
20
30
40
50
60
12/10 00:00
12/10 06:00
12/10 12:00
12/10 18:00
13/10 00:00
13/10 06:00
Date

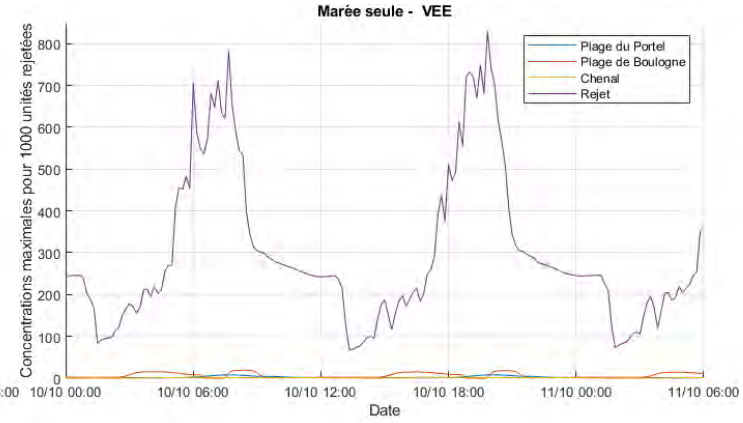

Marée seule - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
100
200
300
400
500
600
700
800
12/10 00:00
12/10 06:00
12/10 12:00
12/10 18:00
13/10 00:00
13/10 06:00
Date

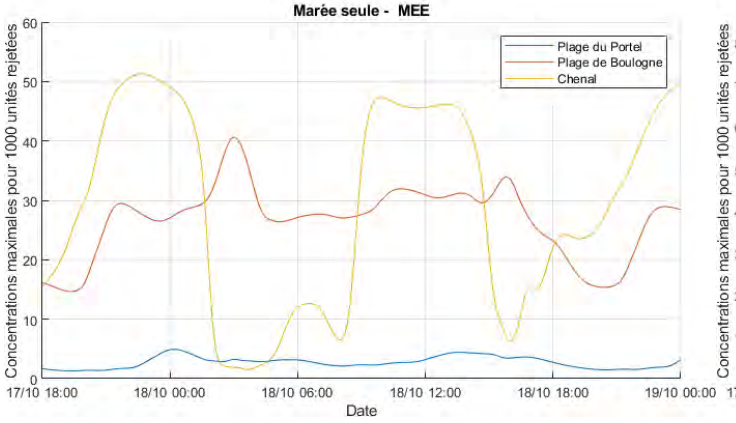

Marée seule - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
10
20
30
40
50
60
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

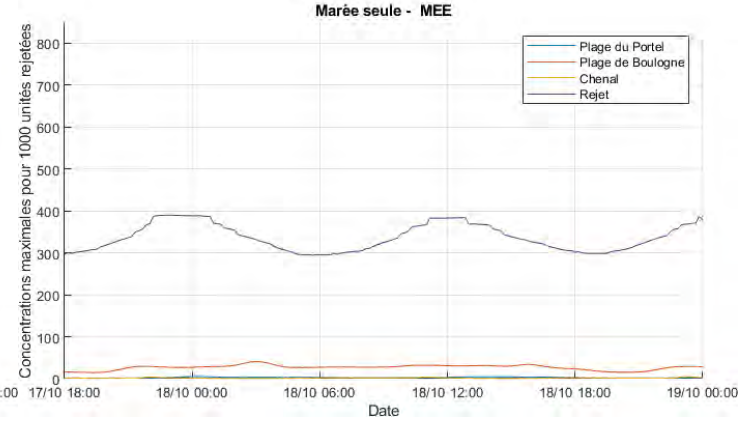

Marée seule - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
100
200
300
400
500
600
700
800
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

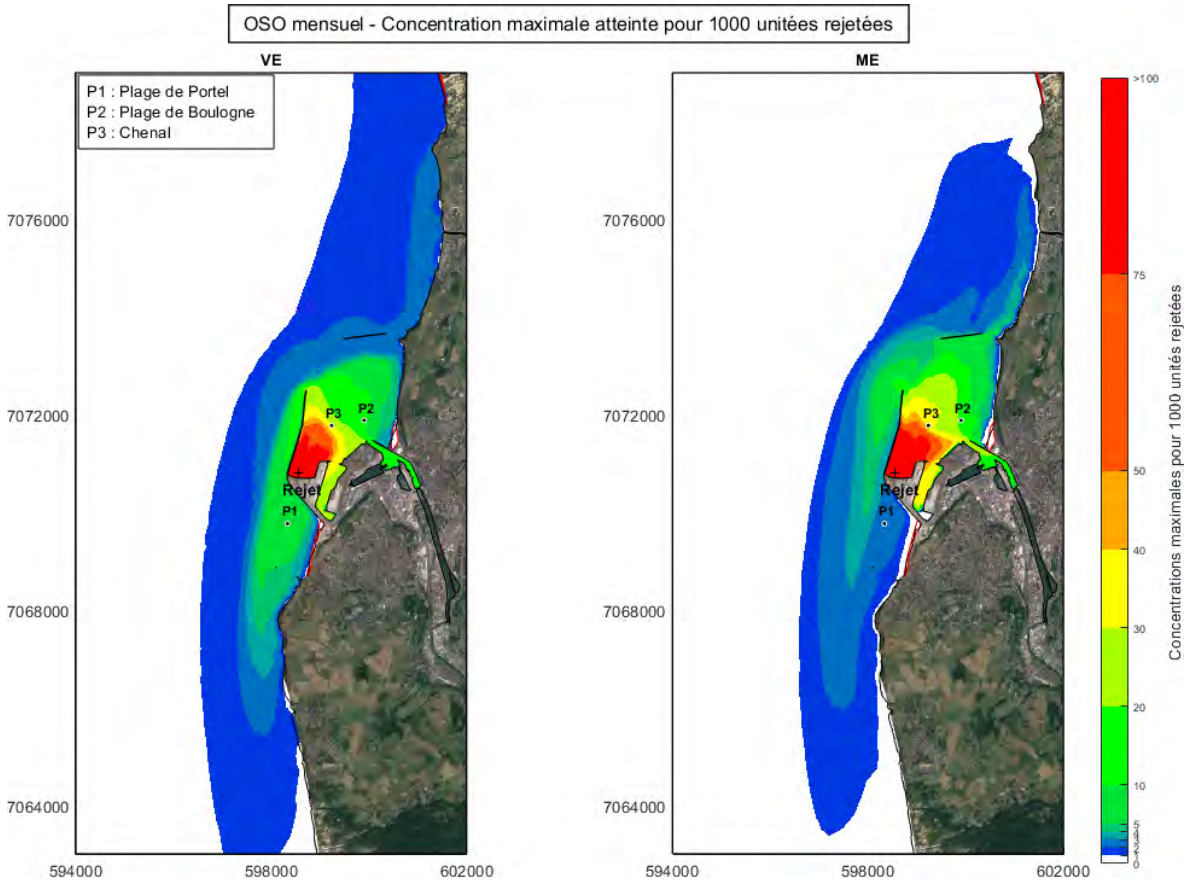

Marée seule - Concentration maximale atteinte pour 1000 unitées rejetées
VEE
MEE
P1 : Plage de Portel
P2 : Plage de Boulogne
P3 : Chenal
Rejet
P1
P2
P3
7076000
7072000
7068000
7064000
594000
598000
602000
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
>100
75
50
40
30
20
10
5
0

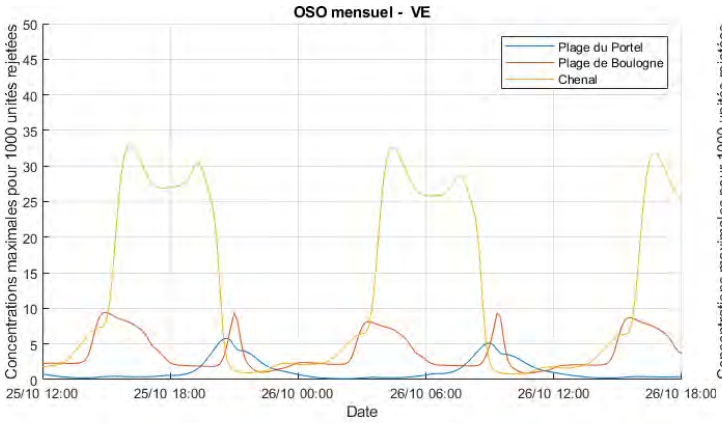

Marée seule - VEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
10
20
30
40
50
60
10/10 00:00
10/10 06:00
10/10 12:00
10/10 18:00
11/10 00:00
11/10 06:00
Date

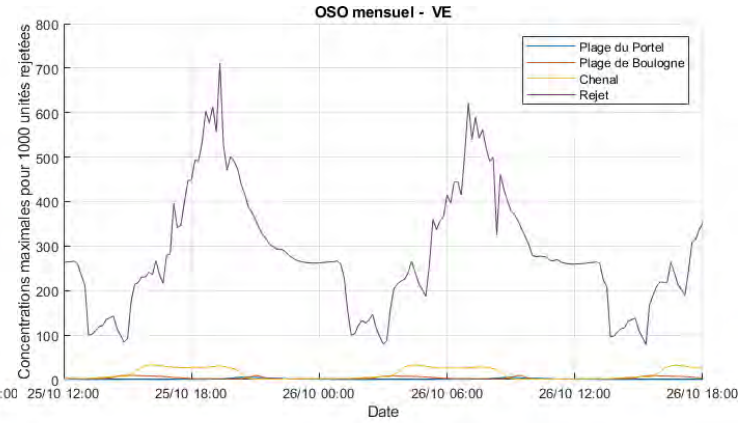

Marée seule - VEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
100
200
300
400
500
600
700
800
10/10 00:00
10/10 06:00
10/10 12:00
10/10 18:00
11/10 00:00
11/10 06:00
Date

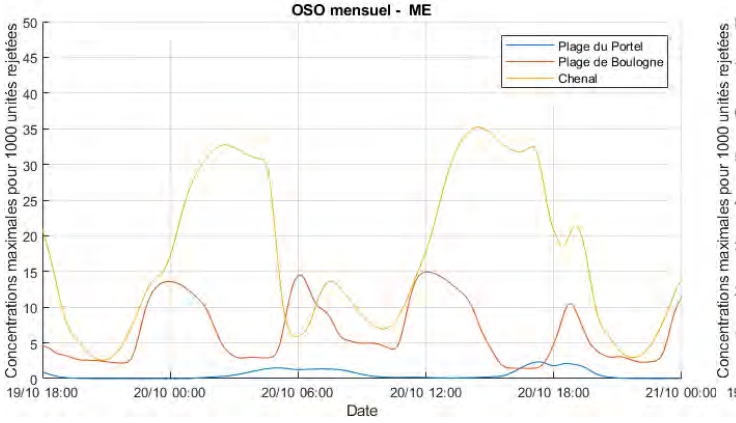

Marée seule - MEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
10
20
30
40
50
60
17/10 18:00
18/10 00:00
18/10 06:00
18/10 12:00
18/10 18:00
19/10 00:00
Date

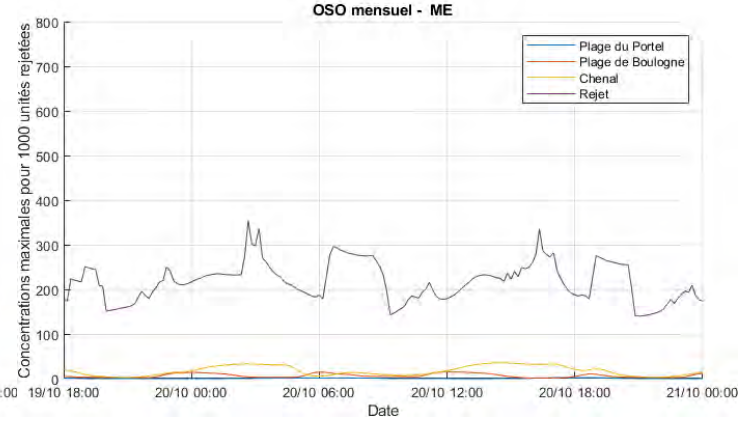

Marée seule - MEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
0
100
200
300
400
500
600
700
800
17/10 18:00
18/10 00:00
18/10 06:00
18/10 12:00
18/10 18:00
19/10 00:00
Date

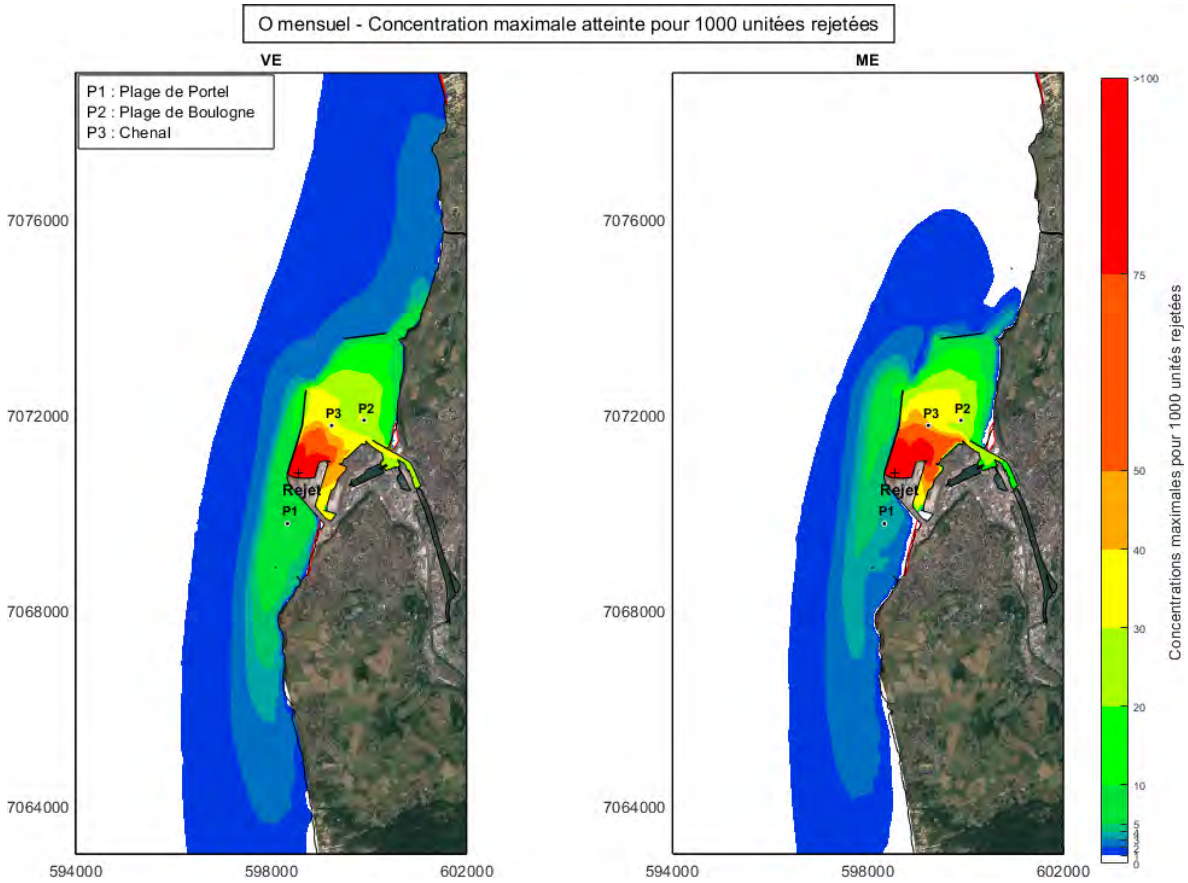

OSO mensuel - Concentration maximale atteinte pour 1000 unitées rejetées
VE
ME
P1 : Plage de Portel
P2 : Plage de Boulogne
P3 : Chenal
7076000
7072000
7068000
7064000
594000
598000
602000
P1
P2
P3
Rejet
>100
75
50
40
30
20
10
5
0
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées

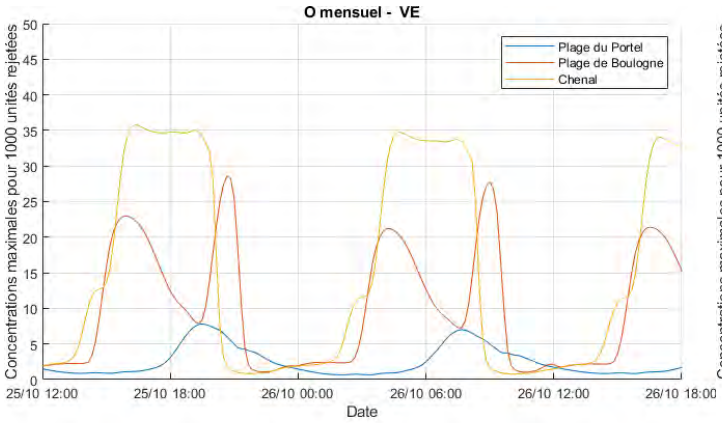

OSO mensuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

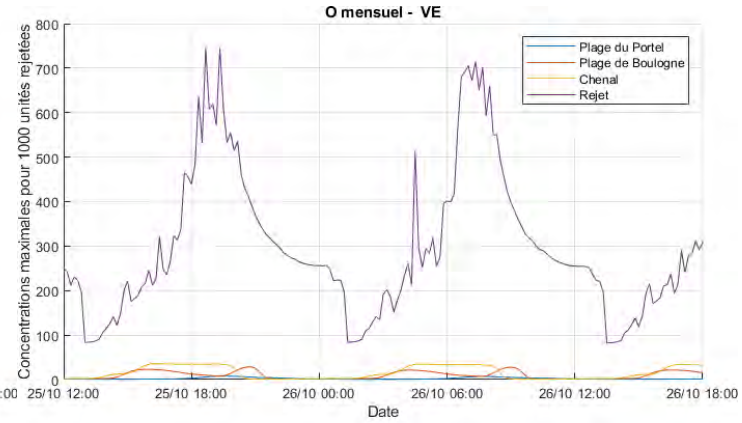

OSO mensuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
100
200
300
400
500
600
700
800
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

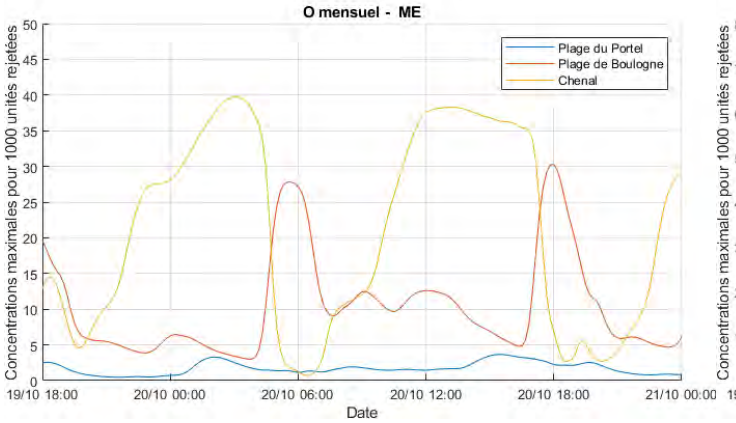

OSO mensuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

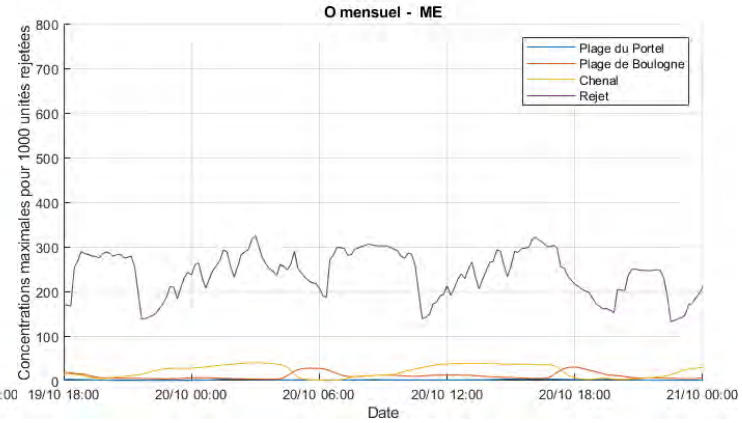

OSO mensuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
100
200
300
400
500
600
700
800
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

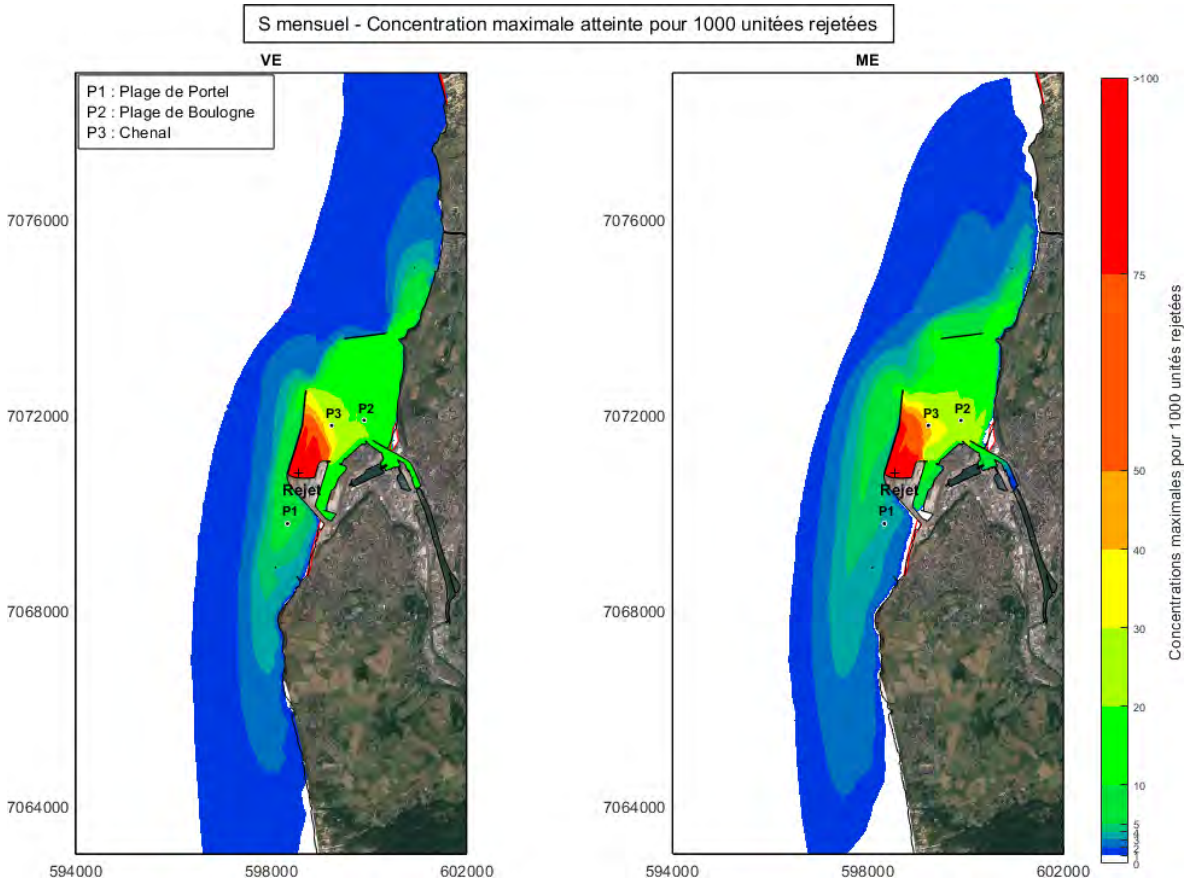

O mensuel - Concentration maximale atteinte pour 1000 unitées rejetées
VE
ME
P1 : Plage de Portel
P2 : Plage de Boulogne
P3 : Chenal
7076000
7072000
7068000
7064000
594000
598000
602000
P1
P2
P3
Rejet
>100
75
50
40
30
20
10
5
0
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées

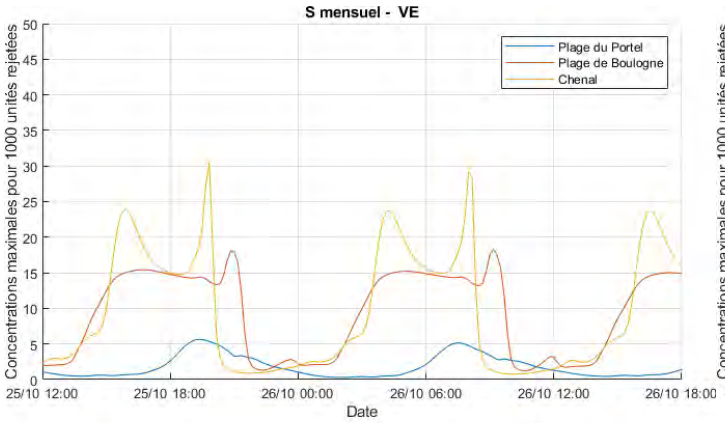

O mensuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

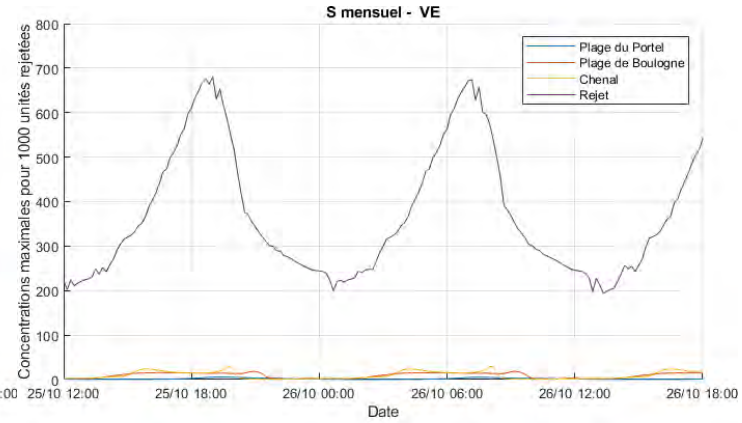

O mensuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

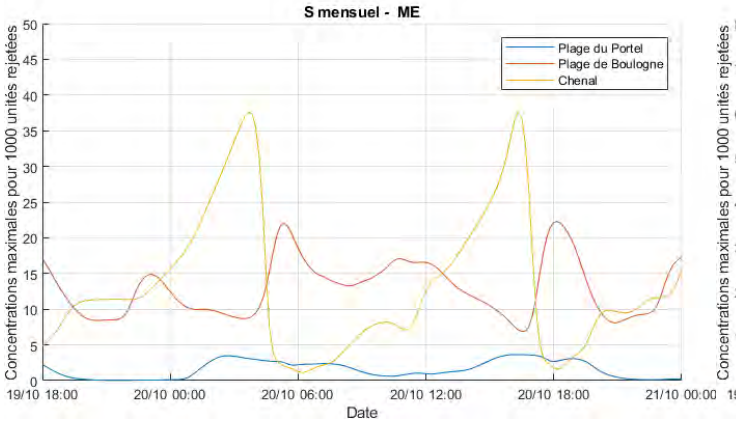

O mensuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

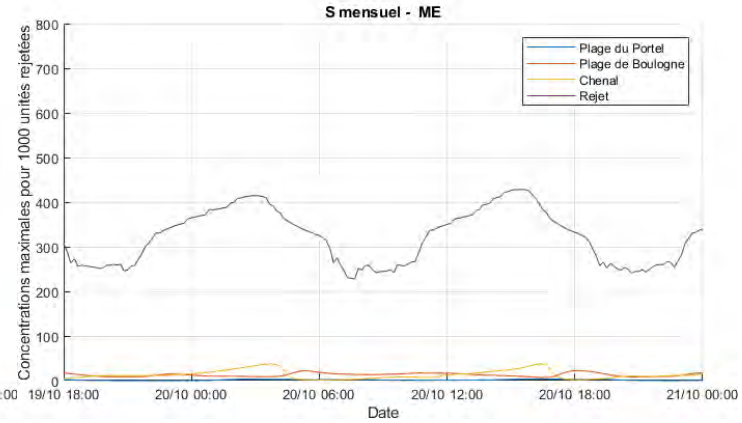

O mensuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

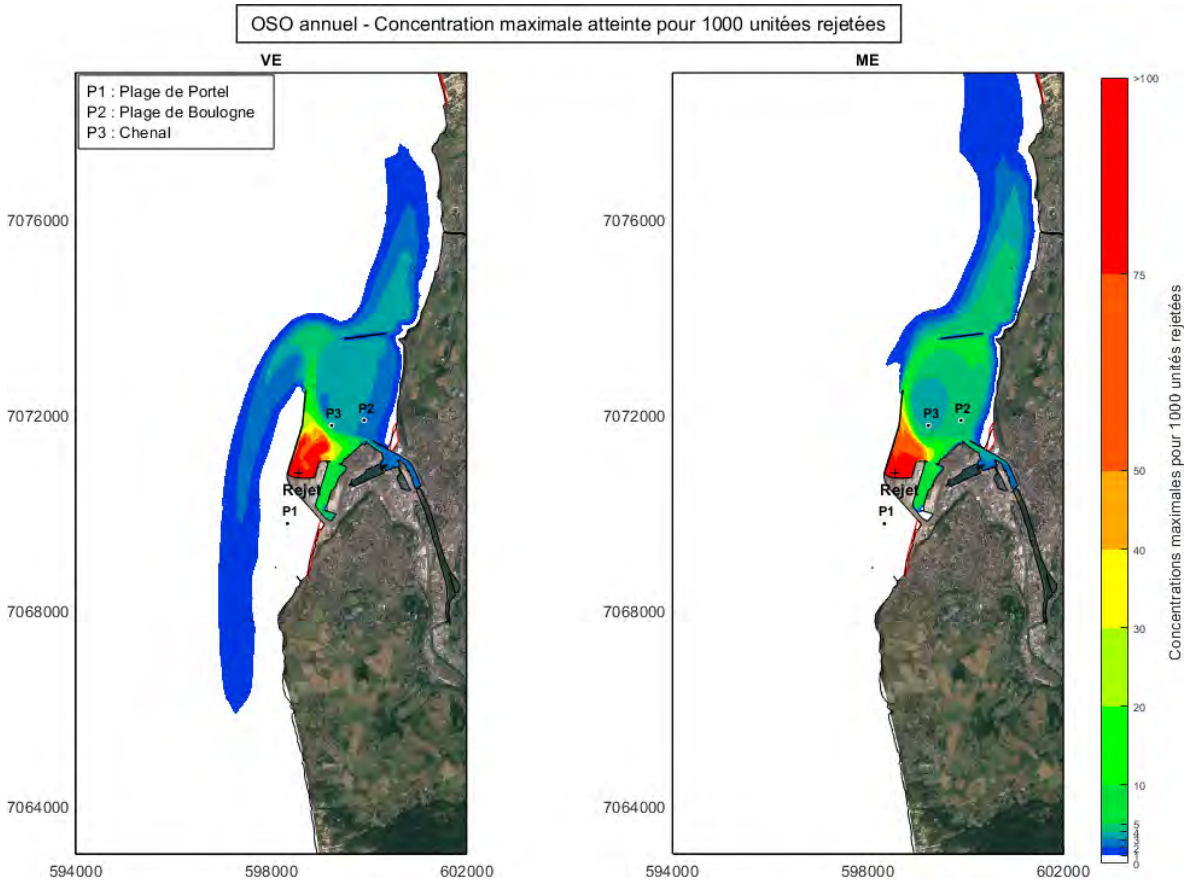

S mensuel - Concentration maximale atteinte pour 1000 unitées rejetées
VE
ME
P1 : Plage de Portel
P2 : Plage de Boulogne
P3 : Chenal
7076000
7072000
7068000
7064000
594000
598000
602000
P1
P2
P3
Rejet
>100
75
50
40
30
20
10
5
0
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées

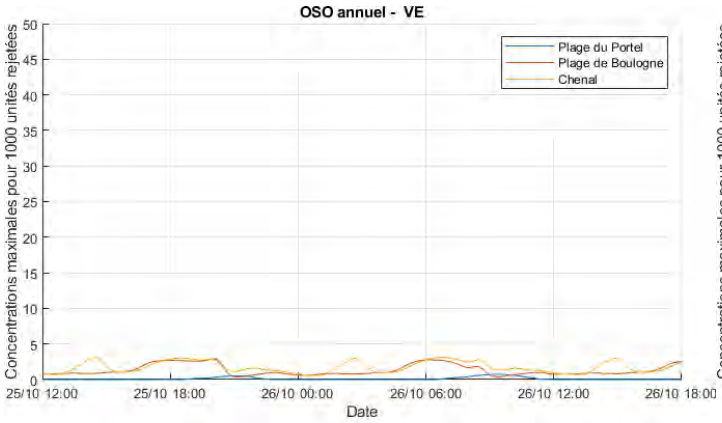

S mensuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date

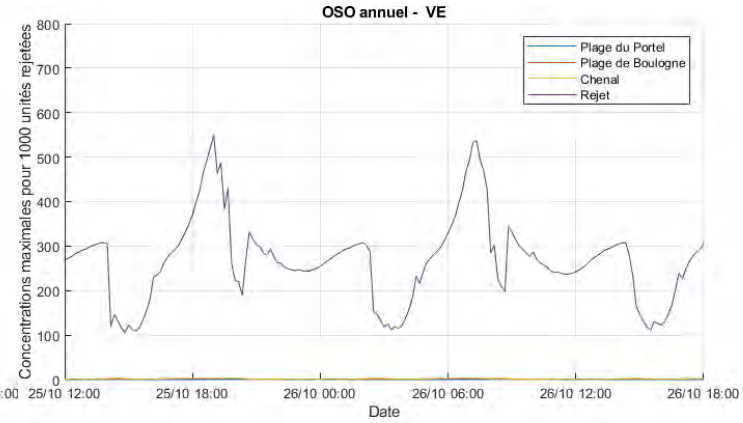

S mensuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date

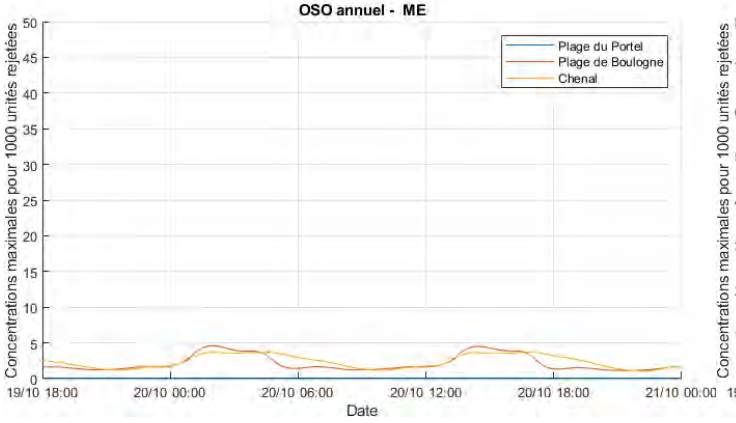

S mensuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

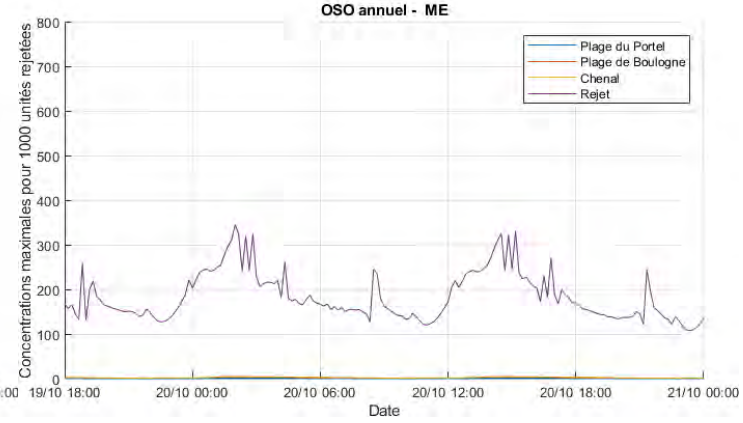

S mensuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

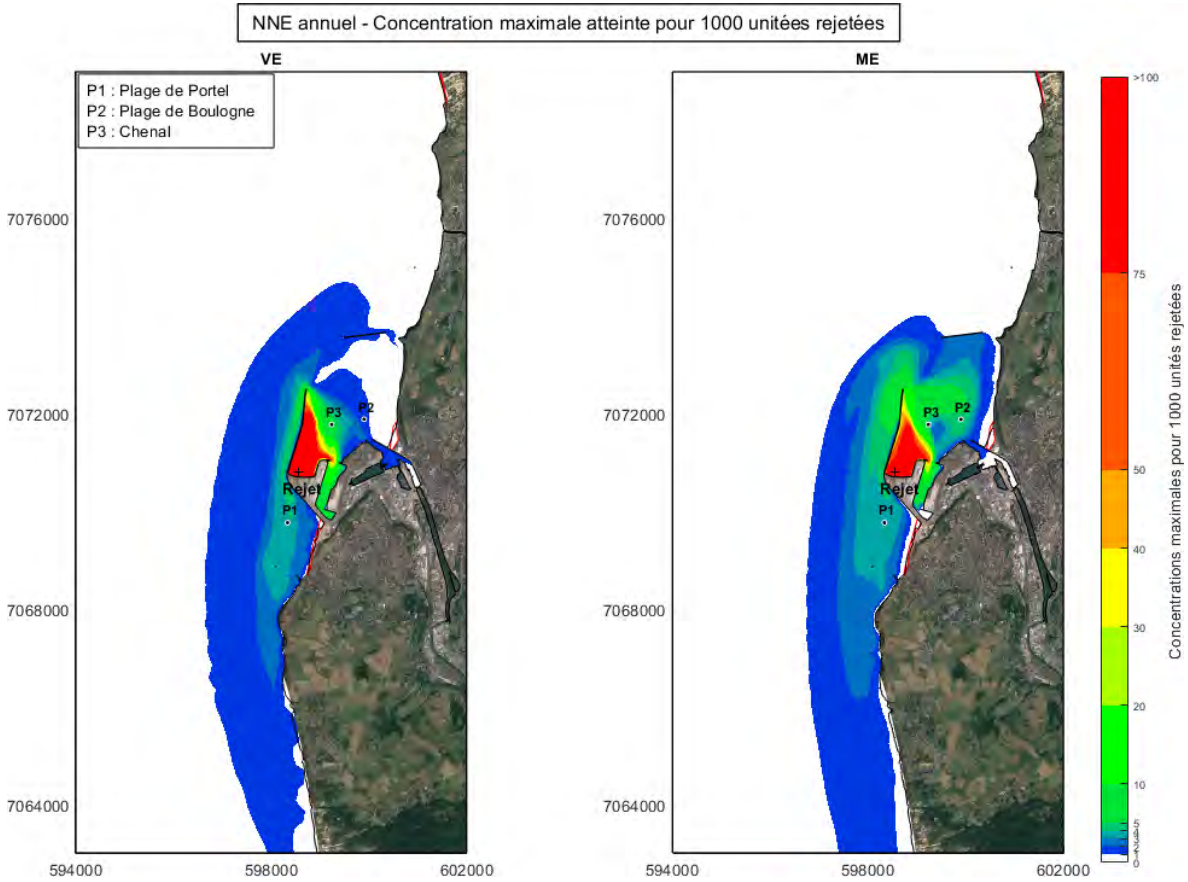

OSO annuel - Concentration maximale atteinte pour 1000 unitées rejetées
VE
ME
P1 : Plage de Portel
P2 : Plage de Boulogne
P3 : Chenal
7076000
7072000
7068000
7064000
594000
598000
602000
P1
P2
P3
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
>100
75
50
40
30
20
10
5
0

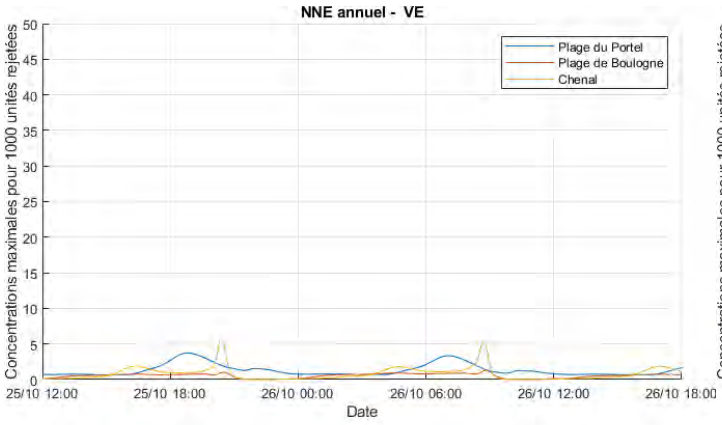

OSO annuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

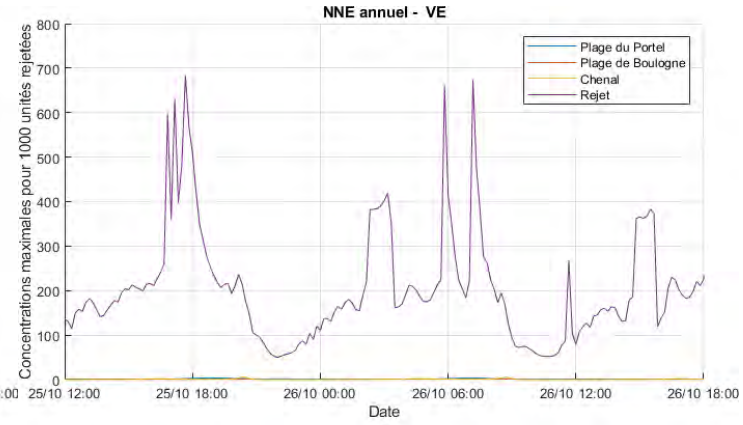

OSO annuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
100
200
300
400
500
600
700
800
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

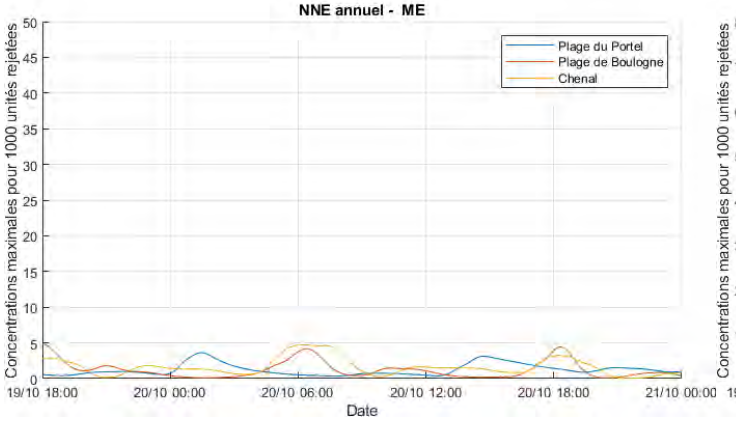

OSO annuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

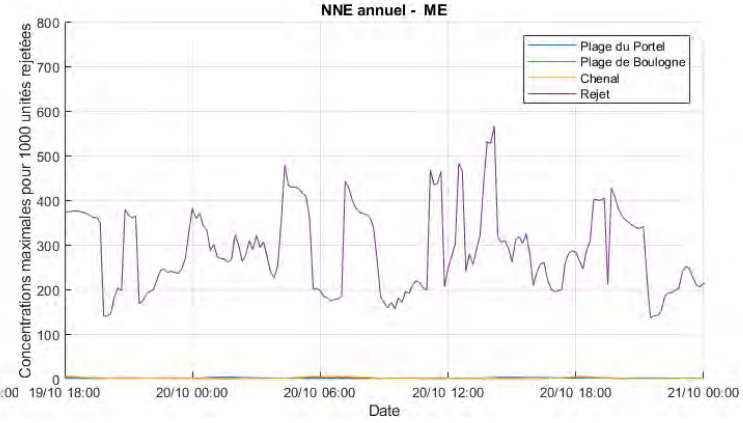

OSO annuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
100
200
300
400
500
600
700
800
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00


NNE annuel - Concentration maximale atteinte pour 1000 unitées rejetées
VE
ME
P1 : Plage de Portel
P2 : Plage de Boulogne
P3 : Chenal
Rejet
P1
P2
P3
7076000
7072000
7068000
7064000
594000
598000
602000
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
>100
75
50
40
30
20
10
5
0


NNE annuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date


NNE annuel - VE
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date

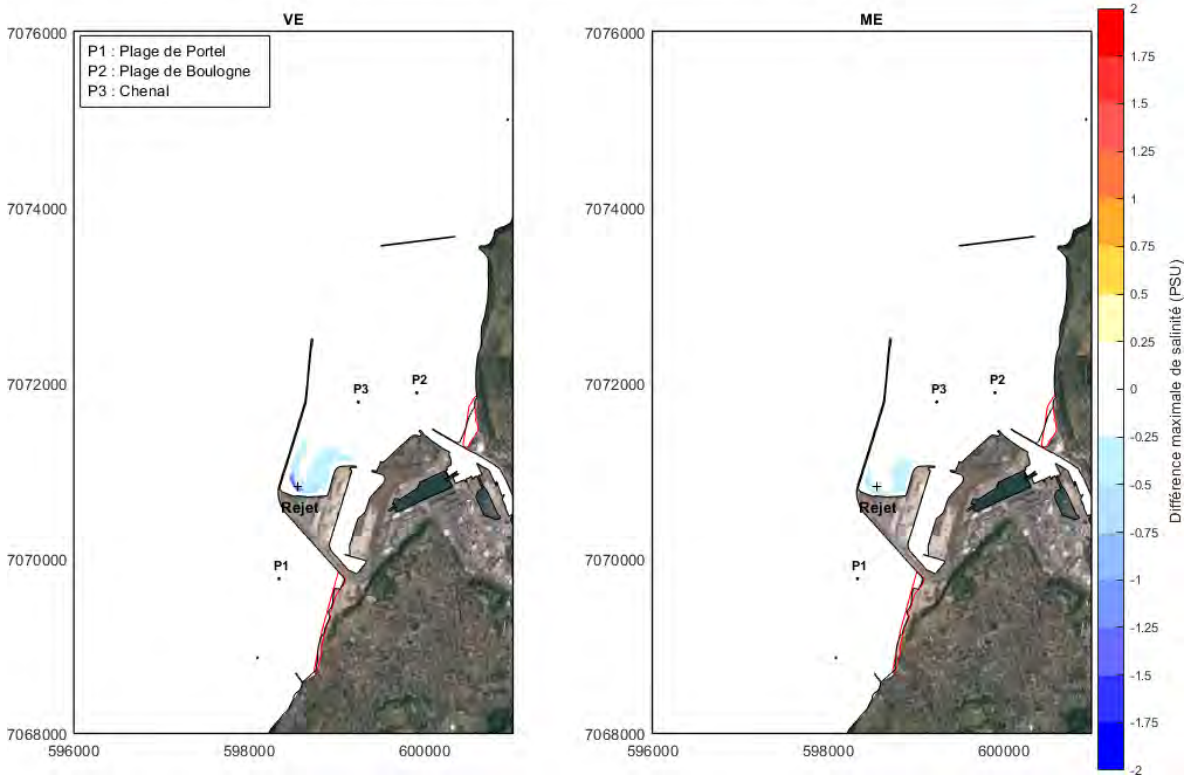

NNE annuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

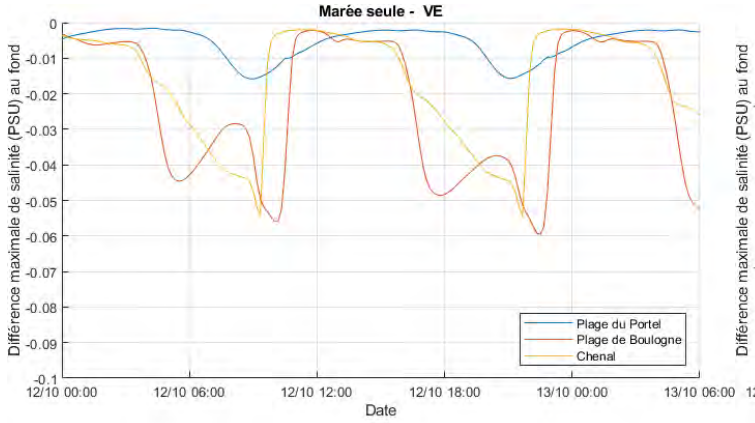

NNE annuel - ME
Concentrations maximales pour 1000 unités rejetées
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

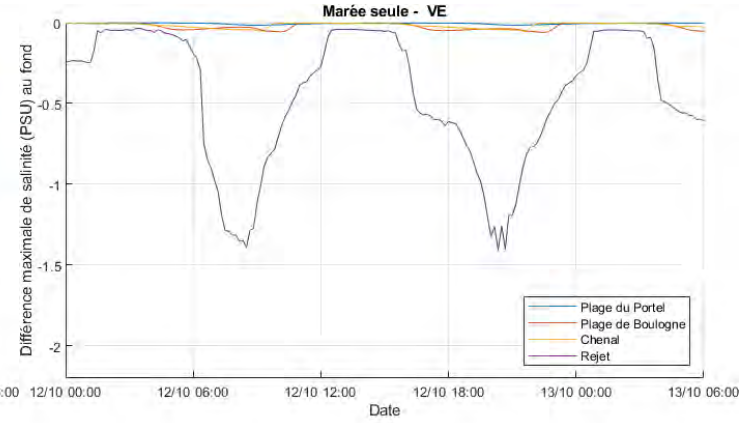
ANNEXE 2 :

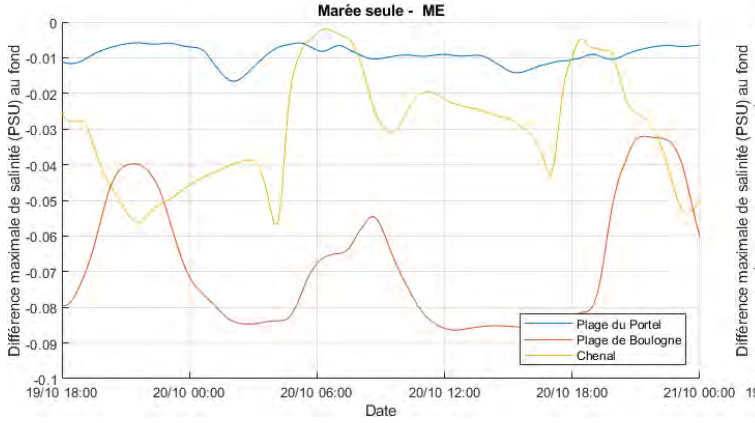
FIGURES DE SALINITE

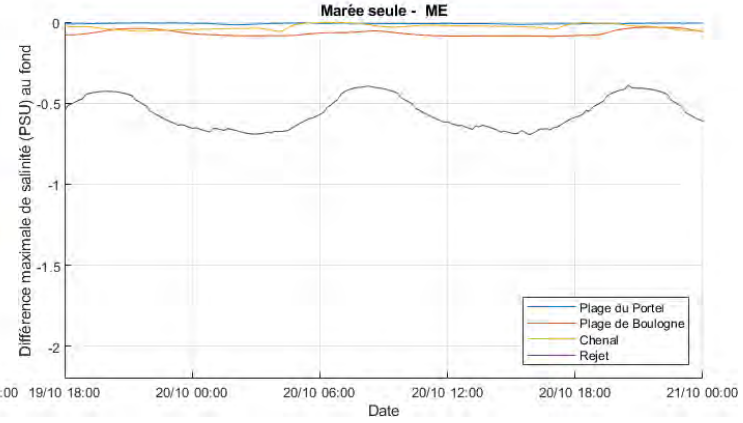
Marée seule - Différence maximale de salinité au fond



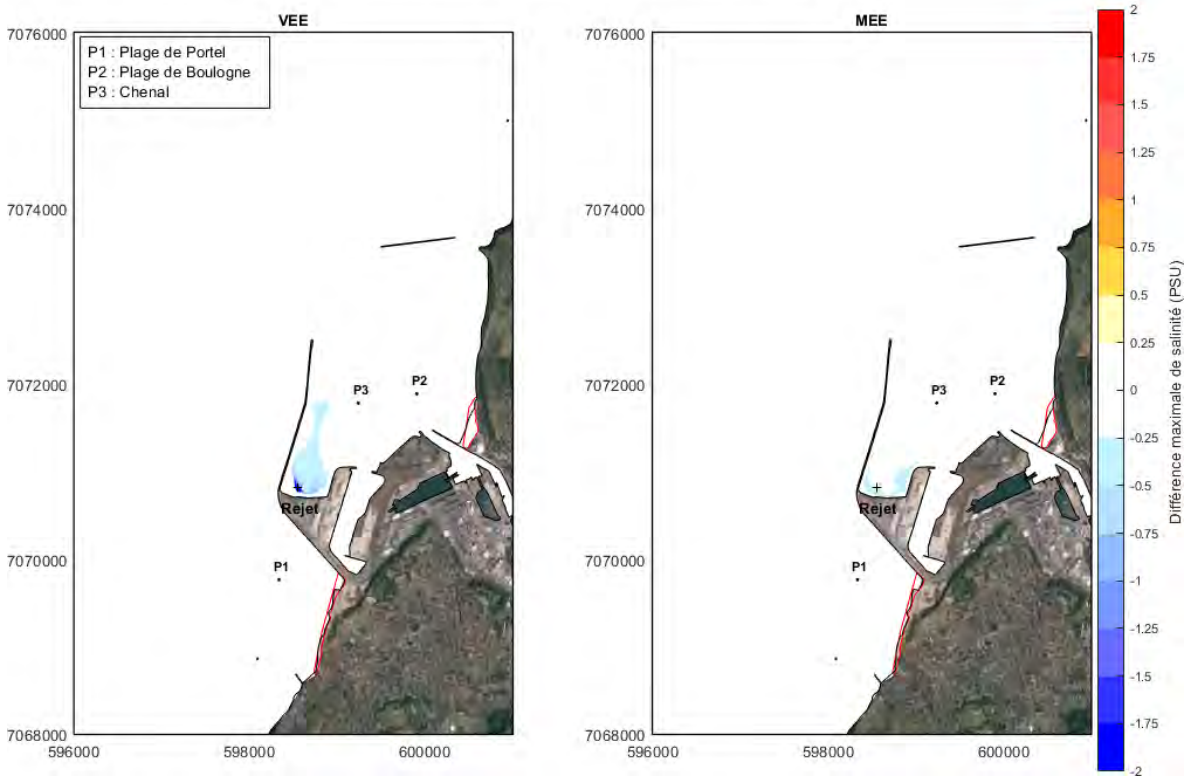

Marée seule - VE
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
-0.06
-0.07
-0.08
-0.09
-0.1
12/10 00:00
12/10 06:00
12/10 12:00
12/10 18:00
13/10 00:00
13/10 06:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

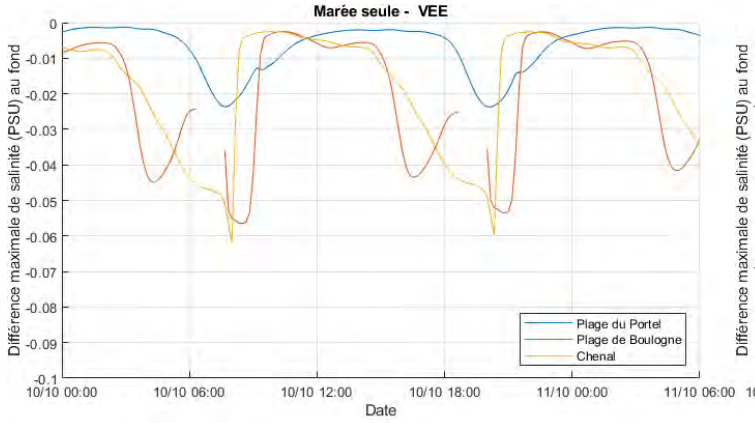

Marée seule - VE
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
12/10 00:00
12/10 06:00
12/10 12:00
12/10 18:00
13/10 00:00
13/10 06:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

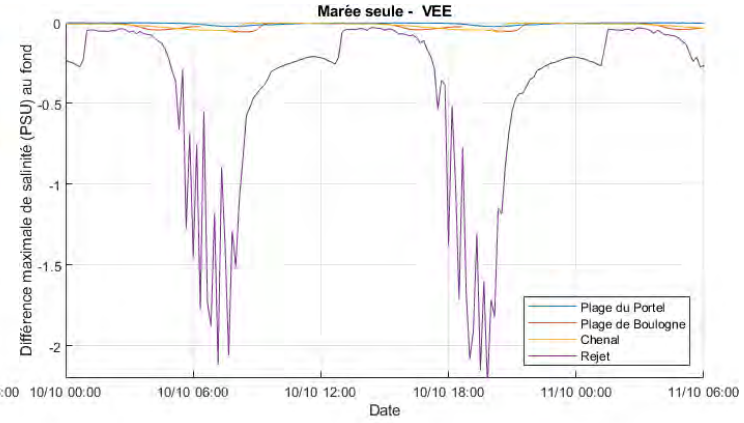

Marée seule - ME
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
-0.06
-0.07
-0.08
-0.09
-0.1
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

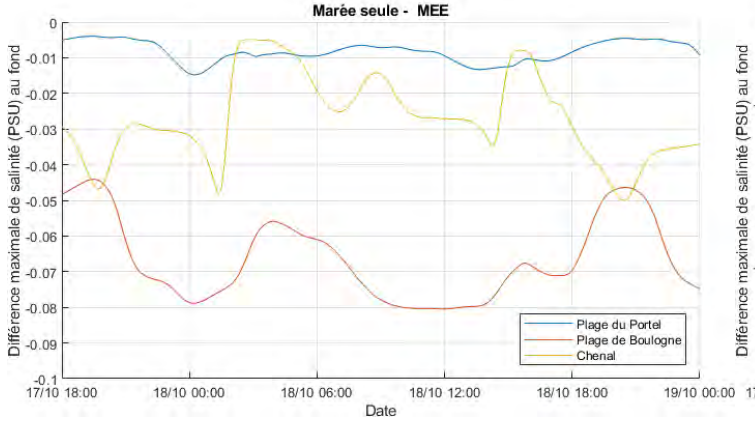

Marée seule - ME
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

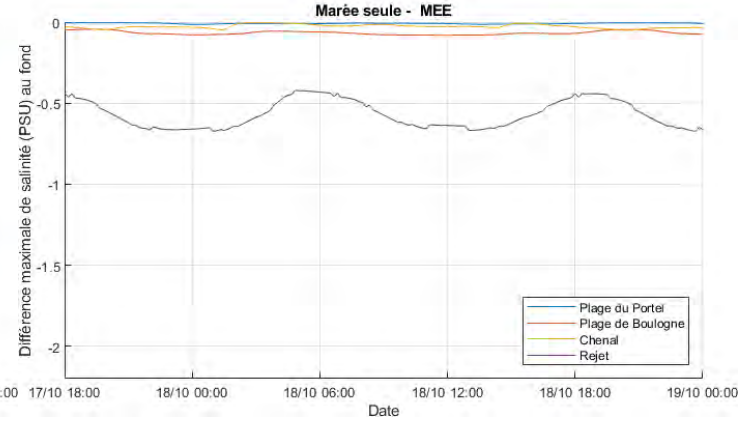
Marée seule - Différence maximale de salinité au fond



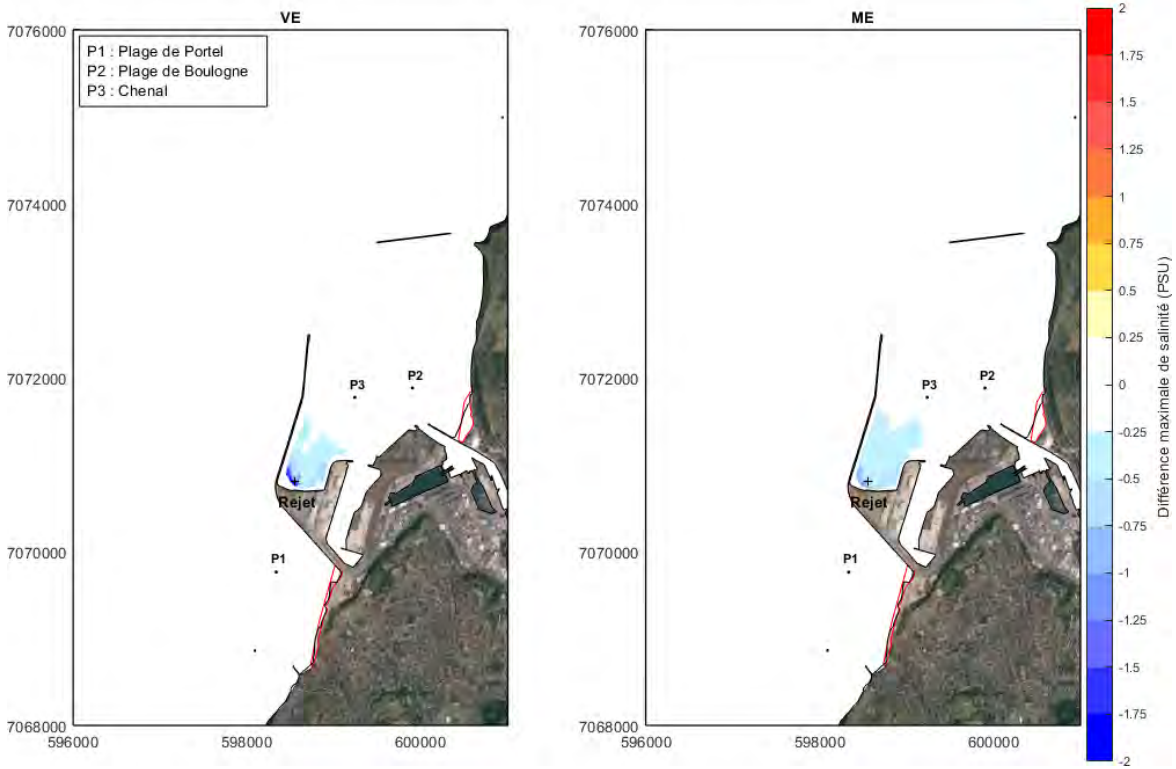

Marée seule - VEE
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
-0.06
-0.07
-0.08
-0.09
-0.1
10/10 00:00
10/10 06:00
10/10 12:00
10/10 18:00
11/10 00:00
11/10 06:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

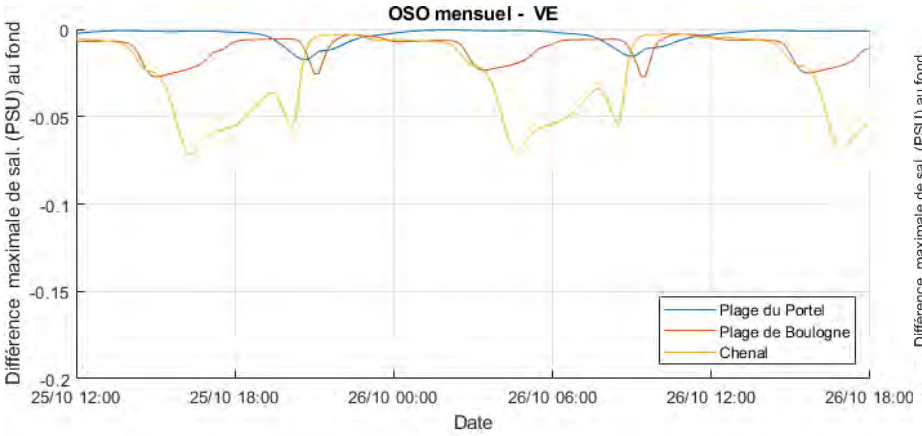

Marée seule - VEE
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
10/10 00:00
10/10 06:00
10/10 12:00
10/10 18:00
11/10 00:00
11/10 06:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

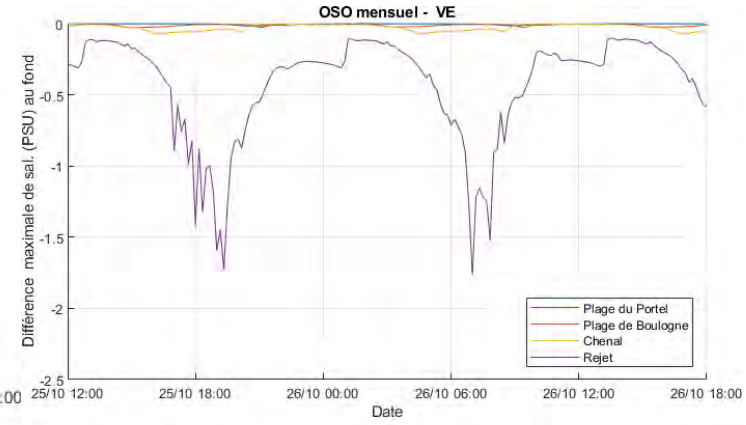

Marée seule - MEE
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
-0.06
-0.07
-0.08
-0.09
-0.1
17/10 18:00
18/10 00:00
18/10 06:00
18/10 12:00
18/10 18:00
19/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

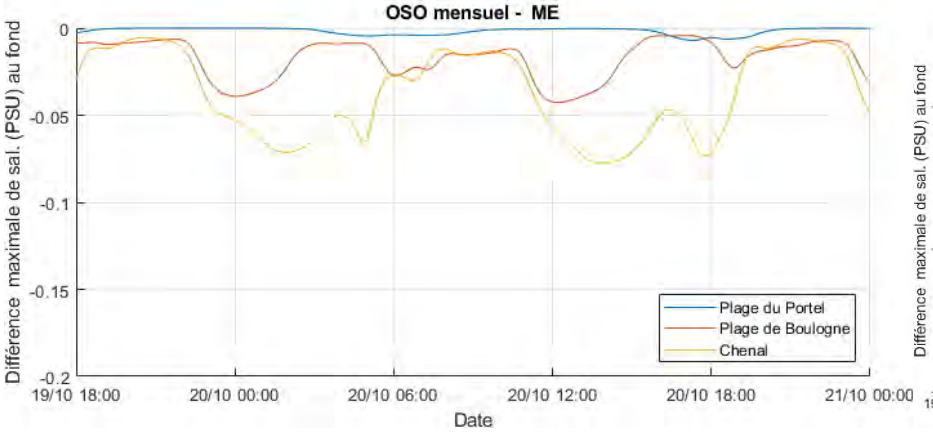

Marée seule - MEE
Différence maximale de salinité (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
17/10 18:00
18/10 00:00
18/10 06:00
18/10 12:00
18/10 18:00
19/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

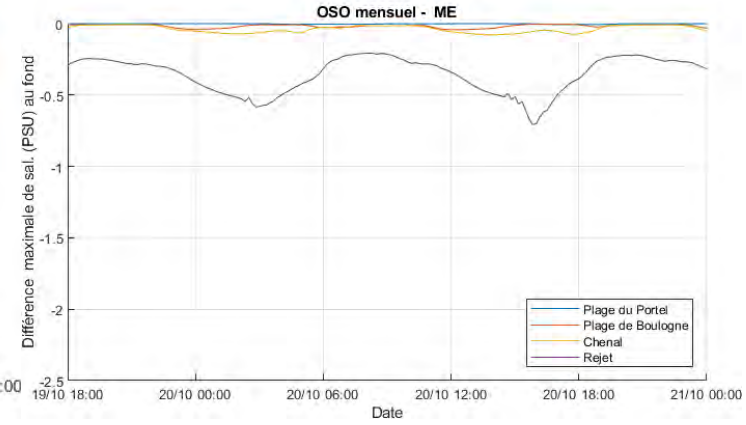
OSO mensuel - Différence maximale de salinité au fond



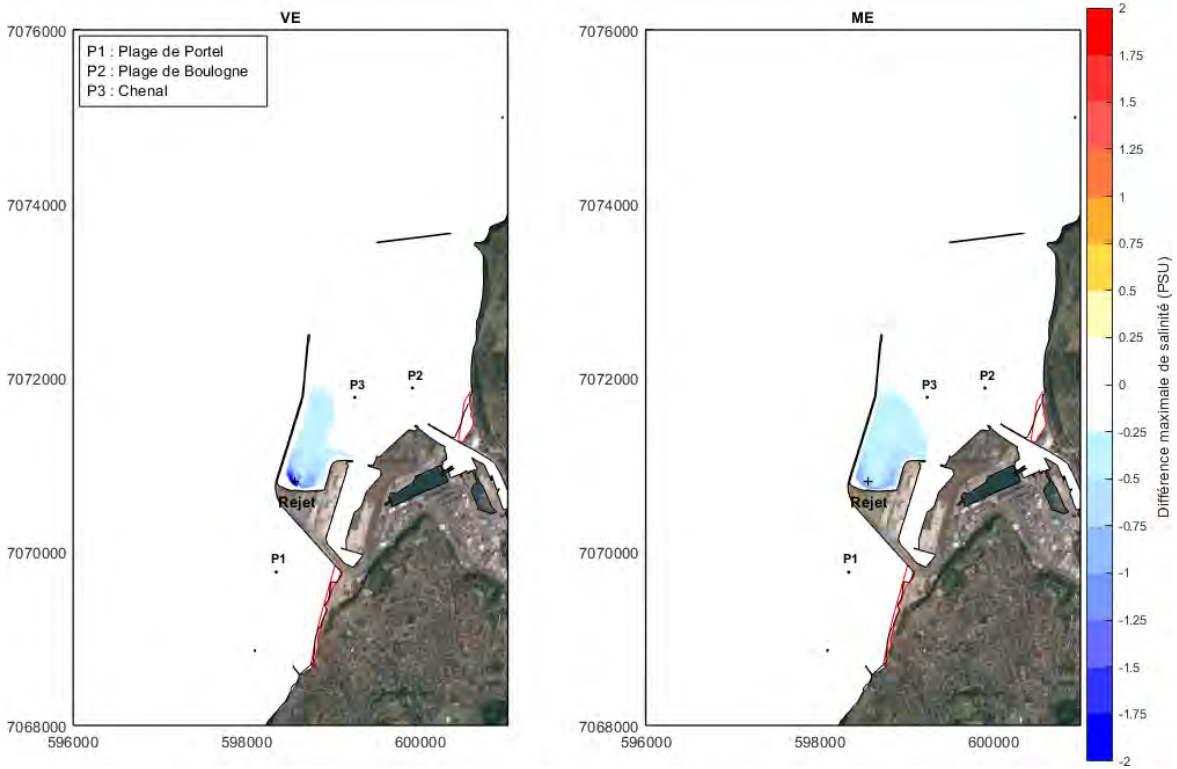

OSO mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

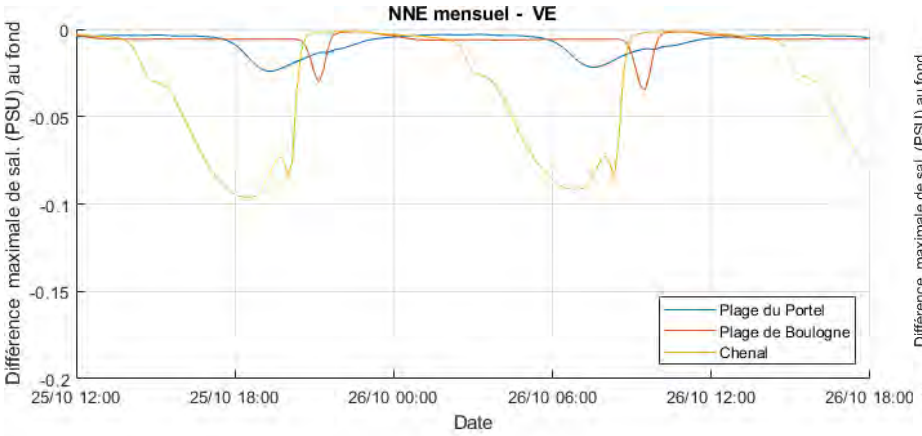

OSO mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

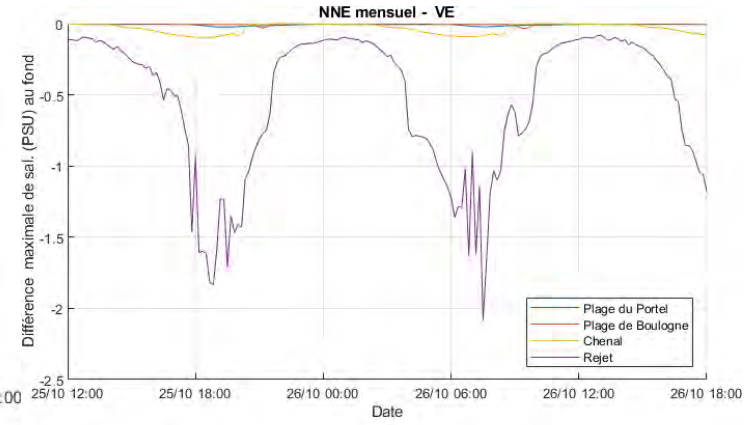

OSO mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

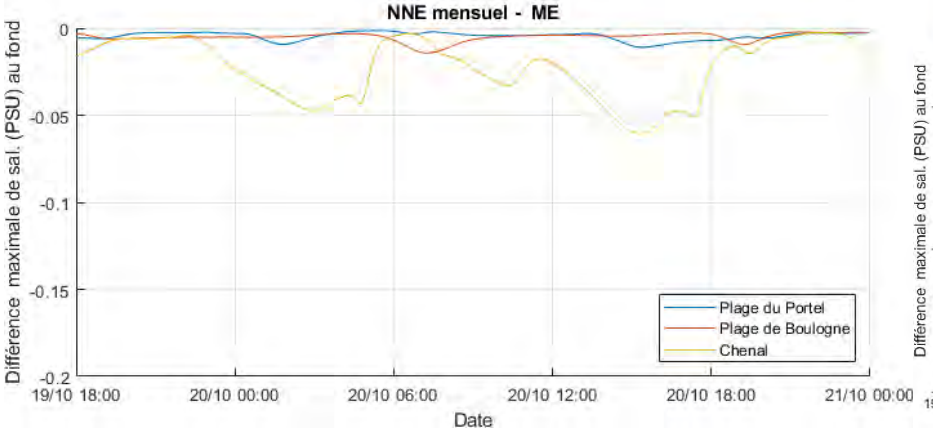

OSO mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

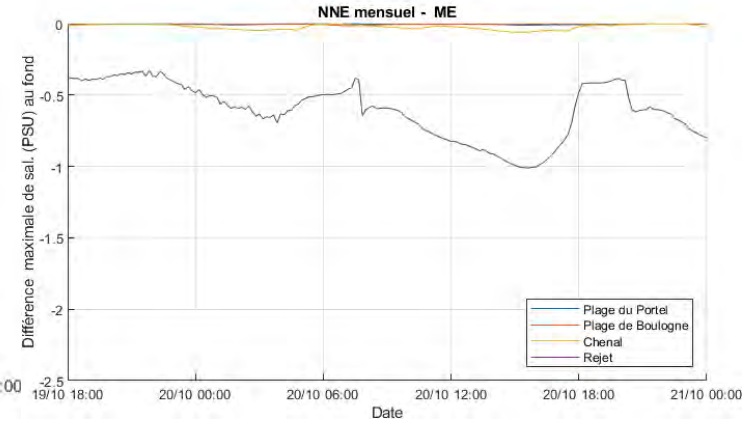
NNE mensuel - Différence maximale de salinité au fond



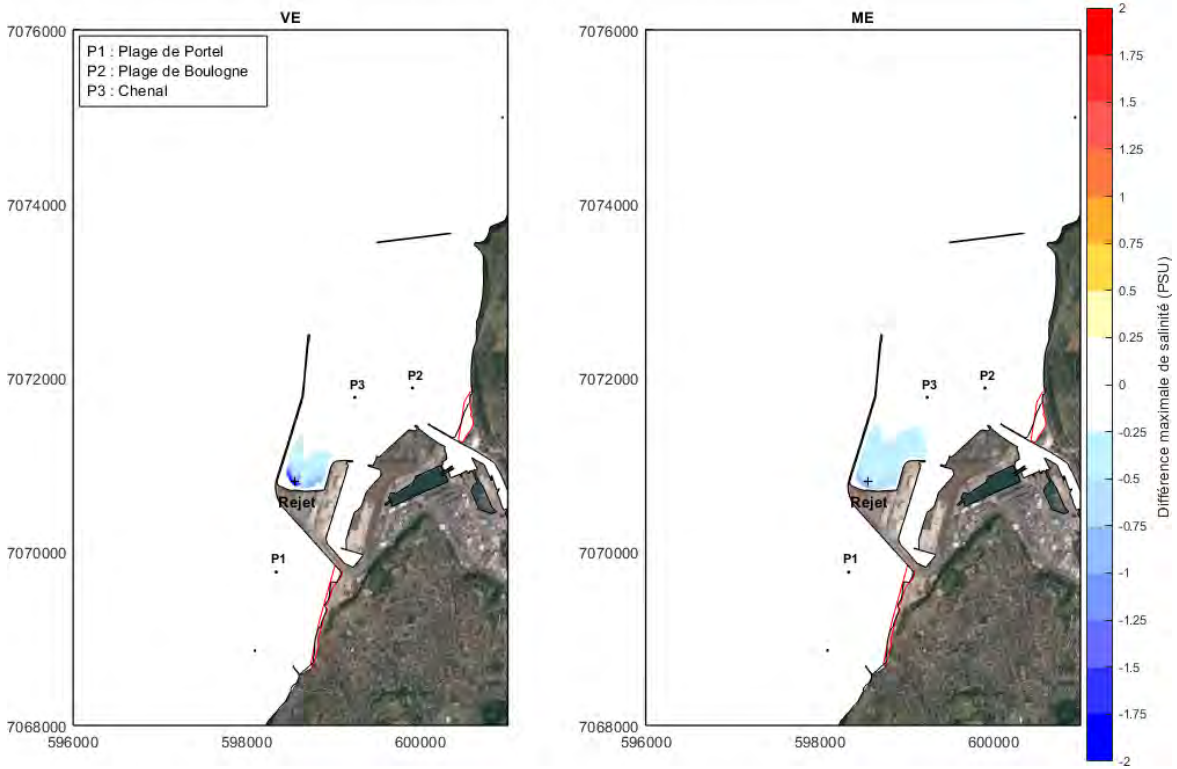

NNE mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

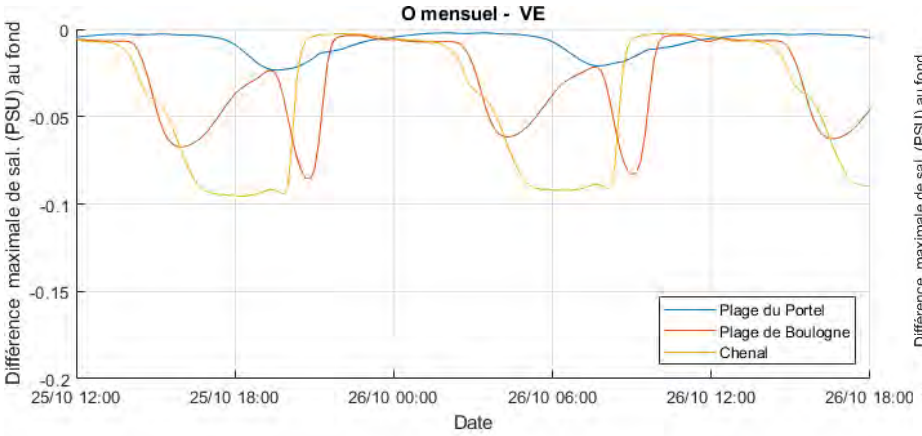

NNE mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

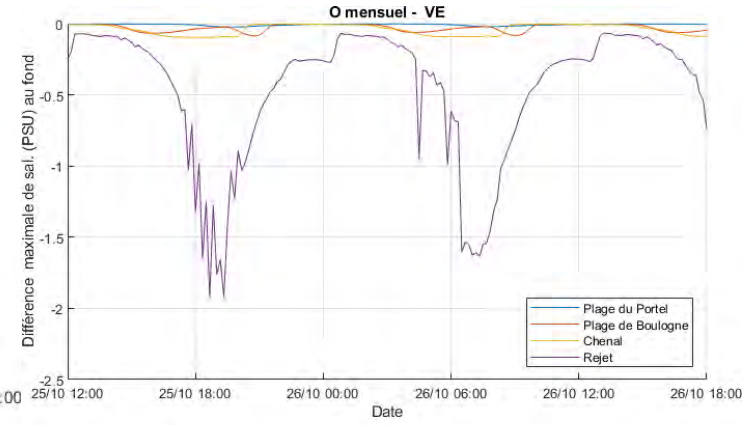

NNE mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

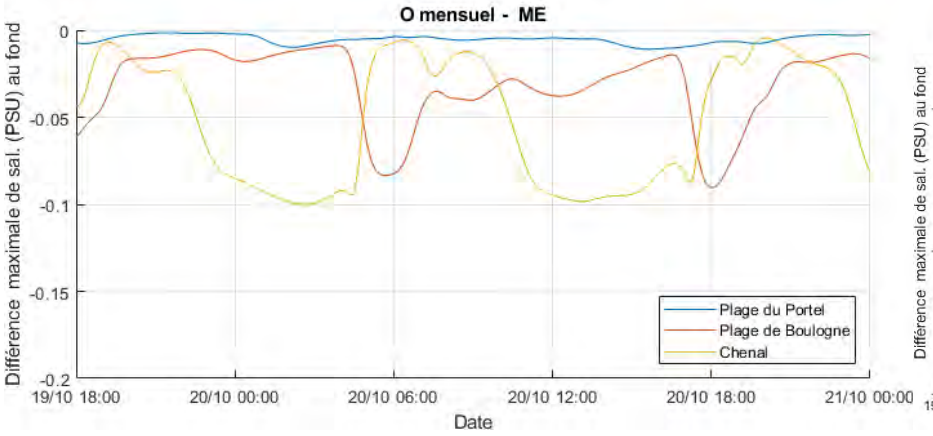

NNE mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

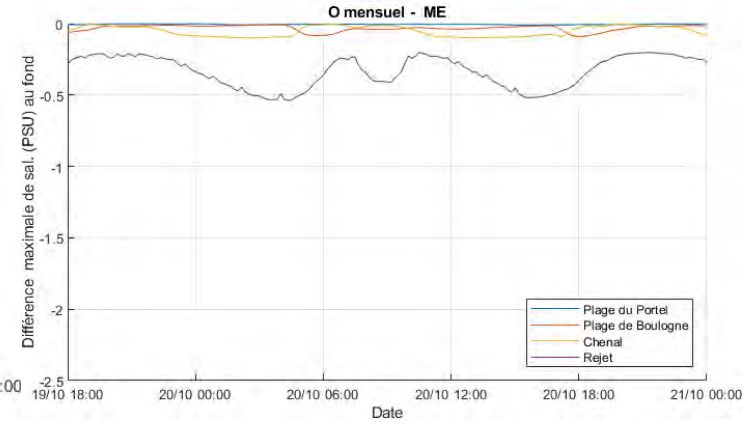
O mensuel - Différence maximale de salinité au fond



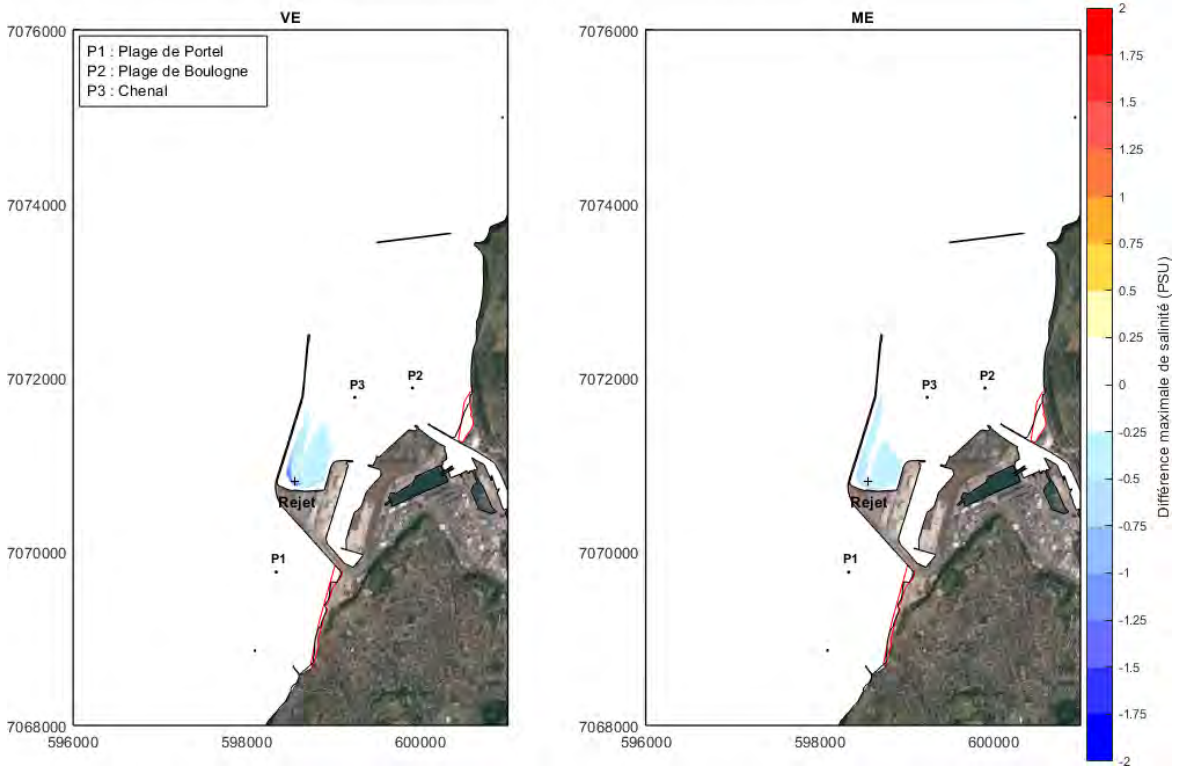

O mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

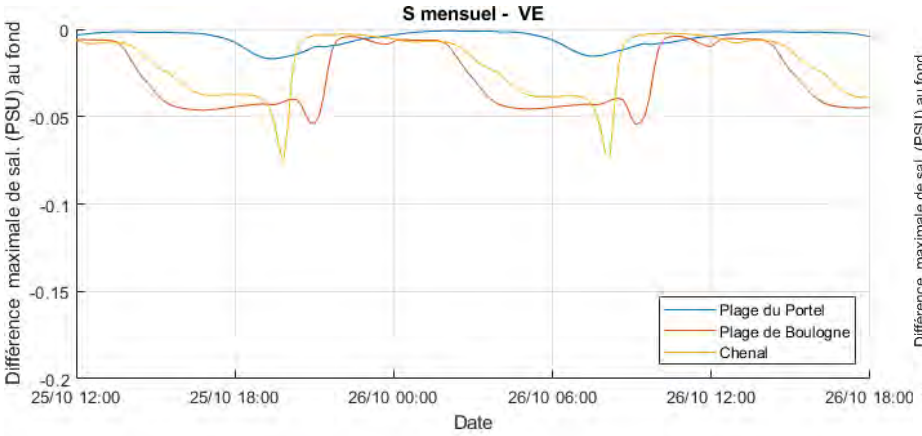

O mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

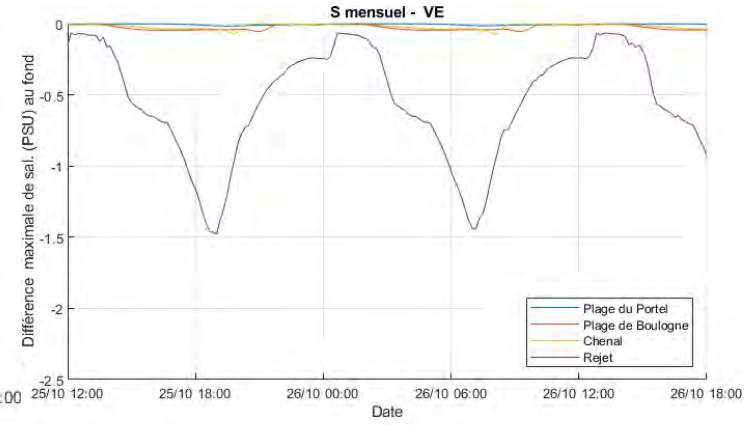

O mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

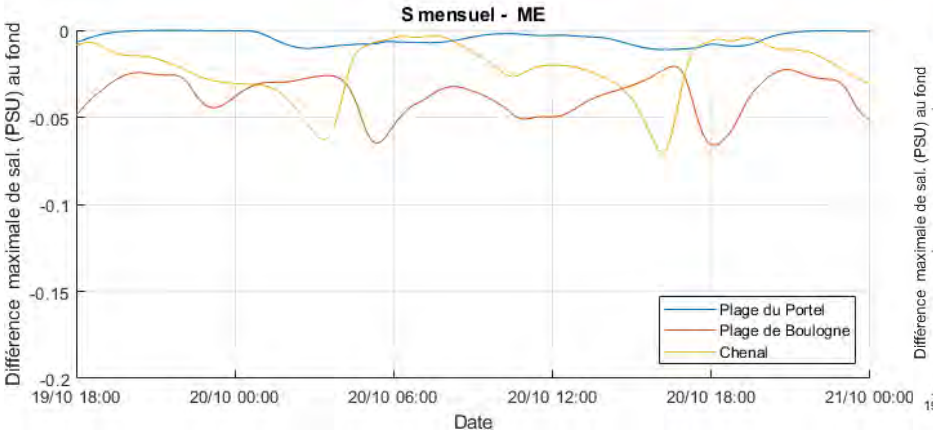

O mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

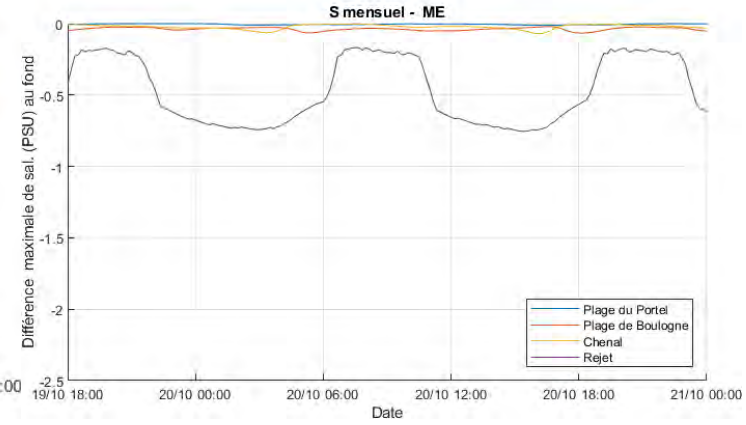
S mensuel - Différence maximale de salinité au fond



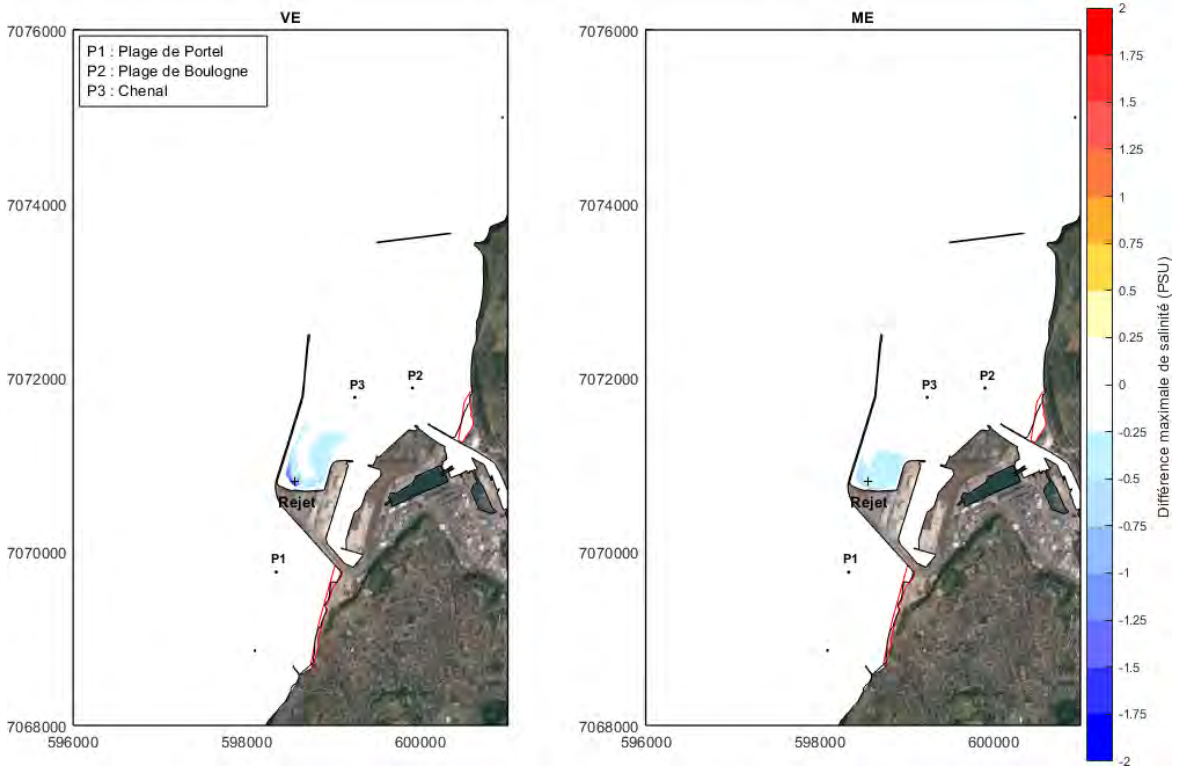

S mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

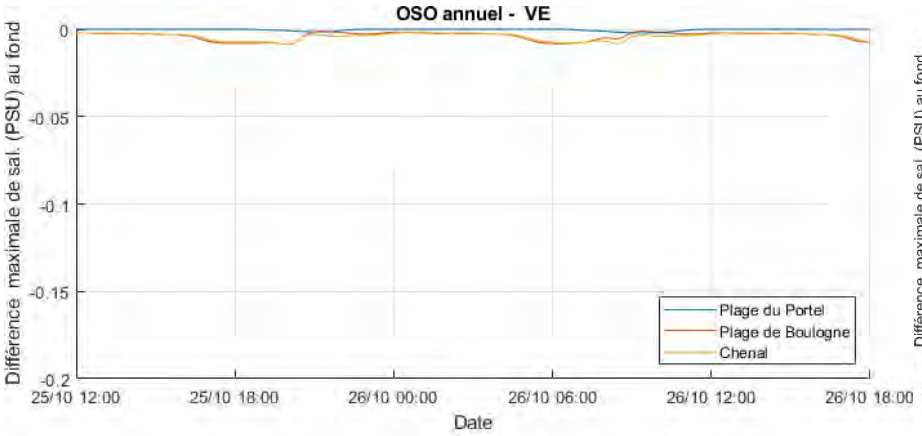

S mensuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

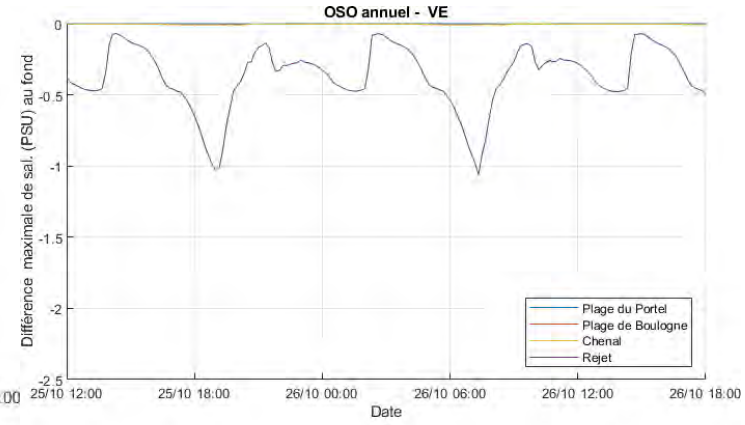

S mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

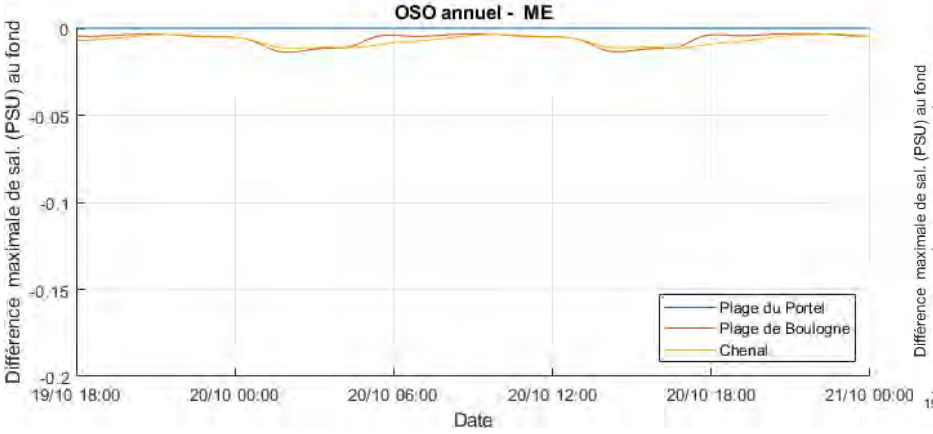

S mensuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

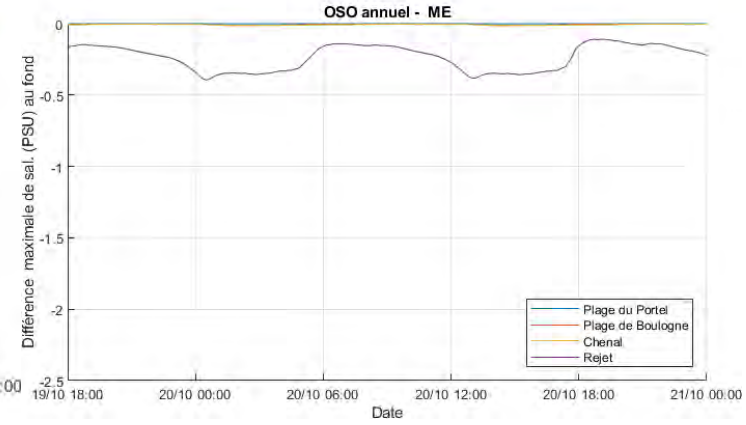
OSO annuel - Différence maximale de salinité au fond



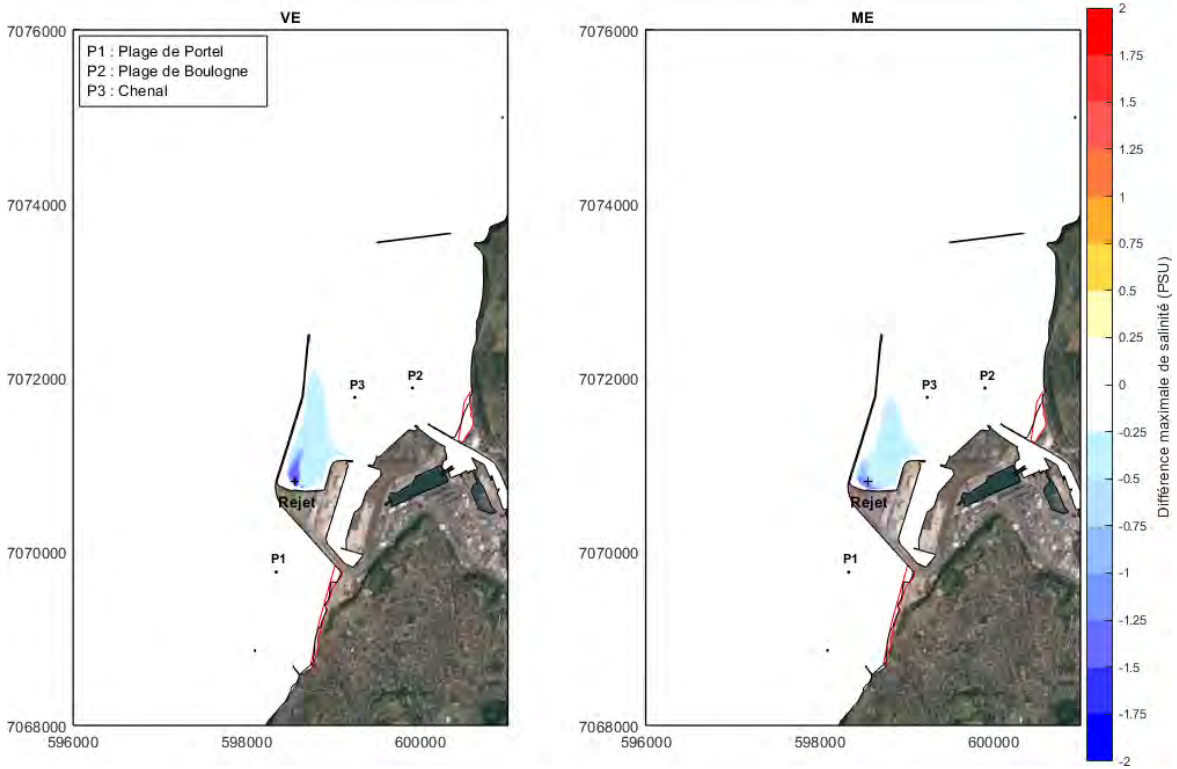

OSO annuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

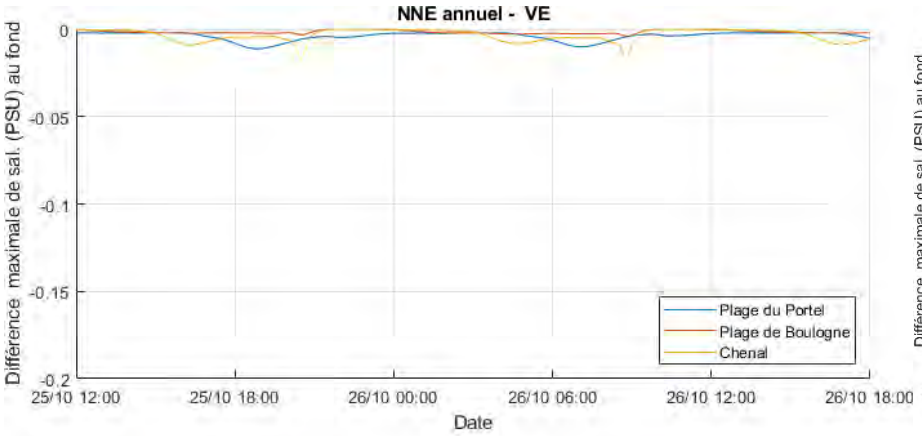

OSO annuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

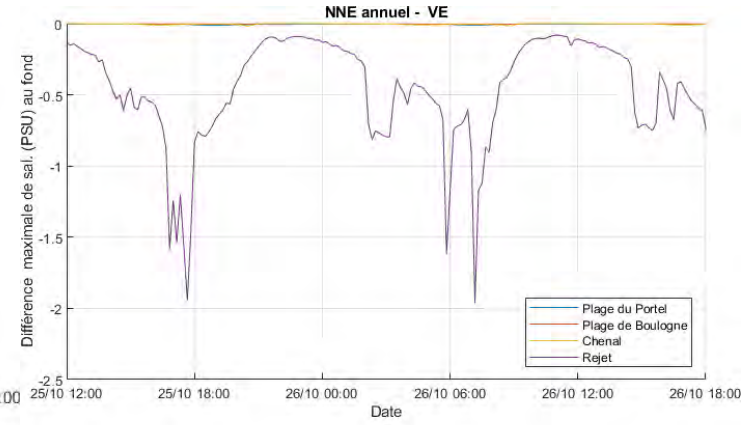

OSO annuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

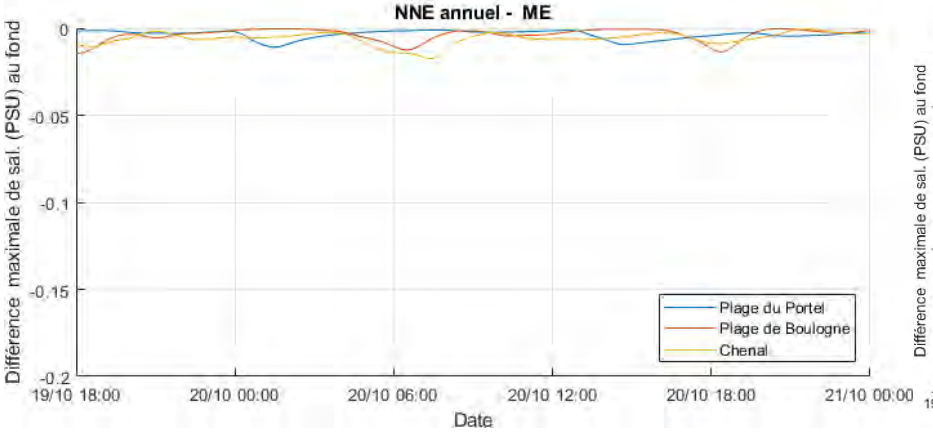

OSO annuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

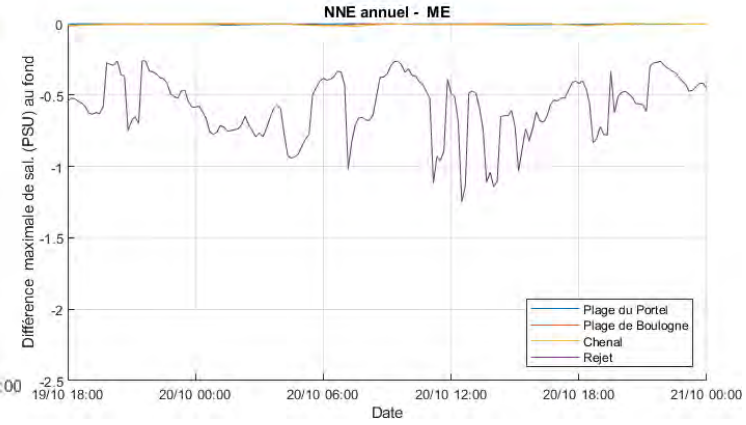
NNE annuel - Différence maximale de salinité au fond




NNE annuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal


NNE annuel - VE
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

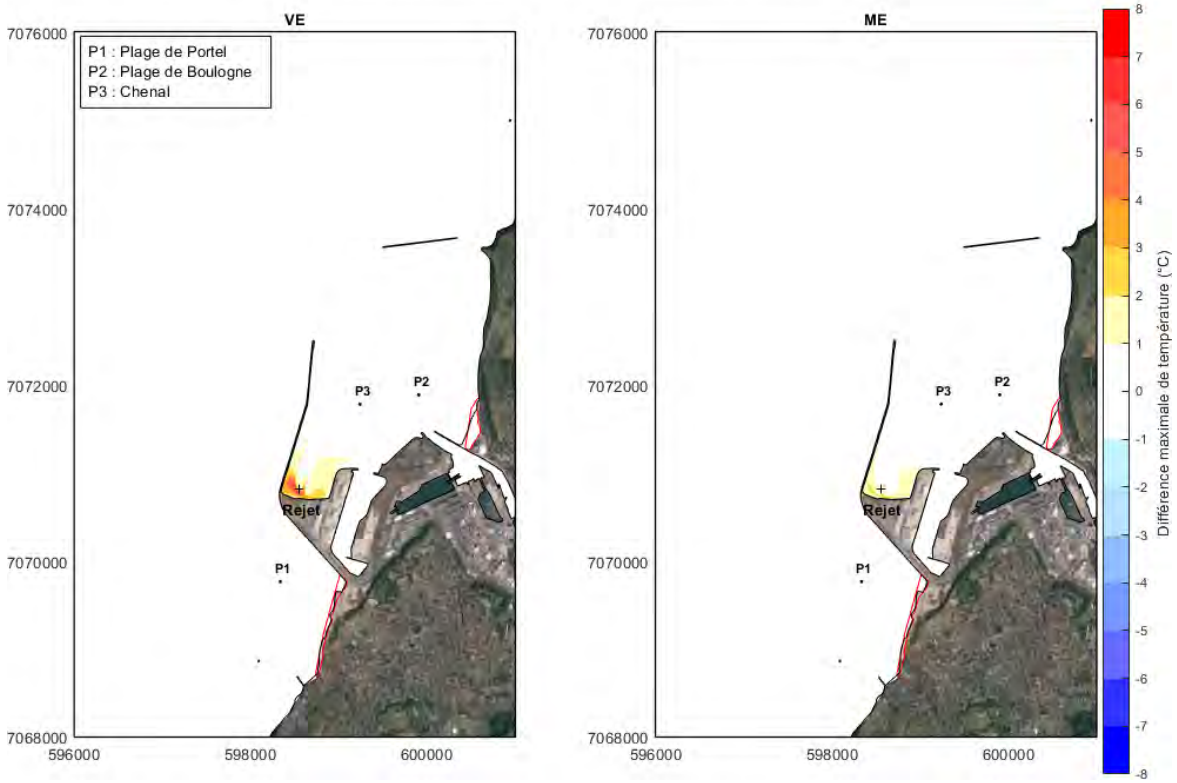

NNE annuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal

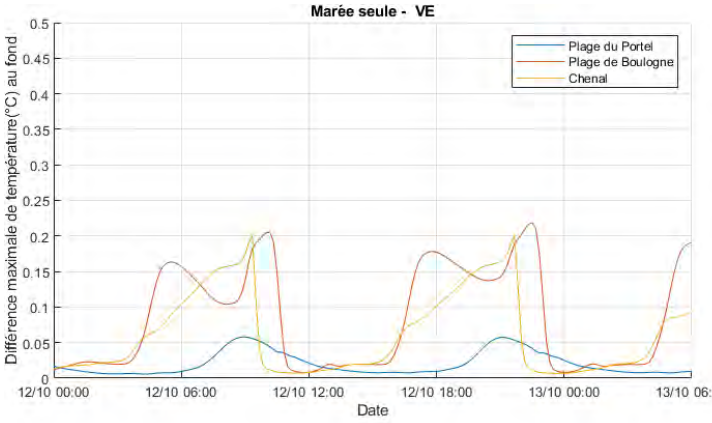

NNE annuel - ME
Différence maximale de sal. (PSU) au fond
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet

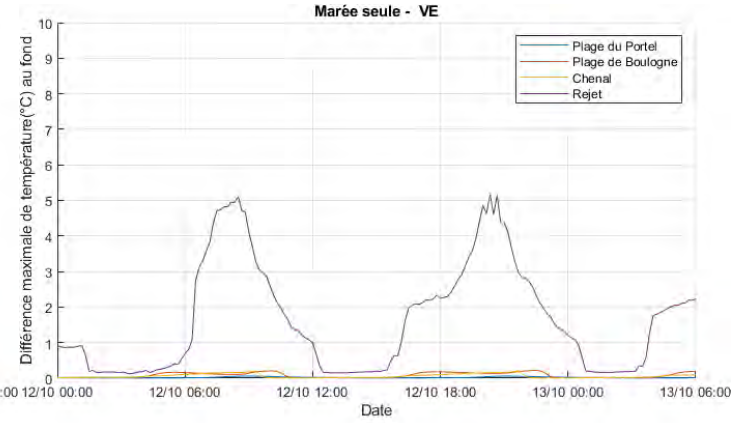
ANNEXE 3 :

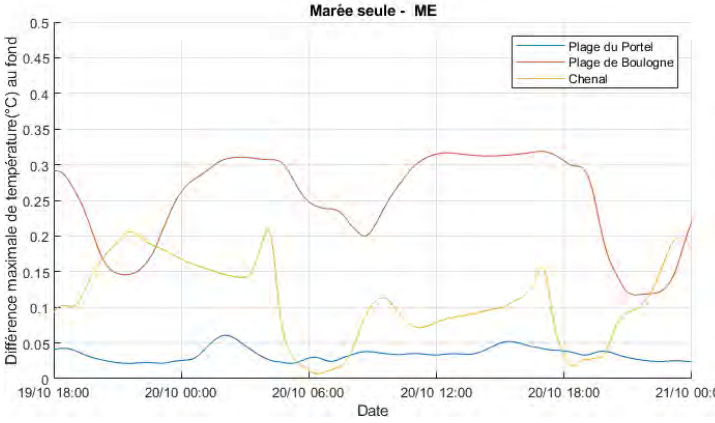
FIGURES DE TEMPERATURE

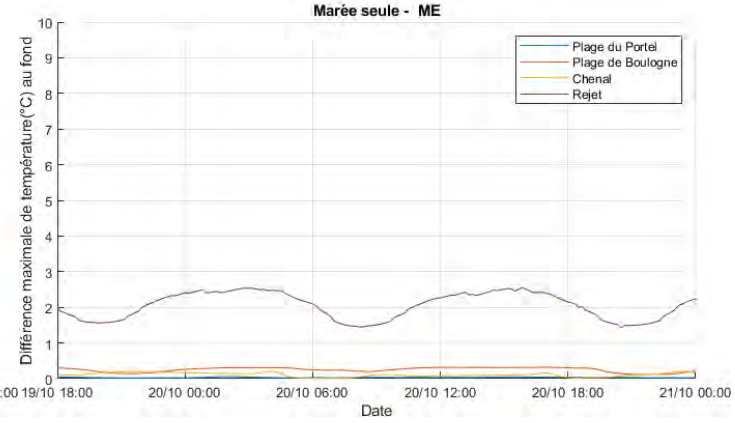
Marée seule - Différence maximale de température au fond



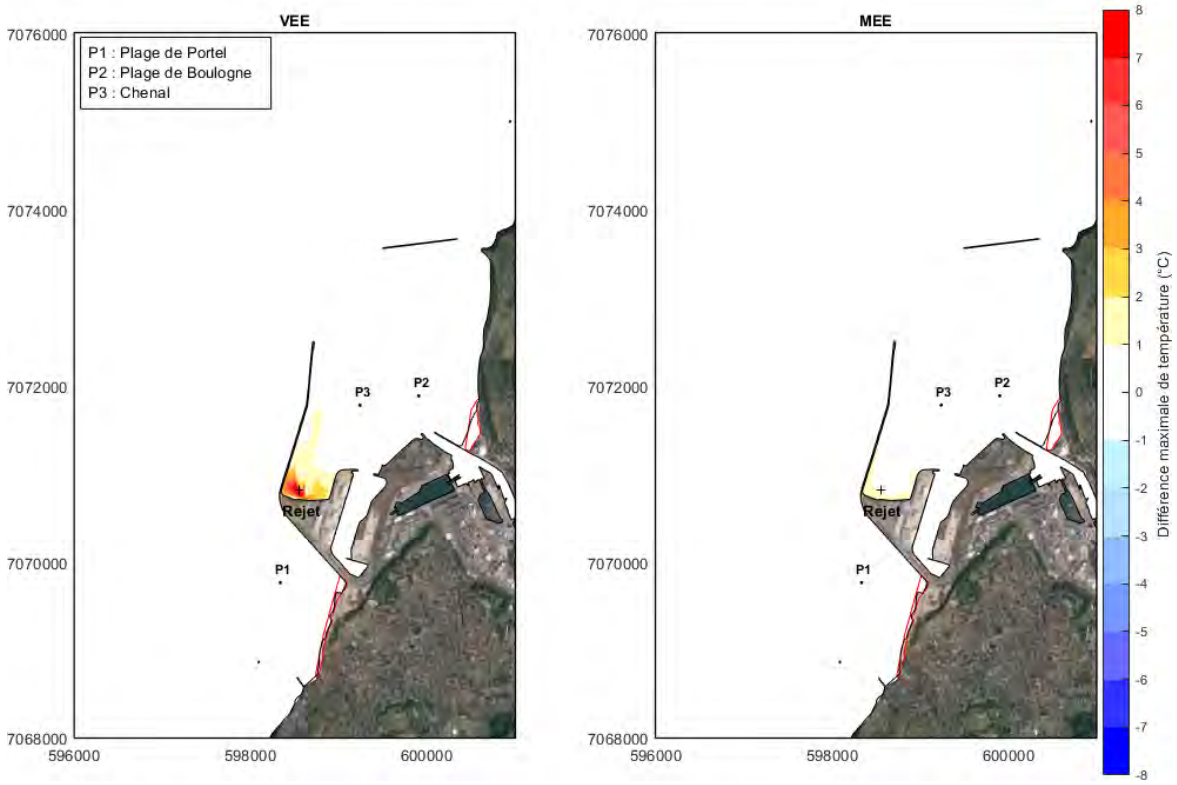

Marée seule - VE
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
12/10 00:00
12/10 06:00
12/10 12:00
12/10 18:00
13/10 00:00
13/10 06:00

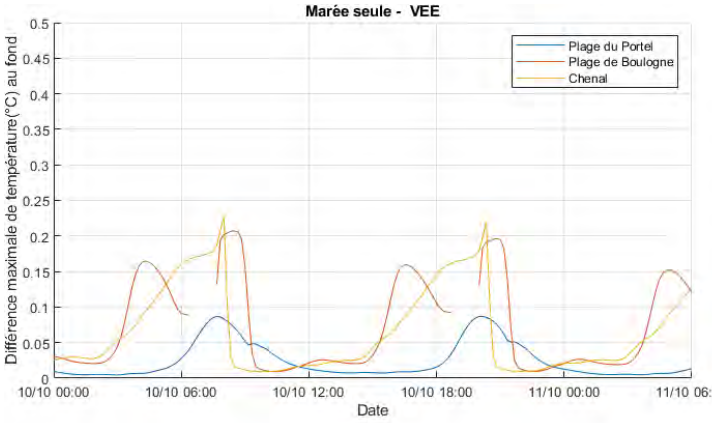

Marée seule - VE
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
12/10 00:00
12/10 06:00
12/10 12:00
12/10 18:00
13/10 00:00
13/10 06:00

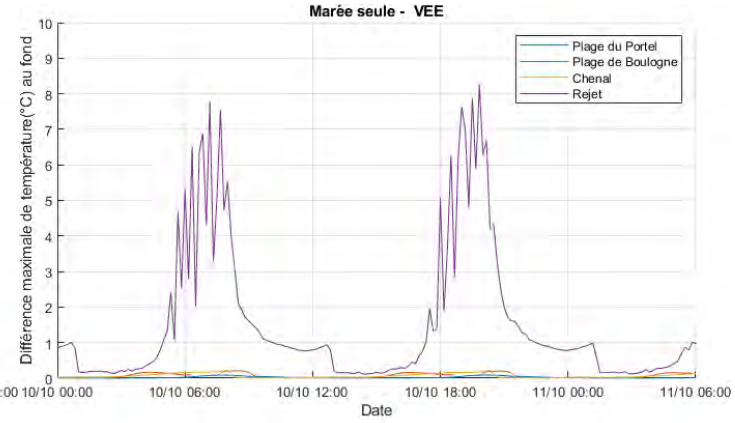

Marée seule - ME
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

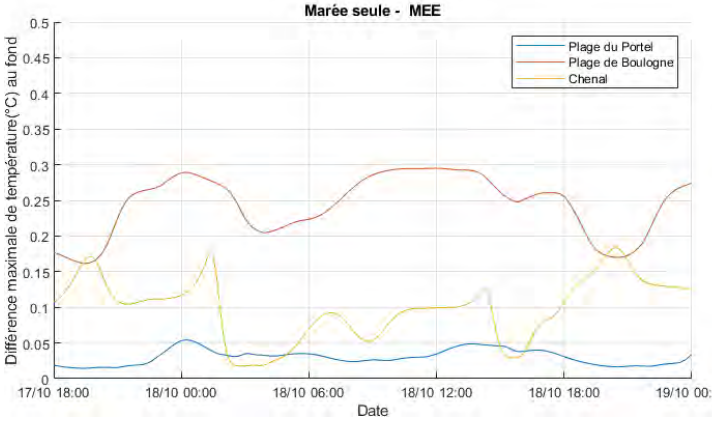

Marée seule - ME
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

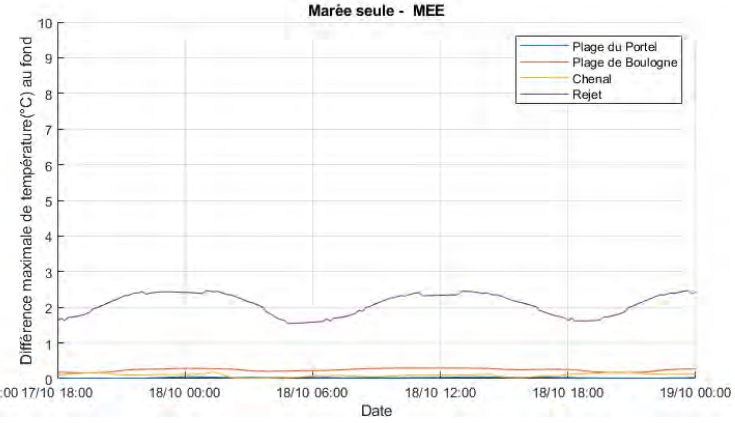
Marée seule - Différence maximale de température au fond



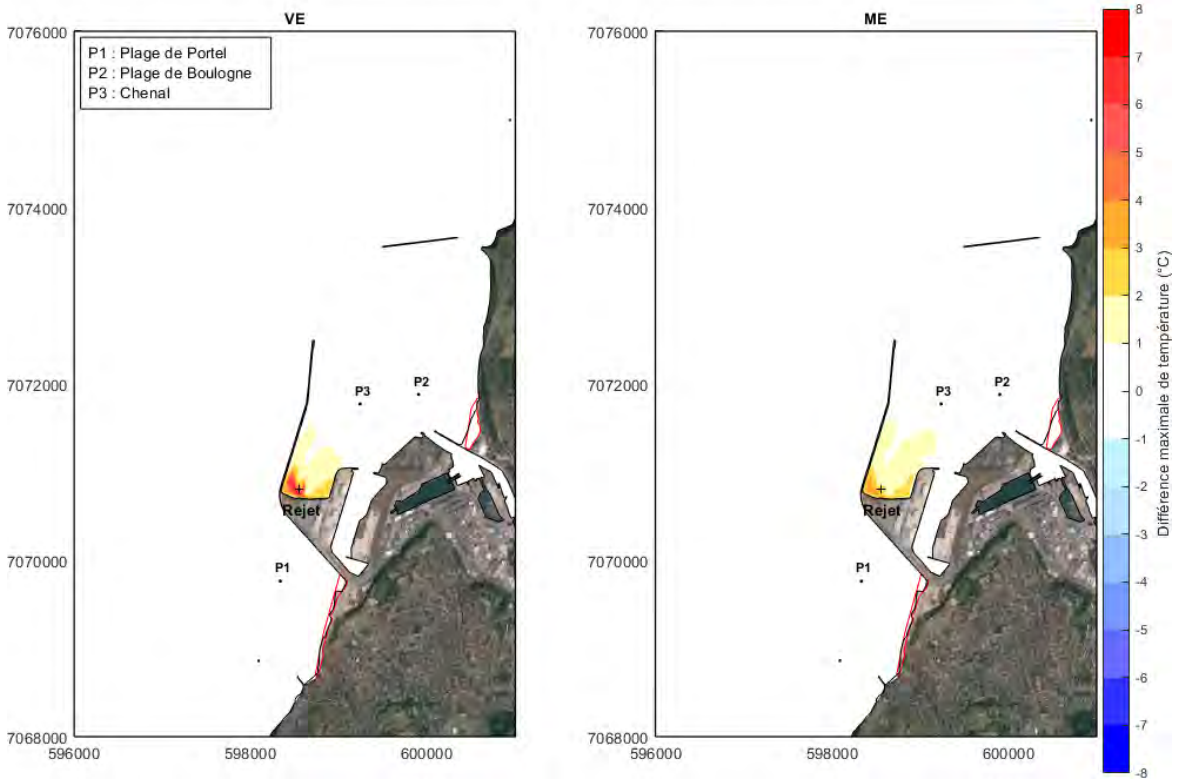

Marée seule - VEE
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
10/10 00:00
10/10 06:00
10/10 12:00
10/10 18:00
11/10 00:00
11/10 06:00

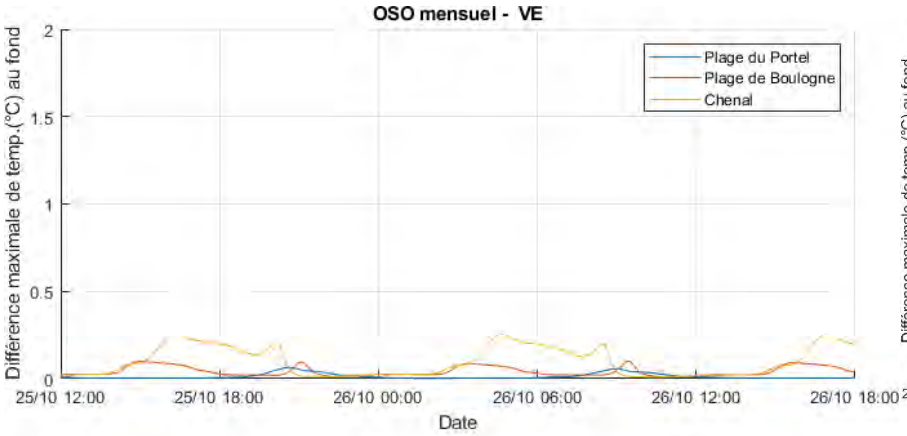

Marée seule - VEE
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
10/10 00:00
10/10 06:00
10/10 12:00
10/10 18:00
11/10 00:00
11/10 06:00

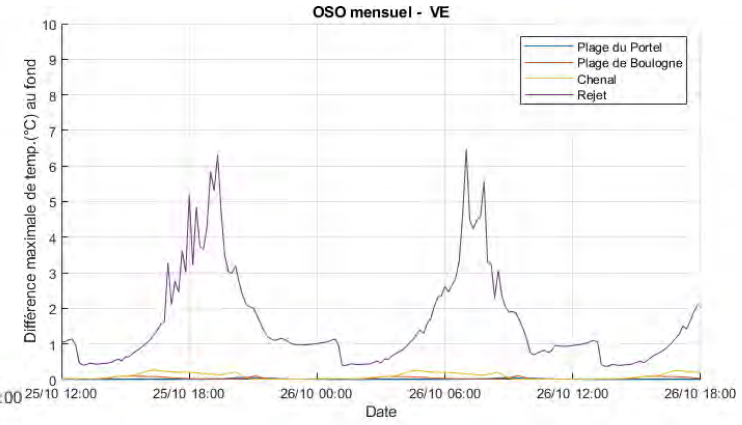

Marée seule - MEE
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
17/10 18:00
18/10 00:00
18/10 06:00
18/10 12:00
18/10 18:00
19/10 00:00

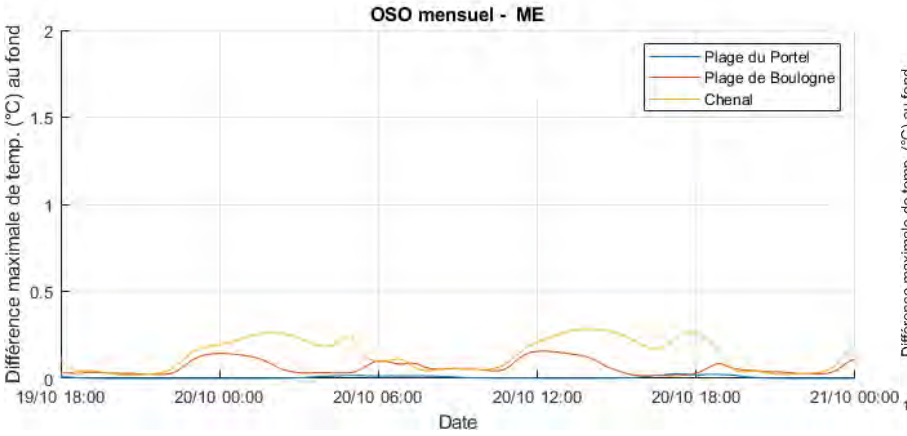

Marée seule - MEE
Différence maximale de température(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
17/10 18:00
18/10 00:00
18/10 06:00
18/10 12:00
18/10 18:00
19/10 00:00

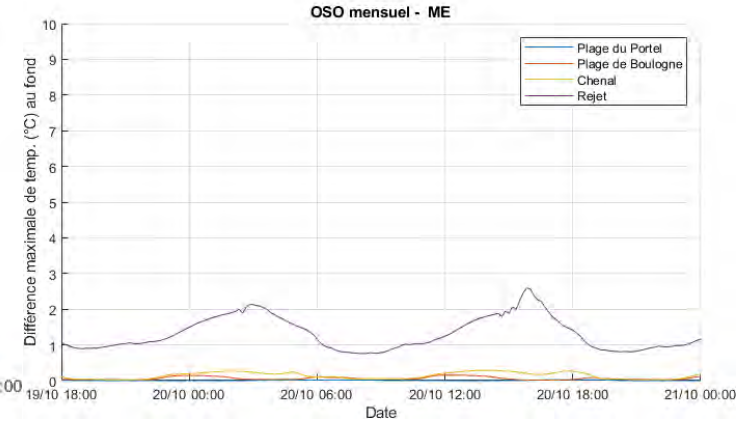
OSO mensuel - Différence maximale de température au fond



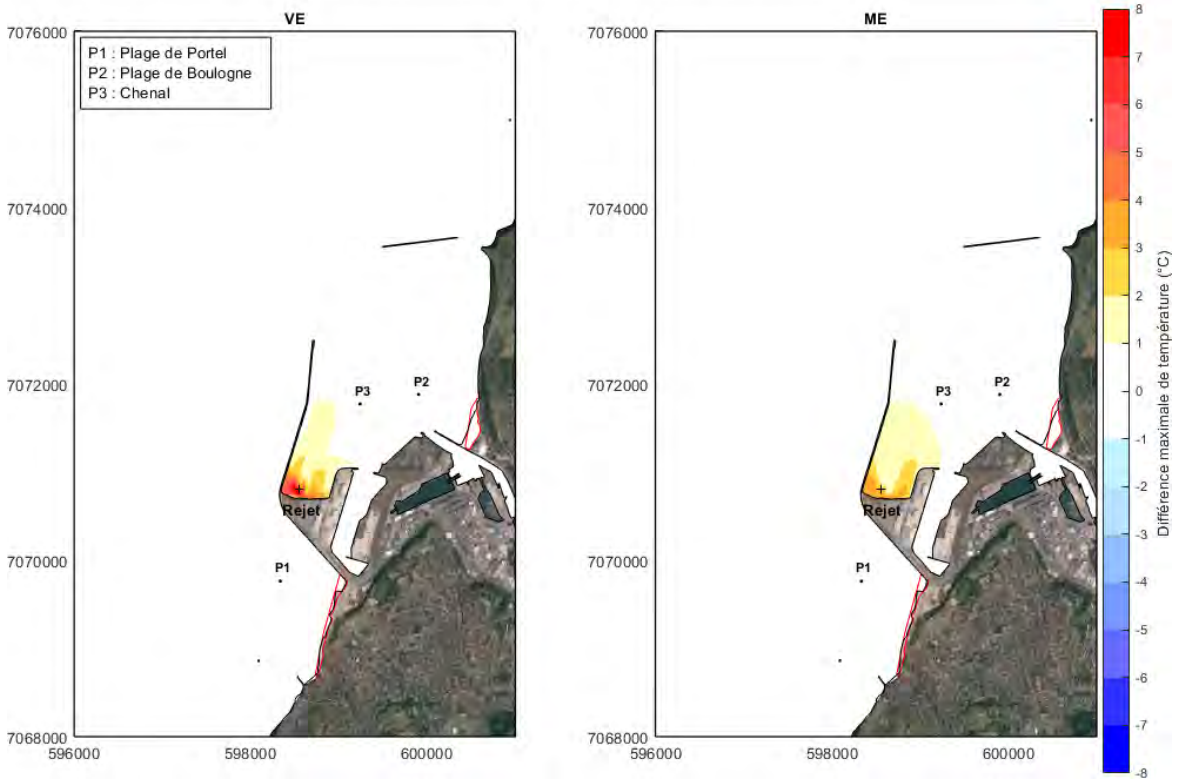

OSO mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

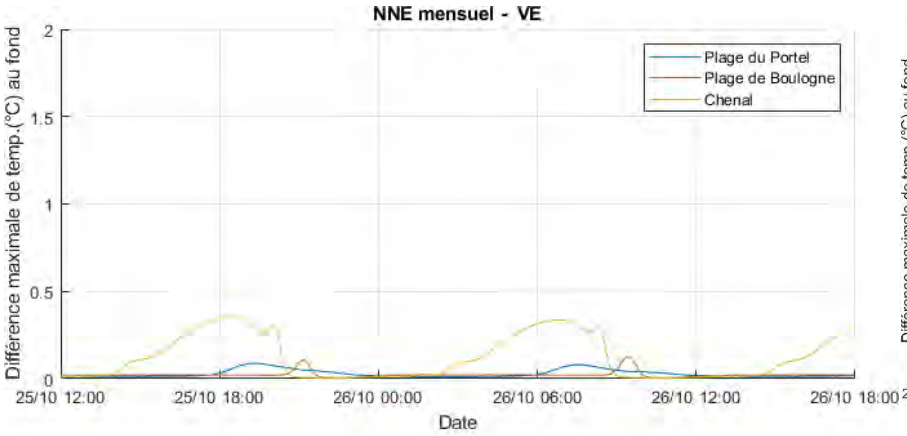

OSO mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

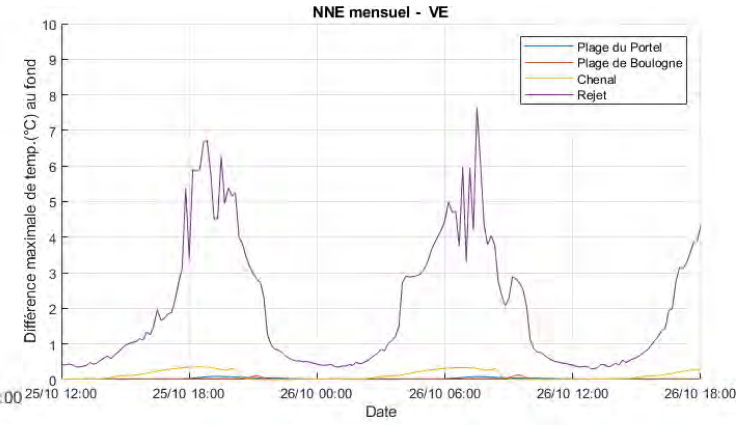

OSO mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

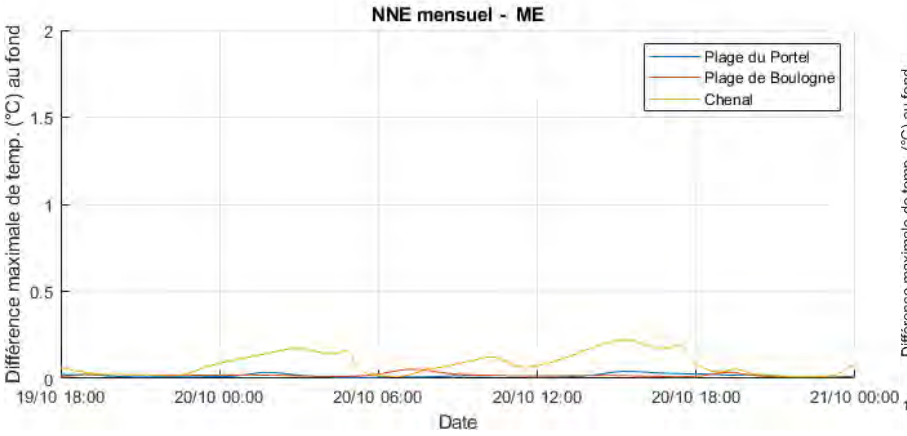

OSO mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

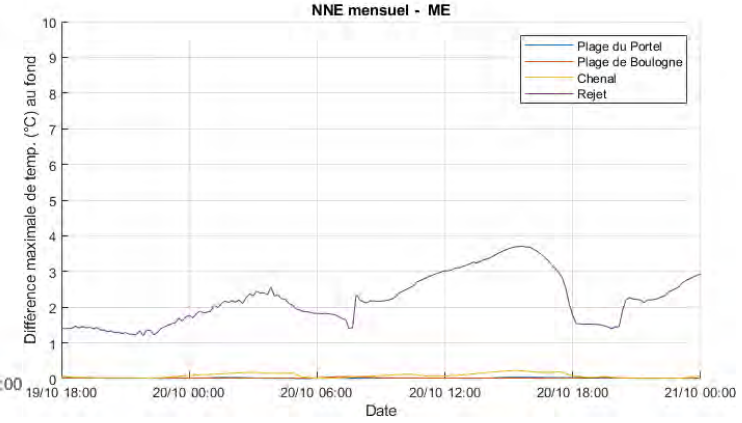
NNE mensuel - Différence maximale de température au fond



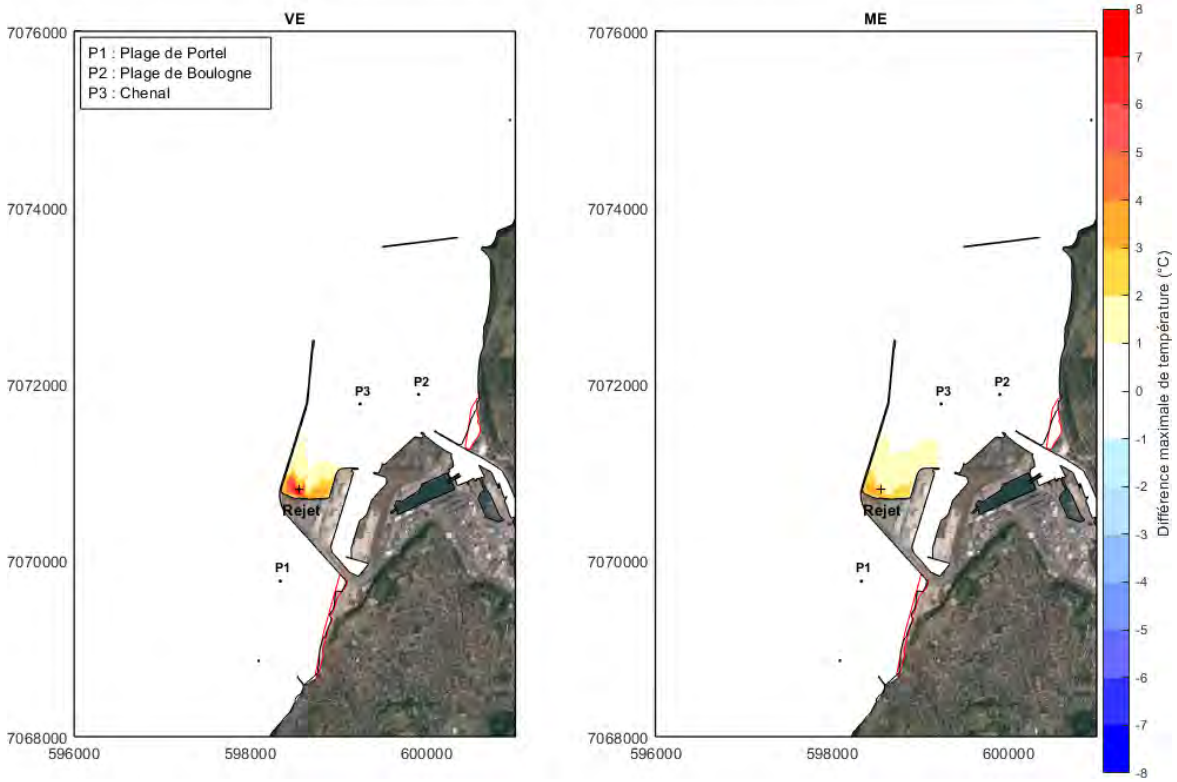

NNE mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date

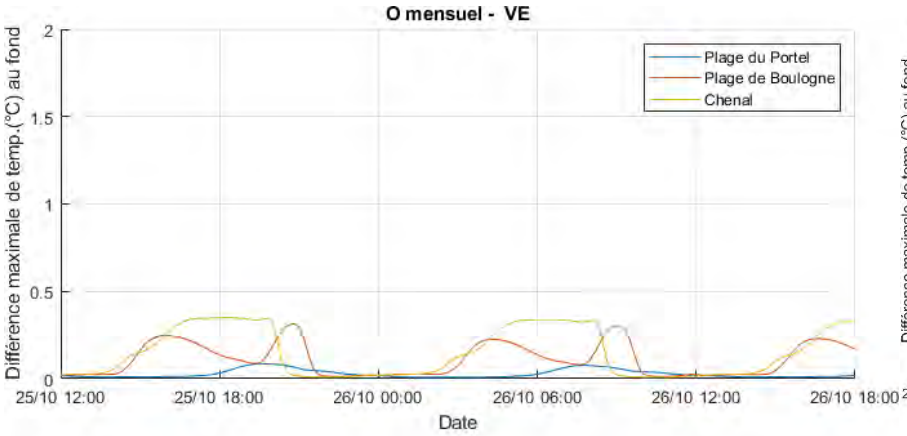

NNE mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date

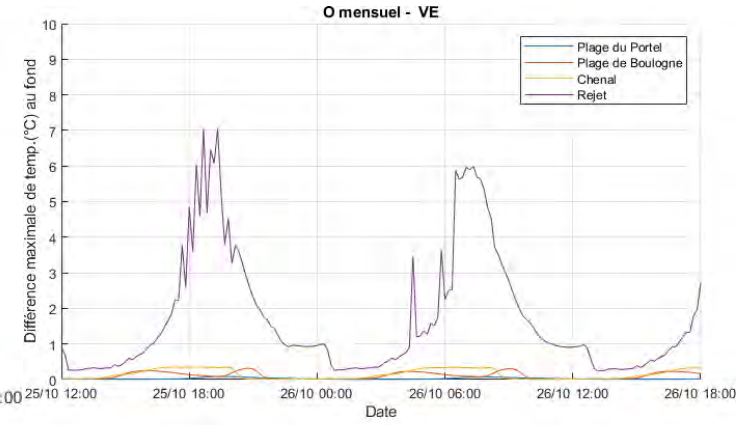

NNE mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

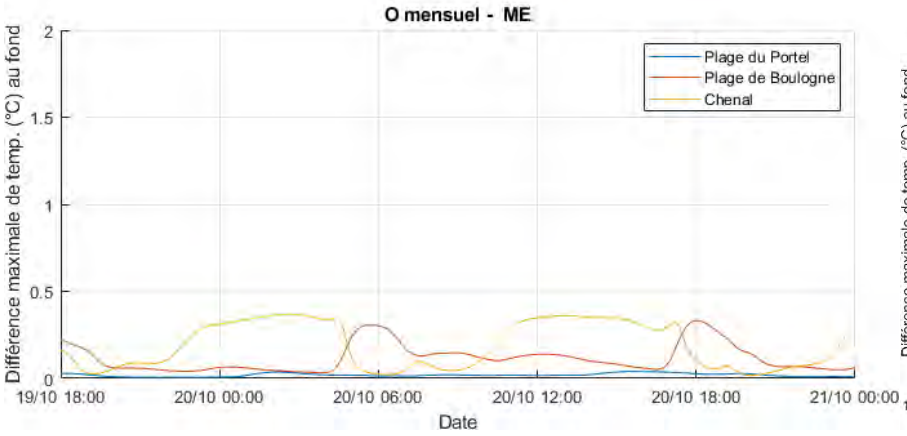

NNE mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

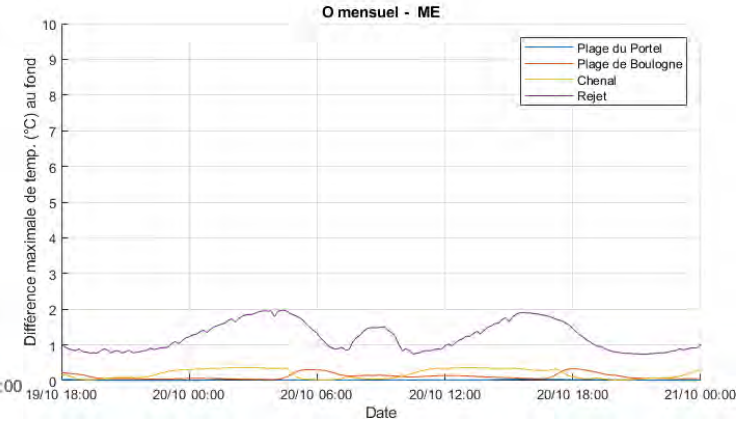
O mensuel - Différence maximale de température au fond



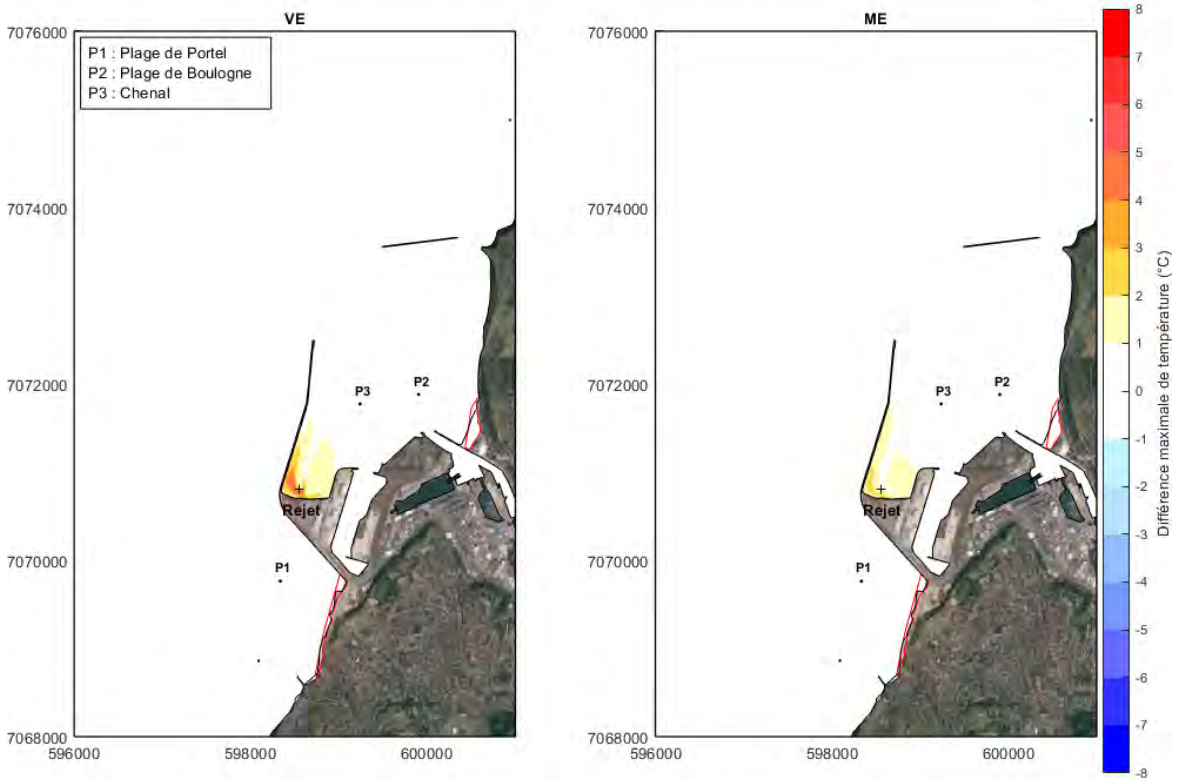

O mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date

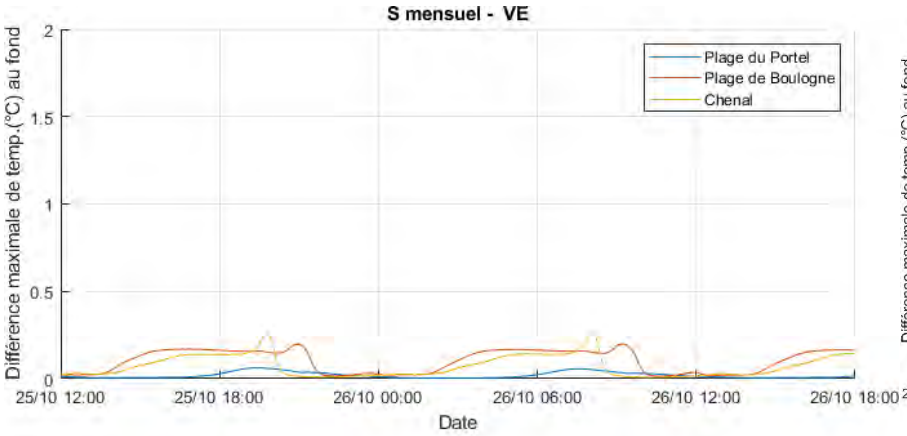

O mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00
Date

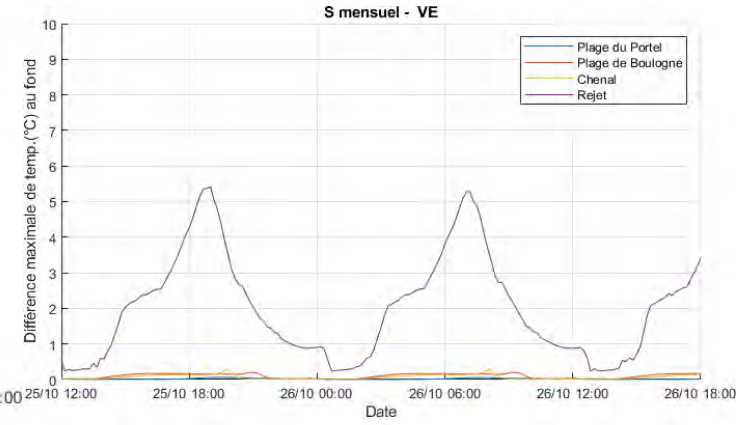

O mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

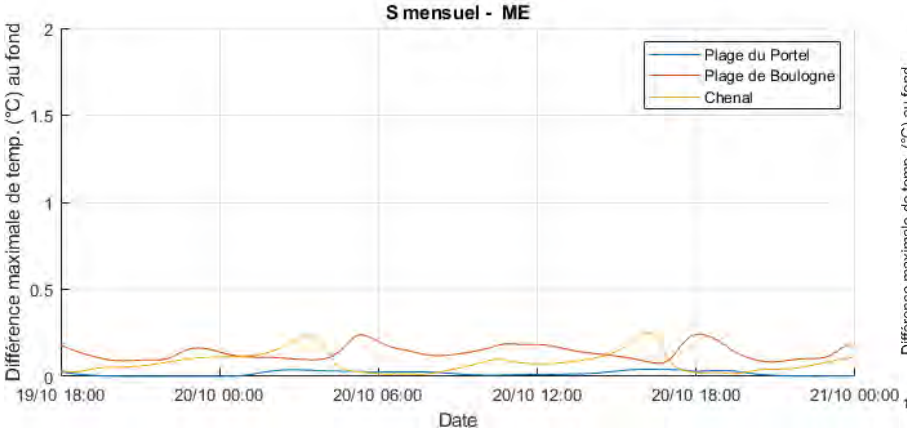

O mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00
Date

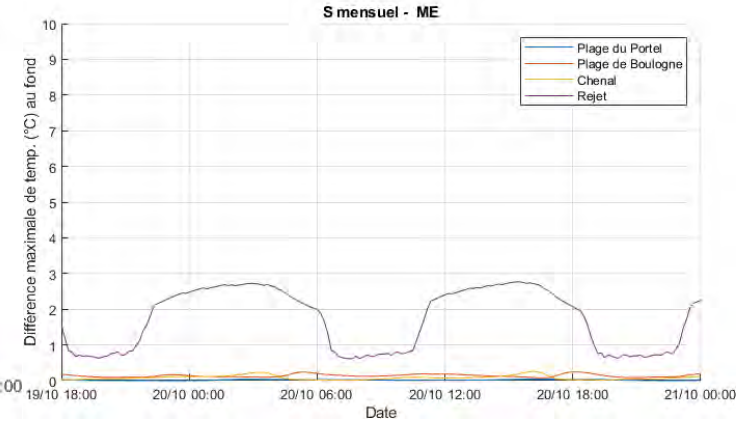
S mensuel - Différence maximale de température au fond



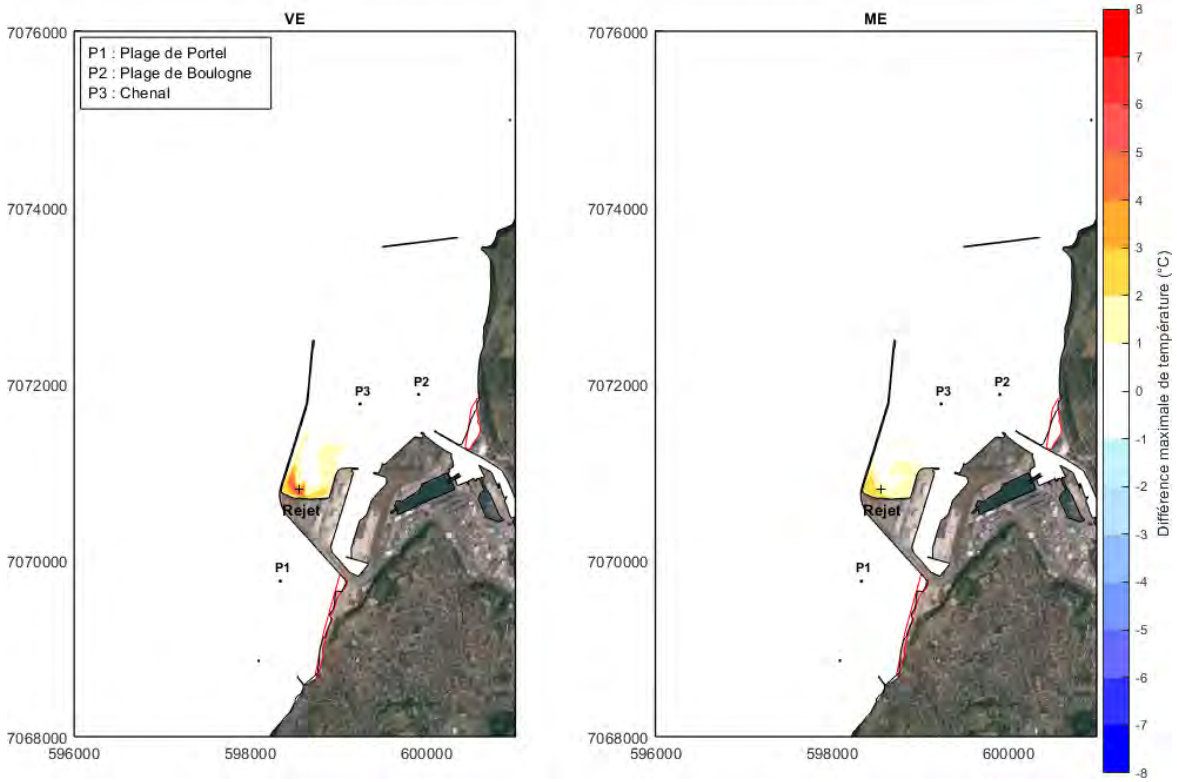

S mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

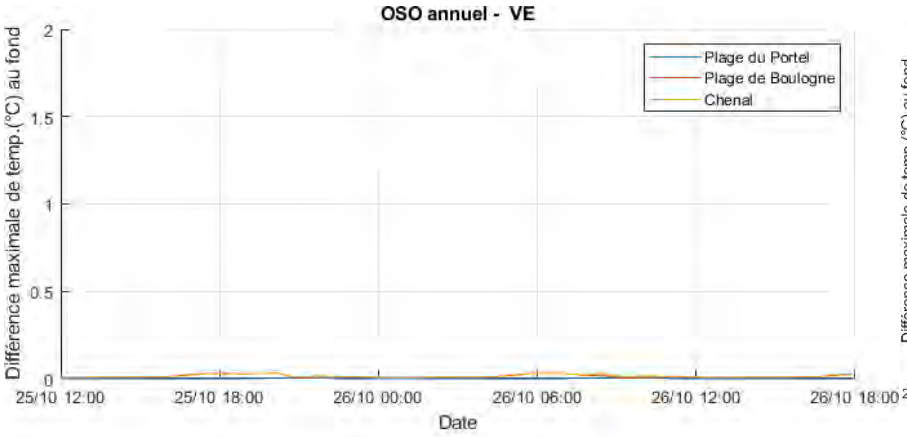

S mensuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

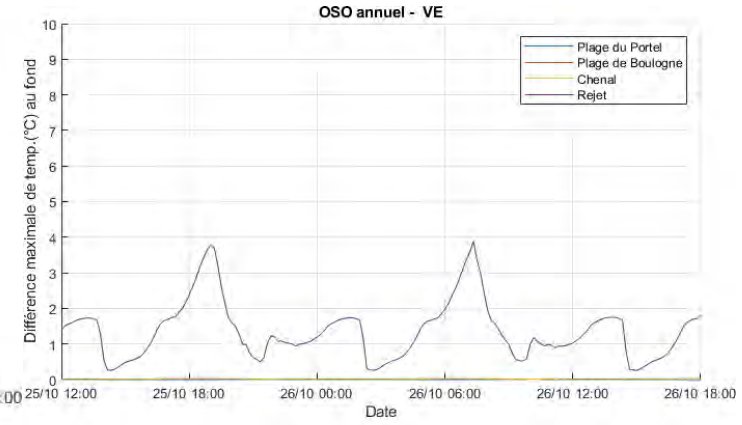

S mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

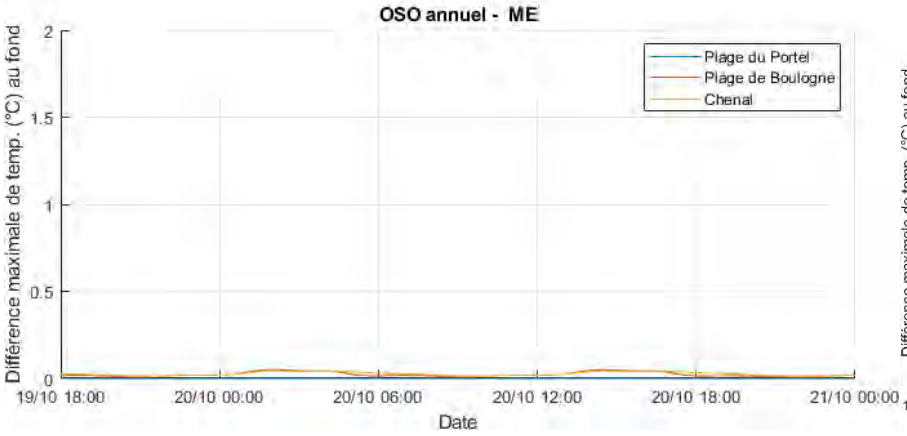

S mensuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

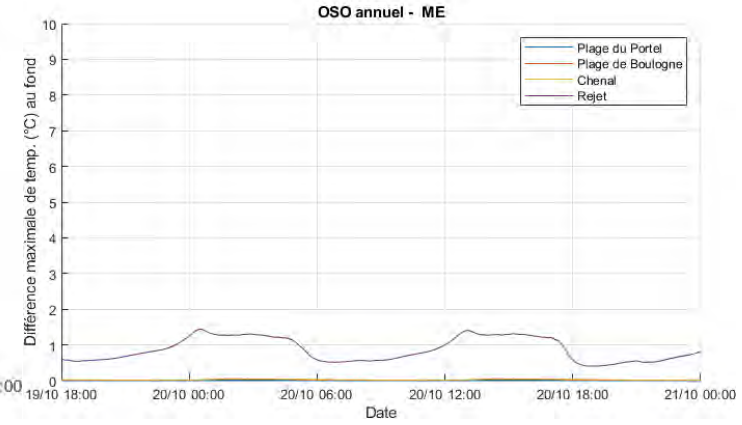
OSO annuel - Différence maximale de température au fond



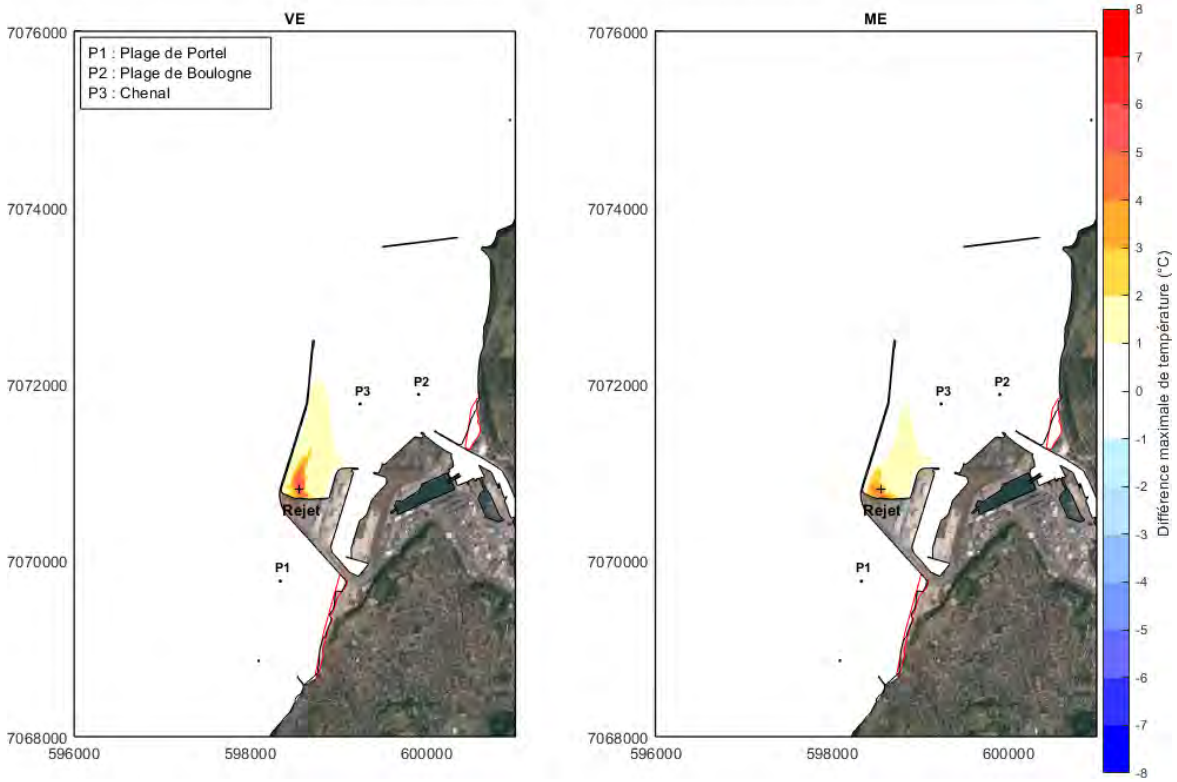

OSO annuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

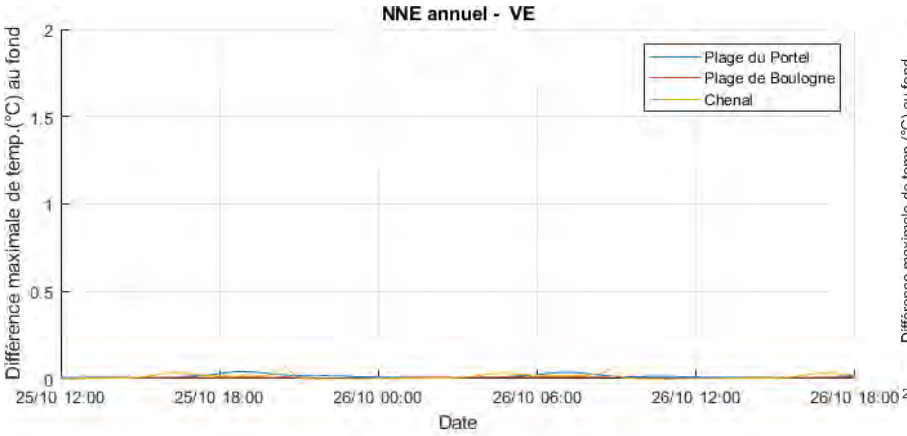

OSO annuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

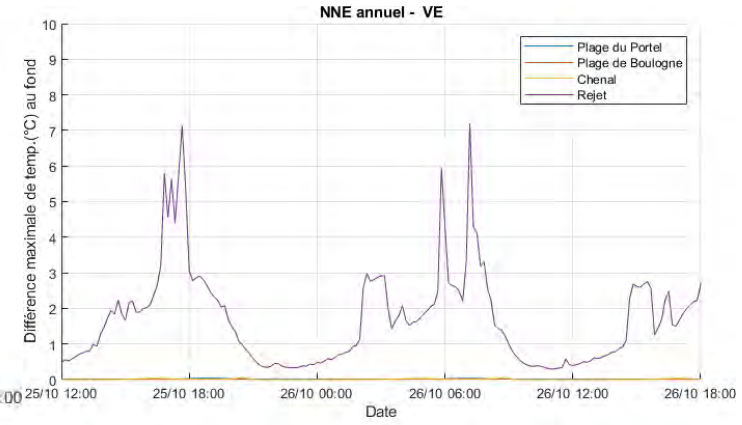

OSO annuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

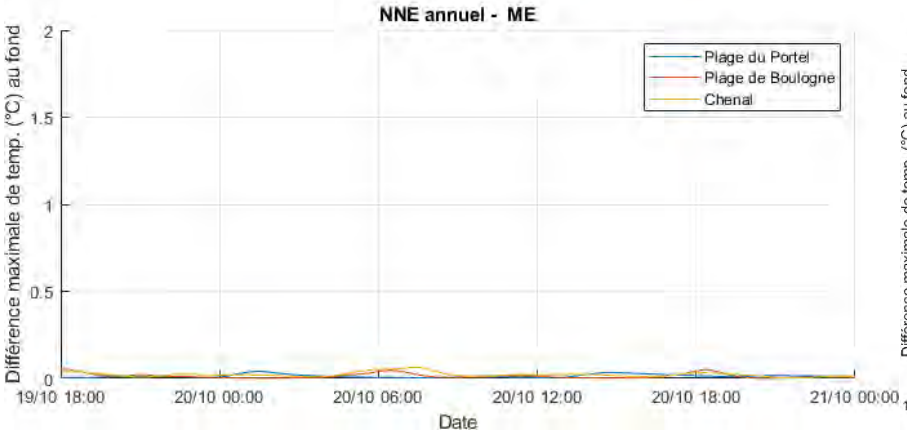

OSO annuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

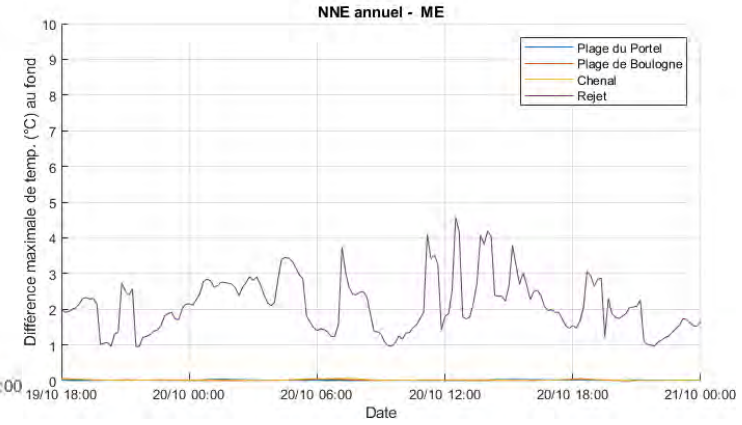
NNE annuel - Différence maximale de température au fond




NNE annuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00


NNE annuel - VE
Différence maximale de temp.(°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

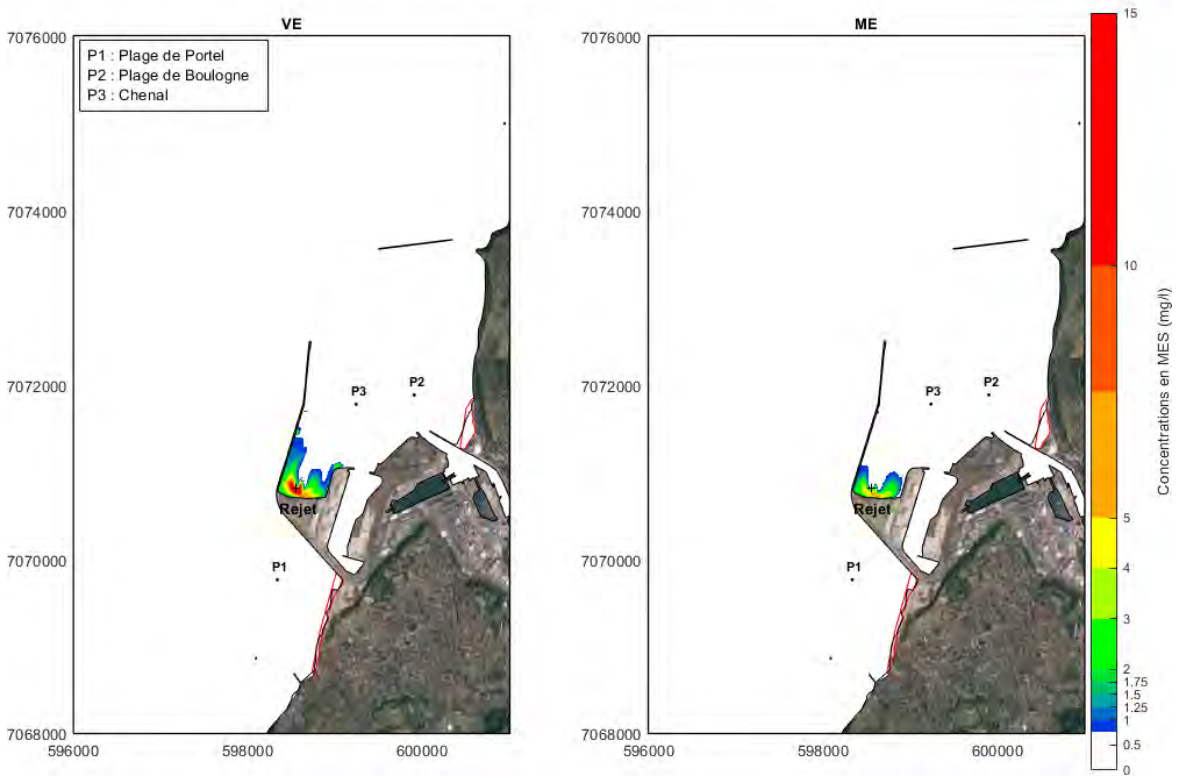

NNE annuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00


NNE annuel - ME
Différence maximale de temp. (°C) au fond
Date
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

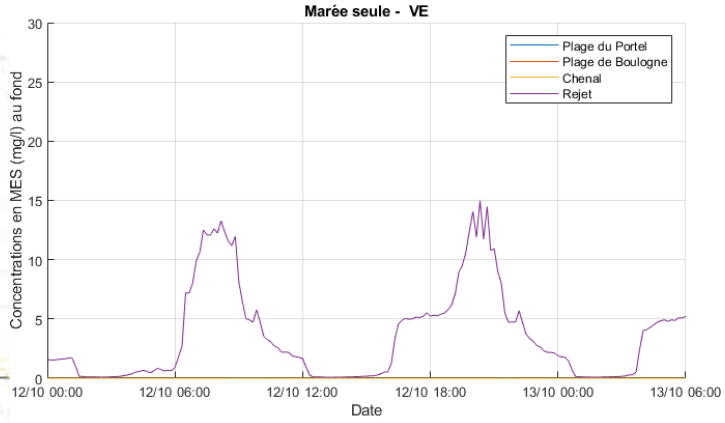
ANNEXE 4 :

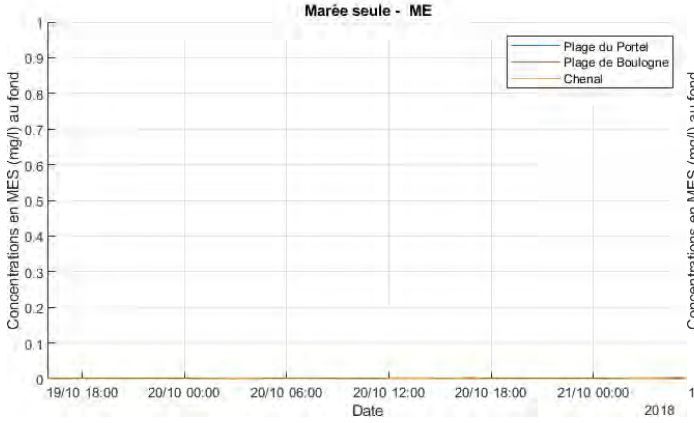
FIGURES DE MES

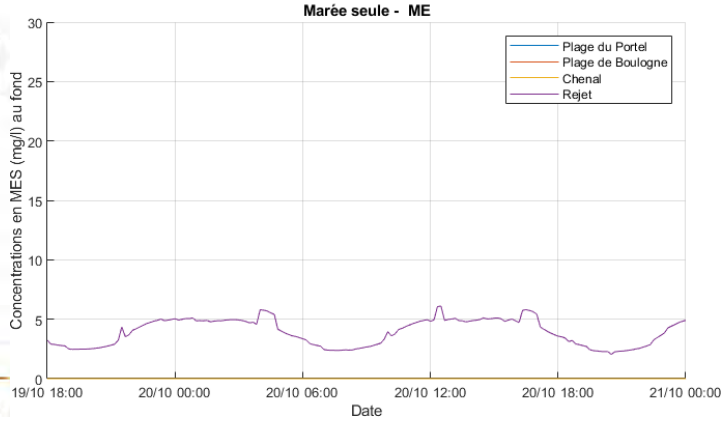
Marée seule - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond



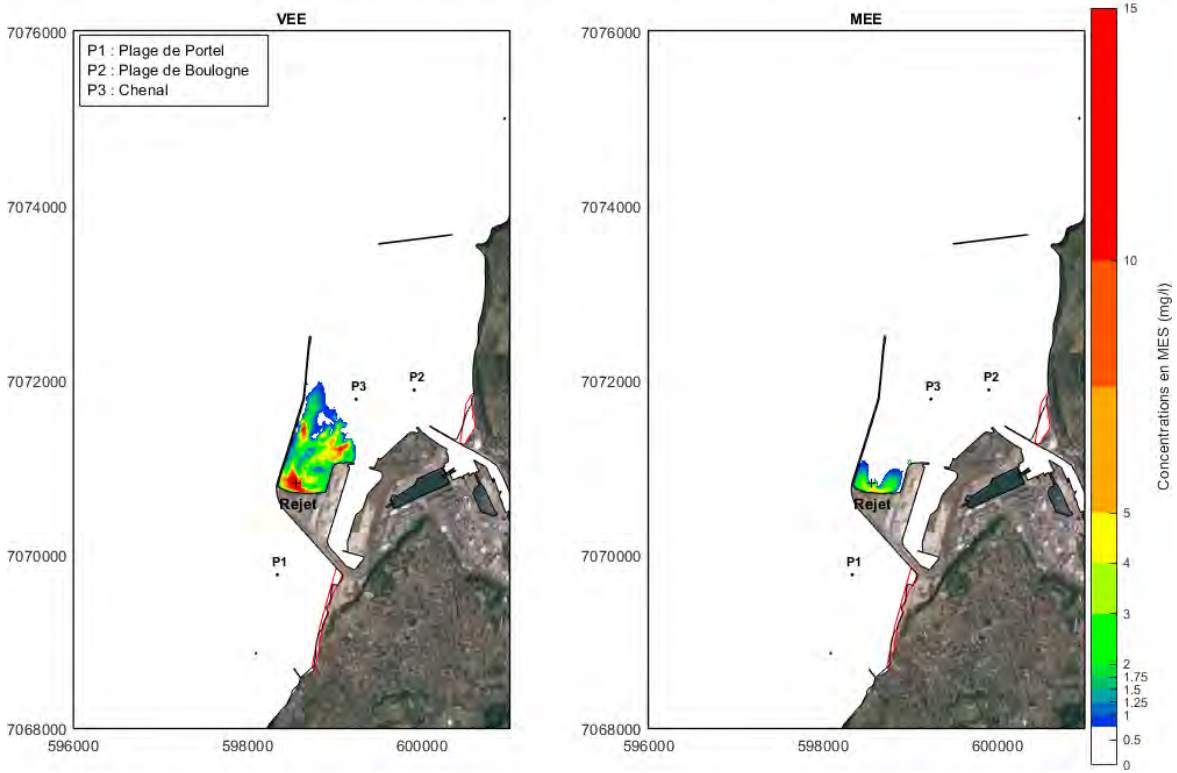
Marée seule - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
2018

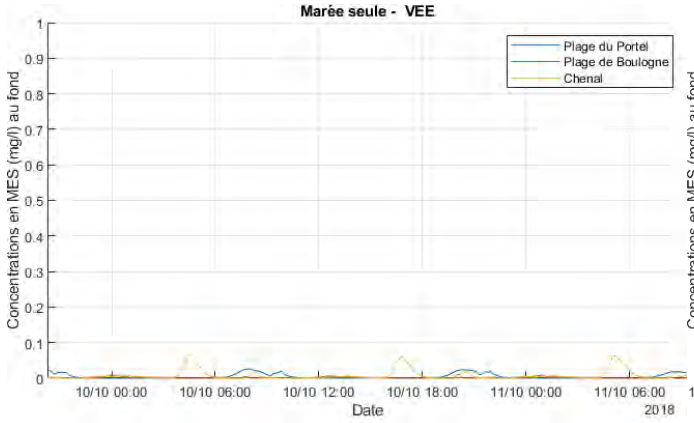

Marée seule - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date

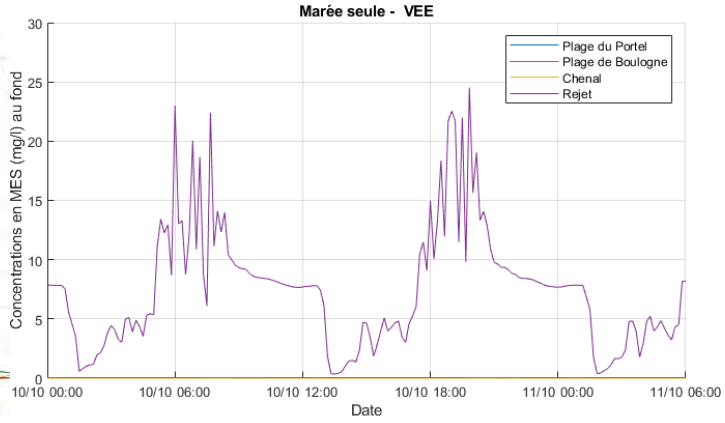

Marée seule - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
2018

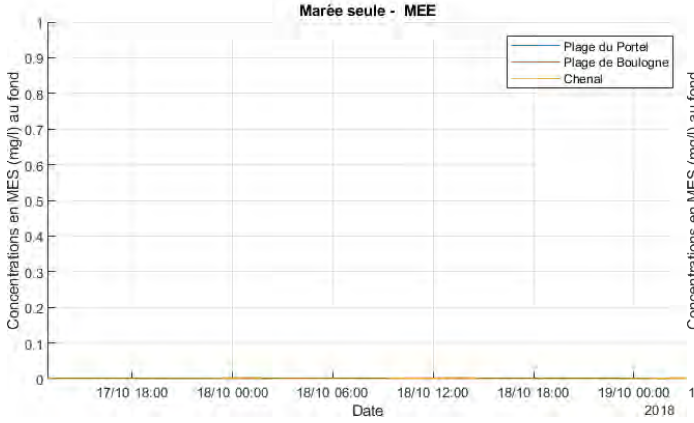

Marée seule - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date

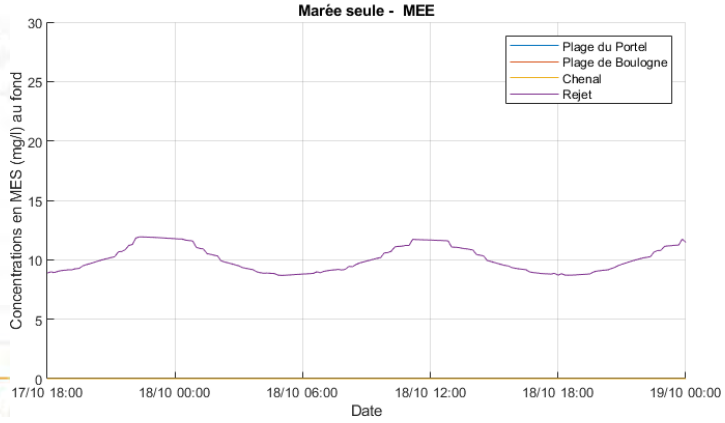
Marée seule - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond



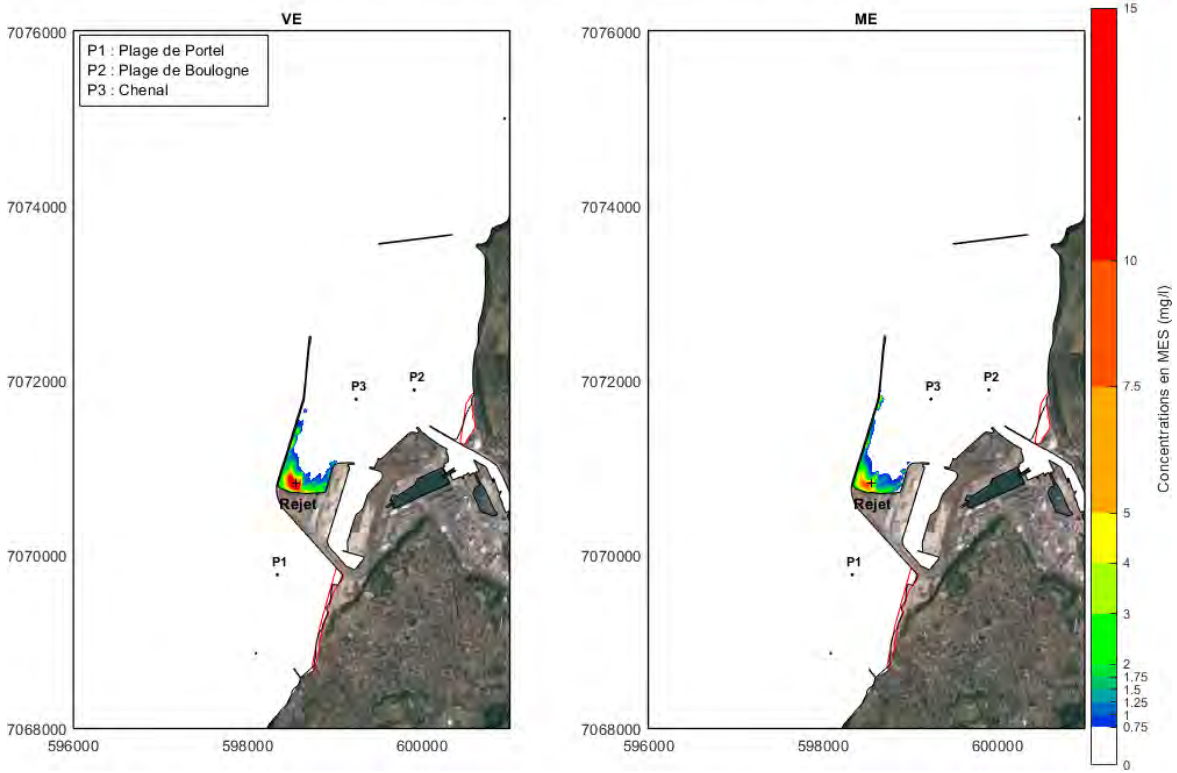

Marée seule - VEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
2018

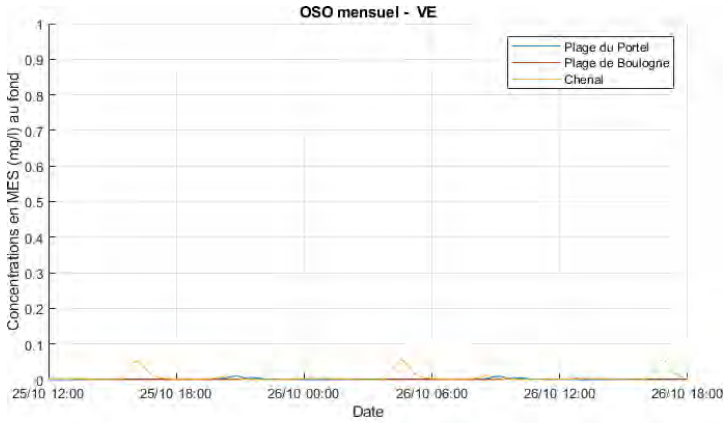

Marée seule - VEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date

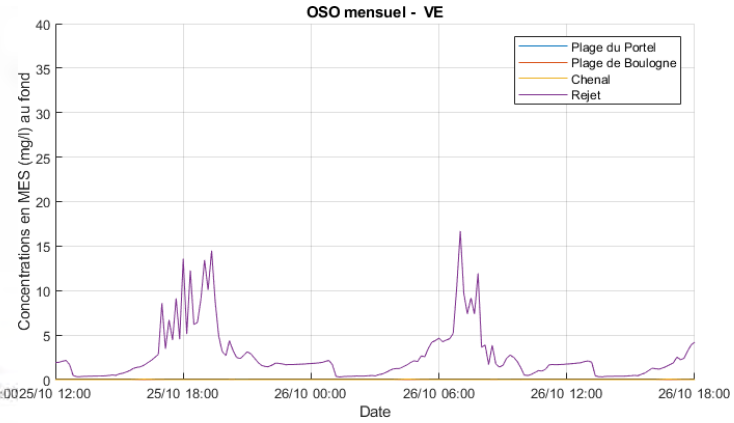

Marée seule - MEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
2018

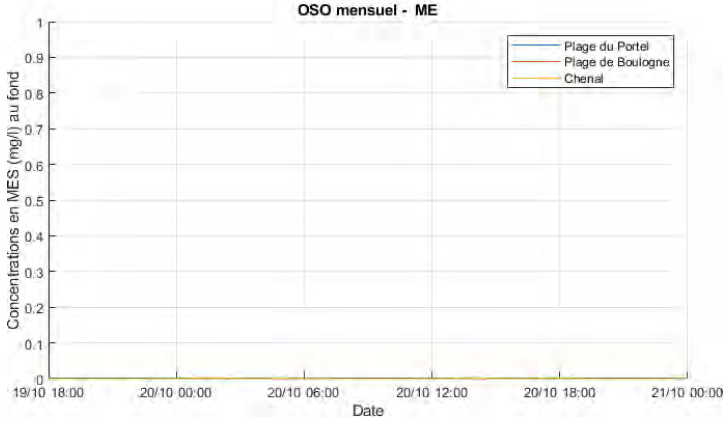

Marée seule - MEE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date

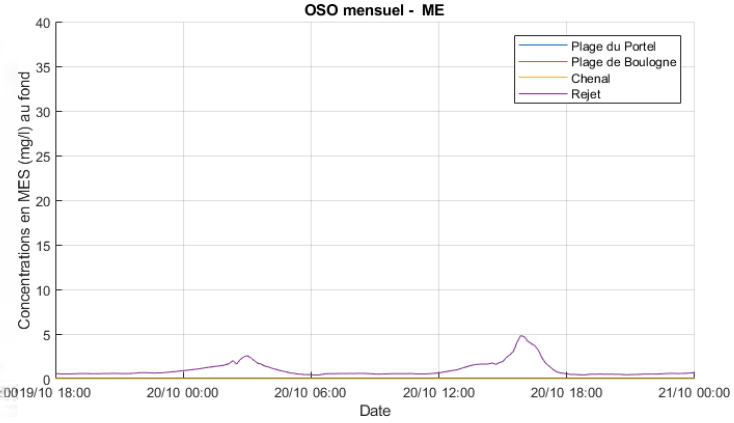
OSO mensuel - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond



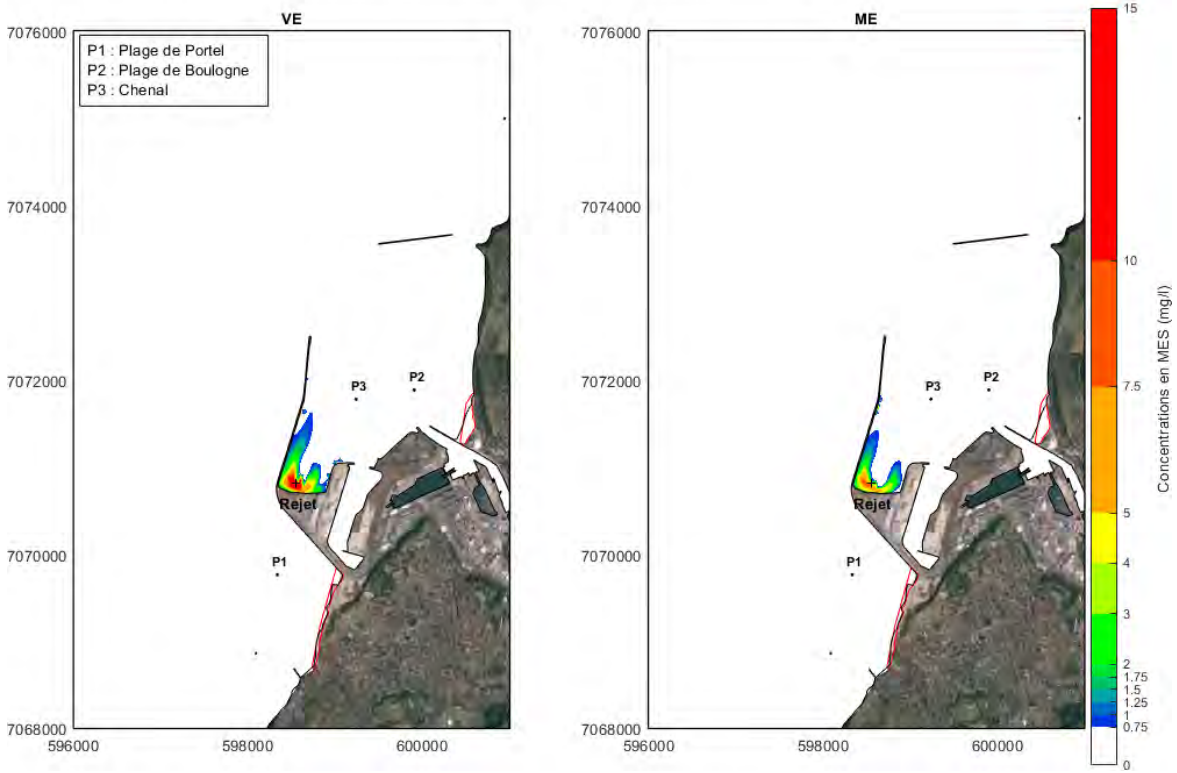

OSO mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

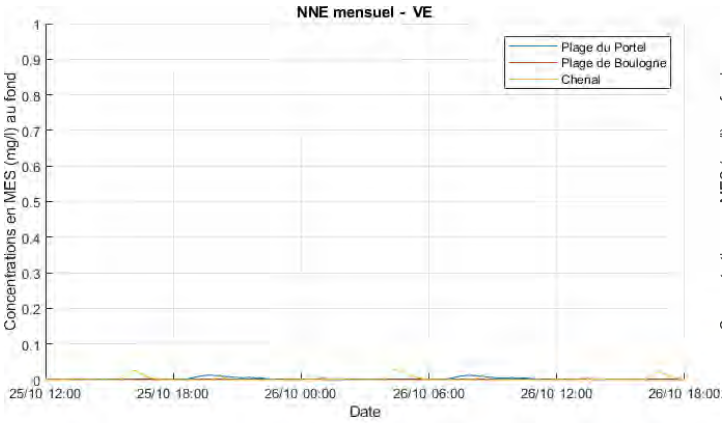

OSO mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

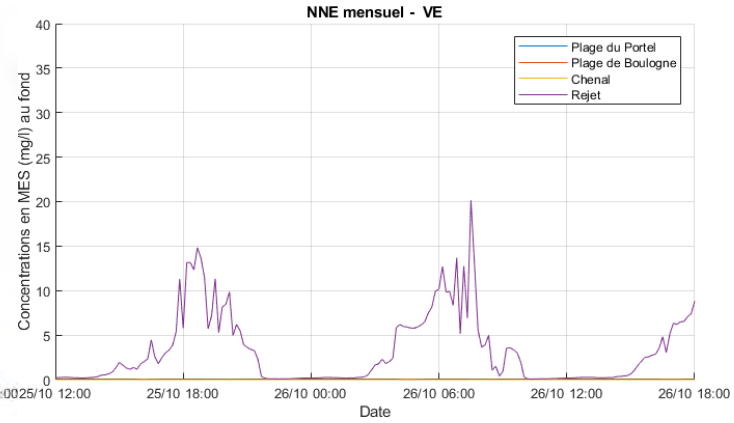

OSO mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

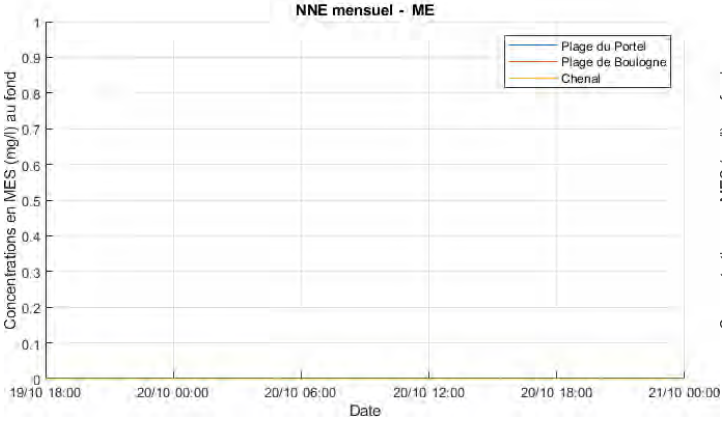

OSO mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

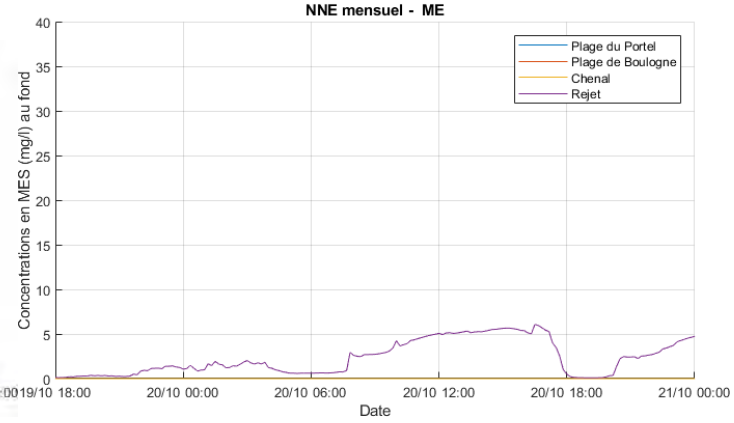
NNE mensuel - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond



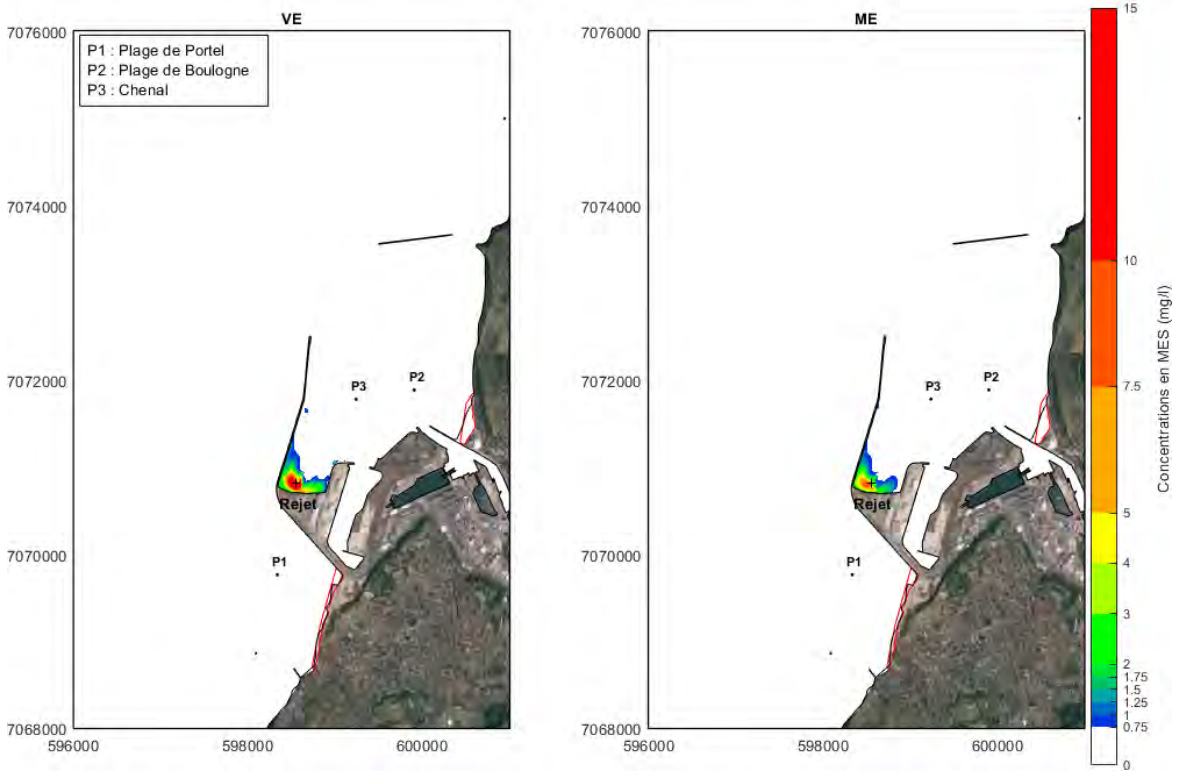

NNE mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

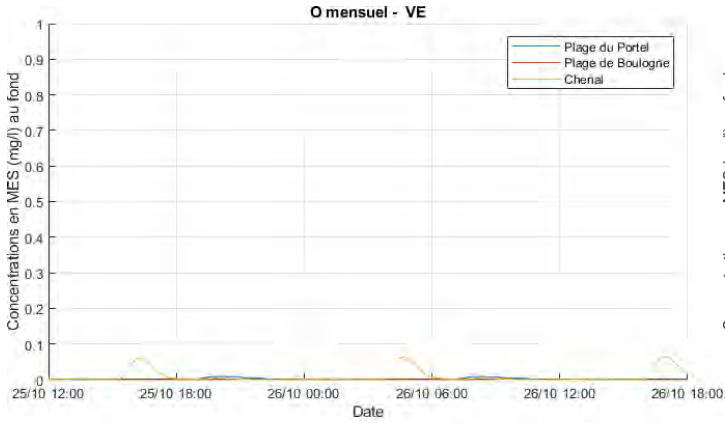

NNE mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

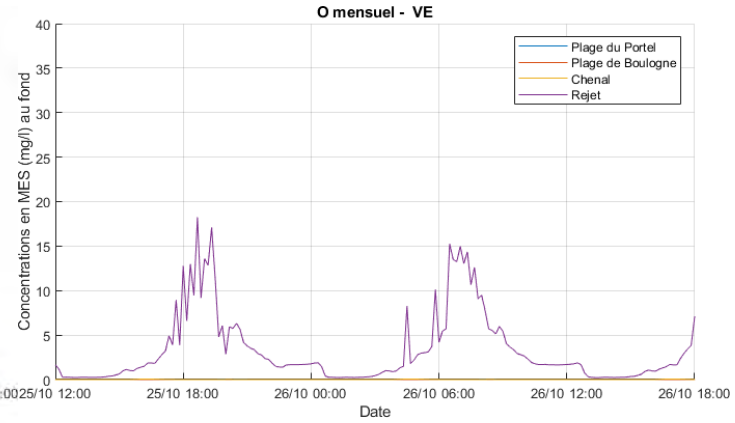

NNE mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

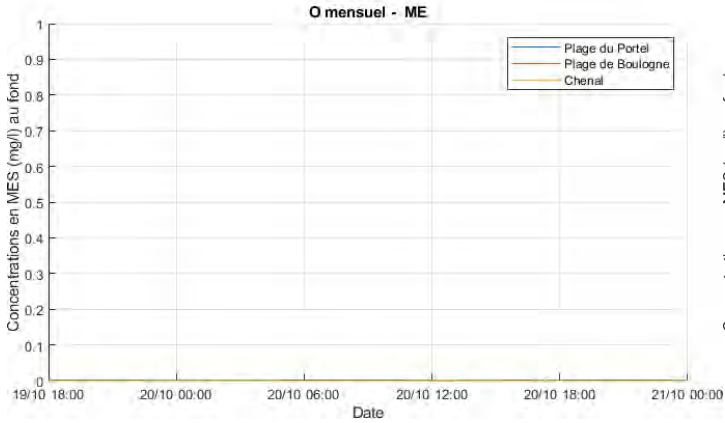

NNE mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

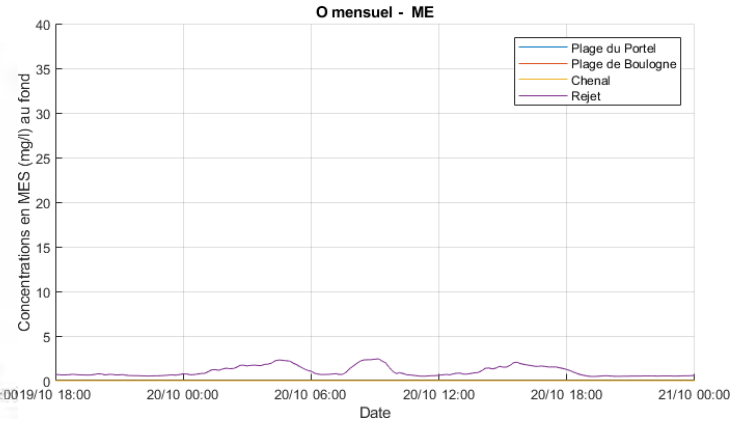
O mensuel - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond



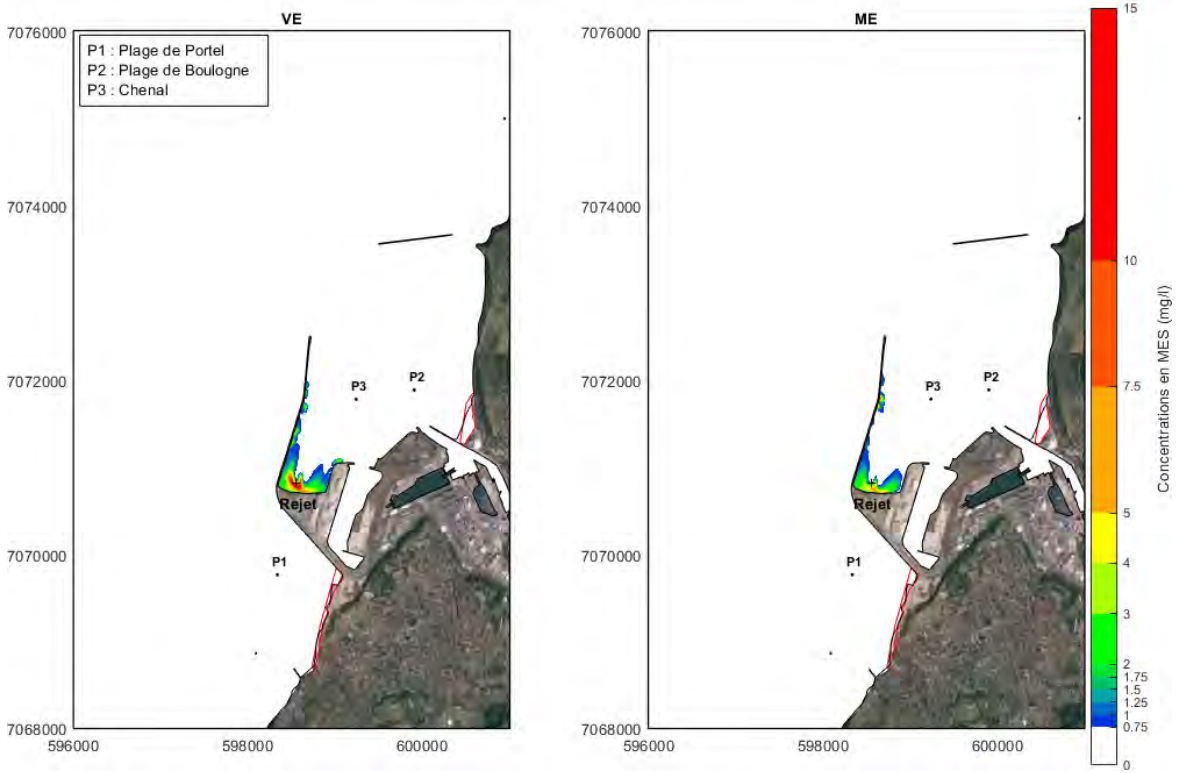

O mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

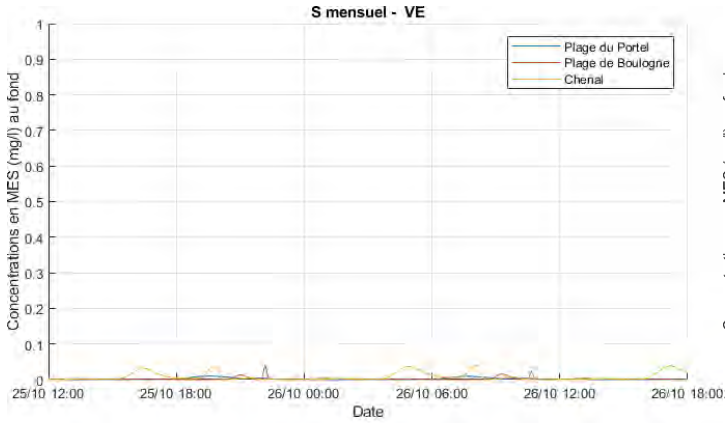

O mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

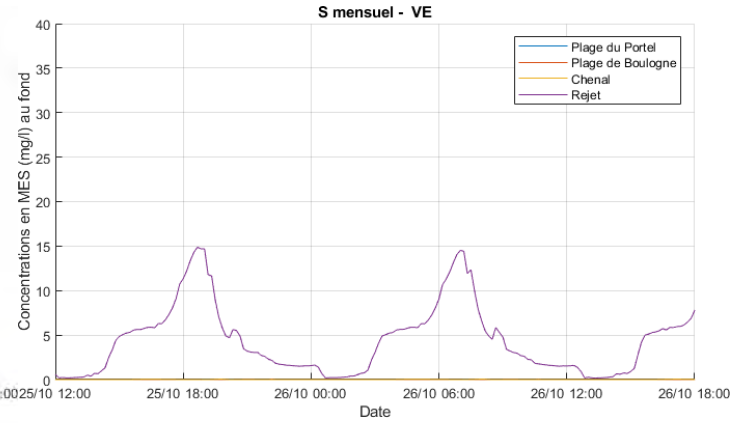

O mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

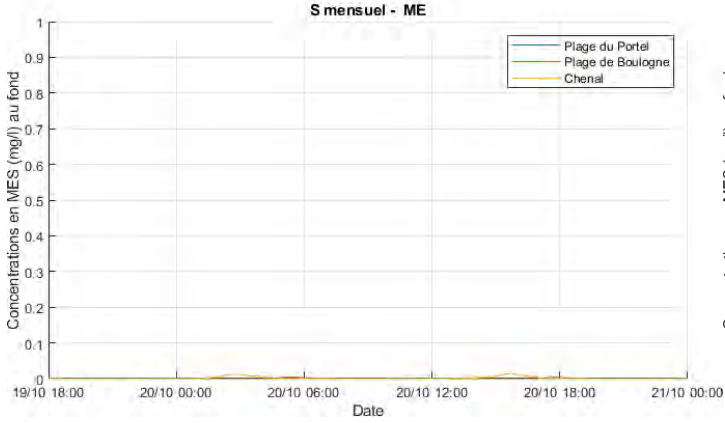

O mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

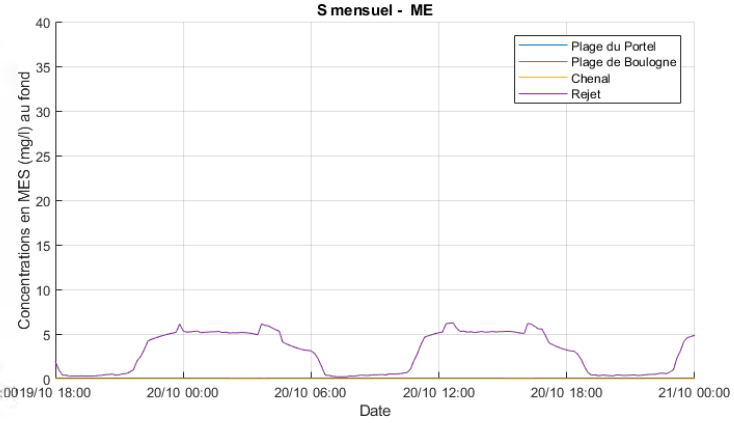
S mensuel - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond



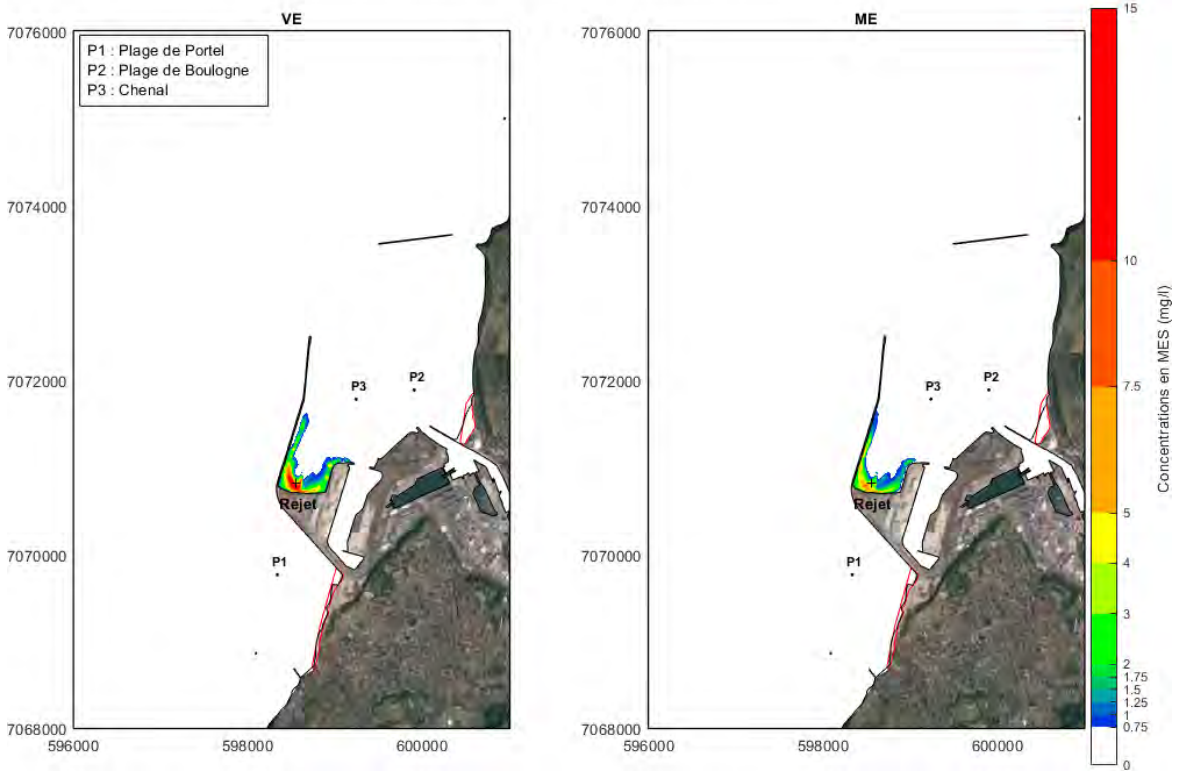

S mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

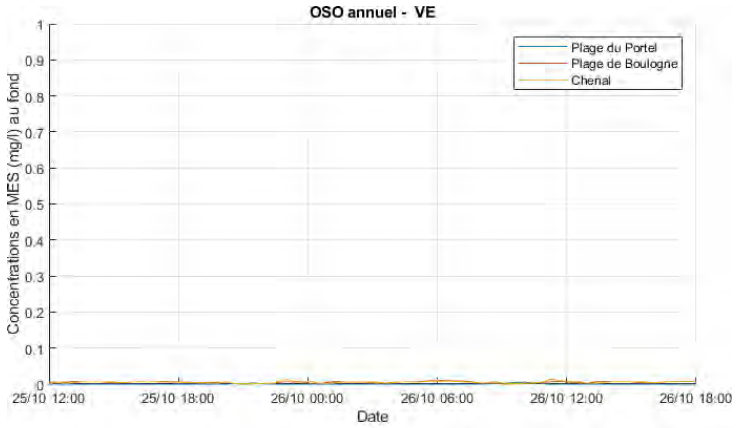

S mensuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

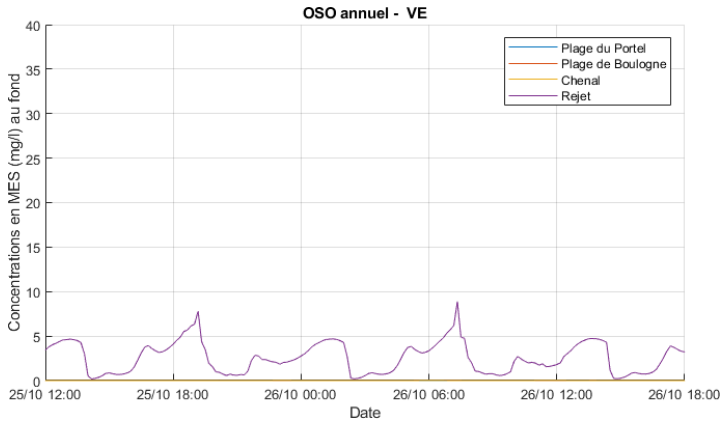

S mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

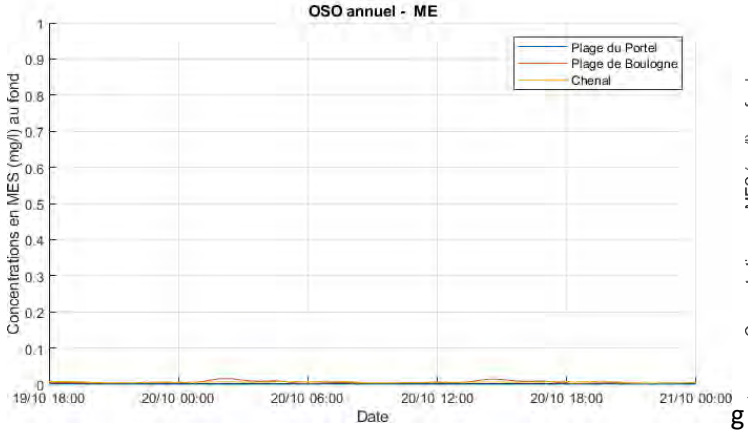

S mensuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

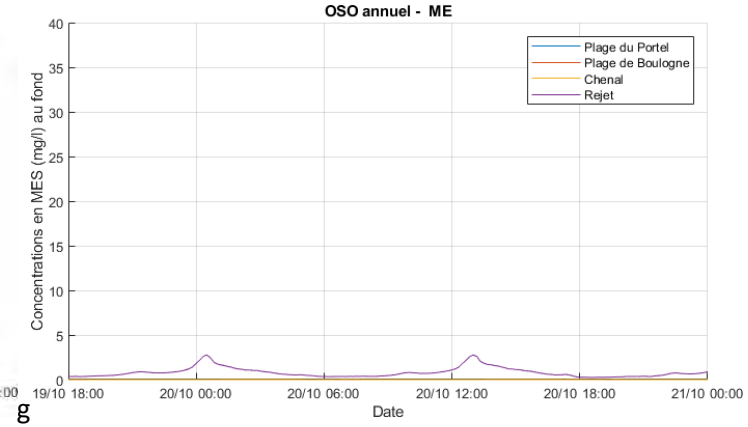
OSO annuel - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond




OSO annuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

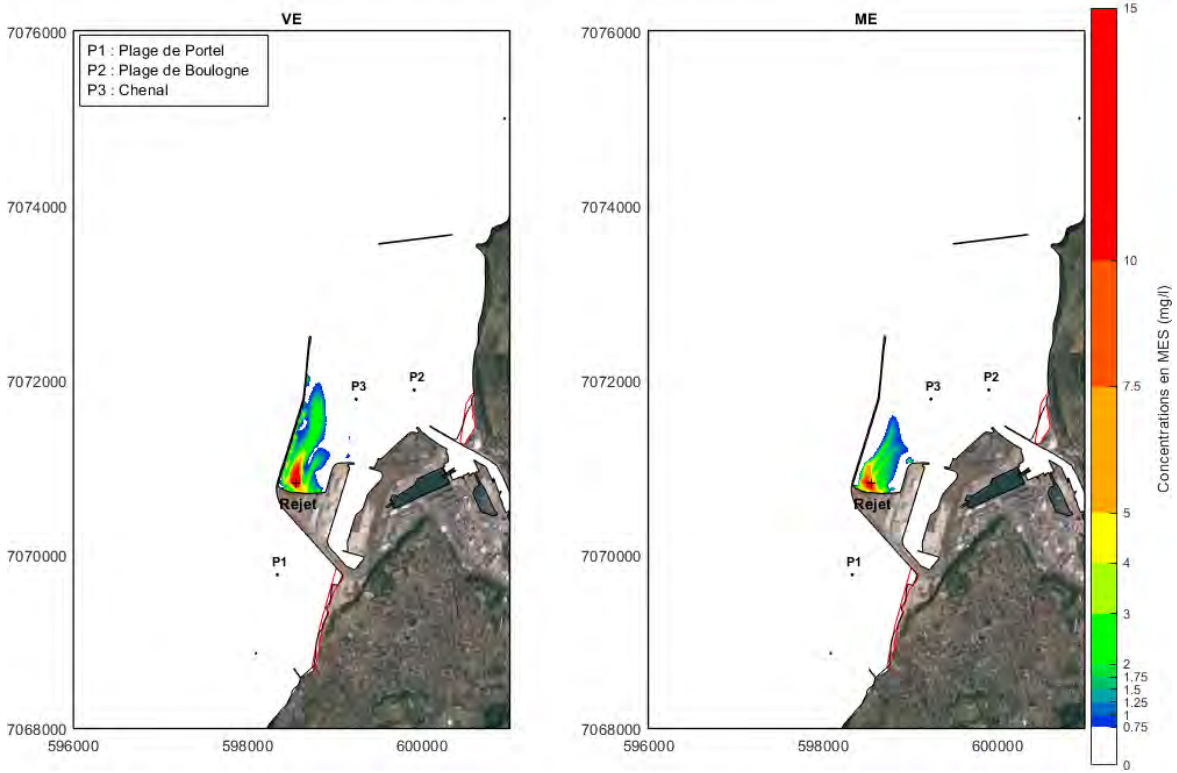

OSO annuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00

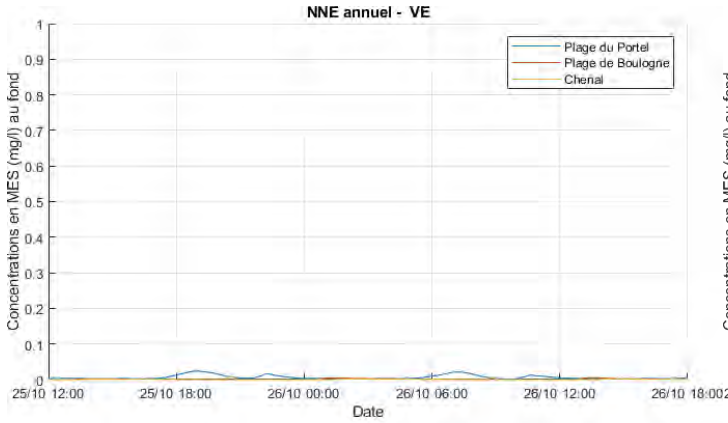

OSO annuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

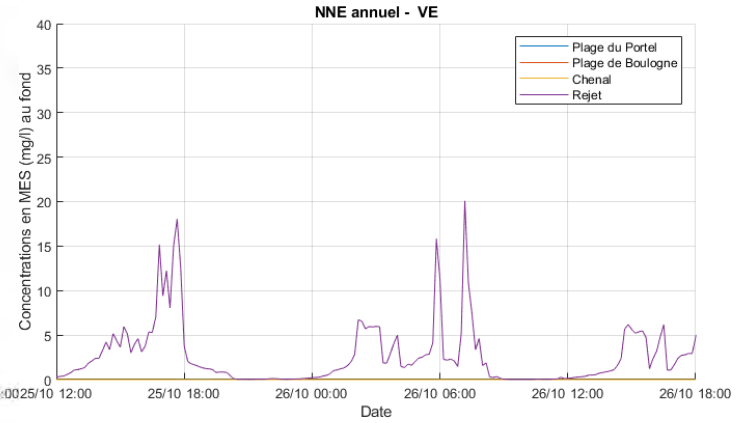

OSO annuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

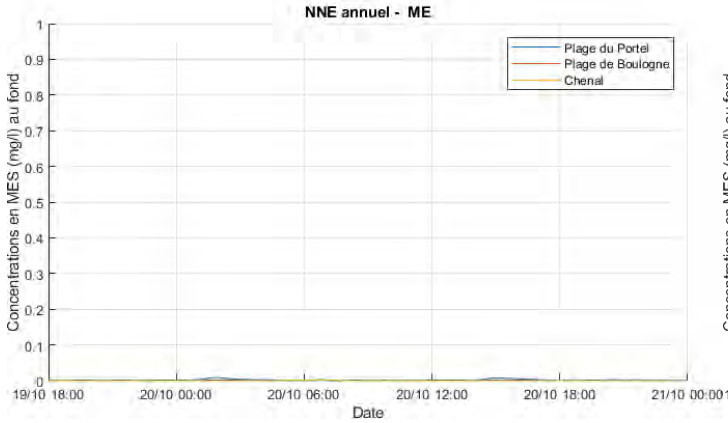
g

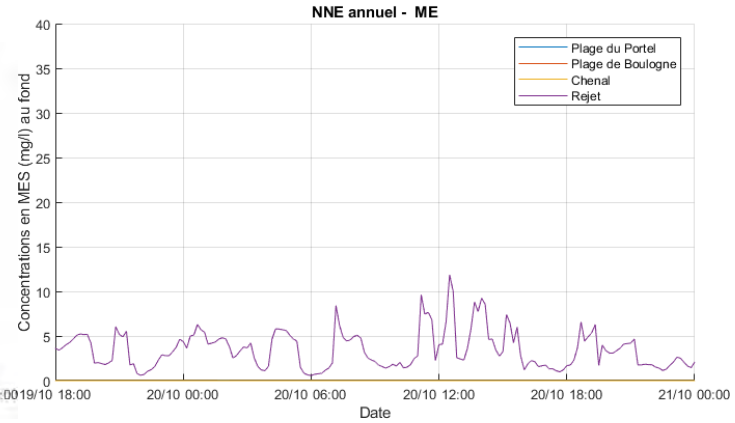
NNE annuel - Concentration maximale atteinte en MES (mg/l) au fond




NNE annuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00


NNE annuel - VE
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
25/10 12:00
25/10 18:00
26/10 00:00
26/10 06:00
26/10 12:00
26/10 18:00


NNE annuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00


NNE annuel - ME
Plage du Portel
Plage de Boulogne
Chenal
Rejet
Concentrations en MES (mg/l) au fond
Date
19/10 18:00
20/10 00:00
20/10 06:00
20/10 12:00
20/10 18:00
21/10 00:00

www.creocean.fr

GROUPE KERAN